

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

На правах рукопису

ГОРБОВА ОЛЕКСАНДРА ВІКТОРІВНА

УДК 656.21.071.8-044.337(043.3)

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ
ОЦІНКИ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ**

Спеціальність 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту

Дисертації
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник
Козаченко Дмитро Миколайович
доктор технічних наук, професор

Дніпро - 2016

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1	11
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	
ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ.....	11
1.1 Проблеми проектування та експлуатації залізничних станцій	11
1.2 Методи формального представлення технологічних процесів.....	13
1.3 Моделювання технологічних процесів залізничної станції	15
1.4 Системи автоматизації на залізничному транспорті.....	18
1.5 Проблеми збору даних про об'єкт досліджень.....	20
1.6 Визначення розрахункових обсягів роботи станцій.....	22
1.7 Постановка завдань дослідження. Структура, послідовність та методи їх розв'язання.....	26
1.8 Висновки за розділом 1	28
РОЗДІЛ 2	29
ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ .	
2.1 Вимоги до процесу обстеження залізничної станції	29
2.2 Організація обстеження станції.....	33
2.3 Методи збору інформації про функціонування залізничних станцій	35
2.3.1 Методи отримання первинної інформації про роботу станції	36
2.3.2 Вивчення технологічного процесу при виробничій екскурсії	50
2.3.3 Методи отримання вторинної інформації про роботу станції	52
2.4 Формування плану обстеження та проведення обстеження.	53
2.5 Застосування методики передпроектного обстеження до станції Хімічна ТОВ «ТІС»	59
2.6 Висновки за розділом 2	70
РОЗДІЛ 3	72

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБІТ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ.....	72
3.1 Методи оцінки вагонопотоку станції.....	72
3.2 Визначення розрахункового обсягу роботи станції із змінною структурою вагонопотоку	81
3.3 Висновки за розділом 3	91
РОЗДІЛ 4.....	92
МЕТОДИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ.....	92
4.1 Побудова моделі технологічного процесу за допомогою UML.....	93
4.2 Формальне представлення діаграм станів та діяльностей.....	103
4.2.1 Вхідна модель представлення технологічного процесу	104
4.2.2. Внутрішня модель представлення технологічного процесу	109
4.3 Визначення переробної спроможності станції	112
4.4 Оцінка колійного розвитку парку прибуття станції.....	113
4.5 Висновки за розділом 4	119
ВИСНОВКИ.....	120
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	123
ДОДАТКИ.....	138
Додаток А АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	139
Додаток Б ФОРМИ ЗБОРУ ДАНИХ.....	142
Б.1 – Форма бланку анкетування.....	142
Б.2 – Приклади закритих питань в анкетах	143
Б.3 – Форма бланку інтерв'ю	144
Б.4 – Форма бланку фотографії робочого часу	145
Б.5 – Характеристика технологічної операції та форма бланку хронометражних спостережень	146
Б.6 – Титульна сторінка програми обстеження	148
Б.7 – Титульна сторінка методики обстеження	149

Додаток В СПОСТЕРЕЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ДЛЯ ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНОГО ПАРКУ СТ. ХІМІЧНА (ПРОТЯГОМ ТРЬОХ ДІБ)	150
Додаток Г ГРАФІК ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ	158
Додаток Д ФАЙЛ СЕРЕДОВИЩА ІВМ RATIONAL ROSE (*.MDL)	159
Додаток Е ДОБОВІ ПЛАНИ-ГРАФІКИ	175
Е.1 – Фрагмент добового плану-графіка для лютого	175
Е.2 – Фрагмент добового плану-графіка для квітня.....	176
Додаток Ж РОЗРАХУНКОВІ СТАВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	177

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ	- автоматизована система управління
ВЦ	- випробувальний центр;
ДНУЗТ	- Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна;
ПТЕ	- правила технічної експлуатації залізниць України;
ТО	- технічний огляд;
КО	- комерційний огляд;
ПТО	- пункт технічного обслуговування;
ВП	- вагоно-перекидач;
СРВ	- станція розвантаження вагонів;
СМО	- система масового обслуговування;
ст.	- станція;
ТІС	- ТОВ з іноземними інвестиціями «Трансінвестсервіс»
UML	- Unified Modeling Language;
АСК ВП УЗ-Є	- автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізницях України-Єдина.

ВСТУП

Залізничний транспорт є однією з базових галузей економіки України, що забезпечує її внутрішні та зовнішні транспортно-економічні зв'язки і потреби населення у перевезеннях. Основною організаційною ланкою на залізничному транспорті є залізниця. Залізничний транспорт володіє такими техніко-економічними особливостями, які дозволяють зберегти йому пріоритетні позиції в якості основного магістрального виду транспорту не тільки в даний час, а й у перспективі. Залізниці пов'язують безперервним рейковим зв'язком більшість промислових і сільсько-господарських підприємств, забезпечують можливість здійснення перевезень рівномірно в усі пори року.

Актуальність теми. Ринкові реформи, що відбулися в економіці України, призвели до суттєвих змін в умовах експлуатації залізничного транспорту і, насамперед, в умовах експлуатації залізничних станцій загального та незагального користування. Більшість методів та нормативів, що застосовуються під час їх проектування та розробки технології роботи, залишаються незмінними з часів СРСР і вимагають удосконалення. Технічне оснащення та технології роботи залізничних станцій потребують дослідження умов функціонування реальних станцій та удосконалення методів їх техніко-експлуатаційної оцінки. У зв'язку з цим тема роботи, що спрямована на розв'язання вказаних завдань, є актуальною.

Зв'язок теми з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає пріоритетним напрямкам розвитку залізничної галузі, які визначені в Транспортній стратегії України до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010), а також пов'язана з НДР, що виконані Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: «Розробка проекту типової Методики передпроектного обстеження об'єктів автоматизації залізничного транспорту» (державний реєстраційний номер

(№ ДР) 0114U002543), «Розробка вимог до інфраструктури залізничного транспорту та удосконалення методів її експлуатації в умовах розділення парку вантажних вагонів» (№ ДР 0111U002544), «Формування підходів щодо покращення використання вантажних вагонів та оперативного управління просуванням вагонопотоків в міжнародних перевезеннях» (№ ДР 0115U02423), у яких автор є виконавцем та автором звітів.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій. Поставлена мета досягається в результаті розв'язання таких завдань:

- аналіз існуючих методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи магістральних та промислових залізничних станцій;
- розробка процедури ідентифікації функціональних моделей залізничних станцій;
- удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій з метою урахування зміни обсягів та структури вагонопотоків у часі;
- удосконалення методів функціонального моделювання експлуатаційної роботи залізничних станцій за допомогою методів візуального програмування.

Об'єктом досліджень є процес функціонування магістральних та промислових залізничних станцій.

Предметом досліджень є взаємозв'язки параметрів вагонопотоку та технології роботи залізничних станцій.

Методи дослідження. Постановка завдань для виконання досліджень, вибір методів їх розв'язання та аналіз результатів здійснені з використанням методів системного аналізу; діагностичні методи ідентифікації функціональних моделей залізничних станцій; імітаційне моделювання, теорія графів та об'єктно-орієнтований аналіз для моделювання технологічних процесів залізничних станцій; математична статистика,

кореляційний аналіз, теорія ймовірностей, теорія масового обслуговування та техніко-економічний аналіз застосовувалася для оцінки технічного стану залізничних станцій та дослідження характеристик вагонопотоків.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в такому:

- вперше розроблена функціональна модель залізничних станцій із застосуванням методів візуального проектування, що дозволяє зменшити витрати часу на етапі параметризації моделі;
- вперше формалізовано процедуру ідентифікації функціональних моделей залізничних станцій на основі діагностичних методів, що дозволяє розробити типову методику проведення обстеження їх технічного забезпечення та процесів функціонування;
- удосконалено методи визначення розрахункових обсягів роботи залізничних станцій за рахунок попередньої оцінки завантаження основних елементів станцій, що, на відміну від існуючих методів, дозволяє виконувати техніко-експлуатаційну оцінку станцій в умовах зміни в часі обсягів та структури вагонопотоків;

Практичне значення отриманих результатів. Наукові результати, які отримані в дисертаційній роботі, а також методи можуть бути використані при розробленні, удосконаленні та формалізації технологічних процесів роботи залізничних станцій, методик досліджень об'єктів інформатизації та автоматизації на залізницях України. Математична модель та розрахункові дані можуть бути застосовані при розрахунках пропускної та переробної спроможності залізничної станції.

Результати роботи використовуються для оцінки переробної спроможності транспортного вузла «ТІС» та при проектуванні розвитку його технічного забезпечення, а також в навчальному процесі в ході підготовки спеціалістів та магістрів зі спеціальності 7(8).07010102 «Організація перевезень і управління на залізничному транспорті», під час виконання дипломних робіт та в курсі лекцій з дисциплін «Станції та вузли» та «Управління експлуатаційною роботою». Практичне впровадження

результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені в додатках до дисертації.

Особистий внесок здобувача. Усі результати теоретичних та експериментальних досліджень, що наведені в роботі, отримані автором самостійно. Стаття [21] опублікована без співавторів. У роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора такий: у роботі [54] автором побудовано концептуальну схему передпроектного обстеження інформаційних об'єктів; у статті [52] виконано аналіз методів передпроектного обстеження залізничних станцій; у статті [55] побудовано математичну модель розрахунку показників нерівномірності вантажопотоку залізничних станцій; у статті [56] автором визначені параметри об'ємів робіт для станцій із змінною структурою вагонопотоків; у статті [8] розроблено алгоритм автоматизації побудови математичної моделі роботи станції за допомогою статистичних рядів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені на 66-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2006 р.), на IV Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2015 р.), на IX Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2015 р.), на 78-й міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (Харків, УкрДАЗТ, 2016 р.), на VII Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економіки транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2016 р.). У повному обсязі дисертація доповідалась і була схвалена в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на міжкафедральному науковому семінарі (2016 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 11 наукових праць, у тому числі: 6 наукових статей у виданнях, що входять до Переліку наукових фахових видань України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт, та 5 тези доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаної літератури і 6 додатків. Повний обсяг роботи складає 164 сторінки, з яких основний зміст викладено на 121 сторінках, що містять 34 рисунки та 16 таблиць; список використаних джерел складається з 123 найменувань, викладених на 16 сторінках.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

1.1 Проблеми проектування та експлуатації залізничних станцій

Потреба в наукових методах проектування та організації роботи станцій з'явилася вже на ранніх етапах функціонування залізничного транспорту. Формування теорії проектування залізничних станцій та вузлів виконано академіком Образцовим В. М. [78, 79]. Надалі вона була розвинута в працях Ляхницького В. Є., Земблінова С. В. [35], Скалова К. Ю. [99, 100] і систематизована в методичних роботах з проектування залізничних станцій та вузлів [86, 89]. У 60-х роках ХХ ст. розроблені та набули чинності типові технологічні процеси роботи вантажних [94, 95], сортувальних [96] та пасажирських станцій. Принципи організації роботи станцій та технологічні норми здебільшого збереглися і в сучасних аналогах цих документів [94, 95, 96]. У той же час умови роботи залізничного транспорту України після здобуття незалежності та впровадження ринкових реформ в її економіці суттєво змінилися. На сьогодні відбулося розділення парку вантажних вагонів і рух порожніх приватних вагонів здійснюється за перевізними документами, що збільшує навантаження на інфраструктуру. Суттєві зміни вантажопотоків призвели до втрати відповідності між технічним забезпеченням та обсягами перевезень. На переважній частині мережі утворилися значні резерви інфраструктурних потужностей, у той же час на окремих її ділянках можливості інфраструктури повністю вичерпані.

Матеріально-технічна база залізничного транспорту України має незадовільний стан. Знос основних засобів колійного господарства перевищує 93,0 %, засобів автоматики – 92,9 %, зв'язку – 88 %,

енергопостачання – 90,9 %, електровозів – 91,0 %, тепловозів – 99,5 %, вантажних вагонів – 89,65 %. Критичною є ситуація в галузі локомотивного господарства. Із 1 720 одиниць електровозів відпрацювали встановлений нормативний термін служби 1 231 одиниця (71,6 %), з 719 магістральних тепловозів - 715 (99,4 %), з 1410 маневрових тепловозів – 1 308 (91,3 %).

На Укрзалізниці експлуатується 36 470 стрілок на 1 485 станціях, що включені в електричну централізацію, з них експлуатуються понад нормативний термін (30 років) 22 979 стрілок на 908 станціях, що складає 63,0 % від загальної кількості. До гіркової централізації включено 847 стрілок та 1 432 уповільнювачі на 36 сортувальних гірках, з яких 518 стрілок (61,1 %) та 1 286 уповільнювачів (89,8 %) експлуатуються понад нормативний термін (30 та 12 років відповідно).

Для залізничного транспорту існують порогові значення економічної безпеки. Одним з таких параметрів є знос та старіння основних засобів. Його значення – 50-55 %. Таким чином, цей показник для всіх без винятку господарств залізниць України вже давно перевищено.

У зв'язку з цим в ході проектування та розробки технології роботи залізничних станцій виникають випадки невідповідності між принципами, що закладені у правила та норми проектування й типові технологічні документи, з одного боку, та реальними технологічними процесами, що відбуваються на залізничних станціях, – з іншого. Проблеми експлуатації існуючої інфраструктури залізничних станцій у сучасних умовах розглянуто в роботах [32, 33].

У зв'язку з цим для теперішнього етапу функціонування залізничного транспорту України важливими є питання натурального дослідження функціонування залізничних станцій, врахування технічного стану рухомого складу та інфраструктури при розробці технології роботи станції, плануванні ремонту, модернізації та розвитку їх інфраструктури,

забезпечення відповідності їх технічного забезпечення характеру та обсягам роботи.

1.2 Методи формального представлення технологічних процесів

Одним з перших методів формального представлення технологічних процесів, що використовується і до сьогодні, є лінійна діаграма Ганта [37, 68], що відображає тривалість технологічних операцій з об'єктом, їх залежність між собою та виконавців, що беруть участь у операції. Лінійні діаграми є основним методом зображення технологічних процесів з окремими об'єктами при розробці технологічних документів [108]. Як моделі технологічних процесів обслуговування об'єктів на станціях широко використовуються сітьові графіки [90], що дозволяє застосовувати розроблений для них математичний апарат з метою визначення загальної тривалості обробки об'єктів. Спільними недоліками лінійних діаграм Ганта і сітьових графіків є те, що в них передбачено жорсткий перелік робіт та порядок їх виконання. Фактично технологія обслуговування поїздів на станціях може відрізнитись і змінюватись в оперативних умовах. Так, при обробці транзитних поїздів виникають різні варіанти технології в залежності від необхідності зміни локомотива, наявності вагонів, що вимагають відчипного ремонту, справності пристроїв залізничної автоматики під час прийому та відправлення та ін. Враховуючи, що кожне окреме поєднання місцевих умов вимагає різного відображення у вигляді лінійної діаграми чи сітьового графіка, то такий опис стає досить громіздким.

Для фіксації та подальшого аналізу роботи станцій, а також для встановлення їх техніко-експлуатаційних показників використовується графічна модель у вигляді добового плану-графіка [101]. При цьому окремі операції зображуються у вигляді значків на часовій сітці. Добовий план-

графік має високу інформативність і є зручним інструментом для аналізу технологічного процесу людиною, але він фактично являє собою окрему репліку роботи станції і за ним неможливо встановити усі правила її функціонування. Формальне представлення технології роботи станцій, з можливістю урахування різних варіантів її виконання надають скінченні автомати [42] та мережі Петрі [101]. Ці моделі представляють технологічні процеси у вигляді дискретних переходів із одного стану в інший. Однак, вони визначають виключно порядок діяльності, а представлення правил виконання окремих операцій, вибору напрямків переходу викликає необхідність додаткового ускладнення моделі й розробки спеціалізованого програмного забезпечення [61].

Безперечно технологія роботи залізничних станцій може бути представлена у вигляді алгоритму [101], але через складність роботи станцій ці алгоритми є дуже громіздкими і незручними для аналізу.

З початку 90-х років почали стрімко розвиватися візуальні мови програмування, що забезпечують написання програм для ЕОМ шляхом маніпулювання графічними об'єктами, замість написання їх тексту, а також візуальні засоби розробки, що їх підтримують.

На сьогодні однією із найбільш поширених візуальних мов програмування, яка використовується для формального опису бізнес-процесів, є уніфікована мова моделювання (UML) [61]. Мова моделювання UML – це відкритий стандарт, який використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи, так званої UML-моделі. UML була створена для визначення, візуалізації, проектування та документування в основному програмних систем. Мову UML використовують для моделювання програмного забезпечення, для бізнес-процесів, системного проектування і відображення організаційних структур. Як візуальний засіб розробки продуктів на мові UML компанією IBM розроблено середовище Rational Rose – потужний інструмент аналізу і проектування об'єктно-орієнтованих програмних систем. Середовище Rational Rose дозволяє

швидко та зрозуміло побудувати модель технологічного процесу залізничної станції, яка забезпечує, як автоматичну обробку даних ЕОМ, так і ручне моделювання. Це середовище містить усі компоненти мови UML.

У зв'язку з цим використання мови UML для формалізації технологічних процесів залізничних станцій потенційно створює умови для підвищення ефективності роботи технологів та зменшення витрат на розробку візуальних засобів проектування.

1.3 Моделювання технологічних процесів залізничної станції

На початку 60-х років ХХ століття із появою перших серійних ЕОМ розпочалися дослідження можливості їх застосування для вирішення практичних завдань залізничного транспорту. У цей період з допомогою ЕОМ активно створюються імітаційні моделі залізничних станцій для дослідження та оптимізації їх роботи. На цей час припадають перші спроби моделювання технологічних процесів на основі стохастичного підходу, а також формулювання загальних принципів формалізації роботи станцій і вузлів та викладення методології побудови їх функціональних моделей. З появою більш потужних ЕОМ були розроблені методи та алгоритми моделювання, що реалізовані у вигляді розрахункових програм для ЕОМ. Слід відзначити праці К. К. Таля, у яких сформульовано основні проблеми та підходи до моделювання станцій, наведено описи моделей, алгоритмів та результати досліджень.

Перевірка відповідності технічного оснащення і технології роботи залізничної станції перспективним обсягами роботи є обов'язковим етапом розробки її технологічного процесу. Відповідно до чинних нормативних документів [84], оцінка техніко-експлуатаційних показників роботи залізничних станцій виконується на підставі побудови графічної моделі у

вигляді плану-графіка. Зважаючи на рутинність процедури, побудова плану-графіка виконується, як правило, на одну добу відповідно до розрахункових обсягів роботи. Із середини ХХ століття в ході проведення наукових досліджень для оцінки техніко-експлуатаційних показників роботи станцій почав використовуватися метод імітаційного моделювання їх функціонування на ЕОМ [68]. До сьогодні такі моделі знаходять свою практичну реалізацію у вигляді різноманітних програмних комплексів, які дозволяють виконувати моделювання тривалих періодів роботи залізничних станцій. Недолік цього підходу пов'язаний з тим, що показники функціонування реальних станцій істотно залежать від черговості обробки поїздів і вагонів. Вибір цієї черговості здійснює оперативно-диспетчерський персонал. Розв'язання задачі автоматичного моделювання функціонування станцій подібне до вирішення задачі автоматичного управління їх роботою [43], проте остання досі остаточно не вирішена. Проблема може вирішуватися за рахунок застосування ергатичних або графоаналітичних методів, які забезпечують побудову моделі функціонування станції в автоматизованому режимі. Однак участь людини в процесі побудови моделі й аналізу не тільки загальних показників роботи станції, але й пербігу її технологічних процесів різко зменшує тривалість періоду, що моделюється. У цих умовах актуальною проблемою для залізничного транспорту є розробка методів визначення таких розрахункових обсягів роботи, для яких результати моделювання функціонування станцій протягом обмежених періодів часу дозволяють зробити обґрунтований висновок про відповідність їх технічного оснащення і технології перспективним обсягами роботи в умовах нерівномірності перевезень.

Для моделювання технологічного процесу залізничної станції на базі імітаційних моделей, запропоновано безліч програмних засобів, але вони розв'язують задачі моделювання технологічних процесів однобічно та не дають однозначних відповідей на питання логістики або

моделювання технологічних процесів залізничних станцій. Розглянемо деякі з них.

AnyLogic [73] – потужний інструмент імітаційного моделювання, що підтримує всі підходи до розробки імітаційних моделей: процесно-орієнтований, системно-динамічний, агентний, а також підтримує будь-яку їх комбінацію. Гнучкість та універсальність мови моделювання Java дозволяє врахувати всі аспекти модельованої системи з різним рівнем деталізації процесів та множини їх параметрів. Графічний інтерфейс AnyLogic, інструменти та бібліотеки дозволяють прискорити розробку моделей для широкого спектру задач – від моделювання виробництва, логістики, управління до стратегічних проблем розвитку складних транспортних систем. Розвинені мультимедійні засоби та можливості анімації процесів роботи імітаційної моделі в реальному часі надають додаткові переваги при розробці та проведенні експериментів.

Пакет імітаційного моделювання Aimsun [76] – програмне забезпечення для моделювання трафіку. Маючи тисячі ліцензованих користувачів у органах державної влади, університетах, а також безліч консультантів по всьому світу, Aimsun виділяється надзвичайно високою швидкістю моделювання та злиття попиту моделювання, статичний і динамічний призначення трафіку з мезоскопічного, мікроскопічного і гібридною моделювання - все в межах одного додатку програмного забезпечення.

Програмне забезпечення AutoMod [76] призначене для графічного моделювання систем логістики та виробництва. Воно розроблене для детального аналізу операцій і потоків, хоча головним чином використовується у виробництві та матеріальному аналізі систем обробки. Гнучка архітектура AutoMod дозволяє застосувати його в широкому діапазоні прикладних галузей.

Середовище моделювання фізичних систем MvStadium [77] призначене для моделювання складних динамічних систем. Дозволяє

швидко створювати візуальні інтерактивні моделі багатокomпонентних безперервних, дискретних і гібридних (неперервно-дискретних) систем і виконувати з ними активні обчислювальні експерименти. Створення моделі, візуалізація результатів і управління обчислювальним експериментом не вимагає написання програмного коду. Моделі задаються на математичному рівні абстракції. Для опису безперервної поведінки використовуються диференціально-алгебраїчні рівняння. Для опису дискретної і гібридної поведінки застосовуються візуальні карти поведінки, що є розширенням карт станів UML. MvStudium автоматично створює комп'ютерну модель, відповідну заданій математичній, і забезпечує проведення активного обчислювального експерименту. Комп'ютерна модель (виконувана програма або динамічна бібліотека) може використовуватися незалежно від пакету і вбудовуватися в програмне забезпечення користувача. MvStudium підтримує об'єктно-орієнтоване моделювання і можливість створення користувачем своїх власних компонентів з використанням вхідної мови. Підтримується 2D і 3D-анімація.

Для моделювання роботи станції за допомогою зазначених пакетів потрібно мати детальну модель залізничної станції. У дисертаційній роботі розглянуто способи формалізації складеного багаторівневого технологічного процесу, що, зокрема дозволяє отримати інформацію та правила, необхідні для його проектування.

1.4 Системи автоматизації на залізничному транспорті

Застосування інформаційних технологій є одним із пріоритетних напрямків розвитку та вдосконалення управління перевізним процесом, експлуатації інфраструктури та інших процесів на залізничному транспорті. Основна мета інформатизації залізничного транспорту полягає

в забезпеченні необхідною інформацією виконавців усіх технологічних процесів, створенні інформаційної основи для досягнення максимальної ефективності роботи галузі. Результатом автоматизації на залізницях є інтенсивне впровадження автоматизованих інформаційних та інформаційно-керуючих систем мережевого, дорожнього та лінійного рівнів, які утворюють інформаційне середовище залізничного транспорту.

Основними напрямками впровадження інформаційних технологій на залізничному транспорті є створення автоматизованих систем:

- управління перевезеннями;
- управління інфраструктурою;
- управління маркетингом, економічною діяльністю і фінансами;
- управління персоналом і соціальною сферою.

Розвиток роботи станцій та удосконалення їх технологічних процесів є актуальною темою наукових досліджень. На у роботі [7] викладені теоретичні основи удосконалення експлуатаційної роботи залізниць, принципи використання електронно-обчислювальної техніки в системах, що забезпечують безпеку руху та вдосконалення управління перевізним процесом.

У роботах сучасних дослідників технологічному процесу залізничної станції виділено окреме місце. Наприклад, у [98] показані основні принципи технологічного процесу, що базуються на ефективному використанні технічних засобів і рухомого складу. Велика кількість робіт присвячена проблемам інформатизації об'єктів залізничних станцій, формалізації її роботи та автоматизації робочих місць. У роботах [7, 18, 43, 47, 98, 73] розглядаються загальні поняття теорії управління і систем автоматизації, основні принципи застосування інформаційних технологій на залізничному транспорті. Крім того, у систематизованій формі викладені матеріали щодо автоматизації технологічного і технічного нормування перевізного процесу, описано застосування автоматизованих інформаційно-керуючих, інтегрованих і

інформаційно-довідкових систем. У роботах [61-66] запропоновані методи реалізації системи підтримки прийняття рішень для оперативного управління потоками станції з розподіленим штучним інтелектом, основні принципи теорії нечітких множин і нечіткої логіки.

Автоматизація об'єктів залізничного транспорту за новими технологічними та функціональними підходами розглянута у [44, 45]. Проблематика створення інструментів управління процесів доставки вантажів докладно досліджена у [44, 72]. Автори, використовуючі дискретні методи планування та методи багатокритеріальної оптимізації, пропонують створити методологію концептуально-логічного відображення та проектного моделювання, для побудови імітаційних моделей станцій з метою надання оптимального варіанта роботи з вантажем.

Одним із найбільших досягнень в автоматизації на залізниці є впровадження системи для управління процесом формування та розформування составів, приймання та видачі вантажів та виконання інших функцій у єдиному інформаційному середовищі залізниці АСК ВП УЗ-Є [45]. Система є комплексом автоматизованих систем управління та баз даних залізниць України, постійно доповнюється новими розробками та новітніми рішеннями.

Таким чином, автоматизація об'єктів залізничного транспорту – одна з важливих задач, що постійно розробляється науковцями та проектувальниками з метою удосконалення роботи цих об'єктів. Для цього метою розглядаються різні математичні та стратегічні підходи у розвитку інформаційного оснащення залізничних станцій.

1.5 Проблеми збору даних про об'єкт досліджень

Збір даних про об'єкти дослідження є обов'язковим етапом перед виконанням наукових досліджень практично у всіх галузях. Необхідно

зауважити, що при виконанні досліджень у галузях соціології, медицини, археології, систем безпеки, здійсненні аудиту фінансово-економічної діяльності підприємств, нормуванні праці етап збору інформації багато в чому є формалізованим і здійснюється відповідно до певних прийнятих алгоритмів.

Формалізації порядку проведення робіт з дослідження систем та процесів у різних галузях присвячені такі праці. В [26] формалізовані основні поняття теорії трудових процесів, методи їх аналізу і оптимізації, методики розрахунку норм праці в різних виробництвах, системи заробітної плати, принципи управління трудовими ресурсами і відносини на підприємствах.

Норми [12] формалізують процес інженерно-геодезичних досліджень, що виконується для проектування будівництва нових залізничних та автомобільних доріг, колій, реконструкції існуючих доріг, залізничних станцій і вузлів загальної мережі та встановлюють вимоги до організації і виконання інженерно-геодезичних вишукувань відповідно до прийнятих стадій проектування. Слід зазначити, що наведені норми діють з часів СРСР та не зазнали змін і сьогодні.

У медицині, становлять інтерес методи виконання обстеження з метою клінічної діагностики захворювань внутрішніх органів, методи суб'єктивного і об'єктивного обстеження хворого. У праці [48] наведена детальний опис виконання обстеження з використанням як основних, так і додаткових методів дослідження, а також раціонального їх поєднання.

В археології розроблена програма та порядок проведення археологічних польових робіт. Програма та методи виконання робіт об'єднані в норми [88]. Усі етапи проведення збору інформації формалізовані й підлягають певним правилам оформлення, результатом чого є проведена роботу.

Для проектування функціонально-повних профілів прикладних автоматизованих систем забезпечення комплексної безпеки підприємств

наукоємного машинобудування діють норми [87]. Процес проектування супроводжується вивченням первинної та вторинної інформації про майбутній проект.

У економічній галузі у [113] розглядаються теоретичні основи аудиту, вітчизняні та міжнародні аудиторські стандарти, організація аудиту, процес аудиту бухгалтерської звітності. Для аудиту підприємства розроблені методика проведення аудиторської перевірки та методологія опису звіту про виконану роботу.

Наведений перелік джерел дозволяє зробити висновок, що в багатьох галузях при вивченні предметної області використовують методи отримання первинної та вторинної інформації.

На сучасному залізничному транспорті існує велика кількість інформації, що зберігається в паперовому та в електронному виглядах. В паперовому вигляді інформація зберігається у вигляді журналів, звітів, карток прибуття та ін. Значний обсяг інформації зберігається у електронному вигляді, наприклад, бази даних, електронні архіви та ін. Основною умовою розробки ефективних проектних та технологічних рішень є детальне дослідження властивостей та процесів функціонування об'єктів та параметризація об'єкта проектування. Важливість етапу передпроектного обстеження зумовлюється не лише отриманням вихідних даних для подальшої роботи, а й встановленням необхідності змін технічного оснащення та технології роботи. Однак типові методики обстеження станцій та вузлів на сьогодні переважно відсутні і тому характерним є значна кількість мало формалізованих задач.

1.6 Визначення розрахункових обсягів роботи станцій

Залізничні станції — це багатофазні, багатоканальні системи масового обслуговування. Оцінка їх техніко-технологічних показників є

складним завданням і зазвичай виконується за допомогою аналітичних, графічних та імітаційних моделей.

Визначення завантаження основних елементів станцій є елементом розробки їх технологічних процесів. У [111] зазначено, що ця перевірка виконується на розмірах перевезень, які передбачені в графіку руху. При цьому розміри руху поїздів встановлюються шляхом множення середньодобової кількості вантажних поїздів за планом на коефіцієнт нерівномірності й додавання до отриманого добутку планового числа господарських і пасажирських поїздів.

У [116] потрібну пропускну спроможність під час побудови графіків руху поїздів пропонується визначати за формулою

$$N_{ПС} = N_{гр} k_n + N_{сьема} + N_{гр}^{рез}, \quad (1.1)$$

де $N_{гр}$ – середньодобова кількість вантажних поїздів за рік;

k_n – коефіцієнт, що враховує необхідний резерв для забезпечення сезонних резервів руху;

$N_{сьема}$ – додаткова пропускну спроможність, необхідна для пропуску пасажирських, збірних, прискорених вантажних поїздів;

$N_{гр}^{рез}$ – резерв потрібної пропускну спроможності, що враховує добові коливання розмірів руху вантажних поїздів.

$$N_{гр}^{рез} = \frac{z\sigma}{m}, \quad (1.2)$$

де z – коефіцієнт, що враховує кількість середніх квадратичних відхилень;

σ – середнє квадратичне відхилення вантажного вагонопотоку від його середньодобових за рік розмірів, ваг.;

m – состав поїзда.

При проектуванні залізничних станцій необхідною умовою є урахування нерівномірності вантажопотоку станції. У [86] запропоновано виконувати розрахунки нерівномірності перевезень за допомогою

коефіцієнта внутрішньорічної нерівномірності, що визначається за формулою

$$\gamma = \frac{M_n}{M_{cp}}, \quad (1.3)$$

де M_n – найбільший місячний вантажопотік, тис. т;

M_{cp} – середній вантажопотік, тис. т.

Під час проектування під'їзних колій електростанцій колійний розвиток залізничних станцій має відповідати проектній потужності електростанції з урахуванням коефіцієнта нерівномірності 1,2 [17].

Для визначення коефіцієнта нерівномірності немаршрутизованих вагонопотоків по прибуттю використовують вираз [84]

$$\square K_n = 1 + \frac{2(N_{\max} - N_{\min})}{3(N_{\max} + N_{\min})}, \quad (1.4)$$

де N_{\max} – максимальний розмір добового вивантаження за рік, вагонів за добу;

N_{\min} – середньодобове вивантаження для місяця, у якому воно було мінімальним, вагонів за добу.

При поректуванні вантажних складів та фронтів вантажнорозвантажувальних робіт [89] рекомендують встановлювати коефіцієнти нерівномірності для проміжних станцій залежно від добового вагонообігу 1,2-1,7, а для більших станцій 1,1-1,2.

Аналіз наукових робіт з проблеми нерівномірності перевезень свідчить про те, що ця тема стала актуальною ще в 19-му столітті на початкових етапах розвитку науки про організацію руху на залізничному транспорті. Необхідно відзначити, що до 50-х років 20-го століття основну увагу вчені приділяли визначенню сезонних коливань обсягів роботи залізниць, в той же час добові коливання обсягів роботи відносили на рахунок недосконалості оперативного планування і управління роботою залізниць. Після 50-х років почалося активне дослідження нерівномірності

вантажних перевезень із застосуванням методів теорії ймовірностей і математичної статистики. Зокрема, необхідно відзначити роботи [15, 34, 110], у яких розглянуті проблеми комплексної оцінки нерівномірності руху на залізничному транспорті. Так, в [110] на підставі великої кількості спостережень встановлено стійкість добових коливань вагонопотоків, а також відповідність цих відхилень нормальному закону розподілу. У [34] виконано розвиток імовірнісних методів оцінки нерівномірності транспортних процесів на залізничному транспорті. Зокрема запропоновано встановлювати довірчу ймовірність для розрахункових обсягів з такої умови, що протягом року тільки один показник вийде за допустимі межі.

Дослідження нерівномірності залізничних перевезень виконані в [15, 81, 101, 110]. Методика визначення місячної та добової нерівномірності перевезень наведена в [55]. Однак аналіз станцій магістральної залізничної мережі, а також промислових станцій ТОВ «Трансінвестсервіс», «Арселор Міттал Кривий Ріг», «Азовсталь» та ін. показав, що з плином часу змінюється не тільки величина вагонопотоків, але і їх структура. Це викликає різне навантаження на окремі елементи залізничної станції в різні моменти часу. При цьому пікові навантаження на окремі парки і пристрої не збігаються з піковими навантаженнями станції в цілому. Додатковою проблемою існуючих методик є те, що як критерій відбору розрахункового періоду і відповідних йому обсягів роботи використовується максимальний вагонопотік або поїздпотік. Однак при неоднорідній структурі вхідного потоку і різній тривалості обслуговування окремих типів поїздів і вагонів найбільше навантаження станції може спостерігатися і при немаксимальних обсягах роботи. У цьому зв'язку методика оцінки відповідності технічного оснащення залізничних станцій обсягам її роботи потребує вдосконалення.

1.7 Постановка завдань дослідження. Структура, послідовність та методи їх розв'язання

На підставі виконаного аналітичного огляду наукових праць сформульована мета дослідження, що полягає в удосконаленні методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій.

У дослідженні залізнична станція розглядається як складна система, на ефективність функціонування якої впливає значна кількість факторів. При цьому для вирішення задач підвищення ефективності роботи станції необхідно виконати системну оцінку умов перебігу внутрішніх процесів на залізничній станції та її взаємодії з магістральним залізничним транспортом. Досягнення мети дослідження здійснюється за рахунок використання системного аналізу при формуванні завдань дослідження та при виборі методів їх вирішення. Об'єктом дослідження при цьому є процес функціонування магістральних та промислових залізничних станцій, а предметом дослідження – взаємозв'язки параметрів вагонопотоку та технології роботи залізничних станцій. Залізнична станція є системою, що перебуває в тісній взаємодії з транспортною системою магістрального залізничного транспорту, вантажовідправниками та вантажоодержувачами і з'єднана з ними великою кількістю прямих та зворотних зв'язків, які змінюються в часі. При цьому як укрупнені елементи станції розглядаються її технічне забезпечення (колійний розвиток, маневрові засоби, вантажні фронти), система управління (оперативно-диспетчерський апарат) та вагонопотік. Між елементами системи наявні фізичні та інформаційні зв'язки.

Зовнішнім середовищем для залізничної станції є залізнична транспортна система. Стан системи характеризується зайняттям технічних засобів станції операціями з обробки вагонопотоку. Входом системи є вагонопотік та інформаційний потік, що надходить на адресу залізничної

станції. Вихід системи утворює вагонопотік та інформаційний потік, що відправляється із залізничної станції. Елементами технічного оснащення станції є функціональні одиниці технологічного процесу станції. Поведінка системи обумовлюється в основному впливом системи управління. При цьому одним із елементів цієї системи є людина-диспетчер. Тобто залізничної станція є ергатичною системою. Характеристика станції як системи наведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика станції як системи

Класифікаційна ознака	Клас системи
Природа елементів	Реальна
Походження	Штучна
Мінливість властивостей	Динамічна
Передбачуваність станів	Стохастична
Характер поведінки	З управлінням
Ступінь складності	Складна
Зовнішнє середовище	Транспортна система
Число однорідних операцій	Багатоканальна
Етапність обробки	Багатофазна
Елементи	Елементи технічного оснащення
Ступінь участі людини у реалізації керуючих впливів	Ергатична

Враховуючи вказані характеристики станції як системи та результати аналізу сучасного стану, сформульовано такі задачі дослідження:

- аналіз існуючих методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи магістральних та промислових залізничних станцій;
- розробка процедури ідентифікації функціональних моделей залізничних станцій;

- удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій з метою урахування зміни обсягів та структури вагонопотоків у часі;
- удосконалення методів функціонального моделювання експлуатаційної роботи залізничних станцій за допомогою методів візуального програмування.

1.8 Висновки за розділом 1

Виконаний аналіз наукових праць з проблеми удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій дозволяє зробити такі висновки:

1. Аналіз наукових праць, присвячених проблемі техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій, показав, що сьогодні в них переважно розглядається питання розробки ефективних функціональних моделей здебільшого з використанням ЕОМ. У той же час питанням ідентифікації вказаних моделей, їх параметризації, визначення умов проведення імітаційних експериментів приділяється недостатня увага. Помилки в ідентифікації моделей станцій та неправильно обрані умови моделювання можуть суттєво спотворювати їх техніко-експлуатаційну оцінку. У зв'язку з цим вказані питання вимагають додаткового дослідження.

2. Використання мови UML для формалізації технологічних процесів залізничних станцій потенційно створює умови для підвищення ефективності роботи технологів та зменшення витрат на розробку візуальних засобів проектування.

3. Для визначення рівня технічного забезпечення та розробки технології роботи залізничної станції, які б забезпечували найефективніше використання матеріальних та трудових ресурсів суттєвою є оцінка реального обсягу вагонопотоків, що надходить на станцію.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ

2.1 Вимоги до процесу обстеження залізничної станції

Основною умовою розробки ефективних проектних та технологічних рішень є детальне та системне дослідження властивостей та процесів функціонування об'єктів, на яких здійснюється їх впровадження. Одними з найскладніших об'єктів транспортної інфраструктури є магістральні та промислові залізничні станції та вузли. Виконання їх обстеження є обов'язковим етапом перед розробкою проектів з їх розвитку, впровадження автоматизованих систем управління, удосконалення технології роботи, дослідження стану безпеки руху та ін. Надзвичайна важливість етапу передпроектного обстеження зумовлюється тим, що в результаті його виконання не лише отримують вихідні дані для подальшої роботи проектувальників, а і встановлюють необхідність змін технічного оснащення та технології роботи, формують вимоги замовника до змісту та обсягів таких змін.

Процедура обстеження залізничних станцій під час проектування передбачена правилами та нормами [36, 84, 89], та при розробці технології роботи станції – типовими технологічними процесами [95, 108, 109]. Однак сам порядок виконання такого обстеження не розкритий. Більш детально передпроектна стадія викладена для задач розробки систем автоматизації встановлено в ГОСТ [25].

Першою стадією створення автоматизованих систем є формування вимог до них. На цій стадії виконуються такі етапи:

- обстеження об'єкта та обґрунтування необхідності створення автоматизованої системи;
- формування вимог користувача до автоматизованої системи;

– оформлення звіту про виконану роботу та заявки на розробку автоматизованої системи (тактико-технічного завдання).

Сучасні інструментальні засоби дозволяють досить швидко створювати програмні продукти за готовими вимогами. Але найчастіше ці системи не задовольняють замовників, вимагають численних доопрацювань, що призводить до різкого збільшення фактичної вартості автоматизованих систем. Основною причиною такого стану є неправильне, неточне або неповне визначення вимог до них на етапі аналізу.

У цілому для стадії формування вимог до інформаційної системи порівняно з іншими стадіями створення програмних комплексів характерним є значна кількість мало формалізованих задач.

Задачі, що вирішуються при обстеженні станцій з метою проектування зміни їх технічного забезпечення, або з метою удосконалення технології є аналогічними до задач, що вирішуються при автоматизації станцій.

Залізничні станції та вузли України мають конструкцію та технологічні процеси, що розроблялися відповідно до типових рішень. До їх особливостей також необхідно віднести спільну структуру системи управління та звітності, функціонування на станціях різних автоматизованих систем управління. Усе це створює передумови для розробки типових методів їх комплексного обстеження. Однак типові методики обстеження станцій та вузлів на сьогодні переважно відсутні і якість передпроектного обстеження суттєво залежить від правильної організації виконання робіт та встановлення взаємодії між представниками розробника і фахівцями замовника. Прийняття помилкових рішень на стадії передпроектного обстеження може призводити до таких негативних наслідків, як невиправдані капітальні видатки на розвиток технічного забезпечення станцій та вузлів, збільшення трудоемності робіт після зміни технології і, як наслідок, необхідності в розширенні штатної структури та невиправданих витрат фінансових і матеріальних засобів, негативної

реакції частини співробітників на зміну характеру праці та підвищенням вимог до чіткості виконання інструкцій і технологічних вимог. У зв'язку з цим формалізація підходів до виконання обстежень залізничних станцій та вузлів є актуальним завданням для залізничного транспорту.

Передпроектне обстеження, як правило, займає незначну частку у фінансуванні робіт з розвитку технічного забезпечення та технології роботи станцій (5-10 %). У багатьох випадках обстеження залізничних станцій вимагає виїздів у відрядження і має суттєве обмеження за тривалістю виконання, виділеними людським та матеріальним ресурсами. Тому ефективність передпроектного обстеження суттєвим чином залежить від правильної організації виконання робіт та встановлення взаємодії між представниками розробника і спеціалістами замовника.

Таким чином, відсутність єдиного підходу до обстеження залізничних станцій призводить до формального опису вимог до автоматизованих систем у технічних завданнях на їх розробку та подальших додаткових витратах коштів та часу на етапах розроблення робочих проектів та впровадження систем. Враховуючи те, що на залізничному транспорті широко використовуються типові технологічні процеси та типові організаційні схеми управління в різних господарствах, є можливість формалізувати процеси описання залізничних станцій.

Враховуючи зазначене, можемо зробити висновок про необхідність розробки типової методики передпроектного обстеження об'єктів залізничного транспорту, яка б містила порядок збору та обробки інформації для проектування станцій та розробки технологічних процесів.

Методики проведення передпроектного обстеження залізничних станцій важко піддаються типізації, оскільки їх характер визначається конкретними цілями і умовами виконання робіт. Проте їх структура і зміст повинні відповідати загальним вимогам та забезпечувати:

- відображення всіх видів даних, необхідних для аналізу та підготовки підсумкових документів обстеження;

- порівнянність однотипних даних, отриманих в ході обстеження різних підрозділів, інформаційних масивів, автоматизованих систем і т. ін.;
- однозначність розуміння усіма учасниками робочої групи, які проводять збір даних, змісту і способу заповнення усіх граф анкетних форм.

Зазначені вимоги можуть бути забезпечені підготовкою відповідних анкетних форм, типізованих варіантів відповідей, короткими інструкціями із заповнення анкет і інструктажем учасників робочої групи.

Метою передпроектного обстеження залізничних станцій є збір даних, необхідних для проектування автоматизованої системи, в тому числі необхідних для обґрунтування доцільності зміни технічного оснащення залізничних станцій, попередня оцінка ефективності технічних та технологічних рішень та попереднє формування вимог до проектних та технологічних рішень.

Проведення передпроектного обстеження залізничних станцій покликане вирішити такі задачі:

- зменшення строків та вартості розробки проектних та технологічних рішень;
- досягнення максимальної деталізації вимог до умов надійності функціонування залізних станцій, функціонального складу систем та АРМ, що розробляються або закупляються, на відповідних етапах робіт;
- виключення помилок інтерпретації вимог проекту, технології та до автоматизованої системи з боку замовника;
- забезпечення своєчасного планування найбільш витратних складових систем за рахунок забезпечення повноти обстеження програмно-технічних складових на основі загальних засад.

2.2 Організація обстеження станції

Передпроектне обстеження проводиться спеціально виділеною робочою групою, що складається з представників організації, яка здійснює проектування системи, і провідних співробітників об'єкта проектування. При підборі кандидатів для включення до складу робочої групи необхідно враховувати рівень їх професійної підготовки, знання організації і технології виконуваних робіт, та, що не менш важливо, психологічний настрій стосовно ідей впровадження та/або розвитку засобів автоматизації в організації, підрозділі чи групі, у якій вони працюють. Бажано також враховувати, що надалі експлуатацією оновленої станції доцільно буде здійснювати з числа цими ж співробітниками. У загальному випадку передпроектне обстеження здійснюється у декілька етапів та виконується відповідно до схеми, яка наведена на рис. 2.1.

Основними етапами при цьому є:

- вивчення предметної області;
- розробка методики та програми виконання обстеження;
- виконання програми обстеження;
- обробка та узагальнення матеріалів обстеження.

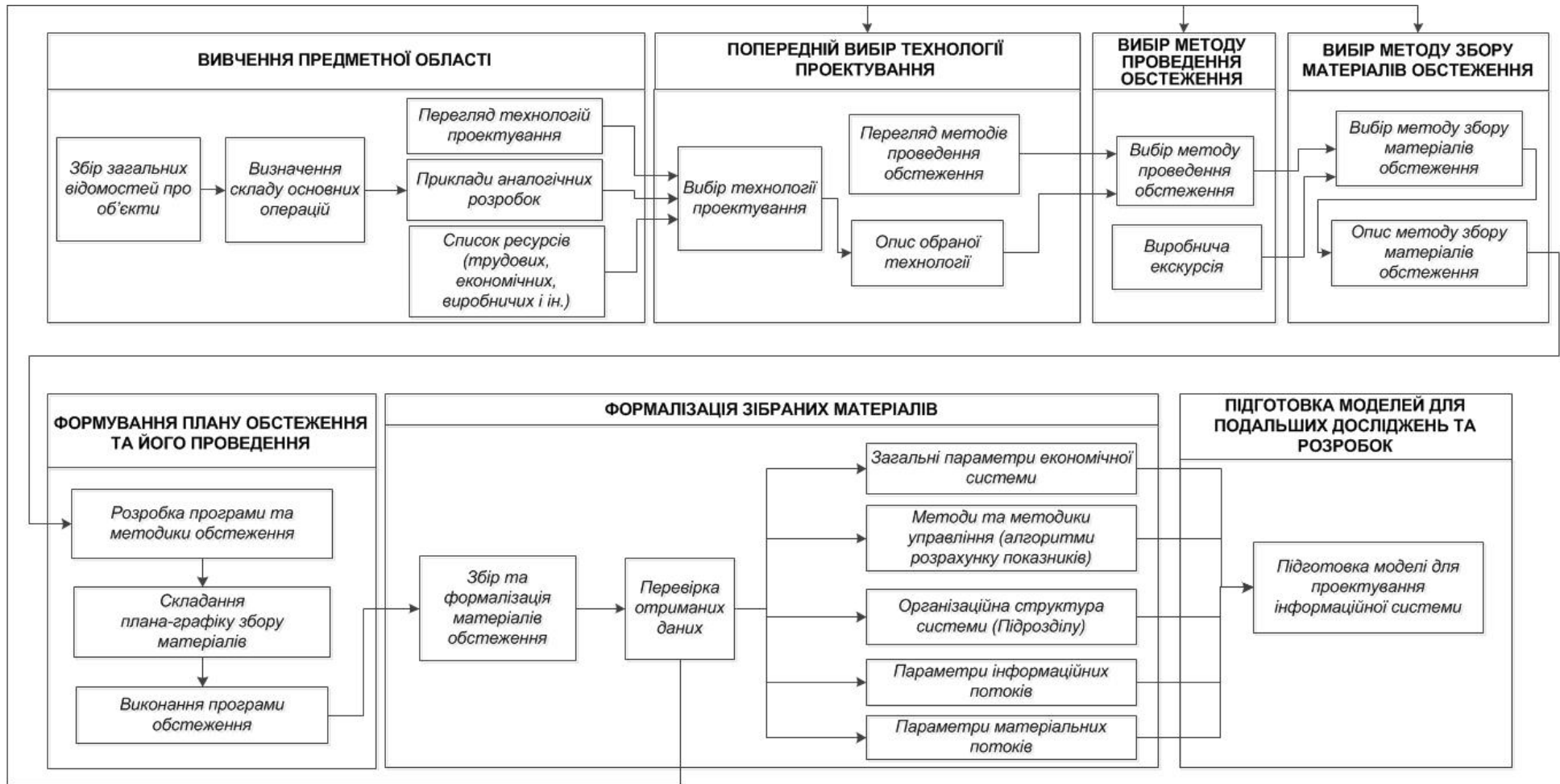


Рисунок 2.1 – Процедура ідентифікації функціональних моделей залізничних станцій

2.3 Методи збору інформації про функціонування залізничних станцій

Питання вивчення технологічного процесу залізничної станції є одним із етапів формалізації та автоматизації процесів у інфраструктурі залізниць України.

При обстеженні залізничної станції використовується методологія системного аналізу. На цій стадії розробники повинні уточнити межі вивчення технологічного процесу залізничної станції, визначити коло користувачів майбутньої системи різних рівнів і виділити класи та типи об'єктів, які підлягають обстеженню.

За джерелами отримання інформація про роботу залізничної станції може бути класифікована як первинна та вторинна. Під первинною розуміють інформацію, яка отримана безпосередньо на об'єкті дослідження в результаті проведення спеціального обстеження. Під вторинною інформацією розуміють інформацію про об'єкт дослідження, яка була зібрана раніше і може бути отримана із внутрішніх та зовнішніх джерел.

Надалі буде розглянуто та систематизовано різні методи отримання інформації з метою визначення оптимального порядку їх застосування при обстеженні залізничних станцій. Збір інформації може здійснюватись різноманітними методами, що відрізняються рівнем формалізації пропонуєма у дисертації. Класифікація методів наведена на рис. 2.2.

Основними методами отримання первинної інформації про роботу станції є опитування та спостереження. Основним методом отримання вторинної інформації про залізничні станції є аналіз документів.

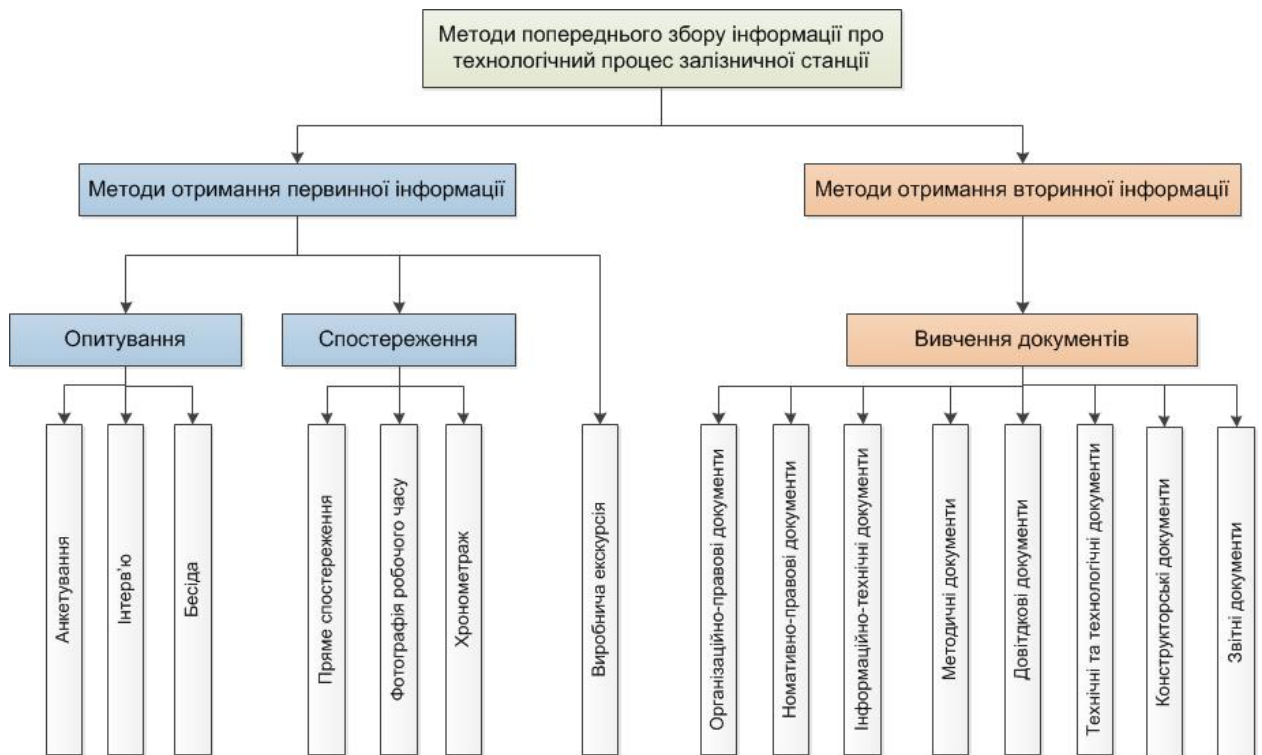


Рисунок 2.2 – Методи дослідження технологічного процесу залізничної станції

2.3.1 Методи отримання первинної інформації про роботу станції

Метод опитування – психологічний вербально-комунікативний метод, який полягає у здійсненні взаємодії між інтерв'юером і опитуваними (респондентами) з метою одержання від суб'єкта відповідей на заздалегідь підготовлені запитання. Джерелом інформації в опитуванні є письмові або усні судження респондента [114].

Основними перевагами методів опитування є відносно низька вартість, змістовність та універсальність інформації, що може бути отримана, можливість максимального використання технічних засобів для обробки отриманих у результаті опитування даних. Водночас опитувальні методи мають і свої негативні сторони. На якість отриманої цими методами інформації впливають фактори, пов'язані, з одного боку, з особистістю респондента (рівень освіти, культури, властивості пам'яті, захисні механізми

психіки, ставлення до досліджуваної проблеми і до організації або людини, що проводить опитування), з іншого боку – фактори, пов'язані з діяльністю самого дослідника (починаючи від професіоналізму в складанні опитувального листка та закінчуючи майстерністю роботи інтерв'юера з респондентом з одержання необхідної інформації). На результати опитування негативно впливає присутність при опитуванні сторонніх осіб, невдало обраний час і місце опитування, погана організація самої процедури опитування. Для нейтралізації цих факторів необхідно строго дотримувати нормативних вимог з використання методики опитування.

Опитування може проводитись як особисто, коли дослідник безпосередньо контактує з респондентами, так і дистанційно при опосередкованій участі дослідника або ж взагалі без його участі.

Проведення опитування включає такі етапи:

- підготовка до проведення опитування;
- організація і проведення опитування;
- оцінка і підбиття підсумків.

При комплексному обстеженні доцільно проводити три види опитування. Порядок виконання цих заходів залежить від характеру задач дослідження. Однак, у більшості випадків заходи щодо опитування персоналу на підприємствах залізничного транспорту доцільно починати з бесід з керівниками та найбільш кваліфікованими фахівцями підприємств з метою встановлення особливостей в роботі підприємства, з'ясування основних проблем у роботі. На основі результатів таких бесід розробляється план проведення обстеження, формулюються більш конкретні питання щодо організації роботи підприємства, які стають основою для проведення інтерв'ю та анкетування

Анкетування є найбільш формалізованою формою опитування. Це метод отримання інформації за допомогою письмових відповідей на систему заздалегідь підготовлених і стандартизованих питань з точно зазначеним способом відповідей [31].

Перевагою анкетування порівняно з іншими методами опитування є те, що воно дозволяє у короткий термін з'ясувати думку великої групи опитуваних. Крім того, результати анкетування зручно піддавати аналізу методами математичної статистики.

Основним інструментом цього виду опитування є анкета. Анкета – це структурована послідовність питань, складених таким чином, щоб з'ясувати факти або відношення, які є інструментом для фіксування даних. Анкети це стандартні бланки, на яких можна записати факти, коментарі та думки [114].

Призначенням анкети є отримання точної інформації від респондентів. У будь-якому дослідженні, у якому беруть участь декілька чоловік, важливо, щоб респондентам одним і тим же способом задавали одні й ті самі питання. Без цієї структури неможливо скласти загальну картину об'єкта чи явища, що досліджується. Анкети полегшують обробку даних. Відповіді фіксуються на кожній анкеті в тих самих місцях, для того щоб було легко підрахувати кількість людей, що дали ту чи іншу. Етапність здійснення анкетного опитування представлена у табл. 2.1.

Кожне конкретне дослідження вимагає створення особливої анкети, але всі вони мають загальну структуру. Анкета містить наступні структурні елементи: службове поле, вступ, тіло анкети й заключна частина (паспортичку) [39, 114]. Приклад оформлення анкети наведено у Додатку Б.1.

Службове поле – це зазвичай верхня частина анкети, призначена для кодування анкет і обліку іншої службової інформації. У ньому вказуються дата заповнення, місце заповнення, дані про того, хто проводить анкетування (інтерв'юера), інші дані. Дані службового поля використовуються для верифікації роботи інтерв'юера.

Вступ повинен бути чітким, простим, лаконічним. У ньому вказується мета обстеження, інформація про те, хто його проводить. Вступ виконує стимулюючу функцію за допомогою підкреслення значимості відповідей респондента, (наприклад, опис ефекту від впровадження результатів опитування). Окрім того, до вступної частини зазвичай також включається

Таблиця 2.1 – Етапи проведення анкетування

Назва етапу	Зміст етапу
Підготовчий етап	розробка програми анкетування, складання плану та графіка робіт, проектування інструментарію, його пілотажна перевірка, розмноження інструментарію, складання інструкцій для анкетера, респондента та інших осіб що брали участь в анкетуванні, добір і підготовка інтерв'юєрів, анкетерів, вирішення організаційних проблем.
Оперативний етап	процес анкетування, що має свої власні стадії поетапного здійснення
Результуючий етап	обробка отриманої інформації. Виходячи зі структури методу, визначається його характеристика, яка містить у собі ряд вимог, що висувуються до вихідних документів анкетного опитування, до анкетера, до респондента та до самого інструментарію (до анкети, опитувального аркуша).

інструкція із заповнення анкети, що дозволяє зменшити кількість помилок, пов'язаних із заповненням і обробкою анкети, спростити процес кодування та введення даних в ЕОМ.

У тілі анкети розкриваються основні питання, на які необхідно отримати відповідь у процесі обстеження.

Паспортичка (демографічна частина) містить у собі відомості про респондентів з метою перевірки надійності інформації. Це питання, що стосуються статі, віку, освіти, стажу роботи респондента тощо.

Зміст анкети (характер і види питань, що задаються, порядок їх розміщення, формалізація передбачуваних відповідей) визначається прагненням одержати найбільш достовірну інформацію про об'єкт

обстеження. Характер відповідей на складені питання показано на рис. 2.3. Приклади закритих питань наведені в Додатку Б.2.

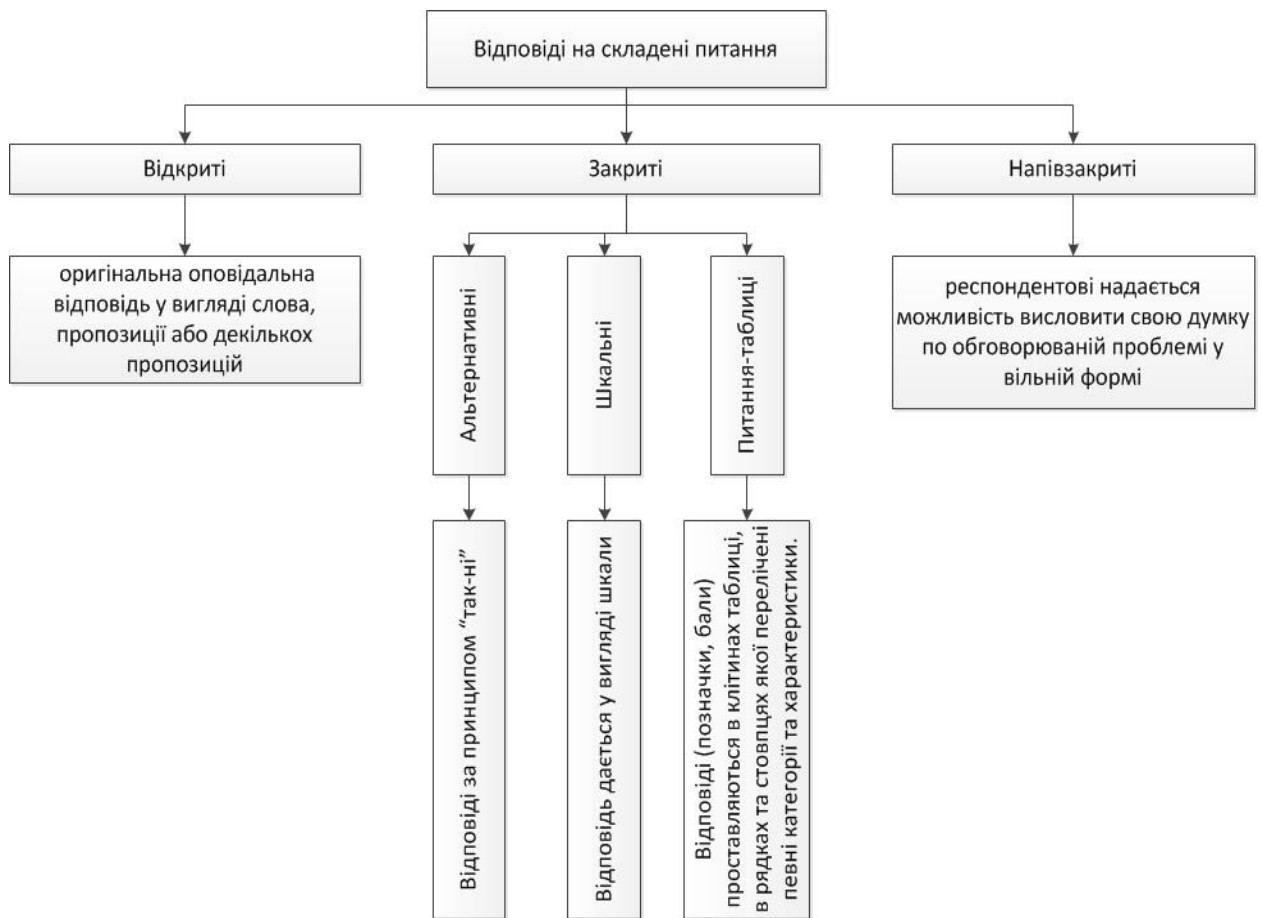


Рисунок 2.3 – Характер відповідей анкети

При складанні анкети слід керуватися такими правилами:

- потрібно чітко визначити цілі анкети: спочатку дослідник повинен розробити план дослідження і перелік його цілей;
- респондент повинен чітко уявляти мету дослідження та мати інформацію про організатора анкетування. Тому в кожній анкеті повинно бути службове поле та вступ, у яких має бути викладені ці моменти;
- важливе місце займає розробка дизайну анкети.

Місце в анкеті повинне використовуватися ефективно, щоб вона була зрозумілою і легко читалась. При анкетуванні максимальна кількість питань

становить 20-25. Загальний час на заповнення анкети не повинен перевищувати 30-40 хв.

Метод інтерв'ю – вербально-комунікативний метод опитування, який полягає у проведенні розмови між дослідником (інтерв'юером) і суб'єктом (респондентом) за заздалегідь розробленим планом [3, 115]. При цьому інтерв'юер ставить запитання, що передбачені планом, організовує та спрямовує спілкування з кожною окремою людиною і фіксує отримані відповіді згідно з інструкцією. Запис відповідей респондента може проводитися дослідником особисто або механічно за допомогою записуючих пристроїв на різні носії інформації. На відміну від бесіди, в якій респонденти і дослідник є активними співрозмовниками, при інтерв'юванні питання побудовані в певній послідовності і їх задає виключно дослідник (інтерв'юер), а респондент лише відповідає на них. Інтерв'юер може спостерігати за поведінкою опитуваного, що значно полегшує інтерпретацію отриманих даних.

Метод інтерв'ю відрізняється суворою організованістю і нерівноцінністю функцій співрозмовників: інтерв'юер ставить запитання респонденту, при цьому він не веде з ним активного діалогу, не висловлює свої думки і відкрито не виявляє свої особистої оцінки відповідей випробуваного або заданих питань [31].

Цей метод опитування вимагає більш витрат часу та засобів, ніж анкетування, але одночасно підвищує надійність отриманих даних за рахунок безпосереднього спілкування з респондентами, можливості безпосереднього роз'яснення респондентам незрозумілих питань, отримання від респондентів додаткової інформації для уточнення відповідей. Окрім того, за допомогою анкети дослідник отримує, насамперед, «поверхневий» шар думок, в той час як інтерв'ю дає можливість дослідити глибинні мотиви та думки, врахувати реакцію та емоції респондентів. При виконанні передпроектного обстеження об'єктів залізничного транспорту зазвичай проводяться інтерв'ю з працівниками відповідних підприємств за місцем роботи [39, 114].

При складанні питань потрібно враховувати такі основні вимоги:

- опитування не повинно носити випадковий характер, а бути планомірним, при цьому зрозумілі респонденту питання задаються раніше, а більш складні – пізніше;
- питання повинні бути лаконічними, конкретними і зрозумілими для усіх респондентів, рівень складності питань повинен відповідати рівню розуміння респондентів;
- питання не повинні суперечити професійній етиці;
- інтерв'юер не повинен впливати на респондента, виказуючи власне ставлення до його відповідей;
- якщо інтерв'юер не розуміє відповіді, то він може задавати додатково лише нейтральні питання;
- якщо респондент не розуміє питання, його потрібно задати ще раз, а якщо питання залишається незрозумілим, то таке питання необхідно відмітити як незрозуміле;
- відповіді записуються тільки під час опитування у заздалегідь підготовлену графу;
- максимальна кількість питань при усному інтерв'юванні на вулиці – 7-10, у приміщенні - до 12;

Тривалість інтерв'ю не повинна перевищувати 30 хв.

Проведення інтерв'ю вимагає організаційної підготовки, що припускає вибір місця й часу інтерв'ювання. Місце проведення інтерв'ю визначається специфікою предмета дослідження. У більшості випадків при проведенні обстежень залізничних станцій опитування здійснюються безпосередньо на робочих місцях. У зв'язку з цим проведення інтерв'ю жодним чином не повинно заважати виконувати їм свої посадові обов'язки.

Робота ж самого інтерв'юера припускає виконання таких завдань:

- налагодження контакту з респондентами;
- правильна постановка питань інтерв'ю;

– правильна фіксація відповідей.

Після закінчення робіт на об'єкті по збору інформації інтерв'юер повинен підготувати такі документи: заповнені бланки інтерв'ю (Додаток Б.3), маршрутні аркуші, звіти про роботу. Після перевірки всіх цих документів починається спеціальний аналіз бланків інтерв'ю з метою одержання узагальненої інформації про досліджуване явище.

Метод бесіди – психологічний вербально-комунікативний метод, що полягає у веденні тематично спрямованого діалогу між дослідником і респондентом з метою отримання відомостей від останнього. Бесіда – це вид опитування, який будується на продуманій і ретельно підготованій розмові дослідника з компетентною особою (респондентом) або групою осіб з метою отримання відомостей з питання, яке досліджується [3, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, 39]. Зазвичай бесіда включається як додатковий метод до плану обстеження на першому етапі, коли дослідник збирає первинну інформацію про об'єкт. Однак бесіда може використовуватись і на завершальному етапі дослідження для уточнення отриманих даних та підтвердження зроблених у результаті проведеного обстеження висновків.

Метод бесіди і консультацій найчастіше проводиться з керівниками підприємств і підрозділів або у формі ділової консультації з фахівцями з питань, що мають глобальний характер і належать до визначення проблем і стратегій розвитку та управління підприємством.

Бесіда ґрунтується на особистому спілкуванні, що усуває деякі негативні моменти, які виникають у випадках, коли використовують чіткий перелік запитань. Найважливіша умова успішності бесіди полягає у встановленні контакту дослідника з респондентом, у створенні довірчої атмосфери спілкування. Дослідник повинен привернути до себе опитуваного, викликати його на відвертість. Бесіда повинна проводитися в атмосфері взаємної довіри за заздалегідь наміченим, продуманим планом з виділенням питань, які підлягають з'ясуванню. При підборі співрозмовника необхідно знаходити можливість спілкування з тими респондентами, які добре обізнані

про предмет дослідження і проявляють бажання обговорити цікаві для дослідника питання. Дослідник, який проводить розмову повинен добре знати предметну область, задавати чітко сформульовані питання і зуміти завоювати довіру співрозмовника [39]. Він має бути тактовним, коректним і завжди пам'ятати про те, що його завдання – зібрати необхідні відомості, а не повчати або сперечатися з респондентом.

Звичайно бесіда ведеться без запису відповідей співрозмовника. Запис фактів при бесіді може викликати у респондента негативну реакцію і небажання давати правдиві відповіді. Можливим є занотовування лише окремих, найбільш важливих фактів, в окремих випадках (за домовленістю з респондентом) можливе використання диктофона.

Недолік методу бесіди – розтягнутість, досить повільне накопичення даних при дослідженні. Окрім того, отримана у результаті бесіди інформація є, зазвичай, несистематизованою і суб'єктивною. Саме цим зумовлена складність методу бесіди для дослідника, який повинен досконало проаналізувати відповіді, відкинути недостовірне і несуттєве та зосередити увагу на фактах, які дають потрібну інформацію. Таким чином, ефективність бесіди багато в чому залежить від досвіду дослідника, ступеня його психологічної підготовки, рівня знань прикладної області, майстерності ведення бесіди.

Спостереження – це цілеспрямоване фіксування відповідно до розробленого плану досліджуваних явищ з метою їх наступного аналізу та використання для потреб практичної діяльності. Спостереження характеризується систематичністю, планомірністю, цілеспрямованістю [3, 31, 115].

Наукове спостереження організовується за принципами, що наведені на рис. 2.4.

Наукове спостереження передбачає, що одержані дослідником у певних умовах дані з великою імовірністю будуть підтверджені іншими дослідниками, якщо вони працюватимуть в аналогічних умовах з тим самим

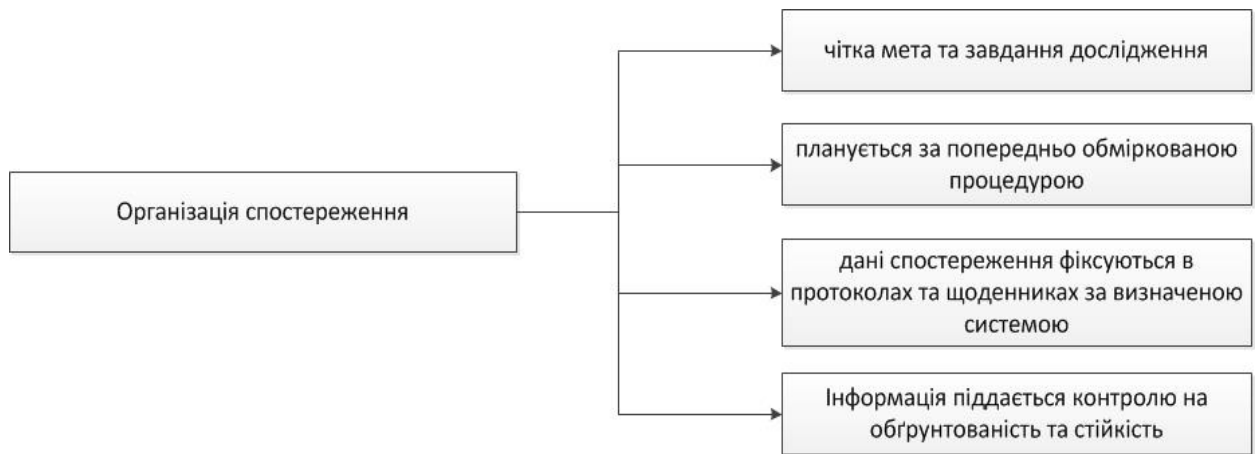


Рисунок 2.4 – Організація спостереження

об'єктом спостережень. Недоліком методів спостереження є те, що аналізу та фіксації не підлягають події з минулого. Зазвичай методи спостереження використовують у комплексі з іншими методами дослідження об'єктів та процесів [3].

Для підвищення точності даних, отриманих у результаті спостереження, їх необхідно повторити декілька разів; при цьому необхідна величина вибірки даних встановлюється методами математичної статистики, виходячи з встановленого рівня статистичної похибки.

Пряме спостереження – метод, який полягає у тому, що спостерігач протягом певного періоду часу знаходиться на об'єкті обстеження та фіксує усі події у міру їх настання. При цьому спостерігач не намагається контролювати або направляти події, які відбуваються з об'єктом спостереження. Основним засобом фіксації інформації при прямому спостереженні є щоденник [114].

Щоденник являє собою систематизовані записи спостережень які виконуються під час проведення обстеження. Важливість фіксації інформації полягає у тому, що велика кількість різноманітних вражень неминуче відіб'ється на точності та достовірності зазначених фактів, а багато важливих відомостей будуть просто забуті чи спотворені. Важливою перевагою запису інформації є спрощення передачі інформації при груповому обстеженні від спостерігачів до керівників проекту, так як аналіз письмової інформації з

усним поясненням окремих моментів є набагато більш ефективним, ніж передача інформації шляхом опитування.

Спільними правилами ведення щоденників є наступні:

- запис повинен проводитися, по можливості, негайно або, якомога швидше, під свіжим враженням;
- факт викладатися з граничною ясністю, чіткістю і виразністю;
- дослідник повинен фіксувати не лише сам факт, а і припущення, ідеї, відчуття власні та інших учасників процесу, при цьому чітко відділяючи їх від факту;
- дослідник повинен вказувати дату, час дня, місце і умови спостереження, а записи робити розбірливо і зрозуміло.

При веденні записів у щоденник про окремі події застосовується як стандартизована форма, так і неформальна. Наприклад, під час прибуття поїзда здійснюється запис по час його прибуття, напрям руху, кількість вагонів, масу тощо. у завчасно передбаченій формі відповідно до задач дослідження. В той же час, накази та розпорядження, що надходять черговому по станції, випадки порушення нормальної роботи станції занотовуються у довільній формі. Окрім тестової інформації, до щоденників може заноситись різноманітна графічна інформація. Основними системами запису спостережень є хронологічна та предметно-тематична [114].

При хронологічному записі спостереження протоколюються у спеціальному журналі підряд по мірі настання подій. Техніка запису у цьому випадку є максимально простою. Недоліком є складність вибірки даних по окремому питанню.

Предметно-тематичний спосіб запису полягає у тому, що дані записуються відповідно до їх виду окремо у різних розділах щоденника, які виділені до початку спостереження. Така система спрощує процес фіксації та обробки даних за рахунок попередньої розробки способу їх табличного представлення. Також цей спосіб дозволяє безпосередньо по ходу роботи контролювати обсяг та повноту зібраних даних по кожному виду і, у випадку

необхідності, здійснити заходи щодо збільшення обсягу спостережень. Частина спостережень, що не підлягає формальному представленню, заноситься у хронологічному порядку у спеціальному розділі щоденника. Недоліками такого підходу є:

- необхідність попередньої розробки структури щоденника;
- збільшення обсягу щоденника через необхідність включення полів для приміток;
- ускладнення хронологічного аналізу подій та їх причинно-наслідкових зв'язків;
- концентрація спостерігачів на заповненні полів форм і зменшення уваги до деталей процесу.

Щоденник зазвичай ведеться у паперовому вигляді. При значному рівні формалізації спостережень і проведенні їх у закритих приміщеннях можливим є використання для ведення щоденників ноутбуків та планшетних комп'ютерів із застосуванням універсального або спеціалізованого програмного забезпечення.

Перевагою методу прямого спостереження є максимальне наближення спостерігача до реальних процесів, які відбуваються на об'єкті дослідження. Недоліками – дуже незначний обсяг інформації, яку можна отримати в період, виділений для обстеження. У зв'язку з цим метод прямого спостереження доцільно використовувати для визначення відповідності процесів, які відбуваються на об'єкті автоматизації типовим, або вказаних у технологічних документах підприємства та посадових інструкціях, вивчення прийомів та методів, які реально використовуються у роботі, аналізу методів документальної фіксації роботи та достовірності даних, що вказуються у документах [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Фотографія робочого часу полягає у визначенні переліку операцій, що виконуються працівниками або устаткуванням, та витрат робочого часу на їх виконання протягом зміни або її частини.

Вивчення витрат робочого часу може проводитися методом безпосередніх вимірів і методом моментних спостережень.

При використанні методу безпосередніх вимірів фіксується повністю час на виконання операції або її елементів. Цей метод дозволяє одержати дані про фактичні витрати робочого часу за весь період дослідження, найбільш повно вивчити процес праці й використання устаткування. Використовуючи метод безпосередніх вимірів, один спостерігач одночасно може вивчати витрати часу як одного робітника (одиниці устаткування), так і групи робітників (групи устаткування). Недоліком методу є більша трудомісткість проведення спостереження й обробки отриманих даних.

При проведенні фотографії робочого часу [31] розробляються спеціальні табличні форми, в яких наводиться перелік всіх операцій які виконуються робітником, включаючи додаткові операції і перерви. Приклад форми для проведення фотографії робочого часу наведено у додатку Б.4. По операції фіксується момент її початку та закінчення (або абсолютна тривалість). Отримані дані щодо тривалості робочих операцій, додаткових операцій перерв, простоїв в роботі оброблюються методами математичної статистики.

Різновидом фотографії робочого часу є метод самофотографування робочого часу, який полягає в тому, що фіксацію своїх діяльностей і заповнення відповідних форм працівник здійснює сам. Зазвичай самофотографування використовується при масових дослідженнях причин втрат робочого часу, а також при більш детальному характері спостережень, коли досліджуються тільки певні операції, що відбуваються в короткий термін. Цей метод дає відомості по найбільш трудомістких або типових окремих роботах, які використовуються для визначення загальної трудомісткості виконання всіх робіт. Недоліком самофотографування є те, що робітники, як правило, не фіксують втрати часу зі своєї вини, тому для одержання більш повної інформації доцільно поєднувати метод

самофотографування із проведенням фотографії робочого часу іншими методами.

Хронометраж – це метод вивчення витрат робочого часу на роботи які циклічно повторюються, окремі елементи підготовчо-заключної роботи та роботи з обслуговування робочого місця [115]. Метод хронометражу тривалості робіт технологічного дозволяє встановити нормативи на виконання окремих операцій і зібрати докладний матеріал про технологію здійснення деяких робіт, тобто провести «інвентаризацію» і «аудит» часу виконання операцій як працівниками, так і часу використання певного устаткування і обладнання. Хронометраж зазвичай здійснюється у поєднанні з проведенням фотографії робочого дня. Окрім того, можливе проведення вибіркового хронометражу окремих технологічних операцій, що, як правило, мають циклічний характер.

Проведення хронометражних спостережень проводиться в три етапи.

На першому етапі залежно від мети хронометражу визначається об'єкт спостереження. У період підготовки до проведення хронометражу спостерігач аналізує технологічний процес, режим роботи устаткування, вивчає організацію та порядок обслуговування робочого місця. Дослідник розподіляє операцію на елементи, вивчає її структуру, послідовність, приймання й методи виконання кожного елемента і можливість усунення непотрібних елементів. Розподілючи операцію на елементи, дослідник визначає початок і кінець кожного елемента операції, при цьому встановлює фіксажні крапки, тобто зовнішні ознаки, що дозволяють визначити кінець виконання одного елемента й початок виконання елемента, що впливає за ним. На цьому етапі також розроблюються спеціальні табличні форми для фіксації тривалості операцій (Додаток Б.5) Перед проведенням хронометражу необхідно також визначити, яка кількість спостережень необхідна і достатня, щоб забезпечити необхідну точність результатів.

Другий етап – етап проведення власне хронометражу з використанням засобів фіксації часу (секундоміри, хронометри); при цьому отримані

тривалості або моменти часу фіксуються у спеціальних формах. В деяких випадках при проведенні хронометражу дослідник може використовувати диктофони або відеокамери. Деякі дані можуть фіксуватись автоматично з використанням спеціальних пристроїв: самописців, реєстраторів тощо.

Третій етап – обробка та аналіз результатів спостереження. При цьому використовуються сучасні методи математичної статистики як для перевірки якості результатів спостережень і виключення дефектних вимірів, так і для отримання статистичних оцінок тривалості виконання операцій та їх елементів.

2.3.2 Вивчення технологічного процесу при виробничій екскурсії

Виробнича екскурсія – метод спостереження, який полягає у колективному відвідуванні підприємства, установи чи організації під керівництвом кваліфікованого спеціаліста–екскурсовода. Під час екскурсії екскурсовод передає екскурсантам своє бачення об'єкту, його оцінку, розуміння напрямків розвитку тощо. Екскурсія являє собою наглядний процес пізнання людиною навколишнього світу, побудований на завчасно підібраних об'єктах. Вона сполучає у собі елементи навчання та дослідження і, за рахунок цього, забезпечує можливість отримання екскурсантами значних обсягів інформації, формування на їх основі цілісних образів об'єкту дослідження, що правильно відображають об'єктивну реальність.

Основу екскурсійного процесу складають наочність, сполучення показу та розповіді, взаємодія екскурсовода, екскурсійних об'єктів та екскурсантів, рух екскурсантів по визначеному маршруту з метою вивчення об'єктів за місцем їх природнього розташування. При цьому, під час екскурсійного процесу екскурсовод допомагає екскурсантам побачити об'єкти, на основі яких розкривається тема (перша задача), почути про ці об'єкти необхідну інформацію (друга задача), зрозуміти загальне значення об'єкта (третья задача).

Переважну частину інформації на екскурсії екскурсанти отримують у візуальній формі. Способи сприйняття візуальної інформації представлені на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Способи сприйняття візуальної інформації

В екскурсійному процесі використовуються усі способи сприйняття, але основним є саме показ об'єкта. Особливістю показу є спроможність розкрити ту чи іншу властивість об'єкта, яка є незамінною при його простому огляді. Така можливість виникає завдяки керівництву огляду з боку екскурсовода шляхом надання пояснень та вказівок.

Важливою частиною екскурсії є розповідь. Розповідь екскурсовода виконує такі задачі: коментує, пояснює та доповнює побачене, а також реконструює, відновлює те, що не може в даний момент побачити екскурсант. Розповідь переважно має форму монологу. В той же час під час показу найбільш важливих об'єктів за ініціативою екскурсовода, чи під час визначення цікавих об'єктів під час огляду за ініціативою екскурсантів спілкування між учасниками екскурсії може переходити у форму бесіди.

При формуванні виконавцем групи, яка буде брати участь у екскурсії до неї необхідно включити осіб, що повинні мати комплексне уявлення про об'єкт обстеження. Як правило, це керівник проекту та керівники розділів. Важливим є участь у екскурсії представника замовника, який буде відповідати за впровадження автоматизованої системи в експлуатацію. Його особиста участь у екскурсії, з одного боку, демонструє важливість задачі, що пов'язана з проектуванням зміни технічного процесу та автоматизації роботи

станції, та спонукає працівників до активної взаємодії з дослідниками, а з іншого – дозволяє оцінити кваліфікацію виконавців.

Необхідно зауважити, що інформація, яка може бути отримана на виробничій екскурсії, є досить поверхневою і підлягає значному впливу суб'єктивної точки зору екскурсовода. Тому основними задачами під час проведення екскурсії є формування комплексного уявлення про об'єкт дослідження, встановлення ділових контактів між співробітниками виконавця та замовника робіт, оцінка можливості застосування різних методів збору інформації та планування подальшого обстеження.

Заклучна частина екскурсії містить висновки про досягнення цілі екскурсії та бесіду з обговорення плану подальшого обстеження.

2.3.3 Методи отримання вторинної інформації про роботу станції

При вивченні об'єктів дослідження документом називають спеціально створений предмет, призначений для передавання та збереження інформації. При цьому документ являє собою засіб збереження інформаційних фактів, явищ, процесів об'єктивної реальності та розумової діяльності за допомогою спеціального носія. Саме аналіз документів є основою для формування гіпотез, які потім перевіряються методами опитування, спостереження чи експерименту. Окрім того, аналіз документів дозволяє отримати відомості про події, які вже відбулись і безпосереднє спостереження яких неможливе.

Аналіз документів – це сукупність методичних прийомів, що застосовуються для одержання з документальних джерел необхідної для вирішення завдань дослідження нормативної, організаційної, технічної, технологічної, статистичної, звітної, проектної інформації [18]. Основними документальними джерелами інформації про об'єкти залізничного транспорту є:

- нормативно-правові документи;

- інформаційно-технічні документи;
- організаційно-правові документи;
- методичні документи;
- довідкові документи;
- технічні та технологічні документи;
- конструкторські документи;
- звітні документи.

На етапі вивчення процесу функціонування залізничної станції основними задачами є типізація документів та складення їх реєстру. В процесі проведення обстеження по кожному документу необхідно з'ясувати:

- що являє собою документ, який у нього контекст;
- умови доступу до документа, наявність його у відкритому доступі;
- яка достовірність зафіксованих даних, правдивість фактів тощо;
- яка суспільна дія документа;
- чи достатньо повна інформація, яка міститься в проаналізованому документі, наскільки ці відомості відповідають завданням дослідження, чи є потреба в додаткових матеріалах.

За результатами аналізу розробляється графік документообігу, який являє собою графічну схему руху документа від моменту створення до моменту передачі в архів.

2.4 Формування плану обстеження та проведення обстеження.

Одним із ключових етапів виконання обстеження є розробка методики та програми виконання. Залежно від складності об'єкта обстеження, виділених трудових і матеріальних ресурсів, допустимого терміну часу на проведення дослідження обирається метод обстеження. Усі методи об'єднуються в групи за такими ознаками:

– за метою обстеження виділяють метод організації локального проведення обстеження, який використовується для досліджень окремих елементів об'єкта, та метод системного обстеження, який застосовується для вивчення об'єкта в цілому;

– за кількістю виконавців, які проводять обстеження, використовуються індивідуальні обстеження, що виконуються одним виконавцем, і бригадне обстеження з виділенням ряду бригад-виконавців, які вивчають усі підрозділи підприємства, і однієї координуючої бригади;

– за ступенем охоплення предметної області застосовують метод суцільного обстеження, що охоплює всі елементи об'єкта, і вибіркове, що застосовується за наявності типових за структурою підрозділів (парків, цехів, складів і т. ін.);

– за ступенем одночасності виконання робіт першого та другого етапів передпроектної стадії виділяють метод послідовного проведення робіт, при якому виконавці спочатку збирають дані про предметну область, а потім їх вивчають (часто застосовують за відсутності досвіду у виконанні такого роду робіт), і метод паралельного виконання робіт, коли одночасно зі збором відбувається вивчення отриманих матеріалів обстеження, що значно скорочує час на проведення робіт на передпроектній стадії і підвищує якість результатів.

Основними документами, згідно з якими має здійснюватися обстеження об'єктів (залізничних станцій та вузлів), є програма та методика обстеження. Програма обстеження – це організаційно методичний документ, затверджений у встановленому порядку і обов'язковий до виконання, який встановлює об'єкт та цілі обстеження, види, послідовність та обсяг робіт з обстеження, порядок та умови їх виконання, звітність за результатами обстеження, а також відповідальність за забезпечення та проведення обстеження [85]. Зміст програми обстеження наведено на рис. 2.6. Методика обстеження – це організаційно методичний документ, затверджений у встановленому порядку, який містить докладний опис практичних дій, що

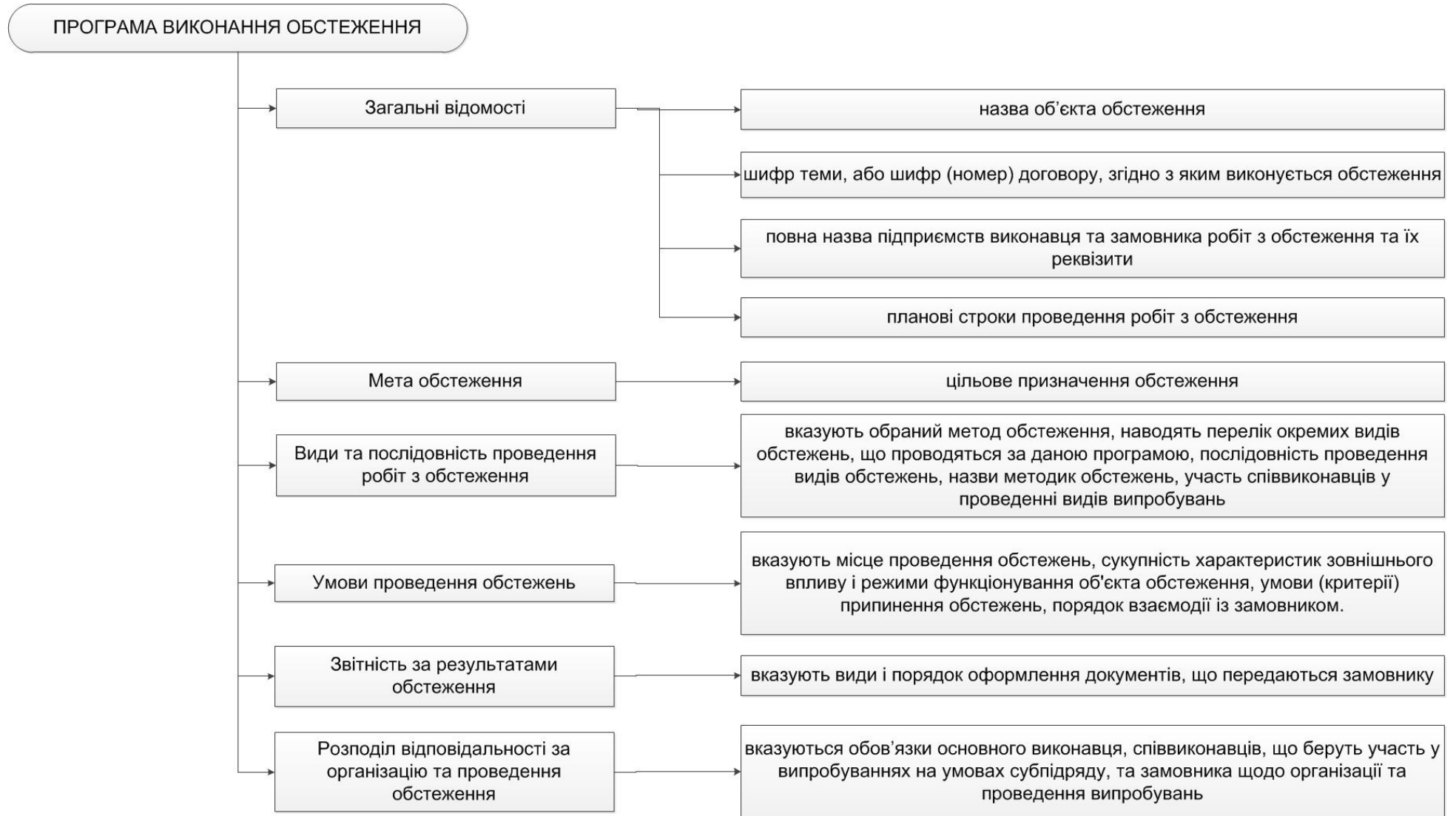


Рисунок 2.6 – Програма обстеження

виконуються під час обстеження об'єкта [85]. Зміст методики обстеження наведено на рис. 2.7.

Програма, методики та/або інструкції з проведення обстежень розробляються організацією-виконавцем, погоджуються з керівником організації замовника передпроектного дослідження і затверджуються керівником організації виконавця. За наявності попередньо розробленої програми, методики та/або інструкцій з проведення обстежень останні є додатком до наказу про проведення обстеження на підприємстві. У випадку відсутності таких методик (інструкцій) в наказі зумовлюються строки їх розробки, погодження та затвердження.

По можливості розробку методики (або, якщо потрібно, кількох методик) передпроектного обстеження бажано проводити на основі адаптації відомих методик передпроектного обстеження подібних об'єктів. На етапі виконання програми обстежень відбувається безпосередній збір даних на об'єкті обстеження шляхом вивчення документів, опитування та спостереження. Необхідно зазначити, що виробничі процеси на залізничному транспорті є добре формалізованими у нормативній, технічній та технологічній документації. На залізничному транспорті налагоджена система фіксації та збору статистичної інформації. Окрім того, протягом року умови роботи таких об'єктів транспортної інфраструктури, як залізнична станція, суттєво відрізняються. Так, взимку у зв'язку з низькими температурами можуть суттєво ускладнюватися умови роботи та з'являться додаткові технологічні операції, такі як розморожування вантажів. Влітку може суттєво зростати нерівномірність перевезень у зв'язку з виконанням ремонтних робіт залізничної інфраструктури та зростанням обсягів пасажирських перевезень. У зв'язку з цим пряме спостереження, як правило, не дає вичерпної інформації про роботу залізничної станції, тому основними задачами, що вирішуються під час спостережень та опитувань, є пошук джерел вторинної інформації та оцінка їх достовірності. Важливим елементом даного етапу обстеження є оцінка професійної підготовки

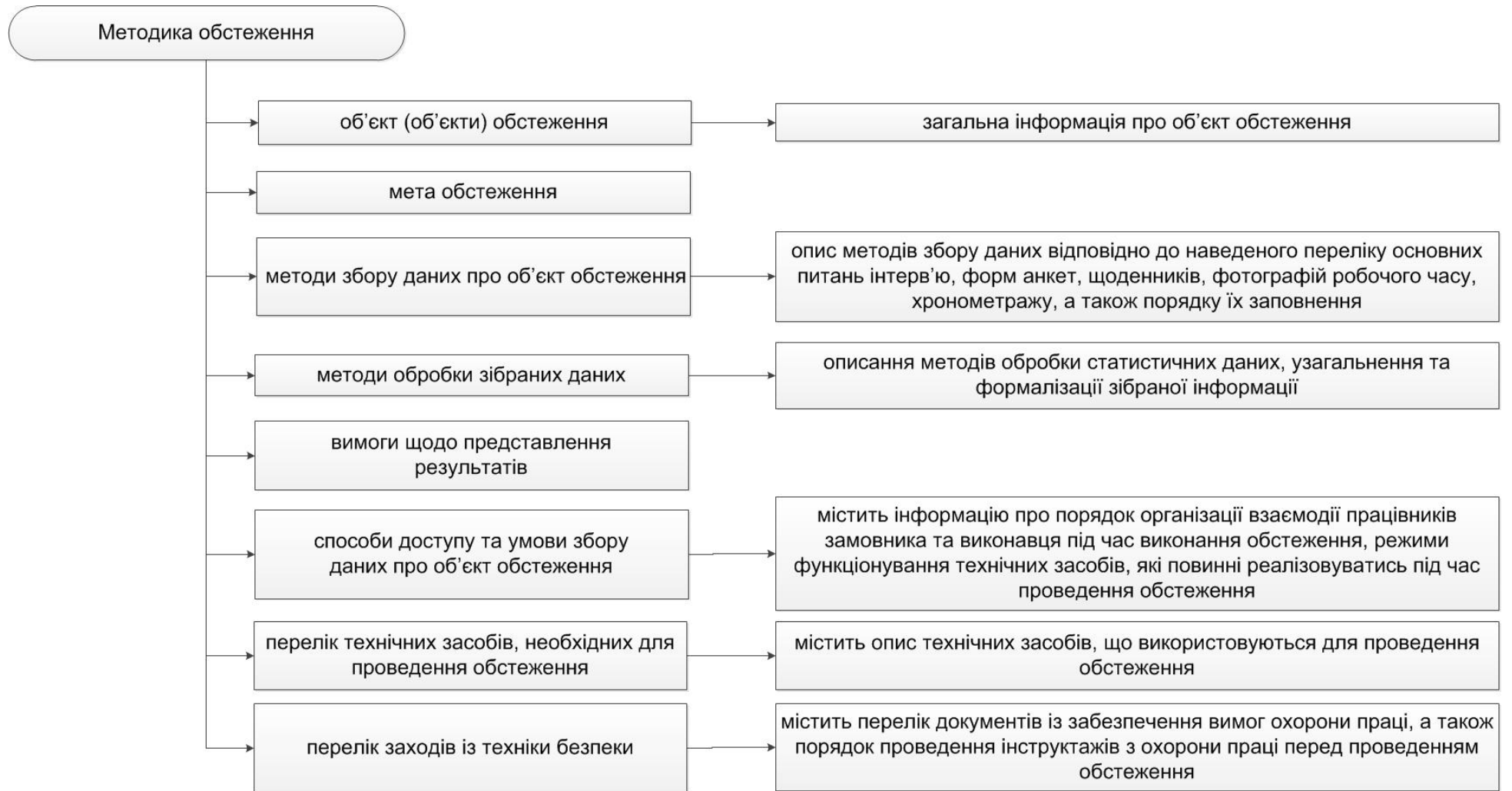


Рисунок 2.7 – Методика обстеження

працівників підприємства, спроможності їх іти на контакт, виступати надалі у ролі консультантів та можливості отримання від них контактних даних. Під час аналізу документів їх копіювання здійснюється у тому випадку, якщо вони представлені на електронних носіях. Інакше, як правило, виконується лише їх опис. Необхідність більш детального аналізу окремих документів та їх повне копіювання визначається аналітичною групою. Відхилення від затверджених програми та методик обстеження погоджуються оперативно з відповідальною особою від організації замовника в межах його компетенції, а при необхідності оформлюються у вигляді змін або доповнень до програми та методик обстеження. Після проведення збору інформації про об'єкт обстеження виконується її обробка, узагальнення та аналіз. Обробка матеріалів обстеження здійснюється відповідно до розроблених методик обстеження. Цей етап виконується працівниками, які здійснювали збір даних. Узагальнення результатів обстеження включає:

- зведення в єдиний список і узгодження найменувань елементів об'єкта обстеження, задач, матеріальних та інформаційних потоків, масивів документів і даних тощо;
- побудова дерева завдань та функцій об'єкта обстеження, а також окремих його елементів;
- узгодження даних, отриманих від різних груп збору інформації, про необхідність забезпечення вирішення однотипних та пов'язаних між собою завдань.

При використанні методу бригадного обстеження [88] узагальнення результатів здійснюється аналітичною групою на основі аналізу зібраних матеріалів та опитування учасників групи збору інформації. На етапі аналізу матеріалів передпроектного обстеження здійснюється оцінка існуючих умов роботи об'єкта обстеження, формування задач, які будуть вирішуватись на наступних етапах. На етапі обробки, узагальнення та аналізу матеріалів обстеження може здійснюватись додатковий збір даних

про залізничну станцію, в першу чергу шляхом опитування обраних консультантів. За результатами передпроектного обстеження залізничної станції оформлюється звіт про виконану роботу (проміжний або заключний). Розгляд замовником звіту з передпроектного обстеження доцільно проводити у вигляді презентації із залученням працівників підрозділів, де буде здійснюватись впровадження результатів роботи. У цілому виконані дослідження дозволяють формалізувати процес передпроектного обстеження залізничних станцій та вузлів, удосконалити процеси взаємодії виконавця та замовника, підвищити якість і достовірність зібраної інформації, зменшити вартість робіт на етапі вивчення технологічного процесу станції чи вузла.

2.5 Застосування методики передпроектного обстеження до станції Хімічна ТОВ «ТІС»

Апробація розробленої методики збору інформації про залізничну станцію виконано на прикладі станції Хімічна ТОВ «Трансінвестсервіс». ТОВ «Трансінвестсервіс» -- один із найбільших в Україні суховантажних портів, що знаходиться на березі Чорного моря. Загальна довжина причалів складає понад 1800 м. Експлуатаційним призначенням ТОВ «Трансінвестсервіс» є доступ до міжнародних ринків виробництва і споживання зерна, добрив, вугілля, руди та ін. Вантажообіг підприємства за рік складає понад 20,0 млн т. Крім цього, товариство є одним з найбільш глибоководних портів України, що забезпечує максимальний розмір вантажних партій і мінімальні фрахтові витрати [80].

Основними напрямками діяльності ТОВ «Трансінвестсервіс» є здійснення вивантаження залізничних вагонів експортних навалювальних, зернових вантажів і прокату металу різного сортаменту, їх накопичення, зберігання і навантаження на морські судна для доставки в країну призначення [109]. Крім цього, підприємство проводить вивантаження

імпортного вугілля з морських суден, їх навантаження у залізничні вагони і відправлення споживачам, як України, так і закордонним. ТОВ «Трансінвестсервіс» здійснює перевантаження таких основних навалювальних вантажів у експортному напрямку:

- рудну сировину (залізорудний концентрат, котуни, ільменіт);
- паливні матеріали (вугілля різних марок, кокс);
- мінеральні добрива (карбамід, сульфат амонію, азофоска);
- зернові вантажі (пшениця, кукурудза, ячмінь та ін.)

Переробку зазначених вантажів здійснюють відповідні контрагенти: ТОВ «ТІС-Руда», ТОВ «ТІС-Вугілля», ТОВ «ТІС-Добрива», ТОВ «ТІС-Зерно» [80].

Для переробки своєї номенклатури вантажів кожен з контрагентів має необхідний перелік вантажних пристроїв, механізмів, конвеєрів, складів і штат працівників, які їх обслуговують.

Прибувають експортні вантажі на ТОВ «ТІС» для контрагентів в основному залізничним транспортом, відправляються імпортні вантажі з ТОВ «Трансінвестсервіс» також залізничним транспортом.

Для надання залізничних послуг контрагентам ТОВ «ТІС» має свою залізничну підїзну колію, яка примикає до блокпосту 30 км станції Чорноморська Одеської залізниці [80, 109].

Схема станції Хімічна ТОВ «ТІС» приведена на рис. 2.8. Аналіз технологічного процесу та виконання передпроектного обстеження розпочинається з отримання первинної та вторинної інформації. Схема методів попереднього збору про функціонування станції представлено на рис. 2.9.

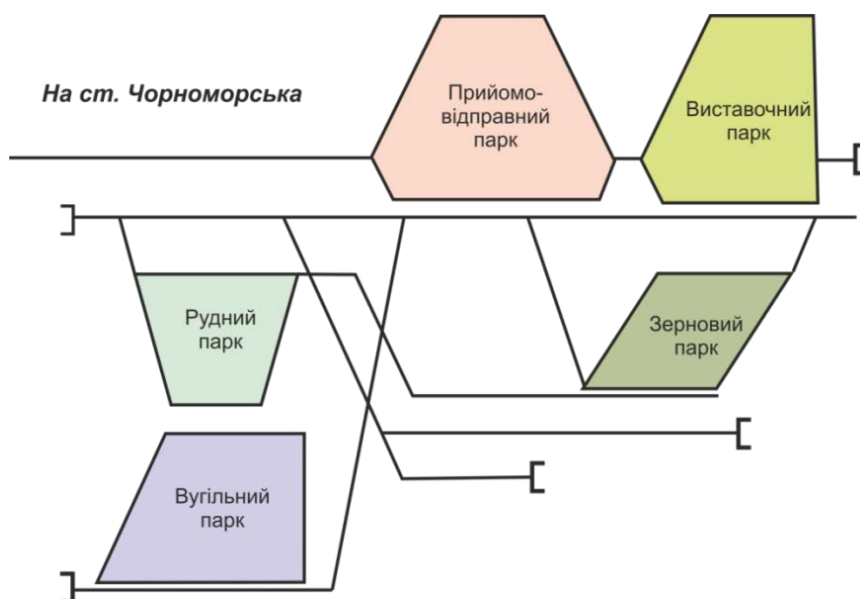


Рисунок 2.8 – Схема станції Хімічна

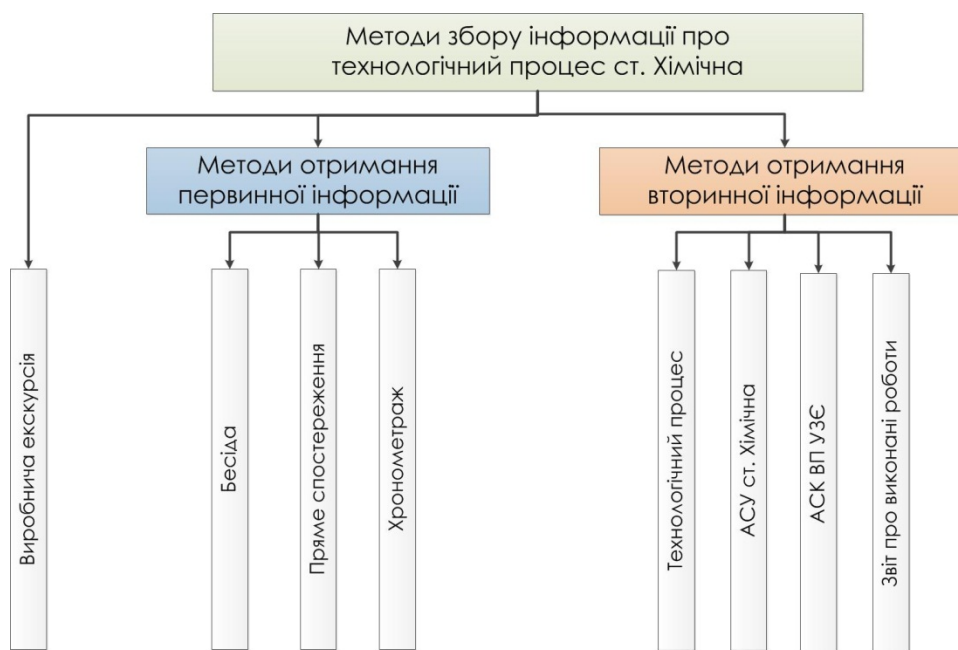


Рисунок 2.9 – Схема методів отримання інформації про технологічний процес ст. Хімічна

Один із методів отримання первинної інформації, який було засновано при виконанні передпроектного обстеження станції, є виробнича екскурсія. Під час екскурсій було вивчено склад терміналів, перелік основних виконавців робіт, технологічні процеси обробки вантажів різних типів та ін. Крім вивчення технологічного процесу було проведено спостереження за розвантаженням вагонів на станції, проведено інтерв'ю з

виконавцями відповідних робіт та бесіду з черговими по станції. Після структуризації та виконання обробки отриманих даних було розроблено технологічні схеми розвантаження котунів та зерна, які показані на рис. 2.10 та рис. 2.11 відповідно.

Виробнича екскурсія показала, що розвантаження різних типів вантажів виконується у спеціалізованих зонах. Зайнятість розвантажувальних зон відображена у добових планах-графіках роботи станції. Крім цього, у технологічному процесі активно задіяна спеціалізована техніка та маневрові локомотиви.

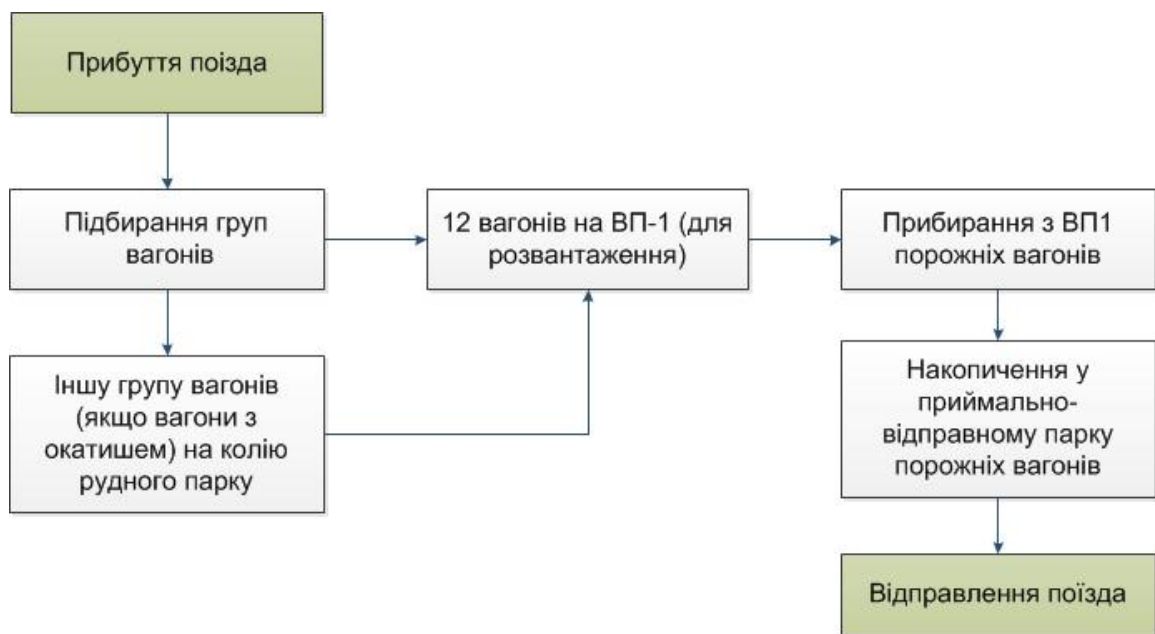


Рисунок 2.10 – Вивчення та збір даних про технологічний процес переробки вантажу з котунами

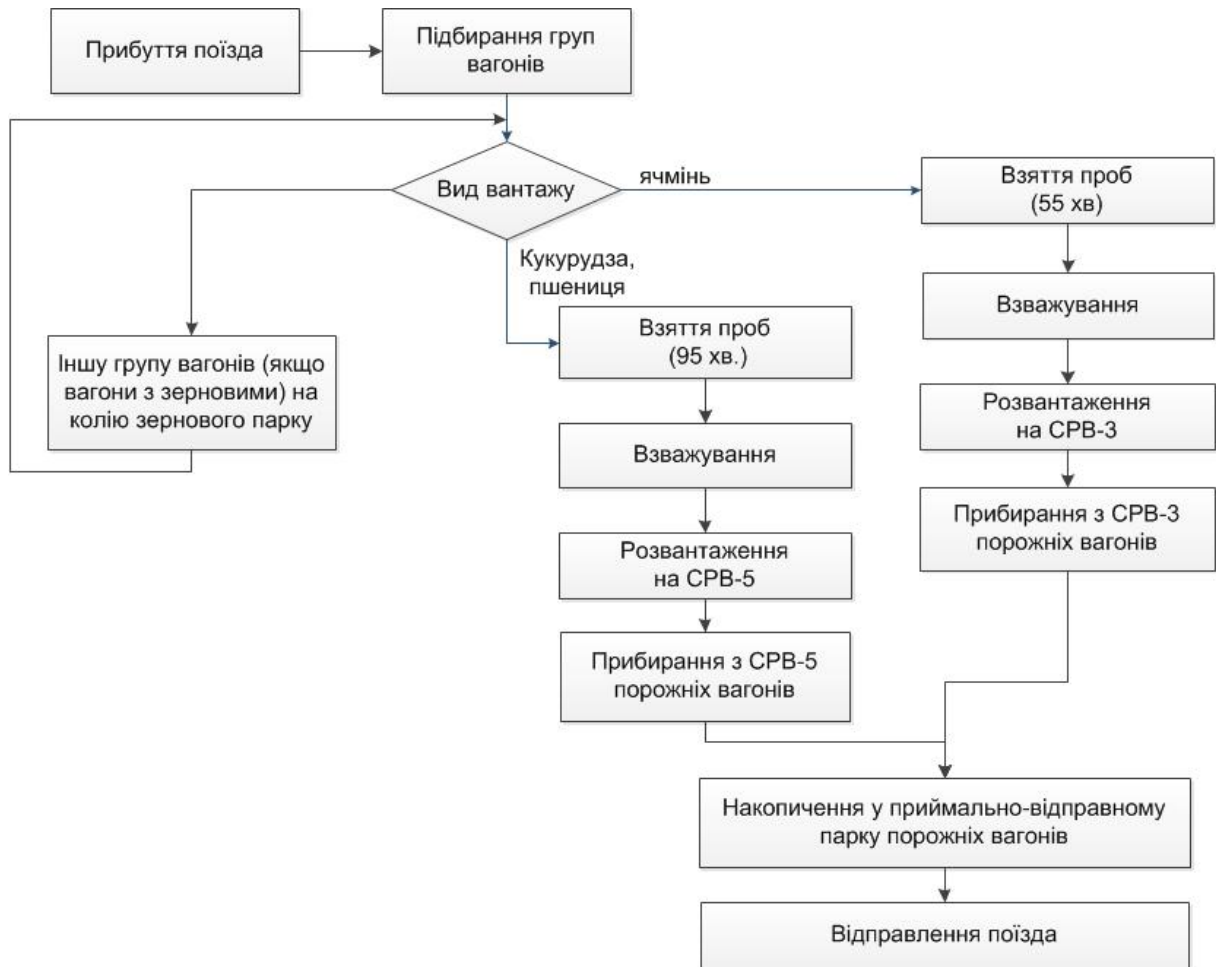


Рисунок 2.11 – Вивчення та збір даних про технологічний процес переробки вантажу із зерном

Для визначення вхідного потоку на ст. Хімічна були зібрані первинні дані, а саме:

- проведено інтерв'ю з начальником станції;
- проведено інтерв'ю з черговим по станції;
- проведено спостереження прибуття поїздів на станцію та проаналізовано його результати.

Під час спостереження були зібрані дані про поїзди під час їх перебування в приймально-відправному парку протягом трьох діб. При цьому фіксувалися моменти часу прибуття поїзда, обробки накладної по прибуттю поїзда, формування накладних для відправлення поїзда та перестановка вагонів поїзда до та після розвантаження. Результати спостереження наведено в додатку В.

У результаті опитування та аналізу документів встановлено, що на станції функціонує автоматизована система управління, в архіві якої зберігається інформація про експлуатаційні події, які відбуваються з вагонами. Схема зберігання даних наведена на рис. 2.12.

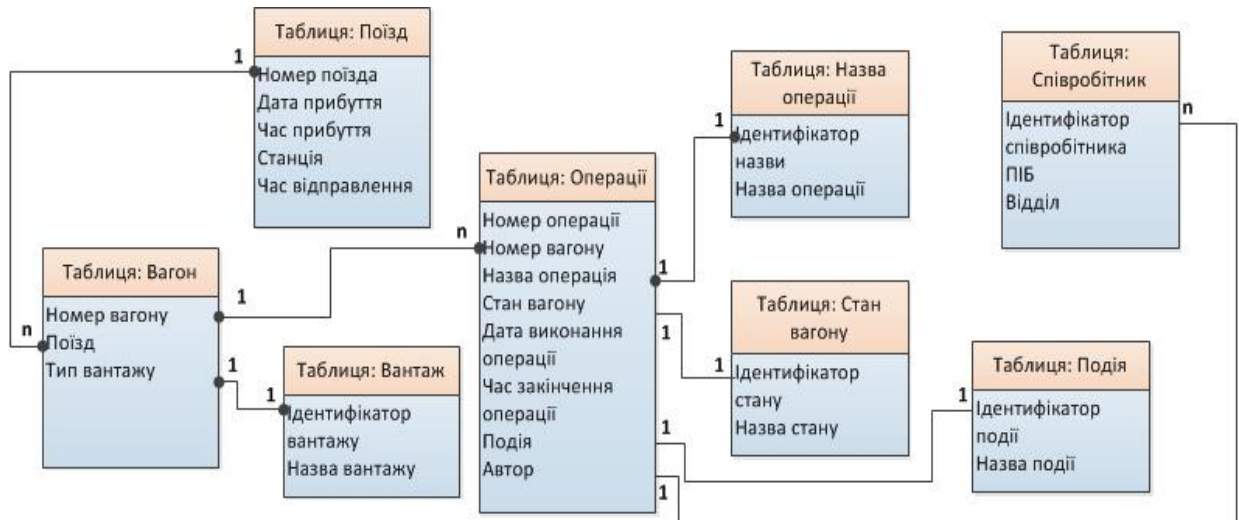


Рисунок 2.12 – Фрагмент схеми зберігання даних

З використанням бази даних станції Хімічна були отримані дані оброки вагонів на станції у вигляді картки обробки вагона з вантажем. Форма цієї картки зображена на рис. 2.13.

Натурный лист 3 954 от 06.12.2015 21:11:12						
66. 56998495						
Документ	Груз	Вес	Событие	Путь	Состояние	Автор
Прибытие поезда 6 535 от 06.12.2015 15:34:34	Конц.-желез.65,5%(+/-05%)		Прибытие	4 путь	Груженный	ГалушкоОЮ
Взвешивание вагонов 16 478 от 06.12.2015 15:34:35		93,4	Взвешивание - Прибытие		Груженный	ГалушкоОЮ
Накладная по прибытию 47144969 от 06.12.2015 15:43:34	Конц.-желез.65,5%(+/-05%)	70,6				ГалушкоОЮ
Операция с вагонами 000140599 от 06.12.2015 16:04:55			Перестановка	81 путь		ЕвтодийИО
Операция с вагонами 000140647 от 06.12.2015 17:43:37			Перестановка	88 путь		СкупаяМВ
Операция с вагонами 000140672 от 06.12.2015 18:39:08			Изменение состояния		Порожний	СкупаяМВ
Операция с вагонами 000140688 от 06.12.2015 19:31:56			Перестановка	28 путь		ЕвтодийИО
Операция с вагонами 000140721 от 06.12.2015 20:50:28			Изменение состояния		Оформление	ФурманИВ
Натурный лист 3 954 от 06.12.2015 21:11:12	Конц.-желез.65,5%(+/-05%)				Оформлен	Черноморец
Операция с вагонами 000140776 от 06.12.2015 22:02:50			Отправление			МанькоАВ
Взвешивание вагонов 16 520 от 06.12.2015 23:17:00		20,15	Взвешивание - Перевеска			Черноморец
Расчет платы 2 от 07.12.2015 10:16:11	Конц.-желез.65,5%(+/-05%)					БардашОВ

Рисунок 2.13 – Форма картки обробки вагона з вантажем

У картці містяться: час прибуття та відправлення поїзда, фіксовані моменти зважування вагона (в різних його станах: порожній, завантажений), а також зафіксовані початкові моменти виконання різних операцій з вагонами (розвантаження, переваження, перестановка та ін.).

В результаті статистичного аналізу тривалості операцій були зведені у статистичні ряди та побудовані функції щільності розподілу розвантаження вагонів з різними типами вантажів що представлені на рис. 2.14, рис. 2.15 та рис. 2.16.

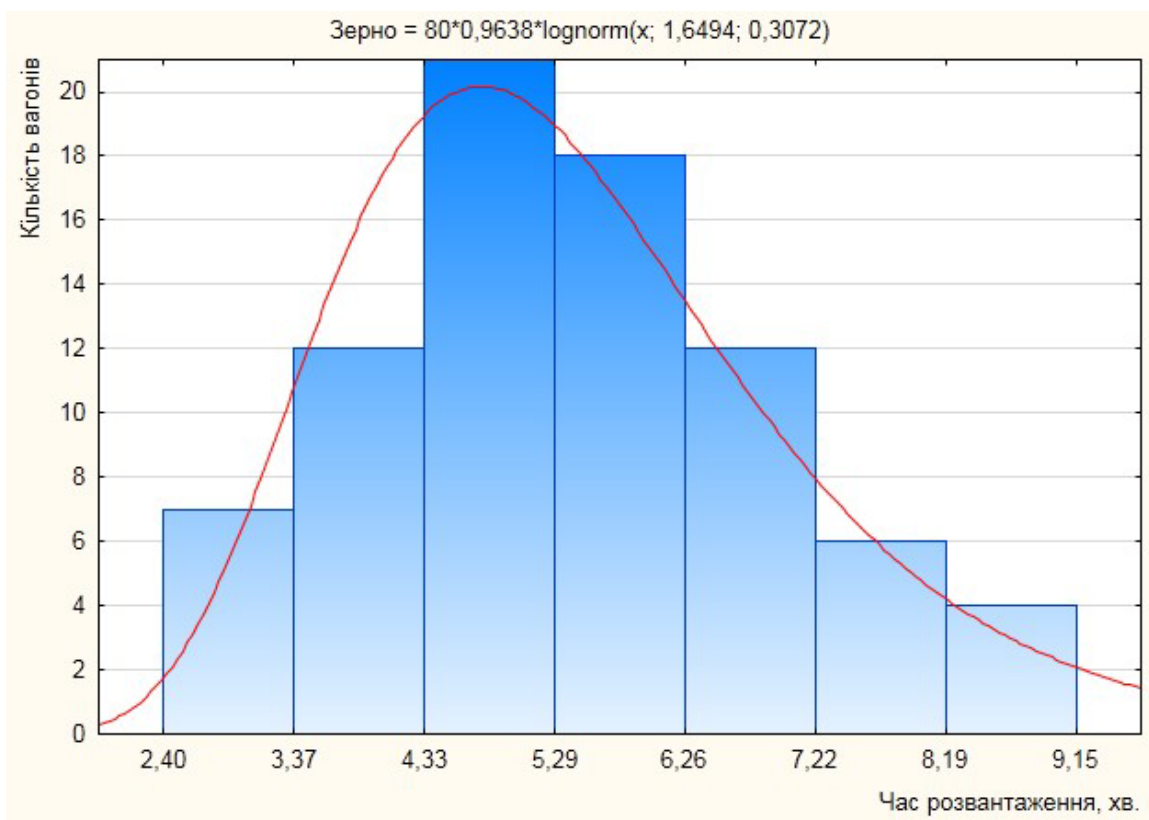


Рисунок 2.14 – Функції щільності для часу розвантаження вагонів із зерном

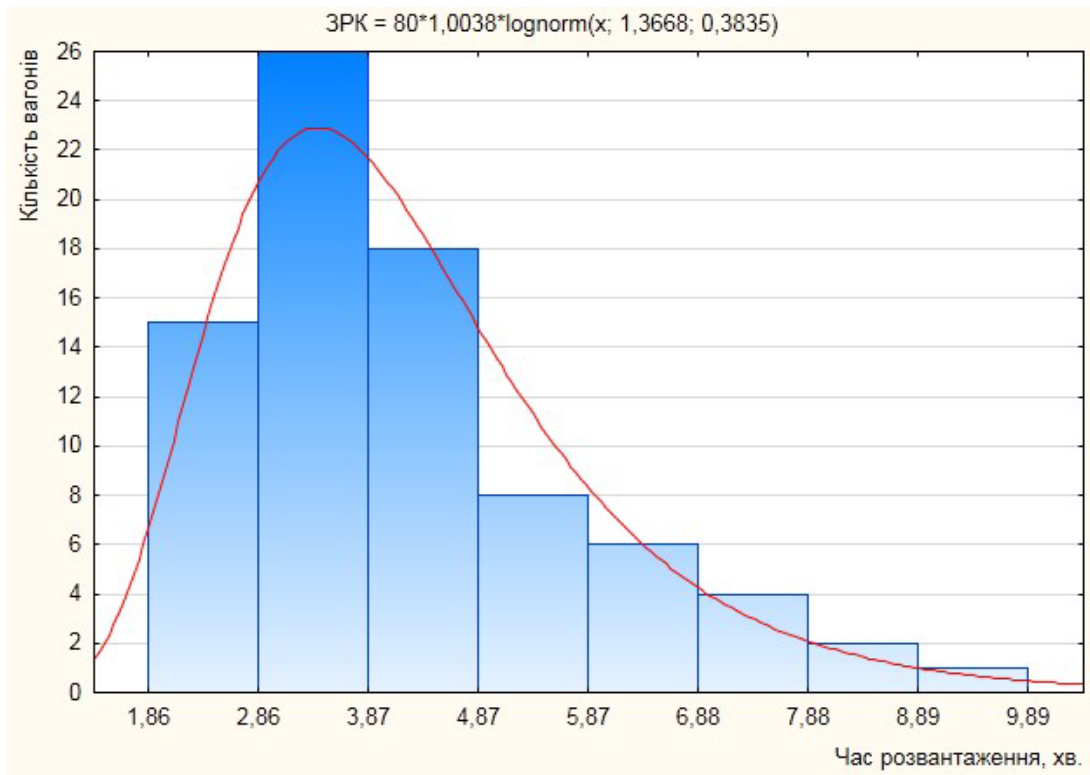


Рисунок 2.15 – Функції щільності для часу розвантаження вагонів із ЗПК

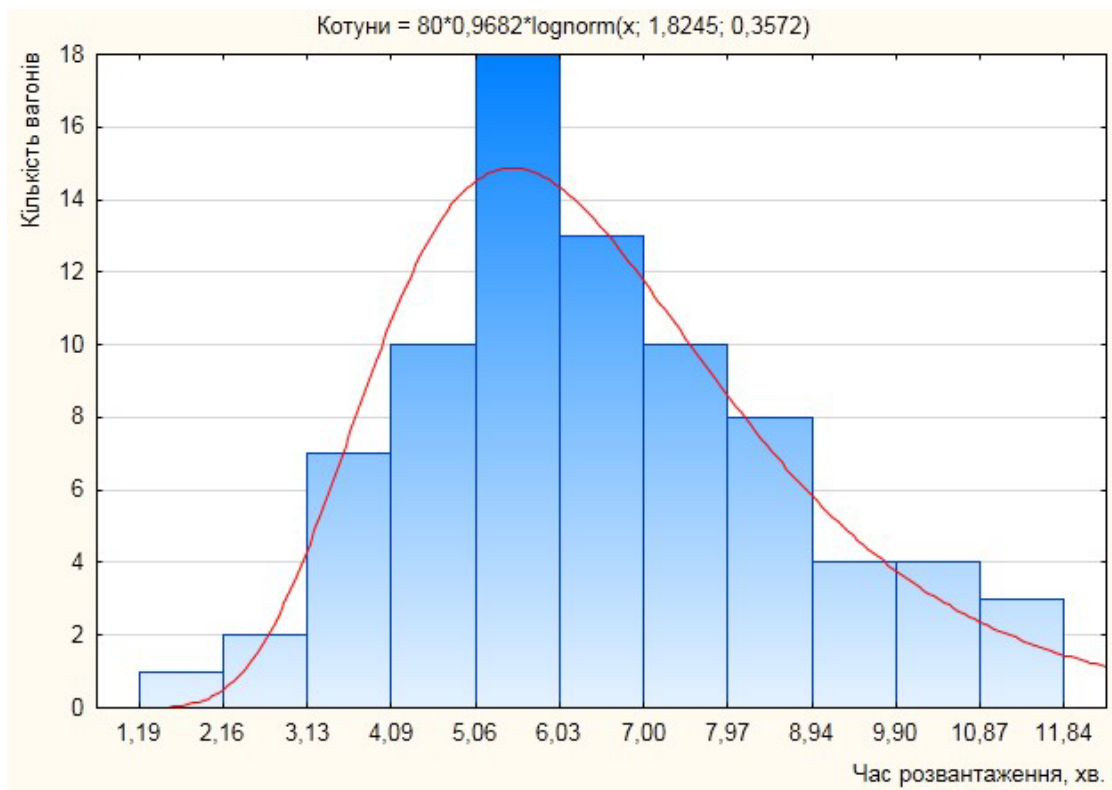


Рисунок 2.16 – Функції щільності для часу розвантаження вагонів з котунами

Середні значення тривалості розвантаження є близькими до тривалості виконання операції розвантаження, що передбачена технологічним процесом. При побудові імітаційної моделі станції тривалість розвантаження може визначатись за відповідними законами, що встановлені за статистичними результатами обробки даних. Час розвантаження для різних типів вантажу наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Показники розвантаження вагонів з різними видами вантажів

Показник	Зернові, хв	ЗРК, хв	Котуни, хв.
Фактичний час розвантаження	3,5-6,5	2,5-4,5	4,5-6,5
За технологічним процесом	5,68	4,73	5,85

Визначення параметрів розподілу випадкової величини тривалості перестановок виконано на основі статистичних даних АСУ ст. Хімічна. На рис. 2.17 показано функції щільності розподілу перестановок всіх вагонів, що перебувають на станції.

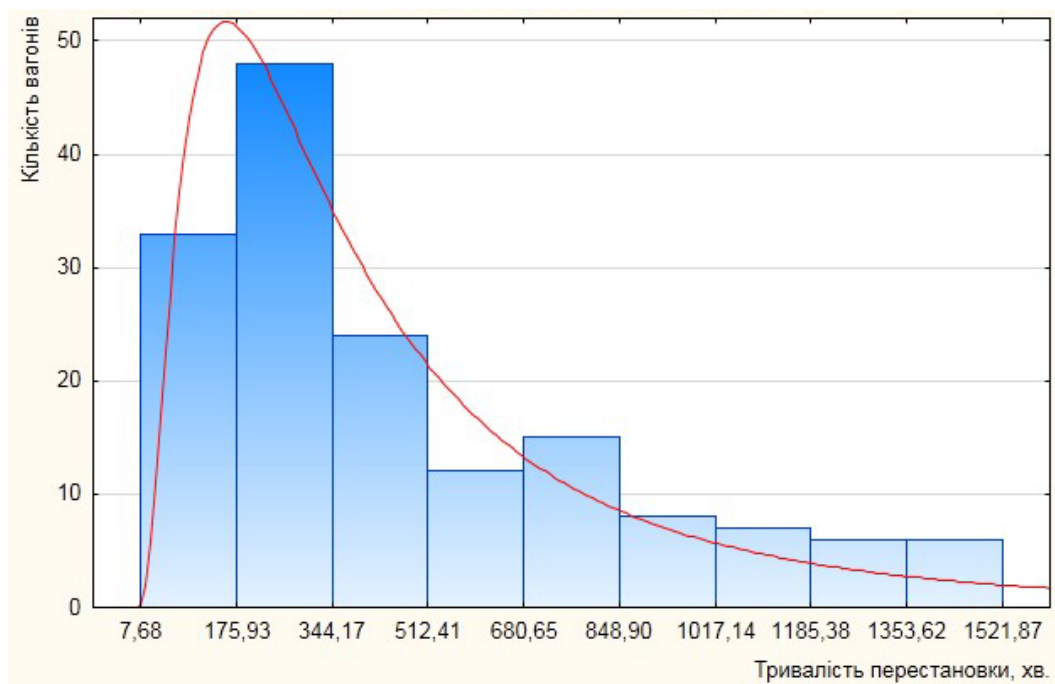


Рисунок 2.17 – Розподіл вагонів за часом перестановок

Побудовані закони розподілу можуть бути використані при моделюванні роботи залізничної станції, для розрахунку тривалості перестановок завантажених та порожніх вагонів.

В рамках перевірки достовірності даних, що зберігаються в базі даних АСУ ст. Хімічна виконано порівняння її даних (вибірки X) отриманих в результаті спостережень (вибірки Y). Функція щільності розподілу різниці зазначених значень у вибірках наведена на рис. 2.18.

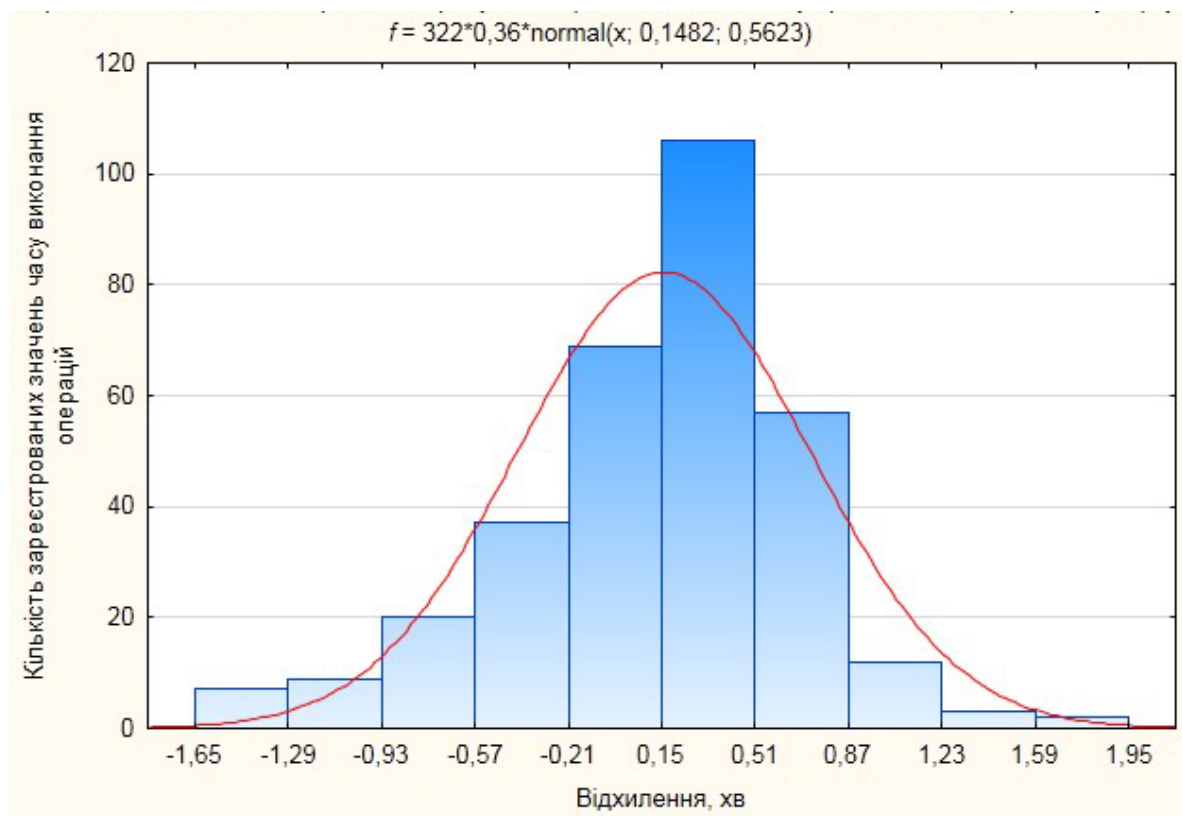


Рисунок 2.18 – Розподіл відхилень фактичного значення часу виконання операції від значення отриманого через хронометраж прибуття та перестановки вагонів у приймально-відправному парку

Для порівняння значень у вибірках X та Y, застосуємо критерій Вілкоксона [123]. Критерій призначений для зіставлення показників, виміряних у двох різних умовах на одній і тій же вибірці. Він дозволяє встановити не тільки спрямованість змін, але і їх вираженість, тобто критерій здатний визначити, чи є зміщення показників в одному напрямку

більш інтенсивним, ніж у другому [122]. Доцільно застосовувати цей критерій, коли величина самих зміщень змінюється в деякому діапазоні (10-15% від їх величини). Це пояснюється тим, що розкид значень зміщень повинен бути таким, щоб з'являлася можливість у їх ранжуванні. У разі, якщо значення незначно розрізняються між собою, формальних перешкод до застосування критерію немає, але, зважаючи на велике число однакових рангів, ранжирування втрачає сенс, і ті ж результати простіше було б отримати за допомогою критерію знаків.

Отримані значення були зіставлені до стандартної величини (Гауссова з нульовим математичним сподіванням та одиничним с. к. в), що склала 14,68, але ймовірність такого відхилення практично дорівнює нулю, тому між даними спостереження та даними системи наявна систематична розбіжність, причому значення у картці дещо більше, ніж час, що отриманий під час спостереження. Щоб оцінити наскільки існують відхилення, застосовано метод оцінювання за критерієм Вілкоксона до даних з АСУ ст. Хімічна, але збільшених на 50 секунд. Отримаємо результати: $W=1341$, $Z=0,41$.

З рівнем значимості 0,05 критерій Вілкоксона задовольняється, таким чином розходження між інформаційними записами системи АСУ ст. Хімічна та результатами спостереження не перевищує 1 хвилини та пояснюється особливостями реєстрації даних у АСУ.

Визначена ймовірність того, що різниця між значенням часу, отриманим під час спостереження, і часом з АСУ ст. Хімічна знаходиться в межах 1 хв. Для цього розраховано значення математичного сподівання $M[X]=0,58$ та значення середньоквадратичного відхилення $\sigma = 0,845$. Таким чином, використовуючи правило побудови довірчих інтервалів та визначення стандартної помилки середнього арифметичного, маємо, що з ймовірністю 95 % різниця між значеннями часу потрапить у довірчий інтервал $[-1,11 .. 2,27]$.

Зважаючи на те що вказана величина є несуттєвою порівняно з тривалістю виконання операцій, дані з бази даних АСУ станції Хімічна можуть використовуватися для подальшого аналізу роботи станції. Також відмічено, що автоматизована система фіксує загальну тривалість перебування вагона в певній фазі технологічного процесу. Однак у переважній кількості випадків тривалість виконання технологічних операцій у її архіві зафіксовано разом з тривалістю міжопераційних простоїв.

Таким чином, використавши запропоновану методику, було виконано передпроектне обстеження ст. Хімічна ТОВ «ТІС». Отримані дані були оброблені, проаналізовані та формалізовані. А отримана інформація придатна для побудови або зміни технологічного процесу.

2.6 Висновки за розділом 2

Виконані у розділі 2 дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Розроблено комплексний метод обстеження залізничних станцій, який ґрунтується на типовому порядку виконання робіт. Основними етапами виконання обстеження є: вивчення предметної області; попередній вибір технології проектування; вибір методу проведення обстеження; вибір методів збору матеріалів обстеження; формування плану та проведення обстеження; перевірка та формалізація зібраних матеріалів; підготовка моделей для подальших досліджень і розробок.

2. Розроблено структуру програми та методики обстеження залізничних станцій, наведено опис методів збору матеріалів. Оскільки на залізничному транспорті існує налагоджена система фіксації та збору статистичної інформації, основним джерелом даних є вторинна інформація.

3. На основі методів математичної статистики розроблено метод перевірки достовірності вторинної інформації. Для прикладу виконана оцінка достовірності інформації в автоматизованій системі управління станцією Хімічна, яка показала, що з довірчою імовірністю 95 % різниця часу між моментом настання події, зафіксованим в АСУ, та фактичним моментом настання події перебуває в інтервалі 1,11...2,27 хв.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБІТ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

Залізнична станція є системою масового обслуговування. має вхідний потік, якої створюють поїзди та вагони, що надходять у обслуговування. Вхідний потік станцій у загальному випадку є нерівномірним. У зв'язку з цим станції повинні мати резерви пропускної та переробної спроможності. Вказані резерви повинні з однієї сторони забезпечувати освоєння пікових навантажень із заданою надійністю, а з іншої - повинні бути мінімізовані так, щоб не призводити до суттєвого росту витрат на їх утримання. У зв'язку з цим для роботи станції є актуальним аналіз та прогнозування коливань вхідного вагонопотоку та визначення зайнятості фронтів розвантаження під час пікових навантажень.

3.1 Методи оцінки вагонопотоку станції

Сучасний етап розвитку економіки України характеризується динамічною зміною характеру, обсягів і напрямків вагонопотоків. У зв'язку з цим досить гострими як для магістрального, так і для промислового транспорту є проблеми відповідності технічного оснащення залізничних станцій обсягам їх роботи. Перевірка відповідності технічного оснащення і технології залізничної станції перспективним обсягами роботи є обов'язковим елементом розробки її технологічного процесу.

Для дослідження вхідного потоку залізничних станцій використовують метод аналізу часових рядів, побудови трендових функцій, при цьому, враховують нерівномірність вхідного потоку та його обробку.

Часовий ряд – це зібраний у різні моменти часу статистичний матеріал про значення будь-яких параметрів досліджуваного процесу. Для розв’язання поставленої задачі елементами статистичного ряду були дані про обсяг вагонопотоку залізничної станції. Як правило ці дані збираються не менше року та порівнюються з попередніми (одним або кількома значеннями) для визначення тенденції зміни вагонопотоків. Для станції Хімічна вагонопотік зображений на рис. 3.1

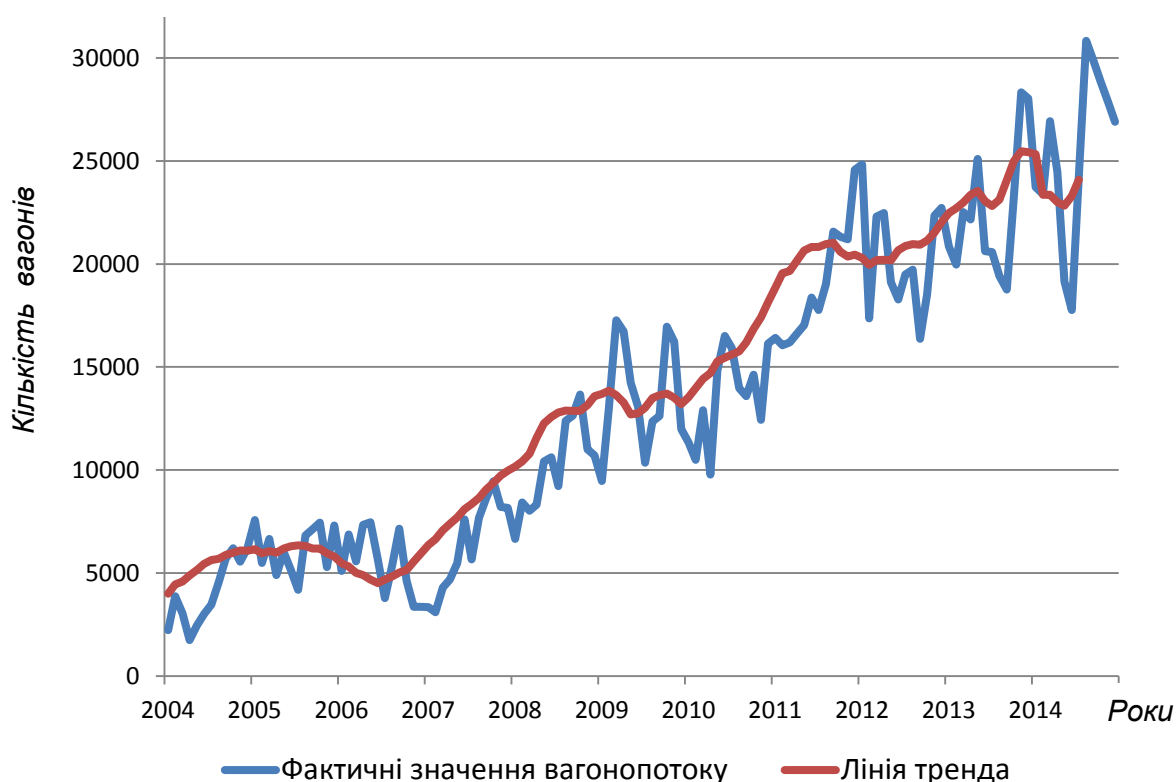


Рисунок 3.1 – Вагонопотік та лінія тренда на ст. Хімічна протягом 2004-2014 рр.

Аналіз часових рядів – сукупність математико-статистичних методів аналізу, призначених для виявлення структури часових рядів і для прогнозування їх значень. Виявлення структури часового ряду необхідно для побудови математичної моделі вхідного вагонопотоку станції. Прогноз майбутніх значень часового ряду використовується для ефективного прийняття рішень.

Для оцінки оснащеності залізничної станції технічними засобами важливе значення має адекватна модель вхідного потоку заявок. Вхідний потік станції має складну структуру, для опису якої потрібні складні математичні моделі з великою кількістю параметрів, що «налаштовуються». З точки зору фахівця такі моделі незручні, тому їх спрощують, виділяючи суттєві елементи.

Вхідний потік заявок утворює сукупність вагонів, які згруповані в поїзди, що приходять на станцію, де вони повинні бути перероблені. Цей потік має такі особливості:

- неоднорідність состава (поїзди містять вагони з різними типами вантажу, що вимагають різних програм обслуговування);
- неоднорідність за часом (протягом року частота прибуття вагонів на станцію змінюється).

Завдання полягає в тому, щоб розробити модель вхідного потоку з невеликим числом параметрів, зміст яких можна легко описати. Для того щоб врахувати неоднорідність характеру вантажу, розіб'ємо його на кілька груп, а поїзди з неоднорідними вантажами приведемо до еквівалентних маршрутних поїздів пропорційно числу вагонів з виділеним типом вантажу. Вхідні потоки для кожного типу вантажу розглянемо окремо. Такий підхід можливий, оскільки вхідні потоки з вантажами різних типів не корелюють один з одним. Залишається завдання опису вхідного потоку з вантажами одного типу.

Вхідний потік розглядається як часовий ряд X . Число заявок, що надходить на переробку за період часу i , позначимо через X_i . Ці величини є випадковими. Необхідно розробити модель, яка визначить прогнозовані значення для величини X_i . Практичні інтерес становлять середні значення та квантілі достатньо високого рівня («максимальні» значення випадкової величини).

Для стаціонарних часових рядів розроблена загальна теорія представлення, що включає:

- модель ковзаючої середньої;
- авторегресійну модель;
- модель ARMA та ін.

В моделі ковзаючої середньої порядку q прийнято таке представлення:

$$X_i = \mu + \varepsilon_i + Q_1 \varepsilon_{i-1} + \dots + Q_q \varepsilon_{i-q}, \quad (3.1)$$

де μ – математичне сподівання випадкової величини X_i ;

$Q_1 \dots Q_q$ – параметри моделі;

$\varepsilon_i \dots \varepsilon_{i-q}$ – незалежні випадкові величини, що розподілені за нормальним законом з $\mu = 0$ та $\sigma = 1$.

В авторегресійній моделі значення ряду в поточний момент часу виражають через його значення у попередній момент часу:

$$X_i = c + \sum_{j=1}^p \varphi_j X_{i-j} + \varepsilon_i, \quad (3.2)$$

де φ_j – параметри;

p – порядок моделі;

В моделі ARMA прийнято комбінувати представлення часового ряду як через його значення в попередній момент часу, так і через параметри «білого шуму»:

$$X_i = c + \varepsilon_i + \sum_{j=1}^p \varphi_j X_{i-j} + \sum_{j=1}^q Q_j \varepsilon_{i-j}. \quad (3.3)$$

Описані моделі відрізняються одна від одної з точки зору зручності роботи з ними. При вивченні часового ряду параметри моделі φ та Q повинні бути визначені за результатами спостережень. Усі моделі є універсальними, вони дозволяють з будь-яким ступенем складності описати будь-який стаціонарний процес. Наприклад, для моделі ковзаючої середньої це гарантує теорема Волда, згідно з якою довільний регулярний

стаціонарній процес може бути представлений як процес порядку $q = \infty$, з коефіцієнтами, сума абсолютних значень яких скінченна. У той же час вхідний потік залізничної станції не може бути віднесений до числа стаціонарних. Коливання числа заявок потягом достатньо коротких проміжків часу може розглядатися як результат дії «білого шуму» постійної інтенсивності, тому протягом довгих проміжків часу така точка зору не відображає ситуацію адекватно. Наприклад, кількість вагонів із зерном, що надійшли на станцію, залежить від урожаю зернових, а він не може вважатися стаціонарним процесом на короткому інтервалі спостережень 5...10 років. Зважаючи на це, у вхідному потоці були виділені наступні складові:

- повільно змінні (описують зміни інтенсивності на інтервалах часу порядку декілька років);
- сезонні (описують зміну інтенсивності на інтервалах часу протягом одного року);
- місячні;
- добові.

Останні дві складові описують зміни інтенсивності надходження заявок на інтервалах часу протягом одного місяця та однієї доби. Оскільки за результатами попереднього аналізу не вдалося встановити стійких закономірностей зміни інтенсивності протягом місяця, то стохастичний характер зазначеного процесу буде врахований за допомогою коефіцієнта добової нерівномірності, який дорівнює найбільшій кількості заявок, що надійшли протягом доби, до середньодобової кількості заявок для місяця, що розглядається. Добова нерівномірність надалі моделюється шляхом зміни інтервалів між прибуттями поїздів з вантажами різних категорій.

Сезонні коливання є виразом сезонних явищ, що спостерігаються щорічно незалежно від фаз економічного циклу та руху тренда. Метод однорічних середніх використовується, коли немає різких перепадів у

рівнях ряду, найчастіше помісячного динаміки протягом 1 року. Дослідження сезонності зводиться до розрахунку коефіцієнтів сезонності для кожного місяця всередині року.

На прикладі статистичних даних ст. Хімічна було розглянуто розподілений вагонопотік ст. Хімічна для 2011-2013 років. На рис. 3.2 – 3.6 показані відносні інтенсивності вагонопотоків з вантажами різних типів. Відносна інтенсивність для місяця i дорівнює відношенню кількості вагонів, що надійшли в зазначеному місяці, до середньомісячної кількості вагонів протягом року, що розглядається. На графіках показана переробка вантажів та їх сезонні коливання протягом року. З рис. 3.2 та рис. 3.3 видно, що найбільший вагонопотік із зерном та вугіллям спостерігається взимку, а найменший – влітку. Така тенденція розподілу диктується опалювальним сезоном та імпортом зерна. На рис. 3.4 – 3.6 показані тенденції зміни вагонопотоку з котунами, ЗРК та мінеральними добривами. Тенденція розподілу вагонопотоку з цими видами вантажу більш рівномірна та не залежить від сезонних коливань.



Рисунок 3.2 – Відносна інтенсивність вагонопотоку із зерном для 2011 – 2013 років



Рисунок 3.3 – Відносна інтенсивність вагонопотоку із вуглем
для 2011 – 2013 років

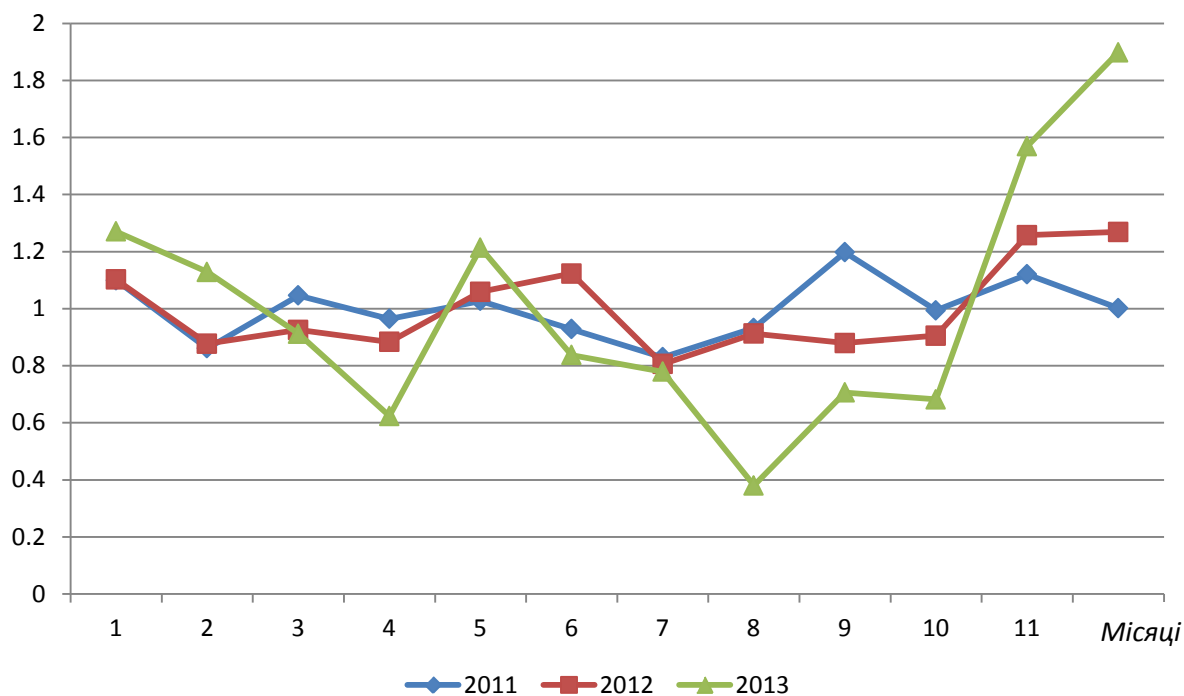


Рисунок 3.4 – Відносна інтенсивність вагонопотоку із мінеральними
добривами для 2011 – 2013 років

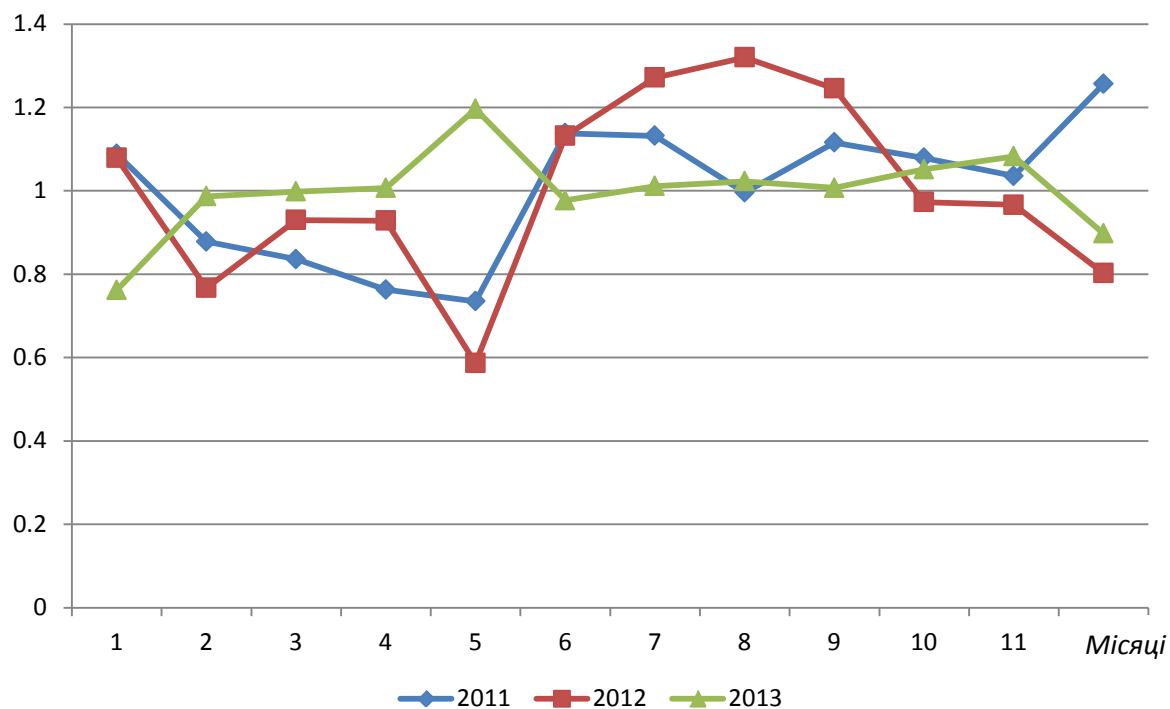


Рисунок 3.5 – Відносна інтенсивність вагонопотоку із котунами
для 2011 – 2013 років

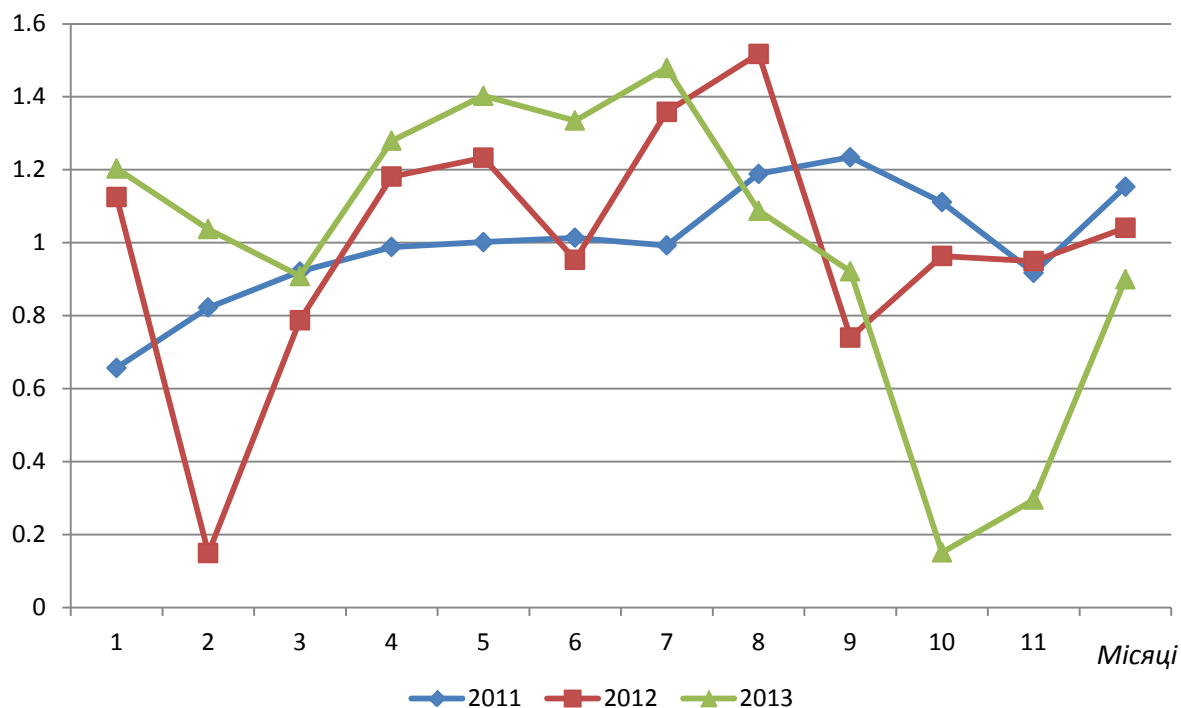


Рисунок 3.6 – Відносна інтенсивність вагонопотоку із ЗРК
для 2011 – 2013 років

Для залізничної станції характерним є добова та внутрішньодобова нерівномірність вхідного потоку. Добову нерівномірність викликають такі причини: імовірнісний процес поїздоутворення, неритмічність подачі порожніх вагонів під навантаження, відмови технічних засобів, особливості режиму роботи підприємств та ін. Згладжування добової нерівномірності виконується частково за рахунок резерву вантажно-розвантажувальних і маневрових засобів, частково за рахунок створення додаткових колій для простою на них поїздів і вагонів в очікуванні обслуговування. Величина добової нерівномірності може досягати значних розмірів, у результаті чого обсяги роботи можуть перевищувати середні річні більш ніж у два рази. Створення відповідних резервів потужностей є, як правило, економічно невиправданим.

За розрахунковий доцільно приймати період, що складається із 30 діб, протягом яких спостерігалися найбільші сумарні обсягами перевезень. Але залізничні станції є системи масового обслуговування з очікуванням, тому при визначенні пікового навантаження згладжування виконувати не доцільно, замість цього пропонується використовувати максимальні добові обсяги роботи. Також для того, щоб виключити умовний поділ часового ряду на місяці, кількість періодів, що розглядаються, пропонується встановити за кількістю днів у році зі зміщенням при розрахунках на один день.

Тоді коефіцієнт добової нерівномірності визначається за формулою

$$\gamma_{\text{добова}} = \frac{D_{\text{max}}}{\bar{D}}, \quad (3.4)$$

де D_{max} , \bar{D} – максимальні та середні обсяги робіт протягом розрахункового 30-ти добового періоду відповідно.

Якщо значення коефіцієнта добової нерівномірності менш ніж 1,15 та на станції не виконувалися спеціальні операції із забезпечення ритмічності подачі вагонів (обслуговування за розкладом), то це показує

перевантаження технічного оснащення станції у цей період.

Для визначення розрахункового коефіцієнта добової нерівномірності використовують дані останнього року, інші дані використовуються для контролю результатів.

Таким чином, запропоновано метод прогнозування кількості заявок, що надходять на станцію, з урахуванням сезонної та місячної нерівномірностей. Сезонна нерівномірність описана функціями відносної інтенсивності, яку відтворюють за результатами спостережень, протягом попередніх кількох років. Показано, що характер цієї функції залежить від типу вантажу. Місячну нерівномірність, що не підпорядковується стійкій та чітко вираженій закономірності, запропоновано враховувати за допомогою коефіцієнта добової нерівномірності.

3.2 Визначення розрахункового обсягу роботи станції із змінною структурою вагонопотоку

Ефективність функціонування залізничних станцій значною мірою залежить від якості оперативного управління, яке здійснюється диспетчерським персоналом. В існуючих моделях станцій управлінська діяльність диспетчерського апарату або не враховується, або моделюється за допомогою спрощених алгоритмів, тому адекватність подібних моделей у багатьох випадках є недостатньо високою. Крім того, застосовувані методи побудови імітаційних моделей вимагають значних витрат праці і часу висококваліфікованих програмістів і технологів, і тому наявні моделі недоступні широкому колу практиків і в більшості випадків використовуються для вирішення обмеженої кількості завдань.

Існуючі методи, що використовують для оцінки роботи станції, орієнтовані на загальні показники її роботи. При аналізі технологічних процесів великих підприємств визначено, що протягом року змінюється як структура вагонопотоку, так і технології обробки вантажів. Тому існуючі

методи визначення розрахункового обсягу роботи станції необхідно удосконалювати.

Визначення розрахункових періодів та обсягів роботи станції виконується за кілька етапів. Етапи визначення розрахункових періодів та обсягів роботи представлені на рис. 3.7.

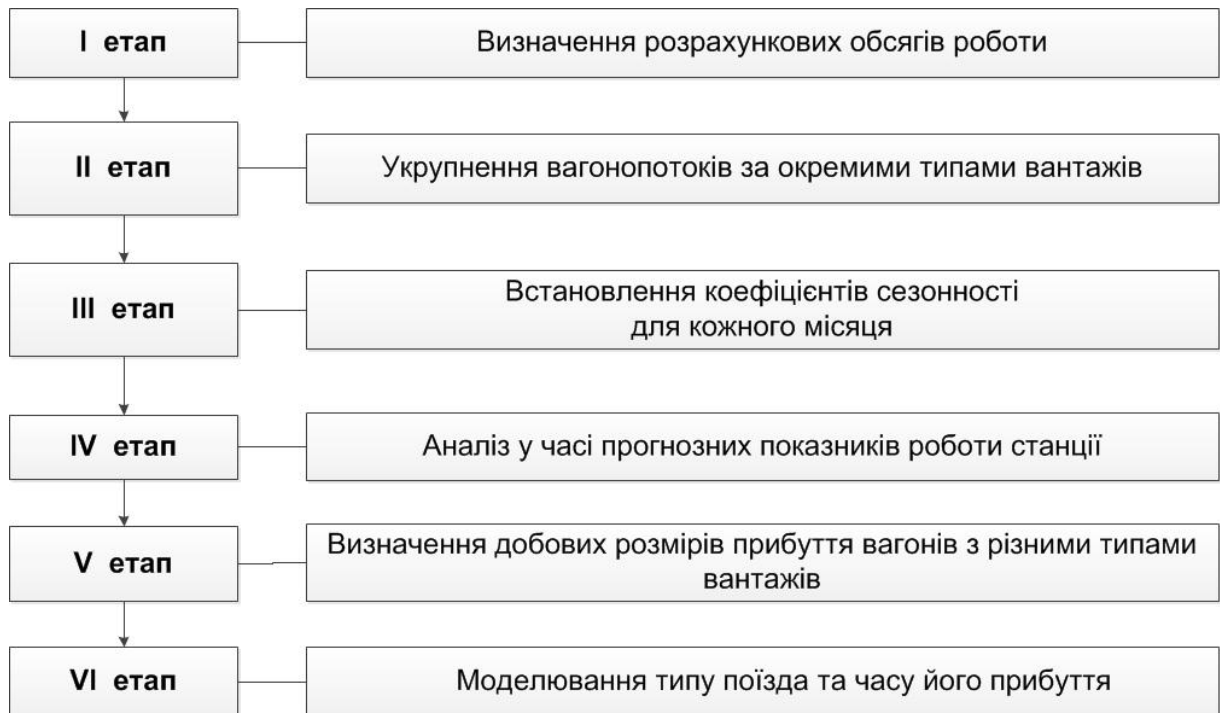


Рисунок 3.7 – Етапи визначення розрахункових періодів та обсягів роботи

Відповідно до місцевих умов окремі етапи можуть бути пропущені. Визначення обсягів роботи залізничних станцій було розглянуто на прикладі станції Хімічна ТОВ «ТІС» [80].

На першому етапі визначення розрахункових обсягів роботи виконується аналіз технічного оснащення, технології та обсягів роботи залізничної станції. Так, у результаті обстеження станції Хімічна встановлено, що її призначення полягає в обслуговуванні перевалки вантажів із залізничного на морський транспорт. Колійний розвиток станції Хімічна включає 5 парків: Приймально-відправний, Виставковий,

Рудний, Зерновий і Вугільний. Приймально-відправний парк здійснює обслуговування всіх вагонів, що прибувають і відправляються зі станції. Решта парків використовуються тільки для обслуговування вагонів з окремими вантажами. Маневрову роботу на станції виконують 24 локомотиви [109], які не мають жорсткої спеціалізації за видами виконуваних робіт. Також встановлено, що технологія роботи станції в зимові та інші місяці року відрізняється через необхідність розморожування вантажів та збільшення кількості переворотів вагоноперекидачів. За результатами першого етапу виконується розділення залізничної станції на підсистеми, які вимагають перевірки, вибираються критерії для оцінки варіантів розрахункових розмірів робіт. Зокрема, у розглянутому прикладі перевірці підлягає колійний розвиток парків станції і кількість локомотивів, задіяних для виконання маневрів. Критеріями для вибору розрахункових умов роботи станції прийняті розміри прибуття вагонів на станцію і локомотиво-години маневрової роботи.

Загальна номенклатура вантажів, по якій ведеться облік автоматизованою системою управління роботою станції, становить 137 найменувань. З метою спрощення аналізу на другому етапі виконується укрупнення вагонопотоків за окремими типами вантажів відповідно до технології їх обробки. Для цього здійснюється сортування видів вантажів у порядку зменшення річного вагонопотоку та для детального аналізу обираються ті n типів вагонопотоків із загальної кількості типів вагонопотоків m , які задовольняють умови

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n M_{p,i}}{\sum_{i=1}^m M_{p,i}} \geq \alpha_{кр}, \quad (3.5)$$

де $M_{p,i}$ – річні обсяги перевезень вантажів i -го типу;

$\alpha_{кр}$ – задане порогове значення частки вантажів у загальному обсязі перевезень.

Так, до групи «котуни» входять котуни різних марок, у групу «вугілля» об'єднане вугілля різних марок, антрацит, кокс, коксовий дріб'язок, до групи «зернові» входять пшениця, кукурудза та ячмінь різних сортів та ін. Вантажі, які не обліковуються окремо, об'єднуються в групу «Інші». Для кожної такої групи визначається її частка в загальному вагонопотоку. Характеристика укрупнених вагонопотоків станції Хімічна наведена на рис. 3.7.

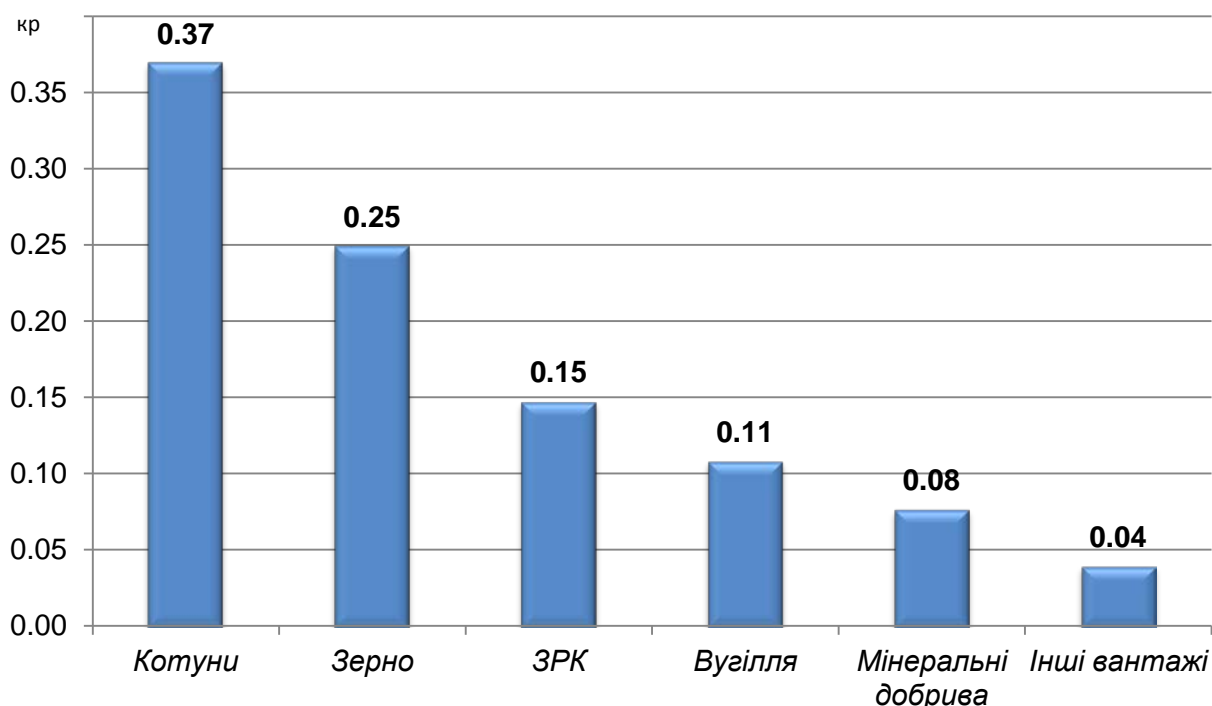


Рисунок 3.7 – Характеристика укрупнених вагонопотоків у станції Хімічна за 2014

При заданій величині $\alpha=0,9$ як основні вагонопотоки, що прибувають на станцію Хімічна, розглядаються вагонопотоками з вугіллям, котунами, мінеральними добривами, рудою і зерном. Частка вагонів з даними вантажами становить 96,7 % усіх завантажених вагонів. Вагони з контейнерами, а також вантажами для господарських потреб станції віднесені до групи «Інші» [56].

На третьому етапі на підставі аналізу динаміки вагопотоків за попередні періоди встановлюються коефіцієнти сезонності $\gamma_{сз}$, для кожного місяця. З цією метою для кожного i -го типу вантажу методом зваженої ковзної середньої будуються тренди зміни обсягів перевезень. Коефіцієнти сезонності для окремих місяців попередніх років визначаються за формулою

$$\gamma_{м,ijg} = \frac{S_{н,ijg}}{S_{сн,ijg}}, \quad (3.6)$$

де $S_{н,ij}, S_{сн,ij}$ – відповідно, фактичні середньодобові обсяги роботи i -го вантажу в j -й місяць r -го року і середньодобові обсяги робіт в цей же період, розраховані за результатами згладжування.

У рамках окремих років виконується нормування коефіцієнтів сезонності таким чином, щоб їх сума протягом року дорівнювала 12

$$\gamma_{сз,ijg} = 12 \frac{\gamma_{м,ijg}}{\sum_{j=1}^{12} \gamma_{м,ijg}}. \quad (3.7)$$

Коефіцієнти сезонності для окремих місяців розрахункового періоду визначаються в результаті згладжування послідовності коефіцієнтів зваженої ковзної середньої ${}^k W_s$ з вагами ${}^k W_j = \{k, k-1, \dots, 1\}$. Результати розрахунку зазначених коефіцієнтів наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти сезонності по групах

Тип вантажу	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зерно	1,33	1,37	1,21	1,10	0,74	0,50	0,45	0,51	0,70	1,27	1,37	1,45
Котуни	0,92	0,90	0,95	1,12	1,00	1,06	1,08	0,90	1,00	1,1	1,04	0,93
ЗРК	0,71	1,09	0,87	1,38	1,20	1,15	1,36	1,25	0,90	0,58	0,62	0,89
Вугілля	1,19	0,87	1,23	1,58	1,22	1,11	1,12	0,71	0,62	1,06	0,67	0,62
Мін. добрива	1,54	1,00	0,94	1,13	0,77	0,95	0,80	0,65	0,85	0,81	1,39	1,17
Інше	0,9	1,11	0,65	0,92	1,28	1,24	0,80	0,82	0,89	1,17	1,09	1,13

На четвертому етапі виконується аналіз у часі прогностичних показників роботи станції, відібраних як критерії для вибору розрахункових умов її роботи.

Оцінка виконується за допомогою виразу

$$d_j = \sum_{i=1}^n f_i(\gamma_{m,ij} M_i), \quad (3.8)$$

де M_i – прогностичний середньодобовий обсяг перевезень i -го вантажу в розрахунковому році;

f_i – функція, що описує залежність деякого критерію вибору розрахункових умов роботи станції від добового прибуття вантажу.

Ідентифікація функцій f_i може здійснюватися або на підставі статистичних даних, або на підставі аналітичних розрахунків. Зокрема, у цій роботі локомотиво-години, що припадають на один вагон з i -м вантажем, визначалися з виразу

$$t_i = \gamma_{m,ij} M_i \sum_{g=1}^m \frac{H_{ig}}{V_{ig}}, \quad (3.9)$$

де H_{ig} – локомотиво-години, витрачені на маневрову роботу з вагонами на g -му етапі обслуговування вагона з вантажем i -го типу на станції;

V_{ig} – число вагонів, які беруть участь у маневровій роботі на g -му етапі обслуговування вагона з вантажем i -го типу на станції.

Для оцінки динаміки критеріїв протягом року виконується їх нормування за середньомісячними значеннями. Прогностичні помісячні зміни обсягів прибуття вагонів під вивантаження і локомотиво-годин, що витрачаються на маневрову роботу з ними, наведено на рис. 3.8



Рисунок 3.8 – Прогнозні помісячні зміни обсягів прибуття вагонів під вивантаження і локомотиво-години, що витрачаються на маневрову роботу (нормовані дані)

Аналіз наведених залежностей показує, що максимальні розміри прибуття вагонів на станцію очікуються у квітні. У даному місяці при високих обсягах переробки зерна і мінеральних добрив спостерігаються пікові навантаження на роботу приймально-відправного парку та бригад ПТО і ПКО, які в ньому працюють. Максимальне завантаження локомотивного парку спостерігається в лютому. Для цього показника характерна висока частка перевалки зернових вантажів, що потребують великих витрат маневрової роботи, а також необхідність виконання маневрів за постановки вагонів із вантажами, які змерзаються, у гаражі для розморожування. Тому як розрахункові періоди повинні бути прийняті квітень і лютий. У випадку, якщо різниця між критеріями для періодів з максимальними значеннями не перевищують 3%, то детально може аналізуватися тільки один з них.

Добові розміри прибуття вагонів у розрахункові місяці за аналізованими вантажами встановлюються за виразом:

$$M_{ij} = \gamma_c \gamma_{m,ij} M_i, \quad (3.10)$$

де γ_c - коефіцієнт добової нерівномірності [15].

Укрупнення розрахункових навантажень вагонопотоків по прибуттю для умов ТІС наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Завантаження вагонопотоків по прибуттю

Місяць	Котуни	Зерно	ЗРК	Вугілля	Мін. добрива	Інші	Всього
Лютий	236	244	74	60	55	32	701
Квітень	248	167	126	146	42	26	755

Детальна структура вагонопотоків всередині окремих груп укрупнених вагонопотоків встановлюється за співвідношенням між річними обсягами вагонопотоків з даними вантажами.

Для визначення кількості поїздів для перевезення вантажів різних типів запропоновано алгоритм.

Кількість вагонів у вагонопотоці:

$$N_j = N_j^a * \gamma, \quad (3.11)$$

де N_j^a – кількість вагонів j -го типу вантажу, отримана за методикою;

γ – коефіцієнт нерівномірності

Середнє число вагонів у одному составі з однорідним вантажем складає:

$$n^{(j)} = \overline{n^{(j)}}, \quad (3.12)$$

Ймовірність прибуття поїзда із однорідним вантажем j -го типу вантажу:

$$\gamma_j = \frac{n_{\text{марш}}}{n_{\text{заг}}}, \quad (3.13)$$

де $n_{\text{марш}}$ – кількість вагонів j -го типу вантажу з маршрутом;

$n_{\text{заг}}$ – загальна кількість поїздів j -го типу вантажу.

Розрахунок кількості поїздів з однорідним вантажем обчислюється за формулою:

$$m^{(j)} = \frac{N_j * \gamma_j}{n^{(j)}} \quad (3.14)$$

Кількість поїздів у составах яких є вагони з різнорідними вантажами (збірні состави):

$$n_{\text{без}}^{(j)} = N^{(j)} - m^{(j)} * n^{(j)} \quad (3.15)$$

Середня кількість вагонів у змішаних поїздах складає 50 вагонів.

Застосування запропонованої методики було виконано розрахунок поїздів для однієї доби для лютого та квітня. Розрахунок наведено у табл. 3.3 та табл. 3.4.

Таблиця 3.3. Параметри вагоно- та поїздопотоків лютого

Місяць	Котуни	Зернові	ЗРК	Вугілля	Мін. добрива	Інші	Всього
Кількість вагонів, отримана за алгоритмом	236	244	74	60	55	32	701
Кількість вагонів з урахуванням добової нерівномірності	283	293	89	72	66	38	841
Кількість поїздів з однорідними составами	5	3	1	0	1	0	10
Кількість вагонів у поїздах зі змішаними составами	13	131	34	72	6	38	294
Кількість поїздів зі змішаними составами							6

Таблиця 3.4. Параметри вагоно- та поїздопотоків квітня

Місяць	Котуни	Зернові	ЗРК	Вугілля	Мін. добрива	Інші	Всього
Кількість вагонів, отримана за алгоритмом	248	167	126	146	42	26	755
Кількість вагонів з урахуванням добової нерівномірності	298	200	151	175	50	31	905
Кількість поїздів з однорідними складами	5	1	2	0	0	0	8
Кількість вагонів у поїздах зі змішаними складами	28	146	41	175	50	31	471
Кількість поїздів зі змішаними складами							9

Загальна кількість складів у лютому складає 16 поїздів, а у квітні – 17 поїздів.

Розроблені методи дозволяють удосконалити оцінку розрахункових обсягів роботи залізничних станцій, які, на відміну від існуючих, враховують наявність пікових навантажень на різні підсистеми станції в різні періоди часу. Практична значимість виконаних досліджень полягає в тому, що запропонована методика дозволяє підвищити якість оцінки відповідності технічного оснащення і технології залізничних станцій їх перспективним обсягами роботи. Розроблена методика може застосовуватися інженерами-технологами при розробці технологічних процесів як існуючих, так і проєктованих залізничних станцій.

3.3 Висновки за розділом 3

Виконані у розділі 3 дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Характерними умовами роботи великих залізничних станцій є зміна протягом року не лише обсягів, а й структури вагоно- та вантажопотоків, які на них переробляються.

2. Запропоновано удосконалений метод оцінки розрахункових обсягів роботи залізничних станцій, що ґрунтується на використанні методів математичної статистики, аналітичного моделювання та аналізу часових рядів. Для аналізу запропоновано розрахункові обсяги роботи визначати з урахуванням місячної та добової нерівномірності по укрупнених вагонопотоках. Вибір розрахункового періоду ґрунтується на виборі критеріїв порівняння та їх попередній оцінці за допомогою аналітичних моделей. Для прикладу виконано визначення розрахункового періоду для станції Хімічна ТОВ «Трансінвестсервіс». При цьому максимальні обсяги прибуття вантажів зафіксовано у квітні – вони на 20 % перевищують середні річні, а максимальне завантаження локомотивів спостерігається у лютому – перевищує середнє річне на 38 %.

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

В основі проектування технічного забезпечення, автоматизованих систем управління, розробки технології робіт лежить моделювання предметної області. При цьому необхідно мати цілісне, системне уявлення моделі, яка повинна відображати всі аспекти функціонування майбутньої системи. Під моделлю предметної області розуміють систему, що імітує структуру або функціонування предметної області, що досліджується. Оціночні аспекти моделювання предметної області пов'язані з визначенням ефективності впровадження автоматизованих процесів на об'єкті.

До моделювання предметної області ставляться такі вимоги:

- однозначний опис структури предметної області;
- зрозумілість результатів передпроектного обстеження для замовників і розробників на основі застосування графічних засобів відображення моделі;
- реалізованість, під якою розуміється наявність засобів фізичної реалізації моделі предметної області в інформаційних системах;
- забезпечення оцінки ефективності реалізації моделі предметної області на основі певних методів і обчислюваних показників.

Ефективним способом опису функціонування об'єктів, що забезпечує високу інформативність та інтуїтивно зрозуміле представлення інформації є візуальне моделювання. При візуальному моделюванні кожен елемент виробничого процесу зображується у вигляді графічного позначення. Графічна модель може створюватись як на паперових носіях, так і за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення на ЕОМ. Відображення існуючих виробничих процесів у вигляді простих діаграм і коротких описів допомагає досягти єдиного розуміння чинних норм і

оперативних процедур між розробником та замовником проектів розвитку залізничних станцій.

4.1 Побудова моделі технологічного процесу за допомогою UML

Уніфікована мова моделювання (UML) є стандартним інструментом для створення схем програмного забезпечення та бізнес-процесів. За допомогою UML можна візуалізувати, специфікувати, конструювати і документувати артефакти програмних систем.

Конструктивне використання мови UML ґрунтується на розумінні загальних принципів моделювання складних систем і особливостей процесу об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування. Основним призначенням мови UML є опис бізнес-процесів. UML дозволяє вирішити проблему документування системної архітектури і всіх її деталей, пропонує мову для формулювання вимог до системи та визначення тестів і, нарешті, надає засоби для моделювання робіт на етапі планування проекту та управління версіями.

Організаційна структура – це сукупність ланок (працівників, структурних підрозділів) та зв'язків між ними. Загальним методом представлення структури залізничної станції є організаційна схема. Організаційна схема показує місце кожної посади та кожного підрозділу у загальній структурі станції та ілюструє розподіл повноважень та обов'язків.

Модель поведінки при виконанні виробничого процесу показує:

- дії, які відбуваються у певному порядку і мають чіткі вузли прийняття рішень;
- суб'єкти, що виконують ті чи інші дії;
- вихідні ресурси і результати кожної дії;
- критерії початку і завершення виробничого процесу;

- взаємозв'язки між суб'єктами;
- рух інформації у виробничому процесі;
- правила діяльності та інструкції.

До базових елементів діаграми варіантів використання належать: варіант використання (технологічний процес), виконавець та об'єкт, що обслуговується станцією (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Умовні позначення на діаграмі прецедентів

Варіант використання застосовується для специфікації загальних особливостей поведінки системи або іншої сутності без розгляду її внутрішньої структури (наприклад, приймання поїзда, отримання інформації про кредитоспроможність клієнта, відображення інформації на екрані монітора). На діаграмі варіант використання зображується у вигляді овалу. У полі овалу або під ним наводиться фраза, яка пояснює прецедент. Приклад зображення варіанта використання представлено на рис. 4.1.

Виконавець та об'єкт, що обслуговується на станції (актор), – це зовнішня стосовно системи, що моделюється, сутність, яка взаємодіє з системою і використовує її функціональні можливості для вирішення певних завдань. Актор може являти собою людину, структурний підрозділ, організацію і т. ін., що виконує деяку роль у виробничому процесі. Актори використовують для позначення узгодженої множини ролей, які можуть відігравати користувачі в процесі взаємодії із системою, яка проектується.

На діаграмі актори зображуються у вигляді позначень, як на рис. 4.1. Біля актора вказується його назва, що обирається залежно від ролі, що виконує актор.

Взаємозв'язки пов'язують прецедентів та акторів між собою. На діаграмі взаємозв'язки зображуються лініями або стрілками.

Розробка діаграми варіантів використання має такі цілі:

- визначити загальні межі й контекст предметної області на початкових етапах проектування системи;
- сформулювати загальні вимоги до поведінки системи, яка проектується;
- розробити вихідну концептуальну модель системи для її подальшої деталізації у формі логічних і фізичних моделей;
- підготувати вихідну документацію для взаємодії розробників системи з її замовниками і користувачами.

Моделювання графічного представлення технологічних процесів залізничних станцій засобами візуальної мови UML досягається шляхом побудови діаграм станів та діяльностей різних ступенів деталізації.

Для ст. Хімічна побудовані діаграми варіантів використання. На рис. 4.2 показано технологічний процес обробки поїзда по прибуттю на станцію.

Для досягнення чіткого представлення технологічного процесу необхідно виділити його основні складові:

- об'єкти, що потребують дій виконавця;
- набір робіт;
- особи, що виконують роботи.

Із кожним об'єктом на станції виконується визначена кількість операцій (робіт), що передбачені технологічним процесом, а виконання технологічних операцій на станції забезпечують виконавці (маневрові локомотиви, сортувальні гірки та ін.). Кожну технологічну операцію

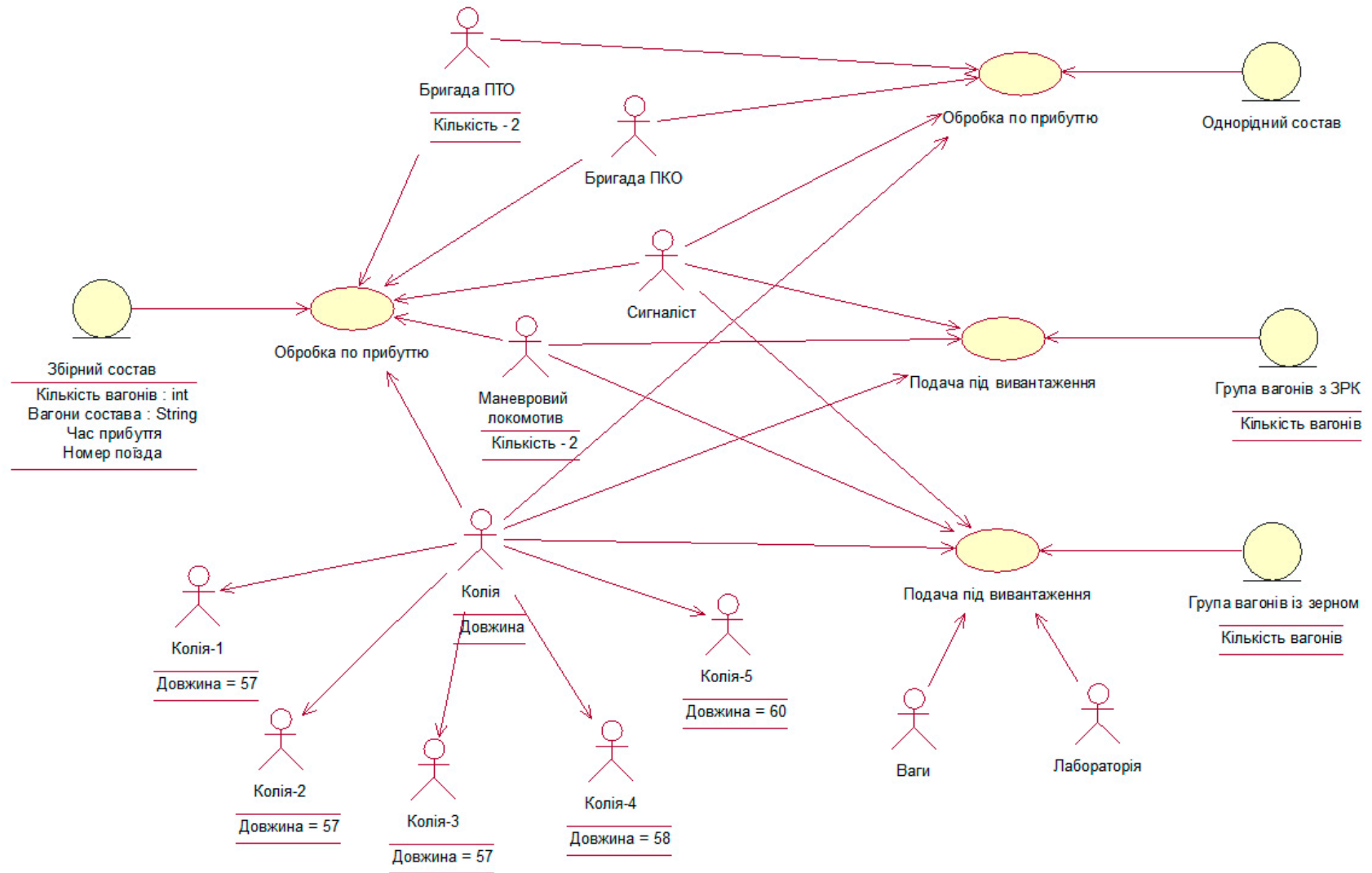


Рисунок 4.2 – Діаграма прецедентів роботи парку прибуття

повинні здійснювати виконавці строго визначеної спеціалізації (наприклад, огляд вагонів виконує бригада ПТО, розпуск составу – маневровий локомотив і сортувальні гірка і т.д.), в той же час виконавець окремої спеціалізації може виконувати декілька різних операцій (наприклад, сигналіст виконує закріплення составу та прибирання гальмівних башмаків)[108, 117].

Моделювання технологічного процесу станції досягається за допомогою діаграм – станів і діяльностей.

Діаграма станів описує процес зміни станів (виконаних робіт технологічного процесу) тільки одного об'єкта. При цьому зміна стану об'єкта (поїзда, групи вагонів) може бути викликана як внутрішніми процесами, так і через дію зовнішніх збудників. Головне призначення цієї діаграми при формалізації технологічних процесів залізничних станцій – описати всі можливі послідовності робіт і діяльностей, які в сукупності характеризують поведінку об'єкта під час його знаходження на станції. Діаграма станів по суті є графом спеціального виду, який представляє певний автомат. Вершинами цього графу є роботи, що виконуються на залізничній станції, і деякі інші типи елементів автомату, які зображуються відповідними графічними символами середовища. Дуги графа служать для позначення переходів зі стану в стан, що характеризує закінчення виконання роботи та передачу відповідного сигналу виконавцям наступної по діаграмі роботи. Діаграми станів можуть бути вкладені одна в одну [30].

Діаграма діяльностей у мові UML має більш можливостей при відображенні технологічних процесів залізничних станцій. Діаграма також є графом, який представляє певний автомат, але при цьому має такі відмінності:

- на діаграмі діяльностей можна виділити як стани, так і показати дії, а дії у свою чергу можна подати у вигляді нової діаграми станів або діяльностей, отримуючи вкладеність діаграм;

- діаграма діяльностей має у наборі інструментів для представлення оператор «вибору»;
- на діаграмі діяльностей можна показати паралельність процесів;
- на діаграмі діяльностей є можливість представлення синхронізації процесів (робіт).

При формалізації процесів функціонування залізничної станції діаграми станів описують зміну фаз обслуговування об'єктів у процесі виконання технологічного процесу роботи з окремими об'єктами (наприклад розформування поїзда та ін.). При цьому зміна стану об'єкта може бути викликана як внутрішніми процесами, так і через дію зовнішніх чинників. Приклад діаграми станів наведено на рис. 4.3.

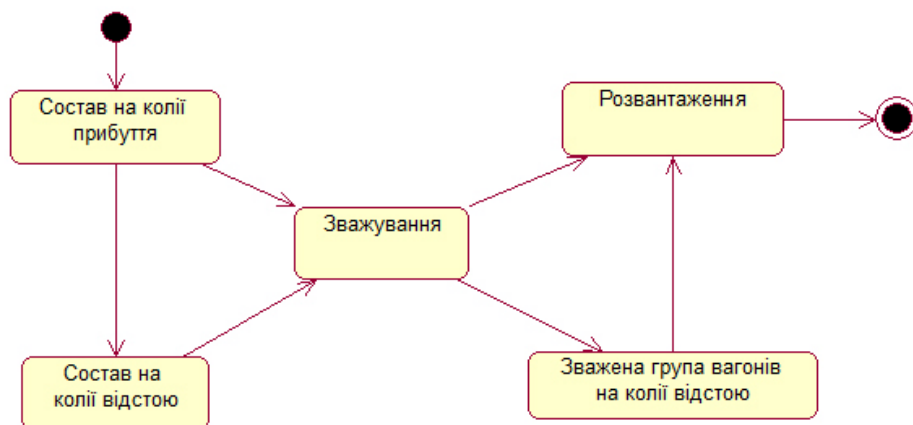
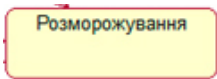



Рисунок 4.3 – Діаграми станів обслуговування вагонів состава із зерном

На рис. 4.3 використано позначення:

– ● – початковий стан діаграми, очікування сигналу до виконання роботи. Стан діаграми, що не містить у собі ніяких внутрішніх діяльностей.

– → – простий перехід, являє собою відношення між двома послідовними роботами, що вказує на факт зміни однієї роботи іншою.

–  – стан переходу.

–  – кінцевий стан діаграми, очікування сигналу кінця виконання робіт. Стан діаграми, що не містить ніяких внутрішніх діяльностей.

При описі залізничної станції діаграми діяльності застосовуються для опису технологічних операцій, які виконуються з об'єктами в межах окремих станів. На діаграмі діяльності виконавцям певної спеціалізації відповідають окремі доріжки, операціям – стани діяльності, причинно-наслідковим зв'язкам між операціями – переходи між станами. Додатковими елементами діаграми діяльності є вузли рішення та вузли об'єднання (злиття та розділення), а також точки подачі та прийняття сигналів.

Приклад діаграми діяльності, що відповідає обслуговуванню состава по прибуттю, наведено на рис. 4.4.

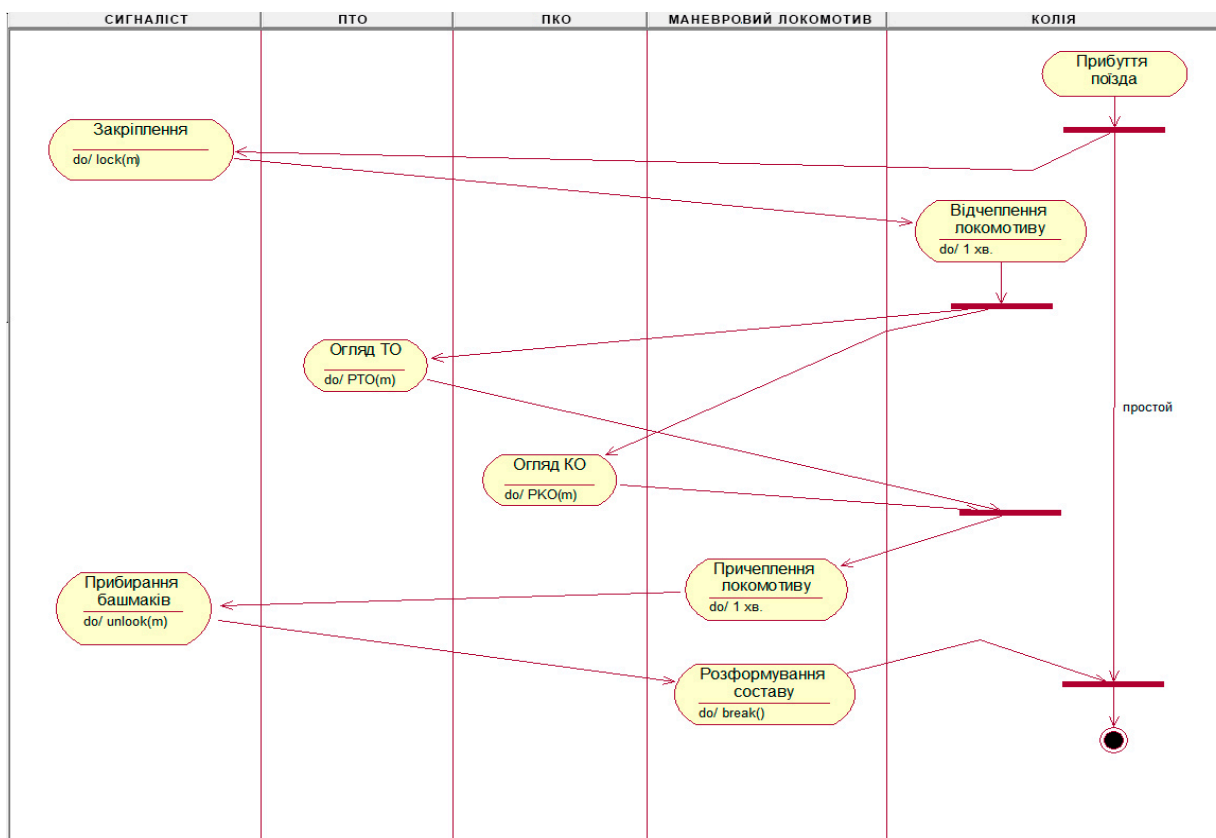




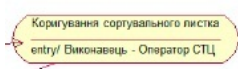
Рисунок 4.4 – Діаграма діяльностей обробки поїзда на станції


На рис.4.4 використані позначення:

– ● – початковий стан діаграми, очікування сигналу до виконання роботи. Стан діаграми, що не містить в собі ніяких внутрішніх діяльностей;


–  – стан очікування сигналу переходу у роботу;

–  – простий перехід, являє собою відношення між двома послідовними роботами, що вказує на факт зміни однієї роботи іншою;

–  – стан переходу;

–  – кінцевий стан діаграми, очікування сигналу кінця виконання робіт. Стан діаграми, що не містить в собі ніяких внутрішніх діяльностей;

–  – стан вибору між кількома роботами;

–  – точка розподілу;

–  – точка з'єднання.

Для технологічного процесу, що моделюється за допомогою діаграми діяльностей, характерне відображення паралельності діяльностей об'єктів, що задіяні в технологічному процесі. Для технологічного процесу паралельно задіяні колія, на яку прибув поїзд, маневровий локомотив, сигналіст, бригада ПТО, бригада КО. Стани графа показують роботи, що виконуються під час обробки поїзда. Час виконання операцій показано міткою «do/».

Мітки станів робіт діаграми діяльності [67]:

– entry – мітка, що вказує на роботу, або вхідний документ, необхідний для виконання роботи в момент входу у стан;

– exit – мітка, що вказує на роботу або вихідні об'єкти, що виконується в момент виходу;

– do – мітка, що вказує на роботу, що виконується в протягом всього часу, поки виконується відповідна робота;

– event – мітка – «подія», що вказує на окрему дію, що може виконуватися під час перебування системи у відповідному стані.

Такі «події» повинні бути впорядковані в часі.

З конкретного стану в даний момент часу може бути здійснений тільки один перехід; таким чином, умови забезпечують уникнення двоїстого результату для будь-якої події. Існує два особливих стани: вхід і вихід. Будь-яка дія, пов'язана з подією входу, виконується, коли об'єкт входить у стан. Подія виходу виконується в тому випадку, коли об'єкт виходить з цього стану.

У поведінці поїзда в системі можна виділити дії, які відображаються переходами, і дії що відображаються станами. Хоча і те й інше – це процеси, що реалізуються, як правило, деяким «виконавцями» технічного процесу, вони трактуються різним чином. Дії пов'язані з переходами і розглядаються, як миттєві та ті, що не перериваються. Роботи пов'язані зі станами і можуть тривати досить довго. Робота може бути перервана в результаті настання деякої зовнішньої події.

Крім цього, на діаграмі діяльності присутні два особливі переходи: точка з'єднання та точка розподілу. Таке представлення на діаграмі показує виконання паралельних робіт. На рис. 4.4 показано, що у технологічному процесі обробки поїзда після прибуття, виконуються дві паралельні роботи: технічне обслуговування составу та його комерційний огляд. На рис. 4.4 показано, як операції, що виконуються паралельно, так і розділені точками з'єднання та розподілу. Кожна така дія характеризується функцією виконання або часом закінчення роботи. Для паралельних робіт можна побудувати діаграми різних ступенів деталізації. Для діаграми завершення перебування поїзда у стані із паралельним роботами необхідно, щоб всі паралельні роботи закінчили своє виконання

одночасно. Це є основною умовою для переходу до наступної роботи в діаграмі.

Графоаналітичне представлення технологічного процесу є наглядним для розробки, розуміння та побудови нових функціональних блоків технологічних процесів станції та зменшує витрати часу для його вивчення, бо має можливість представлення технологічних процесів різних ступенів деталізації. Після отримання схематичного відображення технологічного процесу у середовищі IBM Rational Rose користувач отримує текстовий файл з описом побудованого процесу. Файл може бути застосований при аналізі технологічного процесу та отриманні розрахунків показників формалізації технологічних процесів станцій

Таким чином використання методів теорії графів та методу об'єктно-орієнтовного аналізу дозволяє реалізувати графічне представлення технологічного процесу із запропонованим у роботі методом. За допомогою діаграми діяльностей можна відобразити роботи технологічного процесу, виконавців робіт, а також умови виконання та переходи між роботами у процесі. Це є досить зручним представленням графу виконання робіт технологічного процесу залізничної станції.

Наукова новизна та практична значимість наведених досліджень полягає у методиці, що запропонована для побудови математичних моделей технологічного процесу залізничної станції з використанням уніфікованої мови проектування UML. Такий підхід дає можливість скоротити витрати часу на побудову моделі роботи станції та представити її технологічний процес, а також специфікувати, конструювати і документувати, формалізувати технологічний процес, розробляти діаграми послідовності робіт різного ступеня деталізації.

4.2 Формальне представлення діаграм станів та діяльностей

Графоаналітичне представлення технологічного процесу використовує методологію поетапного моделювання. У системі моделювання технологічних процесів застосовується вхідна, внутрішня та вихідну моделі проектування, а також методи їх перетворень.

Вхідна модель станції забезпечується графічними схемами представлення середовища IBM Rational Rose. Система має можливості графічного введення технологічних процесів різних ступенів деталізації з візуальним контролем, який дозволяє уникнути трудомісткого ручного кодування і виключити появу помилок. Графічне введення технологічного процесу доповнюється параметризацією елементів (перелік виконавців, час виконання та ін.).

Вхідна модель технологічного процесу залізничної станції забезпечує можливість графоаналітичного представлення технологічних процесів залізничної станції з його візуальним контролем, який дозволяє уникнути трудомісткого ручного кодування і виключити появу помилок. Графічне введення доповнюється параметризацією окремих елементів графа.

Внутрішня модель забезпечує можливість автоматичного відображення технологічного процесу та перетворення орієнтованого графа у вигляд списків інцидентності. Така модель призначена для автоматичного розрахунку основних параметрів робіт залізничної станції [6].

Вихідна модель може служити основою для вирішення широкого кола завдань, у тому числі і для функціонального моделювання роботи станцій з метою одержання їх техніко-технологічної оцінки.

Розробка технологічного процесу залізничної станції і створення її вхідної моделі характеризується найбільшим рівнем взаємодії технолога та

ЕОМ. Для формування вхідної моделі доцільно використувати середовище IBM Rational Rose.

4.2.1 Вхідна модель представлення технологічного процесу

Розробка технологічного процесу станції і створення їх вхідній моделі характеризується найбільшим рівнем взаємодії проектувальника та ЕОМ. Цей етап характеризується побудовою ефективного графічного представлення, орієнтованого на візуалізацію та формалізацію технологічного процесу.

На цьому етапі набір діаграм формалізації технологічного процесу представляється у вигляді множини графічних об'єктів $Q_{\text{вх}}$. При цьому виділені типи об'єктів:

- D_p – діаграма прецедентів;
- D_{Sch} – діаграма станів;
- D_{act} – діаграма діяльностей.

Кожній із наведених діаграм ставиться у відповідність набір інструментів для їх графічного відображення.

Діаграма прецедентів (*Use-Case Diagram*) представлена у вигляді орієнтованого графа та описується такою структурою:

$$D_p = \{I_d^p, V, E, f_{begin}, f_{end}, vt\}, \quad (4.1)$$

де I_d^p – ідентифікатор діаграми прецедентів;

V – список вершин графа;

E – список переходів;

f_{begin} – початкова вершина переходу;

f_{end} – кінцева вершина переходу;

vt – функція типу переходу.

Початкова та кінцева вершини переходу визначена:

$$f_{begin}: E \rightarrow V, f_{end}: E \rightarrow V, \quad (4.2)$$

$$vt: V \rightarrow VT \quad (4.3)$$

$$VT = \{actor, entity, function\} \quad (4.4)$$

Інформація про діаграму міститься у файлі в такій моделі:

– перелік вершин – акторів (V_{act}). V_{act} – описує вершину, яку визначає її ідентифікатор, поле *quid* та поле *stereotype*, визначений функцією VT , кожний актор може мати список параметрів. Список параметрів визначається *class_attribute_list* та кожний атрибут визначається *ClassAttribute* ;

– перелік вершин – функції V_{func} , що визначена ідентифікатором, ім'ям, полем *quid* та додатковою строковою інформацією;

– список ребер E . Ребро визначається типом зв'язку *Association*, ідентифікатором, ім'ям, полем *quid*, полем *roles*, списку з двох об'єктів *Role*. Для кожного ребра є список з двох вершин кінцева та початкова.

Фрагмент представлення діаграми прецедентів наведено в додатку Д.

Діаграма станів (*StateChart Diagram*) описується такою структурою:

$$D_{Sch} = \{I_d^{Sch}, V, E, V_{start}, V_{stop}, f, f_{begin}, f_{end}, \} \quad (4.5)$$

де I_d^{Sch} – ідентифікатор діаграми станів;

V – множина вершин (станів);

E – список переходів;

V_{start} – вершини початкового стану діаграми;

V_{stop} – вершини кінцевого стану діаграми;

f_{begin} – початкова вершина переходу;

f_{end} – кінцева вершина переходу;

f – функція, що ставить у відповідність час виконання операції.

Початкова та кінцева вершини переходу визначена:

$$f: V \rightarrow R. \quad (4.6)$$

Інформація про діаграму, що відображена у файлі, в моделі складається із структур:

– перелік вершин – назви робіт (V). V – описує вершину, яку визначає її ідентифікатор – поле *quid* та поле *type*, що містить рядок “*StartState*”, список атрибутів представляється у полі *actions* у вигляді списку, кожній елемент цього списку – атрибут вершини, що має назву, ідентифікатор та поле *ActionTime*. Поле *ActionTime* містить атрибут виконання операції у вершині графа значення множини W ;

– список ребер E . Список ребер визначається полем *transitions* та службовим словом *list transition_list*, кожне ребро визначено структурою *object State_Transition*. Кожне ребро визначено ідентифікатором ребра, полем *label*, кінцева вершина ребра визначена службовим словом *supplier* та *supplier_quidu* – ідентифікатор кінцевої вершини, початкова вершина ребра визначена службовим словом *client* та *client_quidu* – ідентифікатор початкової вершини. Ребро характеризується виконанням дії під час переходу та визначається полем *Event*. Поле *Event* характеризується назвою типу рядок, ідентифікатором та службовим повідомленням, що визначено полем *sendEvent*, а повідомлення має свій ідентифікатор.

– вершини початкового стану діаграми представлені у файлі через поле *object State* та пизначено рядком “*\$UNNAMED\$0*”, через поле *type* “*StartState*” вершина визначена, як початковий стан для графу.

– вершини кінцевого стану діаграми представлена у файлі через поле *object State* та пизначено рядком “*\$UNNAMED\$1*”, через поле *type* “*EndState*” вершина визначена, як початковий стан для графу.

Фрагмент представлення діаграми станів наведено в додатку Д.

Діаграма діяльностей (*Activity Diagram*) описується такою структурою:

$$D_{act} = \{I_d^{act}, V, E, V_{start}, V_{stop}, f, f_{begin}, f_{end}, S\}, \quad (4.12)$$

де I_d^{act} – ідентифікатор діаграми діяльності;

V – список вершин (станів);

S – список паралельно-існуючих виконавців;

E – список переходів;

V_{start} – вершини початкового стану діаграми;

V_{stop} – вершини кінцевого стану діаграми;

f_{begin} – початкова вершина переходу;

f_{end} – кінцева вершина переходу;

f – функція, що ставить у відповідність час виконання операції.

$$V = VA \cup VC \cup VD \cup VG, \quad (4.13)$$

де VA – множин вершин переходу діаграми;

VC – множин вершин умовного переходу;

VD – множин вершин переходу точки роз'єднання;

VG – множин вершин переходу точки склеювання.

Множини VA , VC , VD , VG попарно не перетинаються. У множини VD може бути тільки один вхід у ребро та набуває вигляду:

$$(\forall v \in VD) \text{Card} \{e \in E, f_{begin}(e) = v\} = 1, \quad (4.14)$$

$$(\forall v \in VG) \text{Card} \{e \in E, f_{end}(e) = v\} = 1, \quad (4.15)$$

$$s: V \rightarrow S. \quad (4.16)$$

Інформація про діаграму, що відображена у файлі в моделі складається із структур:

- перелік вершин – назви робіт або переходів спеціального типу.
- перехід типу *State*;
- умовний перехід;
- перехід точки роз'єднання типу *SynchronizationState* визначається ідентифікатором – поле *quid*. Для точки роз'єднання характерним є список ребер роз'єднання. Список визначається полем *transitions* (*list transition_list* та списком ребер із полем (*object State_Transition*). Кожна вершина визначається полем *quid* ідентифікатором ребра та списком ребер початкового стану та кінцевих. Ребра початкові описуються полем *supplier* та містять посилання на початковий стан графу та кінцеві, що описуються

полем *client*. Всі переходи мають свої ідентифікатори та подію передачі даних при здійсненні переходів;

- перехід точки склеювання типу *SynchronizationState* визначається ідентифікатором – поле *quid*. Для точки склеювання характерним є список ребер склеювання. Список визначається полем *transitions* (*list transition_list* ста списком ребер із полем (*object State_Transition*). Кожна вершина визначається полем *quid* ідентифікатором ребра та списком ребер початкового стану та кінцевих. Ребра початкові описуються полем *supplier* та містять посилання на початковий стан графу та кінцеві, що описуються полем *client*. Всі переходи мають свої ідентифікатори та подію передачі даних при здійсненні переходів;

- *V* – описує вершину, яку визначає список ребер *E*. Список ребер полем *label*, кінцева вершина ребра визначена службовим словом *supplier* та *supplier_quidu* – ідентифікатор кінцевої вершини, початкова вершина ребра визначена службовим словом *client* та *client_quidu* – ідентифікатор початкової вершини. Ребро характеризується виконанням дії під час переходу та визначається полем *Event*. Поле *Event* характеризується назвою типу строка, ідентифікатором та службовим повідомленням, що визначено полем *sendEvent*, а повідомлення має свій ідентифікатор.

- вершини початкового стану діаграми представлена у файлі через поле *object State* та позначено рядком "\$UNNAMED\$0", через поле *type* "*StartState*" вершина визначена, як початковий стан для графу.

- вершини кінцевого стану діаграми представлена у файлі через поле *object State* та позначено рядком "\$UNNAMED\$1", через поле *type* "*EndState*" вершина визначена, як початковий стан для графу;

- список виконавців *S* визначається у діаграмі як розділ *partitions* (*list Partitions*, список виконавців ініціюється полем *object Partition*, має назву, ідентифікатор визначається полем *quid*, поле *class* містить дані на посилання належності до сутності діаграми прецедентів, полем *persistence* визначає тип сутності.

Фрагмент представлення діаграми станів представлено в додатку Д.

У цілому представлена модель $Q_{\text{вх}}$ представляє собою список графічних об'єктів, що записані у певному порядку.

Таким чином у вхідній моделі запропоновано описання графоаналітичного представлення технологічного процесу залізничної станції виконано у середовищі IBM Rational Rose.

4.2.2. Внутрішня модель представлення технологічного процесу

Розглянуті діаграми станів та діяльностей прописують правила функції моделі залізничної станції. Станція представляє собою сукупність автоматів, що взаємодіють між собою у дискретному часі. Частина автоматів існує весь час роботи моделі (постійні), а частина – створюється та знищується в процесі роботи (тимчасові).

Постійні автомати відповідають ресурсам станції (маневрові локомотиви, колії, бригади ПТО та ін.). Тимчасовим автоматам відповідають поїзди.

При відношеннях із тимчасовим автоматом, постійний автомат приймає їх запити на виділення ресурсу або задовольняє, якщо в його розпорядження є достатня кількість одиниць ресурсів. По закінченню роботи тимчасового автомату, постійному автомату повертається ресурс, що було запрошено для виконання роботи.

Тимчасовий автомат створюють при активації вузла або вершини типу функція «діаграму прецедентів». При цьому запит на виконання наступних діяльностей, які описуються відповідною діаграмою станів. Стан автомата є активна вершина діаграми станів. По завершенню робіт, що відповідають цій вершині, автомат переходить по ребру з цієї вершини у нову активну вершину.

Якщо із однієї вершини виходить декілька ребер, то перехід відбувається уздовж одного з них. Правило, що дозволяє обрати ребро, є атрибутом вершини. Робота автомату закінчується і тимчасовий автомат знищується по досягненню кінцевого стану.

Неоднозначною задачею є моделювання роботи станції, коли тимчасовий автомат знаходиться в одній із вершин діаграми станів. Цій вершині зіставлена діаграма діяльностей, вершини якої описують групи робіт, при чому деякі роботи можуть виконуватися паралельно.

Внутрішня модель повинна бути основою для розробки ефективних методів функціонального моделювання роботи станцій. Побудова внутрішньої моделі здійснюється автоматично на основі вхідної моделі за допомогою розроблених у дисертації методів.

На підставі діаграми прецедентів формуються списки виконавців E та шаблонів об'єктів D , кожний елемент яких описується наступною структурою даних:

- виконавець $e_r \in E$

$$e_r = \{i_e, P_e\}, \quad (4.17)$$

де i_e – ідентифікатор виконавця; P_e – список параметрів виконавця;

- шаблон об'єкта $d_y \in D$

$$d_y = \{i_d, P_c, E_d, A\}, \quad (4.18)$$

де i_d – ідентифікатор шаблону об'єкта; P_c – множина властивостей об'єкта зі значеннями за замовчуванням; E_d – список виконавців, необхідних для обслуговування об'єкта; A – скінченний автомат, що описує порядок виконання технологічних операцій з об'єктом.

Формування скінченного автомату, що описує порядок виконання технологічних операцій з об'єктом здійснюється на підставі діаграми станів. Для описання автомата використовується орієнтовний параметричний граф вершини якого відповідають станам скінченного автомата, а дуги - переходам. Для описання структури графа

використовуються списки інцидентності вершин. При цьому кожен стан автомата описується структурою

$$s_a = \{i_a, R, \mathbf{X}\}, \quad (4.19)$$

де i_a – ідентифікатор стану автомата; R – технологія обслуговування об'єкта в даній фазі технологічного процесу; \mathbf{X} – список переходів.

Кожен елемент списку переходів описується структурою

$$x_q = \{z, i_a, f_p\}, \quad (4.20)$$

де z – вхідний сигнал; f_p – функція переходу.

Технологія обслуговування об'єкта в окремих фазах технологічного процесу формується на підставі діаграми діяльності. Моделлю технології є орієнтовний граф $T = \{O, G\}$. Вершинам графа $o_j \in O$ відповідають технологічні операції, а також точки початку та закінчення технологічного процесу, розгалуження, злиття та прийняття рішень. Зокрема, технологічні операції представляються структурами

$$q_i = \{i_q, i_{qn}, f_s, f_d, f_e, \mathbf{E}_q\}, \quad (4.21)$$

де i_q – ідентифікатор вершини; i_{qn} – ідентифікатор наступної вершини; f_s, f_e – функції, що виконуються відповідно на початку та по закінченню операції; f_d – функція, що визначає тривалість операції; \mathbf{E}_q – список виконавців. Кожен елемент списку виконавців визначається спеціалізацією виконавця, необхідного для початку роботи та параметром, що вказує на порядок його звільнення. При цьому прийнято, що якщо вершина, яка пов'язана з даною розміщується на тій же доріжці виконавця, що і одна із пов'язаних з нею вершин то по закінченню виконання операції виконавець залишається зайнятим об'єктом, інакше виконавець звільняється.

4.3 Визначення переробної спроможності станції

У розділі 3.1 розрахована середньодобова кількість составів для лютого та квітня. Спираючись на розраховані дані побудовано добовий план-графік прибуття поїздів на ст. Хімічна. Для аналізування роботи станції обрано зайнятість колій приймально-відправного парку та зайнятість маневрових локомотивів, що обслуговують поїзди. Натурний лист прибуття составів надано у додатку Б.

У додатках Е.1 та Е.2 наведені добові план-графіки для лютого та квітня.

За допомогою розробленої моделі виконано моделювання роботи станції Хімічна для умов лютого та квітня. Використовуючи запропоновану в розділі 3 методику, загальна кількість поїздів на добу на ст. Хімічна склала у лютому – 16 (з них маршрутні – 10, з неоднорідним вантажем – 6), а у квітні – 17 (з них маршрутні – 9, з неоднорідним вантажем – 8). За результатами моделювання встановлено, що завантаження маневрових локомотивів у лютому становить 0,88, а у квітні – 0,74. Завантаження колійного розвитку парку прибуття складає у лютому – 0,69, а у квітні – 0,64.

Таким чином, результати моделювання роботи станції Хімічна показують, що в умовах зміни структури вагонопотоків найбільше навантаження елементів станції може досягатись в періоди з обсягами перевезень, що є меншими за максимальні.

4.4 Оцінка колійного розвитку парку прибуття станції

Експлуатаційна надійність роботи станції визначається безперешкодним прийомом поїздів. Вона є узагальнюючим показником, що характеризує ступінь узгодженості та взаємодії в роботі станцій і ділянок і окремих внутрішньостанційних систем між собою і залежить від кількості колій в парку і підходу поїздів, потужності технічних засобів і якості їх використання [106]. Потрібне число колій у парку

$$P = P_{\text{техн}} + P_{\text{дод}}, \quad (4.22)$$

де $P_{\text{техн}}$ - число колій, що потрібне для обробки поїздів за технологічним процесом, що дорівнює $Nt_{\text{зан}} / 24$;

N - число складів поїздів, що обробляються в парку;

$t_{\text{зан}}$ - середній час заняття шляху одним поїздом по технологічному процесу;

$P_{\text{дод}}$ - додаткове число колій, на яких готові состави простоюють в очікуванні обробки або відправлення.

Додаткове число колій визначається довжиною черги поїздів, тобто числом готових составів, які очікують початку обробки або відправлення. При цьому слід враховувати не тільки середню довжину черги, а й дисперсію. Розрахункова кількість составів, що знаходяться в парку в очікуванні операцій,

$$P_{\text{дод}} = M[n^{oc}] + f\sigma[n^{oc}], \quad (4.23)$$

де $M[n^{oc}]$ - математичне очікування (середнє значення довжини черги) числа готових составів в парку, які очікують обробки або відправлення;

$\sigma[n^{oc}]$ - середнє відхилення цього числа, яке дорівнює кореню квадратному з дисперсії;

f - число, що показує, скільки середніх квадратичних відхилень приймається до обліку.

Равдання визначення додаткового числа колій зводиться до визначення числа місць очікування при накопичуванні у системі обслуговування. Надійність роботи парку визначиться сумою ймовірностей для всіх станів системи, коли в парку та в обслуговуванні немає жодного поїзда і коли в системі знаходиться $1, 2, \dots, P_{\text{дод}} + 1$ поїздів. [106]

Таким чином, для визначення надійності необхідно розглядати розподіл ймовірності прийняття поїздів, що знаходяться в парку прибуття.

Як приклад застосування методики визначимо відповідність обслуговування поїздів у парку прибуття та кількість маневрових локомотивів, що їх обслуговують. З цією метою була побудована модель роботи парку. Вхідний потік на станції утворюють состави, що прибувають до парку прибуття. Парк прибуття складається із п'яти колій, де, після відкріплення магістрального локомотива, проводиться ряд технологічних операцій перед розвантаженням. Задача визначити надійність роботи приймально-відправного парку при прийнятті поїздів на станції протягом певного проміжку часу та встановити витрати часу на обробку поїздів у приймально-відправному парку після прибуття та перед відправленням.

Для станції було розглянуто потік поїздів з багатофазною системою обробки та побудовано функції щільності розподілу прибуття та обробки цих поїздів. На рис. 4.5 та рис. 4.6 показані функції щільності розподілу прибуття поїздів, обробки поїзда по прибуттю на коліях приймально-відправного парку. Крім цього на рис. 4.7 та рис. 4.8 показані функції щільності розподілу поїздів після прибуття з фронтів розвантаження та їх обробка перед відправленням на коліях приймально-відправного парку.

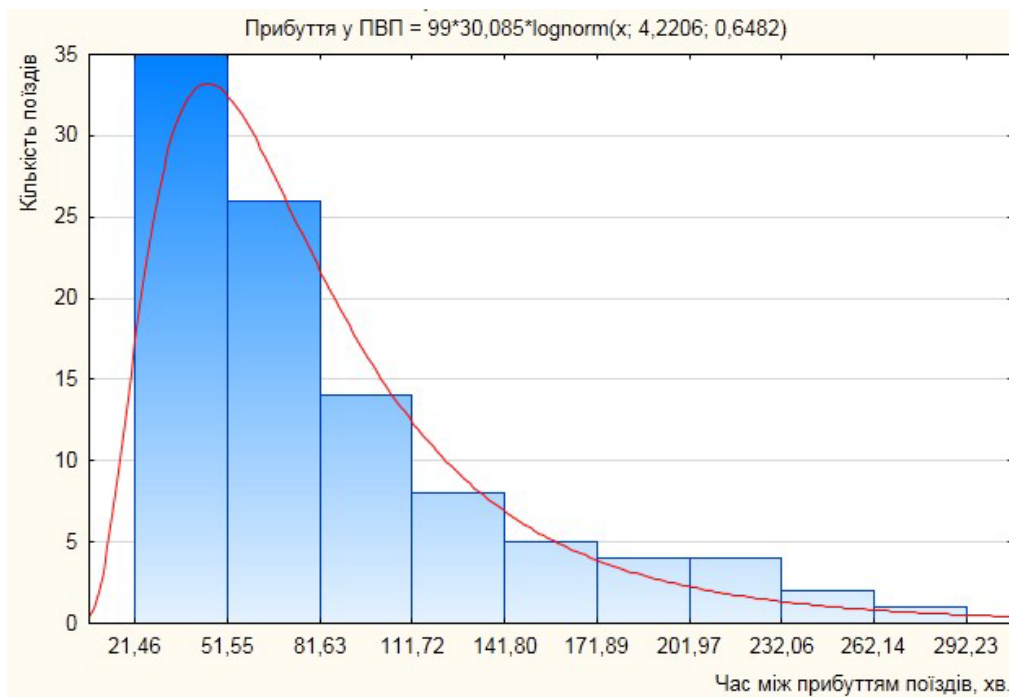


Рисунок 4.5 – Функція щільності розподілу прибуття поїздів у приймально-відправний парк

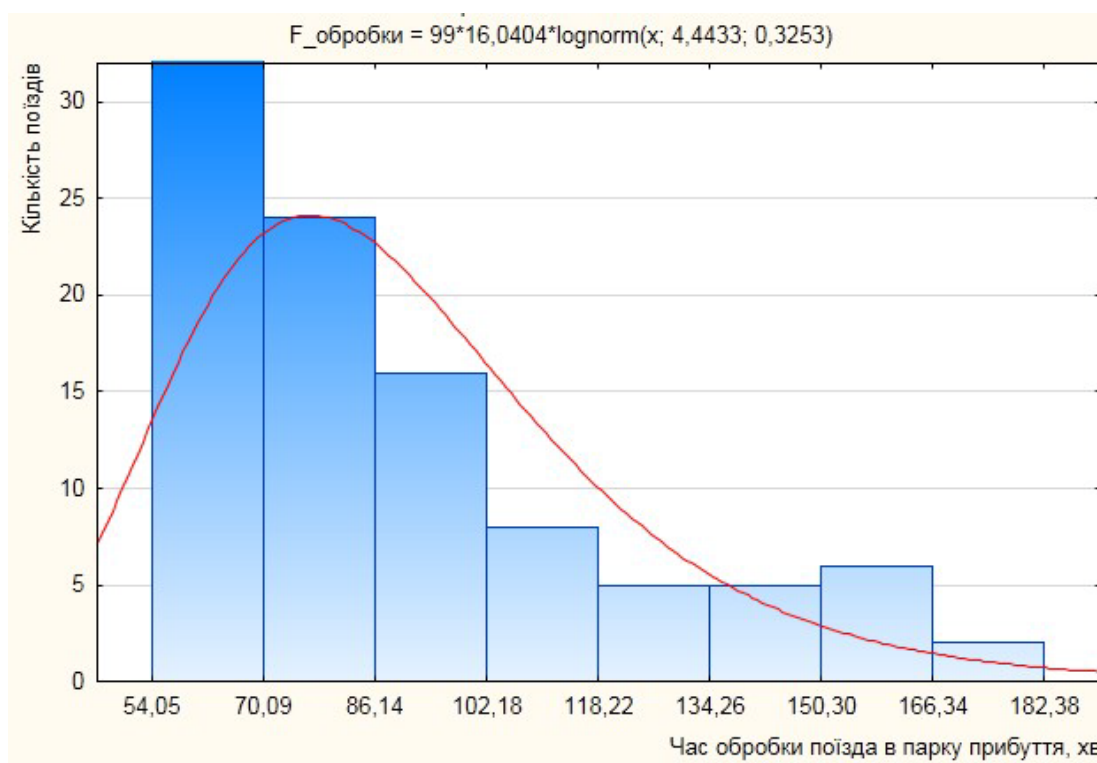


Рисунок 4.6 – Функція щільності розподілу обробки поїздів у приймально-відправному парку перед розвантаженням

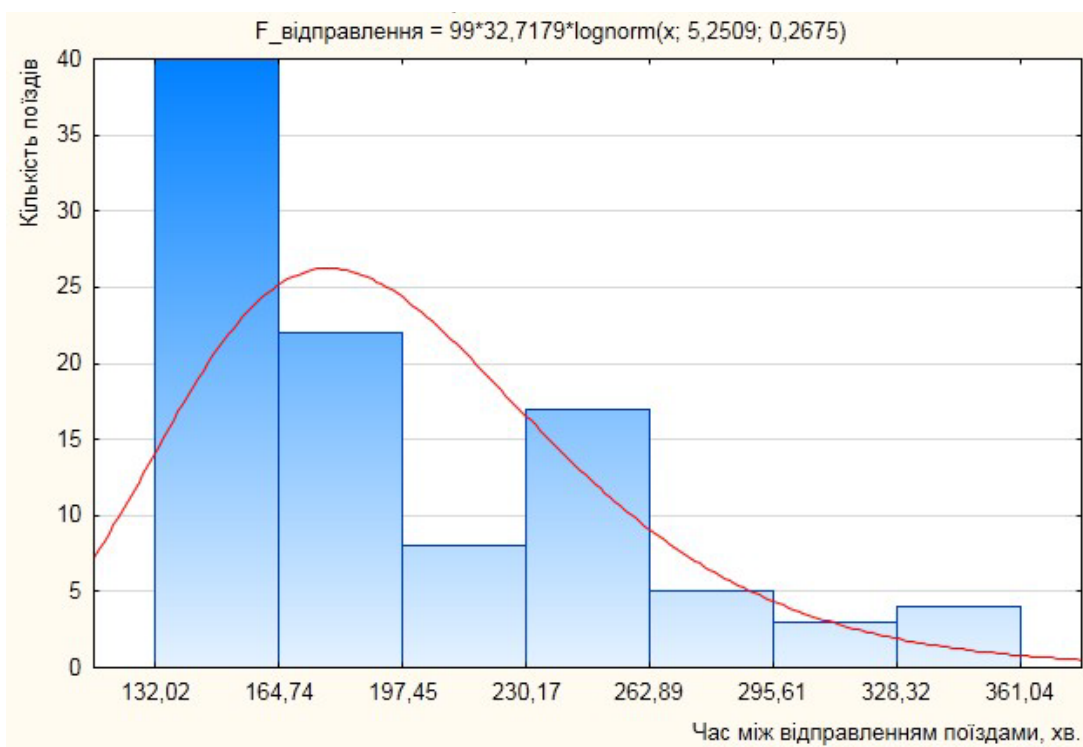


Рисунок 4.7 – Функція щільності розподілу прибуття поїздів у приймально-відправному парку перед відправленням

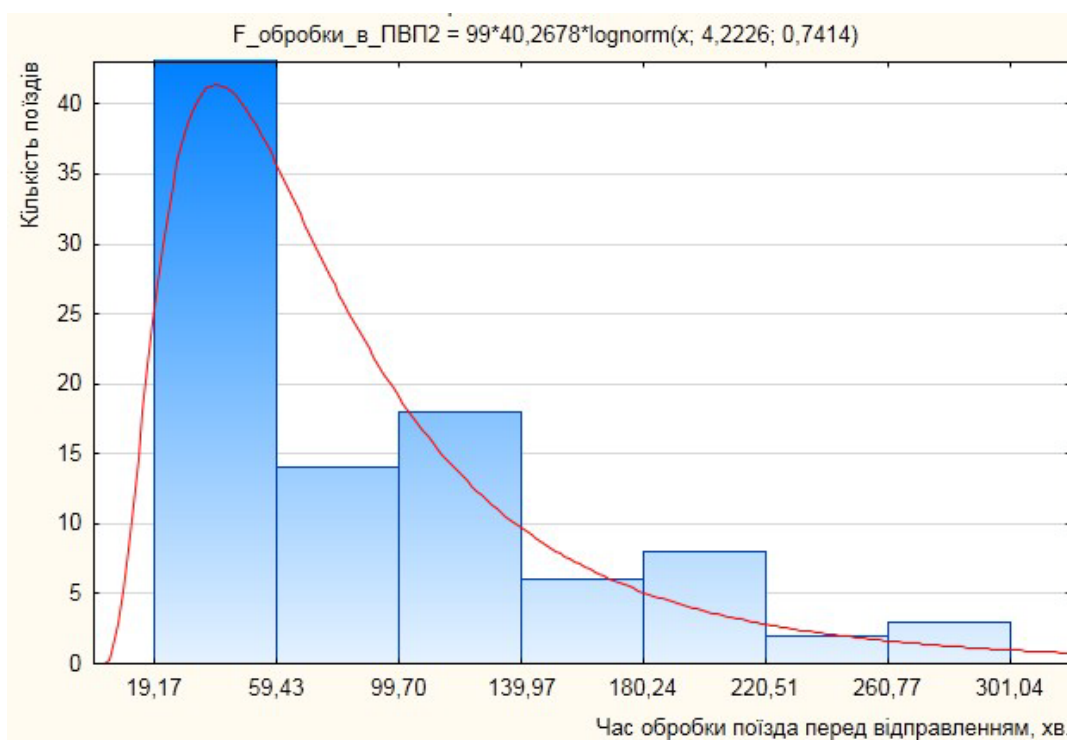


Рисунок 4.8 – Функція щільності розподілу обробки поїздів у приймально-відправному парку перед відправленням

При заданій потужності пристроїв, що обслуговують поїзди, і прийнятій технології роботи, вихідні потоки цілком визначені. Це дозволяє розглядати роботу приймально-відправного парку окремо від роботи інших систем та елементів станції. Таким чином, для моделювання часу обслуговування поїздів на коліях приймального парку використано

$$f(t) = I_{\min} - (I_{\min} - M[t]) * \ln(t) \quad (4.24)$$

де $f(t)$ – функція моделювання випадкової величини;

I_{\min} – мінімальне значення розподілу;

$M[t]$ – математичне сподівання випадкової величини; t – випадкова величина.

За допомогою формули (4.24) було виконано моделювання прибуття та обробки поїздів на коліях приймально-відправного парку, що дало змогу побудувати вхідний та вихідний потоки для станції. Під час моделювання, було визначено, що надійність роботи приймально-відправного парку при роботі на коліях парку прийому двох маневрових локомотивів склала 94%, а при роботі трьох локомотивів – 95%.

Утримання маневрового локомотива на станції протягом місяця

$$C_{\text{лок}} = C_{\text{лок}} * 8 * 24 * 30 \quad (4.25)$$

де $C_{\text{лок}}$ - питомі витрати на 1 годину роботи маневрового тепловоза.

Простій поїзда на станції визначається за формулою

$$C_{\text{п_на_ст}} = K_{\text{ваг}} * C_{\text{пв}} + C_{\text{магл}} + C_{\text{стінф}} * p_{\text{прпоїзда}} \quad (4.26)$$

де $K_{\text{ваг}}$ - загальна кількість вагонів поїзда;

$C_{\text{пв}}$ - питомі витрати на 1 годину простою вагона у складі вантажного поїзда;

$C_{\text{магл}}$ - питомі витрати на 1 годину простою магістрального електровозу з бригадою;

$C_{\text{стінф}}$ - питомі витрати на використання 1 кілометра станційної інфраструктури протягом години;

$p_{\text{пріезда}}$ - час очікування поїзда перед прийняттям на станцію.

Ціна оренди маневрового локомотиву складає

$$C_{\text{лок}} = 631,4 * 8 * 24 * 30 = 454\,665,6 \text{ грн.} \quad (4.27)$$

Вартість простою одного поїзда до прийняття на станцію при обслуговуванні поїздів двома маневровими локомотивами складає

$$C_{\text{п_на_ст}} = 50 * 12,18 + 569,76 + 43,84 * 0,74 = 1211,03 \text{ грн.} \quad (4.28)$$

При обслуговуванні поїздів на станції трьома локомотивами

$$C_{\text{п_на_ст}} = 50 * 12,18 + 569,76 + 43,84 * 0,72 = 1210,47 \text{ грн.} \quad (4.29)$$

Вартість витрат на простій вагонів протягом місяця обчислюється за формулою

$$Pr = C_{\text{п_на_ст}} * p_{\text{відмови}} * K_{\text{поїздів}} * 30 \text{ грн.} \quad (4.30)$$

Вартість витрат при обслуговуванні поїздів двома локомотивами складе

$$Pr = 1211,03 * 0,06 * 16 * 30 = 34\,877,70 \text{ грн.}, \quad (4.31)$$

а при обслуговуванні поїздів трьома локомотивами

$$Pr = 1210,47 * 0,05 * 16 * 30 = 29\,051,30 \text{ грн.} \quad (4.32)$$

Таким чином, для оцінки достатності колійного розвитку приймально-відправного парку станції, виконано його функціональне моделювання при роботі двох та трьох маневрових локомотивів. Встановлено, що при роботі двох локомотивів ймовірність відмови поїзду у прийомі через перевантаження парку складає 0,06, а при роботі трьох локомотивів – 0,05. Економічні розрахунки показали, що вартість оренди додаткового локомотиву, яка складає 350 тис. грн. значно перевищує витрати, пов'язані з відмовою у прийомі поїздів на станцію, які складають 6,59 тис. грн. на місяць. Таким чином, результати моделювання роботи станції Хімічна показують, що її технічне забезпечення дозволяє опанувати прогностичні вагонопотоки в умовах зміни їх структури.

4.5 Висновки за розділом 4

Виконані у розділі 4 дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Удосконалено метод формалізації опису технологічних процесів залізничних станцій на основі методів візуального програмування для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій. Адаптовано діаграми станів та діяльності UML для представлення технології роботи залізничних станцій. При формалізації опису залізничної станції діаграми станів описують зміну фаз обслуговування об'єктів у процесі виконання технологічного процесу обслуговування окремих об'єктів. Діаграма станів являє собою скінченний автомат, який моделює послідовності зміни станів об'єкта. Деталізація поведінки об'єктів, що обслуговуються на залізничних станціях, виконується за допомогою діаграм діяльності. Діаграми діяльності використовуються для формального опису технологічних операцій з об'єктами та виконавців, що їх забезпечують.

2. За допомогою розробленої методики виконано імітаційне моделювання роботи станції Хімічна для розрахункових обсягів роботи, що відповідають лютому та квітню з розрахунковими обсягами перевезень відповідно 16 та 17 поїздів на добу. За результатами моделювання встановлено, що завантаження маневрових локомотивів у лютому складає 0,88, а у квітні – 0,74. Завантаження колійного розвитку парку прибуття становить у лютому 0,69, а у квітні – 0,64. У результаті найбільш складним місяцем у роботі станції є лютий, що не збігається з місяцем максимальних обсягів перевезень. У зв'язку з цим для станцій зі складною структурою вагонопотоків необхідним є виконання етапу визначення розрахункових обсягів роботи відповідно до розробленої у дисертації методики. Імітаційне моделювання показало, що імовірність відмови поїзду в прийомі при впровадженні додаткового локомотива зменшується несуттєво – з 0,06 до 0,05 і впровадження додаткового локомотива у місяць з найбільшим обсягом маневрової роботи є економічно недоцільним.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують наукове завдання удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій. Виконані в роботі дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Аналіз наукових праць, присвячених проблемі техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій, показав, що сьогодні вони переважно присвячені питанню розробки ефективних функціональних моделей здебільшого з використанням ЕОМ. У той же час питанням ідентифікації вказаних моделей, їх параметризації, визначенню умов проведення імітаційних експериментів приділяється недостатня увага. Помилки в ідентифікації моделей станцій та неправильно обрані умови моделювання можуть суттєво спотворювати їх техніко-експлуатаційну оцінку. У зв'язку з цим вказані питання вимагають додаткового дослідження.

2. Основною метою виконання передпроектного обстеження залізничних станцій та вузлів є параметризація об'єкта проектування або розробка технології. У дисертації розроблено комплексний метод обстеження залізничних станцій, який ґрунтується на типовому порядку виконання робіт при його проведенні. Основними етапами виконання обстеження є: вивчення предметної області; попередній вибір технології проектування; вибір методу проведення обстеження; вибір методів збору матеріалів обстеження; формування плану та проведення обстеження; перевірка та формалізація зібраних матеріалів; підготовка моделей для подальших досліджень і розробок. У дисертації розроблено структуру програми та методики обстеження залізничних станцій, наведено опис методів збору матеріалів. Враховуючи те що на залізничному транспорті існує налагоджена система фіксації та збору статистичної інформації, то основним джерелом даних є вторинна інформація. На основі методів

математичної статистики розроблено метод перевірки достовірності вторинної інформації. Для прикладу виконана оцінка достовірності інформації в автоматизованій системі управління станцією Хімічна, яка показала, що з довірчою імовірністю 95 % різниця часу між моментом настання події, зафіксованим в АСУ, та фактичним моментом настання події перебуває в інтервалі 1,11..2,27 хв.

3. Характерними умовами роботи великих залізничних станцій є зміна протягом року не лише обсягів, а й структури вагоно- та вантажопотоків, які на них переробляються. Запропоновано удосконалений метод оцінки розрахункових обсягів роботи залізничних станцій, що ґрунтується на використанні методів математичної статистики, аналітичного моделювання та аналізу часових рядів. Для аналізу запропоновано розрахункові обсяги роботи визначати з урахуванням місячної та добової нерівномірності по укрупнених вагонопотоках. Вибір розрахункового періоду ґрунтується на виборі критеріїв порівняння та їх попередній оцінці за допомогою аналітичних моделей. Для прикладу виконано визначення розрахункового періоду для станції Хімічна ТОВ «Трансінвестсервіс». При цьому максимальні обсяги прибуття вантажів зафіксовано у квітні – вони на 20 % перевищують середні річні, а максимальне завантаження локомотивів спостерігається у лютому – перевищує середнє річне на 38 %.

4. Удосконалено метод формалізації опису технологічних процесів залізничних станцій на основі методів візуального програмування для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій. Адаптовано діаграми станів та діяльності UML для представлення технології роботи залізничних станцій. При формалізації опису залізничної станції діаграми станів описують зміну фаз обслуговування об'єктів в процесі виконання технологічного процесу обслуговування окремих об'єктів. Діаграма станів являє собою скінченний автомат, який моделює послідовності зміни станів об'єкта. Деталізація поведінки об'єктів, що обслуговуються на залізничних

станціях, виконується за допомогою діаграм діяльності. Діаграми діяльності використовуються для формального опису технологічних операцій з об'єктами та виконавців, що їх забезпечують.

5. За допомогою розробленої методики виконано імітаційне моделювання роботи станції Хімічна для розрахункових обсягів роботи, що відповідають лютому та квітню з розрахунковими обсягами перевезень відповідно 16 та 17 поїздів на добу. За результатами моделювання встановлено, що завантаження маневрових локомотивів у лютому складає 0,88, а у квітні – 0,74. Завантаження колійного розвитку парку прибуття становить у лютому 0,69, а у квітні – 0,64. У результаті найбільш складним місяцем у роботі станції є лютий, що не збігається з місяцем максимальних обсягів перевезень. У зв'язку з цим для станцій зі складною структурою вагонопотоків необхідним є виконання етапу визначення розрахункових обсягів роботи відповідно до розробленої у дисертації методики. Імітаційне моделювання показало, що імовірність відмови поїзду в прийомі при впровадженні додаткового локомотива зменшується несуттєво з 0,06 до 0,05 і впровадження додаткового локомотива у місяць з найбільшим обсягом маневрової роботи є економічно недоцільним

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Альошинський, Є.С. Моделювання системи переробки експортно-імпортного вантажопотоку на припортових залізничних станціях Петрі [Текст] / Є.С. Альошинський // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 3/3(33). – С. 20-23
2. Андреенков, В.Г. Методы сбора информации в социологических исследованиях: книга 2. Организационно-методические проблемы опроса. Анализ документов. Наблюдение и эксперимент [Текст] / Андреенков В.Г. – М: Наука, 1990. – 225 с.
3. Андреенков, В.Г. Методы сбора информации в социологических исследованиях: книга 1. Социологический опрос [Текст] / Андреенков В.Г. – М: Наука, 1990. – 232 с.
4. Боггс, У. UML и Rational Rose 2002 [Текст] / Уэнди Боггс, Майкл Боггс. – Волгоград: Лори, 2004, – 510 с.
5. Березовий, М. І. Оцінка пропускної спроможності промислової сортувальної станції з використанням її ергатичної моделі [Текст]/ М. І. Березовий, В. В. Малашкін, Р. Г. Коробйова // Збірник наукових праць ДНУЗТ «Транспортні системи та технології перевезень». – 2012. – Вип. 4. – С. 9-12.
6. Бобровский, В.И. Модели, методы и алгоритмы автоматизированного проектирования железнодорожных станций [Текст] / В.И. Бобровский, Д.Н.Козаченко, Р.В. Вернигора, В.В. Малашкин. – Днепропетровск:Изд-во Маковецкий Ю.В., 2010. – 156 с.
7. Боровикова, М.С. Организация движения на железнодорожном транспорте : учеб. для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта [Текст] / М.С. Боровикова. – М. : Маршрут, 2003. – 368 с.
8. Босов А.А. Побудова математичної моделі методом пасивного експерименту [Текст] / А.А. Босов, О.В. Горбова // Вісник

Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – 2011. – Вип. 36 – С. 167-170.

9. Бройтман, Э.З. Железнодорожные станции и узлы [Текст] / Э. З. Бройтман. – М.: 2004. — 371 с.

10. Бутько, Т.В. Формалізація процесу управління парком вантажних вагонів операторських компаній // Т.В. Бутько, О.Е. Шандер. – Восточно-европейский журнал передовых технологий №68. – 2014. – с. 55-58.

11. Буриная, З. Имитационное моделирование процесса распределения сортировочной работы и вагонопотоков между станциями [Текст] / З. Буриная, А. Кутах, В. Мироненко, Т. Фурсова // Збірник наукових праць КУЕТТ. – 2002. – № 1. – С. 141-148.

12. Ведомственные строительные нормы инженерно-геодезические изыскания железных и автомобильных дорог. ВСН 208-89 [Текст] : Утв. : Минтрансстроем СССР 26.02.1990 г. № МО-116 – Москва: Минтрансстрой СССР, 1990. – 224 с

13. Вергун, О.Ф. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України: Навчально-методичний посібник [Текст] / Вергун О.Ф. та ін.. – К.: Транспорт України, 2002. – 376 с.

14. Верецкая, А.И. Методы сбора информации в социологическом исследовании: Методические указания по изучению темы / Верецкая А.И. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2000. – 16 с.

15. Вернигора, Р.В. Анализ неравномерности грузовых перевозок на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте [Текст] / Р.В. Вернигора, Н.И. Березовый // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012 – № 2/3(56). – с. 62-67

16. Вернигора, Р.В. Підготовка ДСП станцій ділянки з використанням тренажерного комплексу / Р.В. Вернигора, В.В. Малашкін // Транспортні системи та технології перевезень. – 2010. – Вип. 1. – с. 34-37.

17. ВНТП 81. Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций. –Утв. Протоколом научно-технического Совета

Минэнерго СССР от 17.08.1981 г. №99. – Москва: Изд-во стандартов, 1981. – 46 с.

18. Воройский, Ф.С. Проектирование информационной технологии и автоматизированных рабочих мест в составе служб предприятий: Нормат. и метод. материалы. Сер. Орг. информ. деятельности / Воройский Ф.С., Моздор С.В. // М.: Изд-во ВИМИ, 1992. 75 с.

19. Воройский, Ф.С. Основы проектирования автоматизированных библиотечно-информационных систем /Воройский, Ф.С./ М.: Изд-во ГПНТБ России, 2002. 389 с.

20. Воронов, Ю.П. Методы сбора информации в социологическом исследовании / Воронов Ю.П. – М: Изд-во Статистика, 1974 . – 158 с.

21. Gorbova O. V. Modeling Work of Sorting Station Using UML [Текст] / Gorbova, O. V. // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – 2015. – Вип. 1 (55). – С. 129-138.

22. Горбова О. В. Застосування UML для візуального представлення технологічних процесів залізничних станцій [Текст] / О. В. Горбова // Тези доп. IX Міжнародної науково-практ. конф. «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті». – Дніпропетровськ, 2015. – С. 44–46.

23. Горбова А. В. Автоматизированные системы управления для хранения информации о фактическом состоянии технических систем и объектов строительства, находящихся в эксплуатации [Текст] / А. В. Горбова // Тези доп. 66-ї Міжнародної науково-техн. Конф. «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту». – Дніпропетровськ, 2006. – С. 349–350

24. Горбова О. В. Формалізація технологічних процесів залізничних станцій за допомогою методів візуального програмування [Текст] / О. В. Горбова // Тези доп. 78-ї Міжнародної науково-техн. конф. «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті». – Харків, 2016. – С. 124

25. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. – Введ. 1992-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002

26. ГОСТ 9238-73 Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм – Введ. 1973-01-06. М.: 1973.

27. ГОСТ 9238-83 Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм – Введ. 1984-01-06. М.: 1983.

28. Генкин, Б. М. Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях: учеб. для вузов [Текст] / Б. М. Генкин. – Москва: Норма, 2005. – 448 с.

29. Грунтов, П. С. Эксплуатационная надежность станций [Текст] / П. С. Грунтов – М.: Транспорт, 1986. – 247 с.

30. Диаграмма состояний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://itteach.ru/rational-rose/diagrammi-sostoyaniy>. – Проверено 08.10.2014

31. Добреньков, В.И., Методы социологического исследования: У: учеб. для вузов [Текст] / Добреньков В.И., Кравченко А.И. // . - М.: ИНФРА-М, 2004. – 768 с.

32. Журавель І. Л. Проблеми регулювання ємності колійного розвитку залізничних станцій [Текст] / І. Л. Журавель // Зб. наук. пр. ДНУЗТ «Транспортні системи та технології перевезень». – Дніпропетровськ, 2014. – Вип. 8. – С. 51–57.

33. Журавель В. В. Підвищення ефективності функціонування промислової станції шляхом вдосконалення її конструкції [Текст] / В. В. Журавель, І. Л. Журавель // Вост.-Европ. журн. передових технологій. – 2015. – № 2/3 (74). – С. 61–67.

34. Захаров, А.Г. Совершенствование планирования и анализа грузовых перевозок на железнодорожном транспорте // А.Г. Захаров. – Москва: Транспорт, 1990. – 239 с.

35. Земблинов С. В. Восстановление станций и узлов [Текст] / С. В. Земблинов, А. С. Герасимов, Н. И. Тышкевич; // - М: Трансжелдориздат, 1944. - 232 с.

36. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦП-0269 [Текст] : Затв. : Наказ Укрзалізниці 01.03

37. История диаграммы Ганта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gibtech.ru/blog/discus?entry_id=177 . – Перевірено 08.10.2014

38. Енциклопедія залізниць «План формування ватажних вагонів» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jd-enciklopedia.ru/15-upravlenie-perevozochnym-processom/15-11-plan-formirovaniya-gruzovyh-poezdov/>. – Перевірено 02.11.2014

39. Калашникова, С.М. Социологическое исследование_ методология, методика и техника проведения: Учебно-методическое пособие [Текст] / Калашникова, С.М. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2005. – 47 с.

40. Каликина, Т.Н. Организация пассажирских перевозок : конспект лекцій / Каликина, Т.Н. // Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008. – 143 с.

41. Каликина, Т.Н. Технический комплекс железнодорожного транспорта и технологическое управление : учеб. пособие / Т.Н. Каликина, Т.А. Одуденко // – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008.

42. Карпов, Ю. Г. Теория автоматов / Ю. Г. Карпов // Санкт-Петербург. : Питер, 2003 –208 с.

43. Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. / Карпов, Ю. Г. / – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.

44. Кириченко Г.І. Проблематика застосування інформаційних технологій в управлінні процесами доставки вантажу [Текст] / Г.І. Кириченко/ – Збірник наукових праць НТУ «Проблеми транспорту» Випуск 9 – К.: НТУ. – 2012. – с.17-27

45. Кириченко Г.І. Організація роботи сортувальної станції в умовах автоматизації [Текст] / Г. І. Кириченко, О. Г. Стрелко, Ю. А. Бердниченко,

О. О. Макарова // – Збірник наукових праць ДЕТУТ. Сер.: Транспортні системи і технології, Випуск 23 – К.: ДЕТУТ. – 2012. – с. 150-154

46. Ковалев, В.И. Организация вагонопотоков на сети железных дорог России в условиях реформирования отрасли / В.И. Ковалев // – СПб. : Информ. центр «Выбор», 2002.

47. Ковалев, В.И. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Ковалев, В.И., Гапанович В.А., Грачев А.А и др. – М.: Маршрут, 2006. – 544 с.

48. Ковалева, О. Н. Пропедевтика внутренней медицины [Текст] : учебник / О. Н. Ковалева, Н. А. Сафаргалина-Корнилова // – Киев: ВСИ «Медицина», 2 2013.– 752 с.

49. Козаченко, Д.Н. «Дослідження параметрів вагонопотоків, що розформовуються на сортувальних гірках» [Текст] // Д. М., Козаченко, М. І. Березовий, Т. В. Болвановська. – Збірник наукових праць ДНУЗТ «Транспортні системи і технології перевезень» – Випуск 4 – Д.: ДНУЗТ. – 2012. – с.44-48

50. Козаченко Д. Н. Исследование эффективности организации перевозок металлургических грузов по расписанию / Д. Н. Козаченко, А. И. Верлан, Ю. Н. Германюк // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2013. – №1 (26). – С. 52-55.

51. Козаченко, Д.Н. Математическая модель для оценки технико-технологических показателей работы железнодорожных станций / Д.Н. Козаченко [Текст] / Д.Н. Козаченко // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2013. – вип. 45. – С. 22-28.

52. Козаченко Д. М. Методи збору даних про функціонування залізничних станцій [Текст] / Д. М. Козаченко, Р.В. Вернигора, О.В. Горбова // Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна – 2014. – Вип. 8. – С. 58-64.

53. Козаченко, Д. М. Програмний комплекс для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій на основі добового плану графіку / Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора, Р. Г. Коробйова // Залізничний транспорт України. – 2008. – № 4 (70). – С. 18–20.

54. Козаченко Д. М. Організація передпроектного обстеження залізничних станцій та вузлів [Текст] / Д. М. Козаченко, Р.В. Вернигора, О.В. Горбова // Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна – 2014. – Вип. 7. – С. 27-32.

55. Козаченко Д. Н. Определение расчетных объемов работ для магистральных и промышленных железнодорожных станций [Текст] / Д. Н. Козаченко, А.І.Верлан, А.В.Горбова // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – 2015. – Вип. 3 (57). – С. 45-57.

56. Козаченко Д. Н. Определение расчетных объемов работы для станций с изменяющейся структурой вагонопотоков [Текст] / Д. Н. Козаченко, А.В. Горбова // Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна – 2015. – Вип.10. – С. 44-49.

57. Козаченко Д. Н. Методика определения расчетных объемов работы для железнодорожных станций [Текст] / Д. Н. Козаченко, А. В. Горбова // Тези доп. IV Міжнародної науково-практ. конф. «Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств». – Дніпропетровськ, 2015. – С. 50–52.

58. Козаченко Д. Н. Методика определения расчетных объемов работы для станций со сложной структурой вагонопотоков [Текст] / Д. Н. Козаченко, А. В. Горбова, А. В. Мисюра // Тези доп. VII Міжнародної науково-практ. конф. «Проблеми економіки транспорту». – Дніпропетровськ, 2016. – С. 149

59. Котов, В. Е. Сети Петри / В. Е. Котов. – Москва : Наука, 1984. –160 с.

60. Кудрявцев, В.А. Управление движением на железнодорожном транспорте: Учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. / В.А. Кудрявцев – М.: Маршрут, 2003. – 200 с.

61. Лаврухин, А.В. Формирование интеллектуальной модели функционирования железнодорожной станции при выполнении поездной работы / А.В. Лаврухин // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – 2015. – № 1(55). - С. 43-53.

62. Лаврухин, А.В. Формування підходів щодо реалізації системи підтримки прийняття рішень оперативного управління поїздопотоками з розподіленним штучним інтелектом / А.В. Лаврухин // Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – 2014. – № 8. - С. 88-99.

63. Лаврухін, О. В. Удосконалення системи оперативного планування при вирішенні задачі поїздоутворення в умовах нечіткої вихідної інформації [Текст] / О. В. Лаврухін, Ю. В. Доценко // Вісник донецької акад. автомоб. трансп. – 2011. – Вип. 1. – С. 42-50.

64. Лаврухін, О. В. Розробка підходів щодо пріоритетного формування поїздів на основі застосуванні інтелектуальних методів [Текст] / О. В. Лаврухін // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 25. – С. 32-38.

65. Лаврухін, О. В. Визначення цільової функції пріоритетного відправлення вантажних поїздів зі станції [Текст] / О. В. Лаврухін // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Вип. 2/10 (50). – С. 20-22.

66. Лаврухін, О. В. Формування основ щодо розробки автоматизованої інтелектуальної системи управління рухом вантажних поїздів на станції [Текст] / О. В. Лаврухін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: наук.-техн. журнал. – Харків, 2011. – Вип. 3. – С. 3-8.

67. Леоненков, А. В. Самоучитель UML / А. В. Леоненков. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002 – С.183–196.

68. Лустина, Е. Небольшой рассказ о Генри Ганте [Электронный ресурс] / Лустина Е. – Режим доступа: <http://www.mental-skills.ru/synopses/524.html>. – Проверено 08.10.2014

69. Максимей, И. В. Имитационное моделирование вероятностных характеристик функционирования железнодорожной сети [Текст] / И. В. Максимей, Е. И. Сукач, П. В. Гируц, Е. А. Ерофеева // Математичні машини і системи. – 2008. – № 4. – С. 147-153.

70. Методичні вказівки щодо заповнення форм документації з технічного нормування праці на залізничному транспорті. - Київ: Алькор, 2004 – 92 с.

71. Мірошніченко В.М. Інформаційна технологія імітаційного моделювання систем залізничного транспорту в середовищі Anylogic [Текст] / Мірошніченко В.М., Недзельський Є.В. // Збіник матеріалів їх міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті» ДЕТуТ. - Київ 2014

72. Нагорний Є.В. Визначення інтегрального показника якості перевезень вантажів на основі нечіткого моделювання/Є.В.Нагорний, О.В. Дорохов, С.В.Варфоломєєва, Л.О.Копенко//Удоск. Вантаж. І комерц. Основи експлуатаційної роботи залізничних доріг : учеб. пособие для студентов среднего проф. образования / В.А. Кудрявцев, В.И. Ковалев, А.П. Кузнецов [и др.] ; под ред. В.А. Кудрявцева. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 352 с.

73. Тулупов, Л.П., Автоматизированные системы управления перевозочными процессами на железнодорожном транспорте / Л.П. Тулупов, Е.М. Жуковский, А.М. Гусятинер – М : Транспорт, 1991. – 208 с

74. Учебное пособие по железнодорожной библиотеке: официальный web-сайт компании AnyLogic [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/anylogic/help/index.jsp> – Проверено : 05.05.2016.

75. Обзор программного забезпечення [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://www.mvstudium.com/> – Перевірено : 05.05.2015.

76. Обзор программного забезпечення [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://www.automod.se/eng/home.html> – Перевірено: 05.05.2015.

77. Обзор программного забезпечення [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://www.aimsun.com/> – Перевірено : 05.05.2015.

78. Образцов В. Н. Станции и узлы. Ч. II. [Текст] / В. Н. Образцов – Москва : Трансжелдориздат, 1938. – 492 с.

79. Образцов В. Н. Станции и их принадлежности / В. Н. Образцов. – Москва: Московский ин-т инженеров транспорта, 1922. – 76 с.

80. Офіційний сайт ТОВ «Трансінвестсервіс» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.tis.ua/main_ru.html. – Перевірено 28.06.2015

81. Персианов, В. А. Моделирование транспортных систем [Текст] / В. А. Персианов, К. Ю. Скалов, Н. С. Усков – М.: Транспорт, 1972. – 208 с.

82. Правдин, Н.В. Взаимодействие различных видов транспорта: (примеры и расчеты) [Текст] / Н.В. Правдин, В.Я Негрей, В.Л.Подкопаев – М.: Транспорт, 1989. – 208 с.

83. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации [Текст] : ЦРБ-756 : утв. М-вом путей сообщения Российской Федерации 26.05.2000. – М. : Транспорт, 2000 г.

84. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України. Ч.І. – Київ, 2004. – 432 с.

85. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи сортувальної станції. ЦД-0081 [Текст]: затв.: наказ Укрзалізниці 22.12.09. № 715-Ц. – Київ: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2010. – 230 с.

86. Проектирование железнодорожных станций и узлов: Справочное и методическое руководство / под ред. А. М. Козлова и К. Г. Гусевой. – Москва: Транспорт, 1981. – 592 с.

87. Прохоров, С.А. и др. Методы и средства проектирования профилей интегрированных систем обеспечения комплексной безопасности

предприятий наукоемкого машиностроения [Текст] // С.А. Прохоров, А.А. Федосеев, В.Ф. Денисов, А.В. Иващенко – Самара: Самарский научный центр РАН, 2009 – 199 с.

88. Положение о порядке проведения археологических полевых работ (археологических раскопок и разведок) и составления научной отчётной документации. Утв. Постановлением Отделения историко-филологических наук Российской академии наук от 30.01.2013 г. № 17 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rescuearcheo.ru/acts/polozhenie-opi.pdf>.

89. Пособие к СНиП 2.05.07-85. Пособие по проектированию промышленных железнодорожных станций. – Утв. приказом Союзпромтрансниипроекта №200 от 14.10.86. – Москва: Стройиздат, 1986. – 254 с.

90. Разумов И. М. Сетевые графики в планировании [Текст] / И. М. Разумов, Л. Д. Белова, М. И. Ипатов, А. В. Проскуряков – Москва : Высшая школа. – 1967 г. –170 с.

91. Рамбо, Дж. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка / Дж. Рамбо, М. Блаха, - Спб.: Питер, 2007. – С.- 544

92. Рахмангулов, А.Н. Особенности построения имитационной модели технологии работы железнодорожной станции в системе AnyLogic/ А.Н. Рахмангулов, П.Н. Мишкурин // Сборник научных трудов Sworld. материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании’ 2012». – 2012. – Т. 2. № 4. – С. 7-13.

93. Руководство по техническому нормированию маневровой работы, М. : Изд-во «Транспорт». – 1978. – 55 с.

94. Типовой технологический процесс работы грузовой станции, М. : Изд-во «Транспорт». – 1965. – 151 с.

95. Типовой технологический процесс работы грузовой станции, М. : Изд-во «Транспорт». – 1976. – 206 с.

96. Типовой технологический процесс работы сортировочной станции, М. : Изд-во «Транспорт». – 1976. – 99 с.

97. Ульяницкий, Е. М. Моделирование процессов управления вагонопотоками на железнодорожном транспорте [Текст] / Е. М. Ульяницкий, В. Н. Скляр // Вестник ВНИИЖТа. – 55 2003. – № 6. – С. 39-42.

98. Сидорова, Е.Н. Автоматизированные системы управления эксплуатационной работе: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / Е.Н. Сидорова – М.: Маршрут, 2005. – 560 с.

99. Скалов К. Ю. Железнодорожные станции и узлы / К. Ю. Скалов. – Москва : Трансжелдориздат, 1955. – 408 с.

100. Скалов К. Ю. Развитие железнодорожных станций и узлов / К. Ю. Скалов. – Москва : Трансфелдориздат, 1960. – 296 с.

101. Скалзуб, В.В. О применении расширенного логистического отображения для анализа и прогнозирования параметров процессов железнодорожного транспорта [Текст] / В.В. Скалзуб, И.В. Клименко // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2012. – № 3-4 (4-5). – С. 57-62.

102. Смехова, Н. Г. Себестоимость железнодорожных перевозок: Учебник для вузов ж.-д. транспорта [Текст]: / Н.Г. Смехова, А.И. Купоров, Ю.Н. Кожевников и др.; Под ред. Н.Г. Смеховой и А.И. Купорова.- М.: Маршрут, 2003. – 494с.

103. Смородинцева, Е. Е. Организация работы сортировочной станции / Е. Е Смородинцева., Е. М. Тимухина. – Екатеринбург : УрГУПС. – 2010. – 70 с.

104. Споруди транспорту. Залізниці колії 1520 мм. Норми проектування. ДБН В.2.3-19-2008 [Текст] : Затв. : Наказ Мінрегіонбуду України 26.01.2008 р. № 42. – Київ. 2008. – 142 с.

105. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування. ГБН В.2.3-37472062-_:201_ [Текст] : Схвалено : рішенням Мінрегіонбуду України 11.09.2012 р. № 140. – Київ, 2012

106. Сотников И.Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог / И. Б. Сотников. – Москва : Из-во «ТРАНСПОРТ», 1976. – 272 с.

107. Сукач, Е. И. Автоматизация процесса исследования вариантов организации перемещения транспортных потоков в железнодорожной сети [Текст] / Е. И. Сукач // Математичні машини і системи. – 2009. – № 4. – С. 161-168.

108. Технологічний процес роботи одеської залізниці. Державна адміністрація залізничного транспорту України. – Одеса: Державна адміністрація залізничного транспорту України. – 2009. – 168 с.

109. Технологічний процес роботи ТОВ «Трансінвестсервіс». Звіт з науково-дослідної роботи – Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені В. Лазаряна . – 2009. – 88 с.

110. Угрюмов, А.К. Неравномерность движения поездов [Текст] / А.К. Угрюмов. – Москва: Транспорт, 1968. – 112 с.

111. ЦД-0081. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи сортувальної станції. – Затв. наказом Укрзалізниці № 715-Ц від 22.12.09. – Київ : ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2010. – 230 с.

112. ЦД-0082-Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи сортувальної станції / Практичні рекомендації. – Киев : ДЕГУТ. – 2009. – 84 с.

113. Шеремет, А.Д. Аудит. [Текст] / А. Д. Шеремет, В. П. Суец. 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2006. – 448 с.

114. Ядов, В. А. Социологические исследование: методология, программа, методы. [Текст] / В. А. Ядов – Самара: Издательство «Самарский университет», 1995. – 328 с.

115. Ядов, В. А. Стратегия социологического исследования. [Текст] / В. А. Ядов – М.: Академкнига, Добросвет, 2003. – 596 с.

116. Ярошевич В. П. Выбор системы мер увеличения пропускной и провозной способности железнодорожных линий: учебн. пособие / В. П. Ярошевич, М. И. Шкурин. – Гомель : БелИИЖТ, 1989 – 66 с.

117. A graph grammar-based formal validation of object-process diagrams(2012) Software and Systems Modeling [Электронный ресурс]. – № 11 (2). – P. 287–302. Режим доступа: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84860480881>

&partnerID=40&md5=e5455760c5351950d7411631552e6daf. – Назва з екрана. – Перевірено: 08.10.2014.

118. Fathi Essalmi Graphical UML View from Extended Backus-Naur Form grammars / Fathi Essalmi, Leila Jemni Ben Ayed // Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2006, 5-7 July 2006, Kerkrade, The Netherlands – 2006

119. Luciana Foss¹, From UML to SIMULINK: a Graph Grammar Specification / Luciana Foss, Simone André da Costa, Nicolas Bisi, Lisane Brisolara, Flávio Wagner // Brazilian Symposium on Formal Methods (SBMF), At São Paulo, Brazil -2011.

120. Ma, L. Design of wagon-flow simulation system of railway marshalling yard based on J2EE (2013) Xitong Fangzhen Xuebao [Электронный ресурс] / L. Ma, J. Guo, G.-W. Chen / J. of System Simulation. – № 25 (5). – P. 1083–1089. – Режим доступа: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0.084878478072&partnerID=40&md5=684049107fe03bc4af534334f33c03e4>. – Назва з екрана. – Перевірено : 08.10.2014.

121. Szűcs, G. Railway Simulation with the CASSANDRA Simulation System [Текст] / G. Szucs // Journal of Computing and Information Technology. – 2001. – Vol 9, Issue 2. – P. 133–142.

122. Wilcoxon Frank, Individual Comparisons by Ranking Methods [Электронный ресурс]. – P. 80–83. Режим доступа: http://www.jstor.org/stable/3001968?seq=1#page_scan_tab_contents – Перевірено: 29.02.2016.

123. Wilcoxon signed-rank test. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Wilcoxon_signed-rank_test – Перевірено: 29.02.2016.

124. Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test. Режим доступу: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test> – Перевірено: 29.02.2016.

125. Yang, N.-H. Modeling UML state diagrams based on extended ITCPN (2011) Huadong Ligong Daxue Xuebao [Електронний ресурс] / N.-H. Yang, H.-Q. Yu, M. Lu / J. of East China University of Science and Technology. – № 37 (6). – P. 765–769. – Режим доступу: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84856354155&partnerID=40&md5=87d8d9f4b6cab4498f04799eba638baf>. – Назва з екрана. – Перевірено : 08.10.2014.

ДОДАТКИ

Додаток А
АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО
ДОСЛІДЖЕННЯ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор Дніпропетровського
національного університету залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна

Б. Є. Боднар

15. 04 2016 р.

АКТ

Про використання результатів дисертації Горбової Олександрі Вікторівни
«УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ
ОЦІНКИ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ»

м. Дніпропетровськ

14. 04 2016 р.

Цей акт складений про те, що у навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при підготовці спеціалістів та магістрів за спеціальністю 7(8).07010102 «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті» використовуються наукові та практичні результати, що отримані в дисертації Горбової О.В., а саме:

1. Теоретичні результати дисертації використовуються при викладанні дисциплін «Станції та вузли», «Управління експлуатаційною роботою».
2. Результати дисертації використовуються при виконанні дипломних проєктів та дипломних магістерських робіт спеціальності 7(8).07010102 «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті».

декан факультету УПП
к.т.н., доцент

Р. В. Вернигора

завідувач кафедри
«Станції та вузли»,
к.т.н., доцент

М. І Березовий

завідувач кафедри
«Управління експлуатаційною роботою»
к.т.н., доцент

А.М.Окороков

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

С. В. Мямлін

03 2016 р.

АКТ

про використання результатів дисертації Горбової Олександри Вікторівни
«УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ОЦІНКИ
РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ»

м. Дніпропетровськ

17. 03 . 2016 р.

Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна виконано наступні науково-дослідні роботи, в яких використано результати дисертації Горбової О. В. «Удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій»:

- «Розробка проекту типової Методики перед проектного обстеження об'єктів автоматизації залізничного транспорту» (№ держреєстрації 0114U002543);
- «Розробка вимог до інфраструктури залізничного транспорту та удосконалення методів її експлуатації в умовах розділення парку вантажних вагонів» (№ держреєстрації 0114U002544);
- «Формування підходів щодо покращення використання вантажних вагонів та оперативного управління просуванням вагонопотоків в міжнародних перевезеннях» ((№ держреєстрації 0115U02423).

Начальник НДЧ
д. т. н., професор

Д. М. Козаченко



Наш №/Our ref: 0509/04
 Дата/Date: «05» 09 2016

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи Горбової О. В., завідувача відділом АСУ-НДР науково-дослідної частини Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)

В 2014 р. на замовлення ТОВ з П «Трансінвестсервіс» Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна було виконано науково-дослідну роботу «Удосконалення логістики перевезень зернових вантажів, що прямують до транспортного вузла ТІС» (державний реєстраційний номер 0114U003972).

В розробках брала участь завідувач відділом АСУ-НДР науково-дослідної частини ДНУЗТ Горбова О. В., яка виконала аналіз статистичних даних обсягів переробки зернових вантажів, тривалості технологічних операцій з різними вантажами, що надходять до транспортного вузла ТІС.

Результати дисертаційної роботи Горбової О. В. використані при удосконаленні експлуатації технічного оснащення приймально-відправного парку станції та локомотивного парку вузла. Впровадженні удосконалення дозволять оперативно змінювати розподіл роботи у парках з розформування-формування составів та забезпечить досягнення максимального значення переробної спроможності станції.

Заступник Генерального директора
 ТОВ з П «Трансінвестсервіс»

05 09 2016 р.



А. І. Верлан

ТРАНСИНВЕСТСЕРВИС
 общество с ограниченной
 ответственностью с
 иностранными инвестициями
 ЕГРПОУ 22447500

Чапаева 50, с. Визирка
 Одесская обл. 67543 Украина
 ☎ +38 0482 300 711
 ☎ +38 0482 300 735
 ✉ info@tis.ua

Додаток Б
ФОРМИ ЗБОРУ ДАНИХ

Б.1 – Форма бланку анкетування

АНКЕТА

<i>Службове поле</i>		
Найменування _____	підрозділу:	
Дата анкетування: _____ 201__ р.		
Анкетер _____	_____	_____
<small>(посада)</small>	<small>(підпис)</small>	<small>(П.І.Б.)</small>
<i>Вступ</i>		
Організація, що проводить обстеження: _____		

Мета обстеження: _____		

Порядок заповнення анкети: _____		

<i>Тіло анкети</i>		
<i>Паспортичка</i>		
Прі звище	м'я	По батькові
П осада	_____	Стаж роботи _____

Б.2 – Приклади закритих питань в анкетах

№ п/п	Тип запитання	Опис запитання	Приклад
1	Просте альтернативне запитання	Вибір одного з двох варіантів відповіді	Ви маєте вищу освіту? – так; – ні;
2	Питання з декількома варіантами відповіді	Вибір одного з трьох та більше варіантів відповіді	Вкажіть Ваш вік: – до 30 років; – від 31 до 40 років; – від 41 до 50 років; – більше 50 років.
3	Питання з вибірковою підмножиною	Вибір декількох відповідей з наведених варіантів	Вкажіть 3 працівника, з якими найчастіше спілкується черговий по станції в своїй роботі: – поїзний диспетчер; – черговий по сусідній станції; – маневровий диспетчер; – черговий по сортувальній гірці; – черговий по парку; – машиністи маневрових локомотивів; – машиністи поїзних локомотивів.
4	Питання зі шкалою Лайкерта	Необхідно вказати ступінь погодження чи непогодження з певним твердженням	Всі оперативні переговори чергового по станції мають записуватись та архівуватись: – цілком не погоджуюсь; – скоріше не погоджуюсь; – не можу сказати; – скоріше погоджуюсь; – цілком погоджуюсь.
5	Питання з використанням шкали важливості	Ранжування характеристик за їх важливістю	Автоматизація ведення графіку виконаного руху поїздів на станції: – винятково важлива; – дуже важлива; – важлива; – не важлива; – зовсім не важлива.
6	Питання у вигляді оціночної шкали	Шкала оцінює певну характеристику від «незадовільно» до «відмінно»	Оцініть зручність та функціональність автоматизованого робочого місця (АРМ) чергового по станції: – відмінно; – дуже добре; – добре; – задовільно; – погано; – дуже погано.
7	Питання з визначенням пріоритетів	Респонденту необхідно розташувати (вказати місця) певних характеристик об'єкта в залежності їх значимості	Які параметри процесу розпуску составів з сортувальної гірки є найбільш важливими для чергового по гірці (розташуйте від найбільш важливого до найменш важливого): – температура повітря; – напрям та швидкість вітру; – стан уповільнювачів; – заповненість сортувальних колій; – характеристика відчепів; – швидкість насуву.
10	Питання з бальною оцінкою	Необхідно в балах вказати значимість певної характеристики об'єкта	Оцініть за 10-бальною шкалою значимість оперативної інформації для чергового по станції: – прогнозний час прибуття поїздів ____ балів; – склад прибуваючих поїздів ____ балів; – зайнятість колій станцій ____ балів; – розташування маневрових локомотивів ____ балів; – поточне положення стрілочних переводів ____ балів; – дані про виконання ремонтних робіт ____ балів.

Б.4 – Форма бланку фотографії робочого часу

Найменування підрозділу:

Дата спостереження: _____

КАРТА

фотографії робочого часу № _____

П.І.Б. _____

Спеціальність _____

Професія _____

(код, найменування)

Найменування основної роботи:

Організація та характеристика робочого місця

№	Найменування або код роботи	Момент початку роботи, год. хв.	Момент початку роботи, год. хв.	Тривалість, хв.	Примітка

Всього: _____

1. Підготовчо-заклучний час, $T_{п-з}$ _____2. Час обслуговування робочого місця, $T_{орг}$ _____3. Оперативний час, $T_{оп}$ _____

4. Тривалість перерв в роботі:

- регламентовані перерви $T_{рег}$ _____- нерегламентовані перерви $T_{н.рег}$ _____

(посада виконавця)

(підпис)

(П.І.Б.)

Б.5 – Характеристика технологічної операції та форма бланку хронометражних спостережень

Характеристика технологічної операції та фіксажних точок (приклад)

Виконання розвантаження вагонів на вагоноперекидачі виконується на колії №__, кількість вагонів у подачі _____. Вагони подаються до постановки першого вагону у стопорний пристрій. Пересування вагонів під час розвантаження здійснюється стаціонарним маневровим пристроєм. Кількість працівників на вантажному фронті – 4, з них: один оператор вагоноперекидача, два складачі поїздів, що знаходяться з обох сторін вагоноперекидача, один вантажник на приймальному бункері.

У якості фіксажних точок виділяються наступні:

1. Момент постановки вагона у ротор вагоноперекидача (момент відчеплення від вагона стаціонарного маневрового пристрою) – $T_{\text{пост}}$;
2. Момент початку перевертання ротора вагоноперекидача (подається відповідний звуковий сигнал) – $T_{\text{пер}}$;
3. Момент закінчення зворотного повороту ротора вагоноперекидача і постановка вагона у вихідне положення – $T_{\text{вих}}$.

При цьому фіксуються такі проміжки часу:

1. Тривалість вантажних операцій з одним вагоном від моменту початку перевертання ротора вагоноперекидача до моменту закінчення зворотного повороту ротора вагоноперекидача і постановки вагона у вихідне положення: $t_{\text{ван}} = T_{\text{вих}} - T_{\text{пер}}$;

2. Тривалість операцій по зміні вагонів у роторі вагоноперекидача:

$t_{\text{зм}} = T_{\text{пер}}^{i+1} - T_{\text{вих}}^i$ Тут $T_{\text{пер}}^{i+1}$ та $T_{\text{пер}}^i$ – моменти відповідно початку перевертання ротора вагоноперекидача при розвантаженні наступного вагона і постановки у вихідне положення попереднього вагона.

Крім цього записуються і розраховуються проміжки часу і між іншими суміжними фіксажними точками для фіксації перерв у роботі. Причини перерв і затримок вказуються у графі «Примітка».

Найменування підрозділу:

Дата спостереження: _____ 201__ р.

Початок хронометражних спостережень: _____ год. _____ хв.

ХРОНОМЕТРАЖ

тривалості виконання розвантаження піввагонів на вагоноперекидачі

(назва технологічної операції)

Хронометражист _____

Старший працівник на робочому місці _____

Бланк хронометражного спостереження № _____

№	Фіксажна точка	Час, год., хв.	Інтервал, хв	Примітка
1	$T_{\text{пост}}$			
	$T_{\text{пер}}$			
	$T_{\text{вих}}$			
2	$T_{\text{пост}}$			
	$T_{\text{пер}}$			
	$T_{\text{вих}}$			

(посада виконавця)

(підпис)

Б.6 – Титульна сторінка програми обстеження

 (найменування організації - виконавця обстеження)

ПОГОДЖЕНО:

ЗАТВЕРДЖУЮ:

 (посада керівника організації Замовника)

 (посада керівника організації Виконавця)

 (підпис) (П.І.Б.)

 (підпис) (П.І.Б.)

«__» _____ 20__ р.

«__» _____ 20__ р.

ПРОГРАМА ОБСТЕЖЕННЯ

 (найменування програми обстеження)

 (найменування організації Замовника)

 (шифр програми)

Розробники:

 Прізвище І.Б.

 (посада)

 Прізвище І.Б.

 (посада)

 Прізвище І.Б.

 (посада)

 Прізвище І.Б.

 (посада)

20__ р.

Б.7 – Титульна сторінка методики обстеження

 (найменування організації - виконавця обстеження)

ПОГОДЖЕНО:

ЗАТВЕРДЖУЮ:

 (посада керівника організації Замовника)

 (посада керівника організації Виконавця)

 (підпис) (П.І.Б.)

 (підпис) (П.І.Б.)

« ___ » _____ 20__ р.

« ___ » _____ 20__ р.

МЕТОДИКА ОБСТЕЖЕННЯ

 (найменування методики обстеження)

 (найменування організації Замовника)

 (шифр методики)

Розробники:

 Прізвище І.Б.

 (посада)

 Прізвище І.Б.

 (посада)

 Прізвище І.Б.

 (посада)

 Прізвище І.Б.

 (посада)

20__ р.

Додаток В

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ДЛЯ ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНОГО ПАРКУ СТ. ХІМІЧНА (ПРОТЯГОМ ТРЬОХ ДІБ)

N	номер поїзда	Тип вантажу	Операція	Дата обслуговування	Час закінчення операції, отриманий під час спостереження
1	6523	Пшениця	Прибуття	06.12.15	8:14
		Пшениця	Накладна по прибуттю	06.12.15	8:46
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	12:20
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	13:29
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	18:29
		Пшениця	Накладна по відправленню	06.12.15	19:29
		Пшениця	Відправлення	06.12.15	21:05
2	6535	Руда	Прибуття	06.12.15	15:34
		Руда	Накладна по прибуттю	06.12.15	15:42
		Руда	Перестановка	06.12.15	16:04
		Руда	Перестановка	06.12.15	16:30
		Руда	Перестановка	06.12.15	18:28
		Руда	Накладна по відправленню	06.12.15	19:29
		Руда	Відправлення	06.12.15	21:05
3	6537	Котуни	Прибуття	06.12.15	16:46
		Котуни	Накладна по прибуттю	06.12.15	16:54
		Котуни	Перестановка	06.12.15	17:07
		Котуни	Перестановка	06.12.15	19:06
		Котуни	Накладна по відправленню	06.12.15	19:28
		Котуни	Відправлення	06.12.15	21:05
4	6538	Руда	Прибуття	06.12.15	17:45
		Руда	Накладна по прибуттю	06.12.15	18:01
		Руда	Перестановка	06.12.15	18:23
		Руда	Перестановка	06.12.15	20:43
		Руда	Перестановка	06.12.15	23:00
		Руда	Накладна по відправленню	06.12.15	23:16
		Руда	Відправлення	07.12.15	3:39
5	6540	Пшениця	Прибуття	06.12.15	19:20
		Пшениця	Накладна по прибуттю	06.12.15	19:40
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:07
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:18
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:19
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	1:55

		Пшениця	Накладна по відправленню	07.12.15	1:58
		Пшениця	Відправлення	07.12.15	3:40
6	6546	Карбамід	Прибуття	07.12.15	0:12
		Карбамід	Взвешивание - Прибуття	07.12.15	0:12
		Карбамід	Накладна по прибуттю	07.12.15	0:25
		Карбамід	Перестановка	07.12.15	1:07
		Карбамід	Перестановка	07.12.15	4:10
		Карбамід	Накладна по відправленню	07.12.15	4:15
		Карбамід	Відправлення	07.12.15	6:35
		7	6516	Азофоска 15:15:15	Прибуття
Азофоска 15:15:15	Накладна по прибуттю			06.12.15	4:34
Азофоска 15:15:15	Перестановка			06.12.15	5:26
Азофоска 15:15:15	Перестановка			06.12.15	14:21
Азофоска 15:15:15	Перестановка			06.12.15	20:10
Азофоска 15:15:15	Перестановка			06.12.15	20:41
Азофоска 15:15:15	Перестановка			06.12.15	20:42
Азофоска 15:15:15	Накладна по відправленню			06.12.15	20:48
Азофоска 15:15:15	Відправлення			06.12.15	22:02
8	6479	Кукурудза	Прибуття	05.12.15	3:34
		Кукурудза	Накладна по прибуттю	05.12.15	3:47
		Кукурудза	Перестановка	05.12.15	4:26
		Кукурудза	Перестановка	06.12.15	3:56
		Кукурудза	Перестановка	06.12.15	10:14
		Кукурудза	Накладна по відправленню	06.12.15	17:29
		Кукурудза	Перестановка	07.12.15	1:21
		Кукурудза	Перестановка	07.12.15	1:22
		Кукурудза	Перестановка	07.12.15	4:15
		Кукурудза	Накладна по відправленню	07.12.15	4:17
		Кукурудза	Відправлення	07.12.15	6:34
9	6534	Кукурудза	Прибуття	06.12.15	15:05
		Кукурудза	Накладна по прибуттю	06.12.15	15:45
		Кукурудза	Перестановка	06.12.15	16:56
		Кукурудза	Перестановка	06.12.15	17:12
		Кукурудза	Перестановка	06.12.15	19:57
		Кукурудза	Перестановка	06.12.15	20:42
		Кукурудза	Накладна по відправленню	06.12.15	20:49

		Кукурудза	Відправлення	06.12.15	22:00
10	6552	Котуни	Прибуття	07.12.15	3:36
		Котуни	Накладна по прибуттю	07.12.15	3:42
		Котуни	Перестановка	07.12.15	4:18
		Котуни	Перестановка	07.12.15	6:55
		Котуни	Перестановка	07.12.15	9:25
		Котуни	Накладна по відправленню	07.12.15	10:49
		Котуни	Відправлення	07.12.15	12:31
11	6553	Котуни	Прибуття	07.12.15	4:03
		Котуни	Накладна по прибуттю	07.12.15	4:10
		Котуни	Перестановка	07.12.15	4:37
		Котуни	Перестановка	07.12.15	7:09
		Котуни	Перестановка	07.12.15	7:22
		Котуни	Перестановка	07.12.15	7:26
		Котуни	Накладна по відправленню	07.12.15	8:48
12	6557	Котуни	Відправлення	07.12.15	11:02
		Котуни	Прибуття	07.12.15	5:48
		Котуни	Накладна по прибуттю	07.12.15	5:57
		Котуни	Перестановка	07.12.15	6:27
		Котуни	Перестановка	07.12.15	8:48
		Котуни	Перестановка	07.12.15	9:11
		Котуни	Перестановка	07.12.15	9:19
13	6545	Котуни	Накладна по відправленню	07.12.15	9:23
		Котуни	Відправлення	07.12.15	11:02
		Котуни	Прибуття	06.12.15	22:59
		Котуни	Накладна по прибуттю	06.12.15	23:08
		Котуни	Перестановка	07.12.15	0:21
		Котуни	Перестановка	07.12.15	1:03
		Котуни	Перестановка	07.12.15	4:04
		Котуни	Перестановка	07.12.15	5:23
		Котуни	Перестановка	07.12.15	13:03
14	6518	Котуни	Перестановка	07.12.15	15:06
		Котуни	Накладна по відправленню	07.12.15	15:48
		Котуни	Відправлення	07.12.15	17:20
		Пшениця	Прибуття	06.12.15	6:32
		Пшениця	Накладна по прибуттю	06.12.15	6:42
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	7:51
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	9:01
Пшениця	Перестановка	06.12.15	9:02		
Пшениця	Перестановка	06.12.15	10:35		
Пшениця	Перестановка	06.12.15	17:14		

		Пшениця	Перестановка	06.12.15	19:05
		Пшениця	Накладна по відправленню	06.12.15	19:28
		Пшениця	Відправлення	06.12.15	21:03
15	6517	Пшениця	Прибуття	06.12.15	6:27
		Пшениця	Накладна по прибуттю	06.12.15	6:52
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	11:14
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	12:46
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	12:44
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	13:35
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	13:43
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	14:22
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	17:15
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	19:06
		Пшениця	Накладна по відправленню	06.12.15	19:27
		Пшениця	Відправлення	06.12.15	21:06
		16	6529	Пшениця	Прибуття
Пшениця	Накладна по прибуттю			06.12.15	14:46
Пшениця	Перестановка			06.12.15	17:48
Пшениця	Перестановка			06.12.15	17:49
Пшениця	Перестановка			06.12.15	21:44
Пшениця	Накладна по відправленню			06.12.15	21:50
Пшениця	Відправлення			07.12.15	0:40
17	6500	Пшениця	Прибуття	05.12.15	14:06
		Пшениця	Накладна по прибуттю	05.12.15	14:46
		Пшениця	Перестановка	05.12.15	15:45
		Пшениця	Перестановка	05.12.15	15:47
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	3:57
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	9:02
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	18:36
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:36
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:44
		Пшениця	Накладна по відправленню	06.12.15	21:59
		Пшениця	Відправлення	07.12.15	0:52
18	6503	Пшениця	Прибуття	05.12.15	18:22
		Пшениця	Накладна по прибуттю	05.12.15	18:47
		Пшениця	Перестановка	05.12.15	21:48
		Пшениця	Перестановка	05.12.15	22:08
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	3:58
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	9:00

		Пшениця	Перестановка	06.12.15	18:36
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:35
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:46
		Пшениця	Накладна по відправленню	06.12.15	22:00
		Пшениця	Відправлення	07.12.15	0:53
19	6465	Пшениця	Прибуття	04.12.15	13:07
		Пшениця	Накладна по прибуттю	04.12.15	13:22
		Пшениця	Перестановка	04.12.15	13:44
		Пшениця	Перестановка	04.12.15	13:46
		Пшениця	Перестановка	04.12.15	13:55
		Пшениця	Перестановка	04.12.15	22:30
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	5:22
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:31
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	0:27
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	0:44
		Пшениця	Відправлення	07.12.15	3:40
20	6474	Пшениця	Прибуття	04.12.15	21:14
		Пшениця	Перестановка	04.12.15	22:29
		Пшениця	Перестановка	05.12.15	1:40
		Пшениця	Перестановка	05.12.15	1:44
		Пшениця	Перестановка	05.12.15	4:45
		Пшениця	Перестановка	05.12.15	20:37
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	3:56
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	21:32
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	0:27
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	0:43
		Пшениця	Відправлення	07.12.15	3:40
21	6515	Пшениця	Прибуття	06.12.15	3:55
		Пшениця	Накладна по прибуттю	06.12.15	4:10
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	4:51
		Пшениця	Перестановка	06.12.15	5:08
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	0:49
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	2:55
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	3:18
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	3:23
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	3:25
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	3:37
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	3:53
Пшениця	Відправлення	07.12.15	6:36		
22	6503	Деревина паливна	Прибуття	05.12.15	18:22
		Деревина паливна	Накладна по прибуттю	05.12.15	18:55
		Деревина паливна	Перестановка	05.12.15	21:56
		Деревина паливна	Перестановка	05.12.15	21:56
		Деревина паливна	Перестановка	05.12.15	23:07
		Деревина паливна	Перестановка	06.12.15	22:31

		Деревина паливна	Перестановка	07.12.15	8:57
		Деревина паливна	Відправлення	07.12.15	11:01
23	6512	Goonyella	Прибуття	06.12.15	1:05
		Goonyella	Перестановка	06.12.15	6:08
		Goonyella	Перестановка	06.12.15	10:15
		Goonyella	Перестановка	06.12.15	11:55
		Goonyella	Перестановка	06.12.15	20:52
		Goonyella	Відправлення	07.12.15	0:42
24	6494	Goonyella	Прибуття	05.12.15	10:36
		Goonyella	Перестановка	06.12.15	10:27
		Goonyella	Перестановка	06.12.15	13:22
		Goonyella	Перестановка	06.12.15	15:18
		Goonyella	Перестановка	06.12.15	21:37
		Goonyella	Відправлення	07.12.15	0:50
25	6478	LEER HIGH	Прибуття	05.12.15	2:10
		LEER HIGH	Перестановка	06.12.15	11:27
		LEER HIGH	Перестановка	06.12.15	15:54
		LEER HIGH	Перестановка	06.12.15	16:26
		LEER HIGH	Перестановка	06.12.15	22:49
		LEER HIGH	Відправлення	07.12.15	3:38
26	6458	METALLURGICAL COAL	Прибуття	04.12.15	7:17
		METALLURGICAL COAL	Перестановка	06.12.15	11:27
		METALLURGICAL COAL	Перестановка	06.12.15	15:54
		METALLURGICAL COAL	Перестановка	06.12.15	16:26
		METALLURGICAL COAL	Перестановка	06.12.15	22:49
		METALLURGICAL COAL	Відправлення	07.12.15	3:39
27	6511	METALLURGICAL COAL	Прибуття	06.12.15	1:04
		METALLURGICAL COAL	Перестановка	06.12.15	13:42
		METALLURGICAL COAL	Перестановка	06.12.15	18:51
		METALLURGICAL COAL	Перестановка	06.12.15	19:29
		METALLURGICAL COAL	Перестановка	07.12.15	12:43
		METALLURGICAL COAL	Відправлення	07.12.15	14:22
28	6510	Standard Coal DBK	Прибуття	06.12.15	1:00
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	3:41
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	8:37
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	10:14
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	23:05
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	23:06
		Standard Coal DBK	Відправлення	07.12.15	2:22
29	6532	Standard Coal DBK	Прибуття	06.12.15	14:24
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	22:04
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	23:19
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	23:38
		Standard Coal DBK	Перестановка	06.12.15	23:47
		Standard Coal DBK	Перестановка	07.12.15	3:35
		Standard Coal DBK	Перестановка	07.12.15	4:27
		Standard Coal DBK	Перестановка	07.12.15	4:27
		Standard Coal DBK	Перестановка	07.12.15	16:15
		Standard Coal DBK	Перестановка	07.12.15	16:19
		Standard Coal DBK	Відправлення	07.12.15	18:41
30	6547	Руда	Прибуття	07.12.15	0:50

		Руда	Накладна по прибуттю	07.12.15	0:59
		Руда	Перестановка	07.12.15	1:38
		Руда	Перестановка	07.12.15	1:40
		Руда	Перестановка	07.12.15	3:19
		Руда	Відправлення	07.12.15	5:28
31	6549	Руда	Прибуття	07.12.15	2:05
		Руда	Накладна по прибуттю	07.12.15	2:12
		Руда	Перестановка	07.12.15	2:43
		Руда	Перестановка	07.12.15	2:50
		Руда	Перестановка	07.12.15	4:45
		Руда	Відправлення	07.12.15	6:36
32	6545	Пшениця	Прибуття	06.12.15	22:59
		Пшениця	Накладна по прибуттю	06.12.15	23:07
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	0:20
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	1:03
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	4:04
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	5:22
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	13:02
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	15:06
33	6550	Пшениця	Відправлення	07.12.15	17:20
		Пшениця	Прибуття	07.12.15	2:41
		Пшениця	Накладна по прибуттю	07.12.15	3:24
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	3:44
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	9:40
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	9:41
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	13:03
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	14:39
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	15:06
34	6521	Пшениця	Перестановка	07.12.15	15:46
		Пшениця	Відправлення	07.12.15	2:29
		Руда	Прибуття	06.12.15	8:02
		Руда	Накладна по прибуттю	06.12.15	8:10
		Руда	Перестановка	06.12.15	9:35
		Руда	Перестановка	06.12.15	10:23
		Руда	Перестановка	06.12.15	13:08
		Руда	Перестановка	06.12.15	16:39
		Руда	Перестановка	06.12.15	20:35
35	6541	Руда	Перестановка	06.12.15	20:53
		Руда	Відправлення	07.12.15	0:41
		Руда	Прибуття	06.12.15	20:29
		Руда	Накладна по прибуттю	06.12.15	20:34
		Руда	Перестановка	06.12.15	21:48
		Руда	Перестановка	06.12.15	22:03
		Руда	Перестановка	06.12.15	23:56
36	6556	Руда	Перестановка	07.12.15	2:05
		Руда	Відправлення	07.12.15	3:41
36	6556	Руда	Прибуття	07.12.15	5:26
		Руда	Накладна по прибуттю	07.12.15	5:33

		Руда	Перестановка	07.12.15	5:55
		Руда	Перестановка	07.12.15	8:56
		Руда	Перестановка	07.12.15	10:45
		Руда	Відправлення	07.12.15	12:30
37	6562	Руда	Прибуття	07.12.15	9:56
		Руда	Накладна по прибуттю	07.12.15	10:10
		Руда	Перестановка	07.12.15	12:32
		Руда	Перестановка	07.12.15	13:42
		Руда	Відправлення	07.12.15	16:21
38	6550	Пшениця	Прибуття	07.12.15	2:40
		Пшениця	Накладна по прибуттю	07.12.15	3:23
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	3:44
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	9:40
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	9:40
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	13:02
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	14:38
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	15:05
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	15:45
		Пшениця	Відправлення	07.12.15	2:27
39	6545	Пшениця	Прибуття	06.12.15	22:59
		Пшениця	Накладна по прибуттю	06.12.15	23:07
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	0:20
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	1:02
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	4:01
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	5:22
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	13:03
		Пшениця	Перестановка	07.12.15	15:06
Пшениця	Відправлення	07.12.15	17:18		

Додаток Г
ГРАФІК ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ

Лютий

	201/202	203/204	205/206	207/208	209/210	211/212	213/214	215/216	217/218	219/220	221/222	223/224	225/226	227/228	229/230	231/232
	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	720	780	840	900	1 260	1 440
Февраль	0:30	1:45	2:05	3:30	4:20	5:45	6:00	7:05	8:45	9:15	11:10	12:05	13:30	14:10	20:10	23:15
Окатыш	54	6		54			54	7			54					54
Зерно		37	54		54	15		20		30		9		54	20	
ЖРК		7				10			55			8			9	
Уголь						10		12		7		28			15	
Мин. удобрения								6					60			
Прочие						15		5		10		5			3	
Всего	54	50	54	54	54	50	54	50	55	47	54	50	60	54	47	54

Квітень

	201/202	203/204	205/206	207/208	209/210	211/212	213/214	215/216	217/218	219/220	221/222	223/224	225/226	227/228	229/230	231/232	233/234
	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	720	780	840	900	960	1 260	1 440
Апрель	0:30	1:45	2:05	3:30	4:20	5:45	6:00	7:05	8:45	9:15	11:10	12:05	13:30	14:10	15:45	20:10	23:15
Окатыш	54	6		54			54	7			54				15		54
Зерно		37	54			15		20						54		20	
ЖРК		7			55	10			55			17				9	
Уголь						10		15		29		30	30		38	23	
Мин. удобрения								6		20			24				
Прочие						15		5		3		5				3	
Всего	54	50	54	54	55	50	54	53	55	52	54	52	54	54	53	55	54

Додаток Д

ФАЙЛ СЕРЕДОВИЩА ІВМ RATIONAL ROSE (*.MDL)

```

root_usecase_package      (object Class_Category "Use Case View"
  quid                    "39C9260C00D6"
  exportControl           "Public"
  global                  TRUE
  logical_models (list unit_reference_list
    (object Class "Актор-1"
      quid                "57036A5100B4"
      stereotype          "Actor")
    (object Class "Актор-2"
      quid                "57036A530111"
      stereotype          "Actor"
      used_nodes          (list uses_relationship_list
        (object Uses_Relationship
          quid            "571092C6009A"
          supplier        "Use Case View::Сборный состав"
          quidu           "5710926A0297")))
      operations          (list Operations
        (object Operation "ччччч"
          quid            "5710922300DC"
          concurrency     "Sequential"
          opExportControl "Public"
          uid             0))
      class_attributes (list class_attribute_list
        (object ClassAttribute "поезд"
          quid            "571092EB0391")
        (object ClassAttribute "N"
          quid            "571092F8012F")
        (object ClassAttribute "число вагонов"
          quid            "57109300029A"))))
    (object Class "Сборный состав"
      quid                "5710926A0297"
      stereotype          "entity"
      class_attributes (list class_attribute_list
        (object ClassAttribute "Число вагонов"
          quid            "5710942C0042"
          type            "int")
        (object ClassAttribute "Разложение состава"
          quid            "5710946A01AF"
          type            "String"
          quidu           "39CD6AE1011A")
        (object ClassAttribute "Время прибытия"
          quid            "571094B301C3")
        (object ClassAttribute "Номер поезда"
          quid            "571094BF00F7"))))
    (object Class "Маневровый локомотив"
      quid                "571094D10033"

```

```

stereotype      "Actor"
class_attributes (list class_attribute_list
  (object ClassAttribute "Количество-2"
    quid          "5710E0E60232")))
(object Class "Локомотив 1"
  quid          "57109511007F"
  stereotype    "Actor")
(object Class "Локомотив 2"
  quid          "5710951302CE"
  stereotype    "Actor")
(object Class "Сигалист"
  quid          "571095910179"
  stereotype    "Actor")
(object Class "ПТО"
  quid          "571095980384"
  stereotype    "Actor"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Количество- 2 "
      quid          "5710E0CC005E"))
  cardinality   (value Cardinality "10"))
(object Class "КО"
  quid          "5710959E023A"
  stereotype    "Actor"
  statemachine (object State_Machine "State/Activity Model2"
    quid          "5710E53B031A"
    states        (list States)
    partitions    (list Partitions)
    objects       (list Objects)
    transitions   (list transition_list)
    objectflows  (list objectflow_list)
    statediagrams (list StateDiagrams
      (object State_Diagram "NewDiagram3"
        quid          "5710E53B033D"
        title         "NewDiagram3"
        zoom          100
        max_height    28350
        max_width     21600
        origin_x      0
        origin_y      0
        items         (list diagram_item_list))))))
(object Class "NewClass"
  quid          "571095E60396"
  stereotype    "Actor")
(object Class "NewClass2"
  quid          "571095E80310"
  stereotype    "Actor")
(object Class "Бригада ПТО 1"
  quid          "571095FE00F8"
  stereotype    "Actor")
(object Class "Бригада ПТО 2"

```



```

    quid          "57109600006E"
    stereotype    "Actor")
(object Class "Маршрутный состав"
  quid          "5710975600F0"
  stereotype    "entity"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Тип груза"
      quid          "571097D201E7")
    (object ClassAttribute "Число вагонов"
      quid          "571097FB0342")
    (object ClassAttribute "Время прибытия"
      quid          "571098030305")
    (object ClassAttribute "Номер поезда"
      quid          "5710980E011C"))))
(object Class "Состав с зерном"
  quid          "57109778024B"
  stereotype    "entity")
(object Class "NewClass3"
  quid          "571097AF0011"
  stereotype    "Actor")
(object Class "Путь"
  quid          "571098A503E1"
  stereotype    "Actor"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Длина"
      quid          "5710E11901BA"))))
(object Class "NewClass4"
  quid          "57109A660261"
  stereotype    "Actor")
(object Class "Группа вагонов с ЖРК"
  quid          "57109BB40375"
  stereotype    "entity"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Число вагонов"
      quid          "57109D1B0217"))))
(object Class "Группа вагонов с зерновыми"
  quid          "57109C09011F"
  stereotype    "entity"
  exportControl "Implementation"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Число вагонов"
      quid          "57109D240361"))))
(object Class "Весы"
  quid          "57109C7F0140"
  stereotype    "Actor")
(object Class "Лаборатория"
  quid          "57109C9C000E"
  stereotype    "Actor")
(object Class "ПТО-1"
  quid          "57109DC40139"

```

```

    stereotype      "Actor")
(object Class "ПТО-2"
  quid             "57109DCE018F"
  stereotype      "Actor")
(object Class "МЛ-1"
  quid             "57109E040195"
  stereotype      "Actor")
(object Class "МЛ-2"
  quid             "57109E110388"
  stereotype      "Actor")
(object Class "Путь отстоя"
  quid             "57109E3601C7"
  stereotype      "Actor"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Количество-2"
      quid             "5710E1320279")))
(object Class "Путь 2"
  quid             "57109E3C0302"
  stereotype      "Actor")
(object Class "Путь 3"
  quid             "57109E4802CF"
  stereotype      "Actor")
(object Class "Путь 4"
  quid             "57109E500077"
  stereotype      "Actor")
(object Class "Путь 5"
  quid             "57109E56034C"
  stereotype      "Actor")
(object Class "Путь-1"
  quid             "5710E20B02D6"
  stereotype      "Actor"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Длина"
      quid             "5710E25C0188"
      initv            "57")))
(object Class "Путь-2"
  quid             "5710E21B002D"
  stereotype      "Actor"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Длина"
      quid             "5710E2EC02C9"
      initv            "57 ")))
(object Class "Путь-3"
  quid             "5710E22100EF"
  stereotype      "Actor"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Длина"
      quid             "5710E3220016"
      initv            "57")))
(object Class "Путь-4"

```

```

quid          "5710E23702FE"
stereotype    "Actor"
class_attributes (list class_attribute_list
  (object ClassAttribute "Длина"
    quid          "5710E332016A"
    initv         "58")))
(object Class "Путь-5"
  quid          "5710E23E0162"
  stereotype    "Actor"
  class_attributes (list class_attribute_list
    (object ClassAttribute "Длина"
      quid          "5710E3440294"
      initv         "60")))
(object UseCase "Функция-1"
  quid          "57036A5502CF"
  documentation "апмпспапаа"
  rank          "аваа"
  statemachine (object State_Machine "State/Activity Model"
    quid          "57036AA9005B"
    states        (list States
      (object State "$UNNAMED$0"
        quid          "57036AAB0384"
        type          "StartState")
      (object State "Прибуття поїзда"
        quid          "57036AAD025E"
        actions      (list action_list
          (object action "Поїзд"
            quid          "570371F30238"
            ActionTime (object ActionTime
              when          "Entry"))
          (object action "5 хв."
            quid          "5703726B025C"
            ActionTime (object ActionTime
              when          "Activity"))))
        type          "Normal")
      (object State "Очикування виграшки"
        quid          "57036AB10345"
        type          "Normal")
      (object State "Очикування розморожування"
        quid          "57036AB40099"
        type          "Normal")
      (object State "Очикування на колії парку"
        quid          "57036AC801BE"
        type          "Normal")
      (object State "Очикування на колії розморозки"
        quid          "57036AC90351"
        type          "Normal")
      (object State "Розморожування"
        quid          "57036ACB02C2"
        type          "Normal"))
    )
  )
)

```

```

(object State "Вивантаження"
  quid      "57036AD50116"
  type      "Normal")
(object State "$UNNAMED$1"
  quid      "57036AD801A8"
  type      "EndState")
(object ActivityState "NewActivity"
  quid      "5704FCA701B9")
(object ActivityState "NewActivity2"
  quid      "5704FCAD0261")
(object ActivityState "NewActivity3"
  quid      "5704FCB000DB")
(object SynchronizationState "точка 3"
  quid      "5704FCB303AF")
(object SynchronizationState "точка соединения"
  quid      "570E898A01D5")
(object ActivityState "NewActivity4"
  quid      "570E8994008A"))
partitions  (list Partitions
  (object Partition "ПТО"
    quid      "5704FC8A0255"
    persistence "Transient"
    creationObj FALSE
    multi      FALSE)
  (object Partition "КО"
    quid      "5704FC8B0211"
    persistence "Transient"
    creationObj FALSE
    multi      FALSE)
  (object Partition "Колія"
    quid      "5704FC8C02DD"
    persistence "Transient"
    creationObj FALSE
    multi      FALSE))
objects     (list Objects)
transitions (list transition_list
  (object State_Transition
    quid      "57036AB90332"
    label     ""
    supplier  "Use Case View::Функція-1::State/Activity
Model::Прибуття поїзда"
    supplier_quidu "57036AAD025E"
    client      "$UNNAMED$0"
    client_quidu "57036AAB0384"
    Event      (object Event "0"
      quid      "57036AB90333")
    sendEvent  (object sendEvent
      quid      "57036AB90335"))
  (object State_Transition
    quid      "57036AC1006F"

```

```

label      ""
supplier   "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування виграшки"
supplier_quidu "57036AB10345"
client     "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Прибуття поїзда"
client_quidu "57036AAD025E"
Event      (object Event "1"
  quid      "57036AC10070")
sendEvent  (object sendEvent
  quid      "57036AC10072"))
(object State_Transition
  quid      "57036AC203B7"
  label     ""
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування розморожування"
supplier_quidu "57036AB40099"
client     "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Прибуття поїзда"
client_quidu "57036AAD025E"
Event      (object Event "2"
  quid      "57036AC203B8")
sendEvent  (object sendEvent
  quid      "57036AC203BA")
(object State_Transition
  quid      "57036ADE03BE"
  label     ""
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування на колії парку"
supplier_quidu "57036AC801BE"
client     "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування виграшки"
client_quidu "57036AB10345"
Event      (object Event "4"
  quid      "57036ADE03BF")
sendEvent  (object sendEvent
  quid      "57036ADE03C1"))
(object State_Transition
  quid      "57036AE1010B"
  label     ""
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Вивантаження"
supplier_quidu "57036AD50116"
client     "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування виграшки"
client_quidu "57036AB10345"
Event      (object Event "3"
  quid      "57036AE1010C")
sendEvent  (object sendEvent
  quid      "57036AE1010E"))

```

```

(object State_Transition
  quid      "57036AE4037C"
  supplier  "$UNNAMED$1"
  supplier_quidu  "57036AD801A8"
  client    "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Вивантаження"
  client_quidu  "57036AD50116"
  sendEvent  (object sendEvent
    quid      "57036AE4037F"))
(object State_Transition
  quid      "57036AEB020C"
  label     ""
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Вивантаження"
  supplier_quidu  "57036AD50116"
  client    "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування на колії парку"
  client_quidu  "57036AC801BE"
  Event      (object Event "8"
    quid      "57036AEB020D")
  sendEvent  (object sendEvent
    quid      "57036AEB020F"))
(object State_Transition
  quid      "57036AEE0365"
  label     ""
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування на колії розморозки"
  supplier_quidu  "57036AC90351"
  client    "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування розморожування"
  client_quidu  "57036AB40099"
  Event      (object Event "5"
    quid      "57036AEE0366")
  sendEvent  (object sendEvent
    quid      "57036AEE0368"))
(object State_Transition
  quid      "57036AF202A6"
  label     ""
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Розморожування"
  supplier_quidu  "57036ACB02C2"
  client    "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очикування розморожування"
  client_quidu  "57036AB40099"
  Event      (object Event "6"
    quid      "57036AF202A7")
  sendEvent  (object sendEvent
    quid      "57036AF202A9"))
(object State_Transition
  quid      "57036AFA020A"

```

```

label      ""
supplier   "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Розморожування"
supplier_quidu "57036ACB02C2"
client     "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Очікування на колії розморозки"
client_quidu "57036AC90351"
Event      (object Event "7"
  quid      "57036AFA020B")
sendEvent  (object sendEvent
  quid      "57036AFA020D"))
(object State_Transition
  quid      "57036B0003A6"
  label     ""
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Вивантаження"
supplier_quidu "57036AD50116"
client     "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::Розморожування"
client_quidu "57036ACB02C2"
Event      (object Event "8"
  quid      "57036B0003A7")
sendEvent  (object sendEvent
  quid      "57036B0003A9"))
(object State_Transition
  quid      "5704FCB702F7"
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity Model::точка 3"
  supplier_quidu "5704FCB303AF"
  client    "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::NewActivity"
client_quidu "5704FCA701B9"
sendEvent  (object sendEvent
  quid      "5704FCB702FA"))
(object State_Transition
  quid      "5704FCBD0169"
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::NewActivity3"
supplier_quidu "5704FCB000DB"
client     "Use Case View::Функция-1::State/Activity Model::точка 3"
client_quidu "5704FCB303AF"
sendEvent  (object sendEvent
  quid      "5704FCBD016C"))
(object State_Transition
  quid      "5704FCC0014E"
  supplier  "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::NewActivity2"
supplier_quidu "5704FCAD0261"
client     "Use Case View::Функция-1::State/Activity Model::точка 3"
client_quidu "5704FCB303AF"
sendEvent  (object sendEvent

```

```

        quid          "5704FCC00151"))
(object State_Transition
  quid          "570E898C0310"
  supplier      "Use Case View::Функция-1::State/Activity Model::точка
соединения"
  supplier_quidu "570E898A01D5"
  client        "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::NewActivity3"
  client_quidu  "5704FCB000DB"
  sendEvent    (object sendEvent
    quid          "570E898C0313"))
(object State_Transition
  quid          "570E898F0268"
  supplier      "Use Case View::Функция-1::State/Activity Model::точка
соединения"
  supplier_quidu "570E898A01D5"
  client        "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::NewActivity2"
  client_quidu  "5704FCAD0261"
  sendEvent    (object sendEvent
    quid          "570E898F026B"))
(object State_Transition
  quid          "570E8997002E"
  supplier      "Use Case View::Функция-1::State/Activity
Model::NewActivity4"
  supplier_quidu "570E8994008A"
  client        "Use Case View::Функция-1::State/Activity Model::точка
соединения"
  client_quidu  "570E898A01D5"
  sendEvent    (object sendEvent
    quid          "570E89970031"))
objectflows (list objectflow_list)

(object UseCase "Функция-2"
  quid          "57036A5603E2"
  superclasses (list inheritance_relationship_list
    (object Inheritance_Relationship
      quid          "571092CD0297"
      supplier      "Use Case View::Функция-4"
      quidu         "570C87E50239"))))
(object UseCase "Функция-4"
  quid          "570C87E50239")
(object UseCase "Функция-3"
  quid          "570C87F500D0"
  superclasses (list inheritance_relationship_list
    (object Inheritance_Relationship
      quid          "570C87FC0002"
      supplier      "Use Case View::Функция-4"
      quidu         "570C87E50239"))))
(object UseCase "Обработка по прибытию"

```



```

quid "571092B500BA"
statemachine (object State_Machine "State/Activity Model3"
  quid "571129910365"
  states (list States
    (object State "$UNNAMED$2"
      quid "5711299303C6"
      type "StartState")
    (object State "Прибуття поїзда"
      quid "571129960189"
      actions (list action_list
        (object action "Поїзд"
          quid "57120A1401DC"
          ActionTime (object ActionTime
            when "Entry"))
        (object action "5 хв."
          quid "57120A1C00C9"
          ActionTime (object ActionTime
            when "Activity")))))
  statemachine (object State_Machine "State/Activity Model4"
    quid "57121FC50391"
    states (list States
      (object ActivityState "Закріплення"
        quid "5712200D0037"
        actions (list action_list
          (object action "Lock(m)"
            quid "57122082026D"
            ActionTime (object ActionTime
              when "Activity")))))
      (object ActivityState "Прибуття поїзда"
        quid "5712200F0158")
      (object State "$UNNAMED$3"
        quid "571220110252"
        type "StartState")
      (object SynchronizationState "роз"
        quid "57122060019D")
      (object ActivityState "Розформування поїзда"
        quid "571220EF015F")
      (object ActivityState "Відкріплення локомотиву"
        quid "571220F902AE"
        actions (list action_list
          (object action "5 хв."
            quid "571221130006"
            ActionTime (object ActionTime
              when "Activity")))))
      (object ActivityState "ПТО"
        quid "5712216401E8"
        actions (list action_list
          (object action "ПТО(m)"
            quid "57122174038A"
            ActionTime (object ActionTime

```

```

                when      "Activity"))))
(object ActivityState "KO"
  quid      "571221660114"
  actions   (list action_list
             (object action "KO(m)"
               quid      "5712218A00CD"
               ActionTime (object ActionTime
                 when      "Activity"))))
(object SynchronizationState "$UNNAMED$4"
  quid      "571221BE01DB")
(object SynchronizationState "скле"
  quid      "571221D502AE")
(object ActivityState "Причеплення локомотиву"
  quid      "571221F1028B"
  actions   (list action_list
             (object action "1 хв."
               quid      "57122256027D"
               ActionTime (object ActionTime
                 when      "Activity"))))
(object ActivityState "Прибирання башмаків"
  quid      "571221F402AD"
  actions   (list action_list
             (object action "Unlock(m)"
               quid      "57122241022E"
               ActionTime (object ActionTime
                 when      "Activity"))))
(object SynchronizationState "$UNNAMED$5"
  quid      "571222AF0119")
(object State "$UNNAMED$6"
  quid      "571222B800BD"
  type      "EndState"))
partitions (list Partitions
  (object Partition "Сигналіст"
    quid      "57121FC703A4"
    class     "Use Case View::Сигалист"
    quidu     "571095910179"
    persistence "Transient"
    creationObj FALSE
    multi     FALSE)
  (object Partition "ПТО"
    quid      "57121FC8038E"
    class     "Use Case View::ПТО-1"
    quidu     "57109DC40139"
    persistence "Transient"
    creationObj FALSE
    multi     FALSE)
  (object Partition "КО"
    quid      "57121FCA0122"
    class     "Use Case View::КО"
    quidu     "5710959E023A")

```

```

    persistence      "Transient"
    creationObj      FALSE
    multi            FALSE)
(object Partition "Маневровий локомотив"
  quid              "57121FCB021C"
  class             "Use Case View::МЛІ-1"
  quidu            "57109E040195"
  persistence      "Transient"
  creationObj      FALSE
  multi            FALSE)
(object Partition "Коля"
  quid              "57121FCD029D"
  class             "Use Case View::Путь"
  quidu            "571098A503E1"
  persistence      "Transient"
  creationObj      FALSE
  multi            FALSE))
objects            (list Objects)
transitions        (list transition_list
  (object State_Transition
    quid            "57122016009A"
    supplier        "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Прибуття поїзда"
    supplier_quidu "5712200F0158"
    client          "$UNNAMED$3"
    client_quidu   "571220110252"
    sendEvent      (object sendEvent
      quid          "57122016009D"))
  (object State_Transition
    quid            "5712206600CD"
    supplier        "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::роз"
    supplier_quidu "57122060019D"
    client          "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Прибуття поїзда"
    client_quidu   "5712200F0158"
    sendEvent      (object sendEvent
      quid          "5712206600D0"))
  (object State_Transition
    quid            "571221200225"
    supplier        "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Закріплення"
    supplier_quidu "5712200D0037"
    client          "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::роз"
    client_quidu   "57122060019D"
    sendEvent      (object sendEvent
      quid          "571221200228"))
  (object State_Transition
    quid            "57122123023D"

```

```

supplier      "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Відкріплення
локомотиву"
supplier_quidu "571220F902AE"
client        "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Закріплення"
client_quidu  "5712200D0037"
sendEvent    (object sendEvent
  quid        "571221230240"))
(object State_Transition
  quid        "571221340288"
  label       "")
supplier      "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Розформування
поїзда"
supplier_quidu "571220EF015F"
client        "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::роз"
client_quidu  "57122060019D"
Event        (object Event "простой"
  quid        "571221340289")
sendEvent    (object sendEvent
  quid        "57122134028B"))
(object State_Transition
  quid        "571221CA02F0"
  supplier    "$UNNAMED$4"
  supplier_quidu "571221BE01DB"
  client      "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Відкріплення
локомотиву"
  client_quidu "571220F902AE"
  sendEvent    (object sendEvent
    quid        "571221CA02F3"))
(object State_Transition
  quid        "571221CD03B8"
  supplier    "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::ПТО"
  supplier_quidu "5712216401E8"
  client      "$UNNAMED$4"
  client_quidu "571221BE01DB"
  sendEvent    (object sendEvent
    quid        "571221CD03BB"))
(object State_Transition
  quid        "571221D0025E"
  supplier    "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::КО"
  supplier_quidu "571221660114"
  client      "$UNNAMED$4"
  client_quidu "571221BE01DB"
  sendEvent    (object sendEvent

```

```

        quid      "571221D00261"))
      (object State_Transition
        quid      "571221D9007A"
        supplier  "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::скле"
        supplier_quidu "571221D502AE"
        client    "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::КО"
        client_quidu "571221660114"
        sendEvent (object sendEvent
          quid      "571221D9007D"))
      (object State_Transition
        quid      "571221DC011C"
        supplier  "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::скле"
        supplier_quidu "571221D502AE"
        client    "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::ПТО"
        client_quidu "5712216401E8"
        sendEvent (object sendEvent
          quid      "571221DC011F"))
      (object State_Transition
        quid      "5712226F0207"
        supplier  "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Причеплення
локомотиву"
        supplier_quidu "571221F1028B"
        client    "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::скле"
        client_quidu "571221D502AE"
        sendEvent (object sendEvent
          quid      "5712226F020A"))
      (object State_Transition
        quid      "5712227D039E"
        supplier  "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Прибирання
башмаків"
        supplier_quidu "571221F402AD"
        client    "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Причеплення
локомотиву"
        client_quidu "571221F1028B"
        sendEvent (object sendEvent
          quid      "5712227D03A1"))
      (object State_Transition
        quid      "571222A50344"
        supplier  "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Розформування
поїзда"
        supplier_quidu "571220EF015F"

```

```

client      "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Прибирання
башмаків"

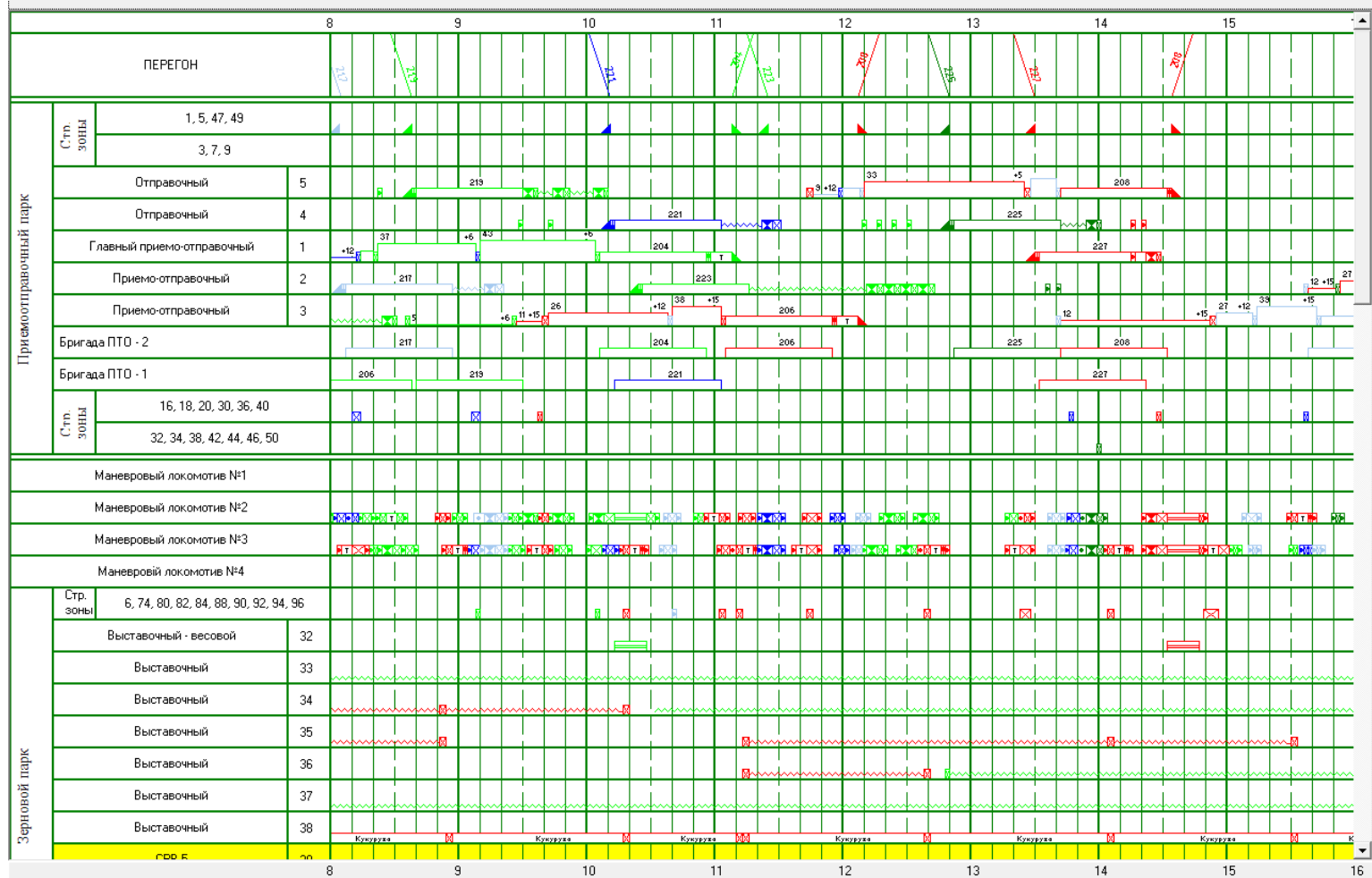
client_quidu "571221F402AD"
sendEvent   (object sendEvent
  quid      "571222A50347"))
(object State_Transition
  quid      "571222B5025C"
  supplier  "$UNNAMED$5"
  supplier_quidu "571222AF0119"
  client    "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::Розформування
поїзда"

client_quidu "571220EF015F"
sendEvent   (object sendEvent
  quid      "571222B5025F"))
(object State_Transition
  quid      "571222BB0204"
  supplier  "$UNNAMED$6"
  supplier_quidu "571222B800BD"
  client    "$UNNAMED$5"
  client_quidu "571222AF0119"
  sendEvent (object sendEvent
    quid    "571222BB0207"))
(object State_Transition
  quid      "571222C00321"
  label     ""
  supplier  "$UNNAMED$5"
  supplier_quidu "571222AF0119"
  client    "Use Case View::Обработка по
прибытию::State/Activity Model3::Прибуття поїзда::State/Activity Model4::роз"
client_quidu "57122060019D"
Event       (object Event "простой"
  quid      "571222C00322")
sendEvent   (object sendEvent
  quid      "571222C00324")))) 0324"))))

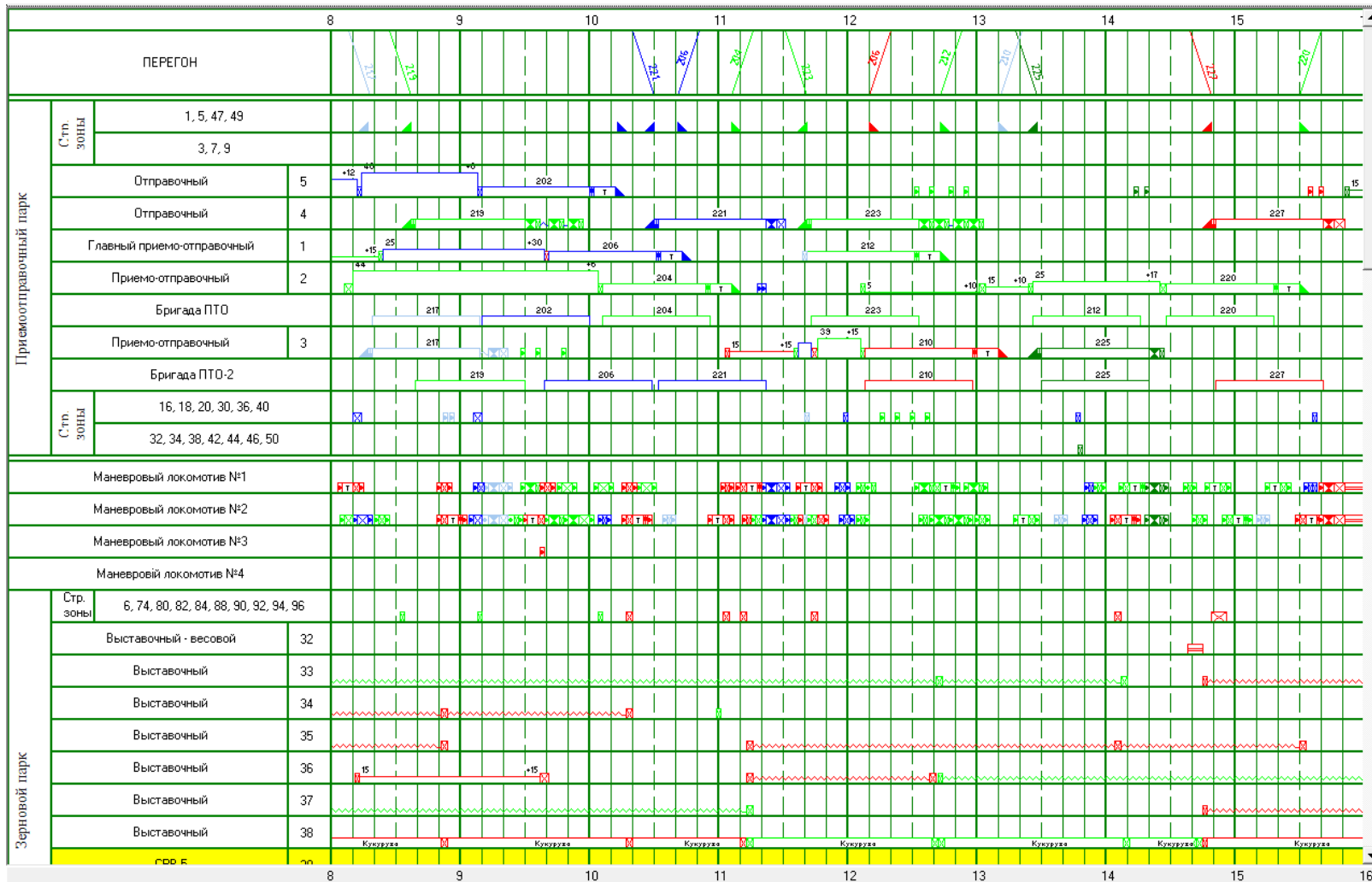
```

Додаток Е ДОБОВІ ПЛАНИ-ГРАФІКИ

Е.1 – Фрагмент добового плану-графіка для лютого



Е.2 – Фрагмент добового плану-графіка для квітня



Додаток Ж

РОЗРАХУНКОВІ СТАВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Таблиця 1.

Найменування ставки	У тому числі							
	Загальна	На оплату праці	Відрахування на соціальні заходи	На матеріали	теріальні витрати на паливо	рати електроенергія	амортизація	інші витрати
Питомі витрати на використання 1 кілометра станційної інфраструктури протягом години, грн.	43,84	21,44	8,19	5,84	0,52	2,31	3,22	2,33
Питомі витрати на 1 годину роботи маневрового тепловоза вантажного руху, грн	631,48	131,62	50,22	29,21	354,44	2,74	38,10	25,15
Питомі витрати на 1 годину простою вагона у складі вантажного поїзда при тепловозній тязі, грн.	14,21	7,28	2,79	0,34	1,43	0,08	2,19	0,10
Питомі витрати на 1 годину простою магістрального електровоза з бригадою у вантажному русі, грн	569,76	341,61	131,98	0,95	0,40	18,60	73,89	2,33