

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

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

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі «Управління експлуатаційною роботою» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Козаченко Дмитро Миколайович,
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка
В. Лазаряна,
начальник науково-дослідної частини

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Лаврухін Олександр Валерійович,
Український державний університет залізничного
транспорту, завідувач кафедри «Управління
вантажною і комерційною роботою»

кандидат технічних наук, доцент
Кириченко Ганна Іванівна,
Державний економіко-технологічний університет
транспорту, доцент кафедри «Управління
процесами перевезень»

Захист відбудеться «03» 11 2016 р. об 11 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.02 при Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, ауд. 314.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2.

Автореферат розісланий «28» 09 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
д.т.н., професор



І. В. Жуковицький

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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 пропускну 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 [3] опублікована без співавторів. У роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора такий: у роботі [1] автором побудовано концептуальну схему передпроектного обстеження інформаційних об'єктів; у статті [2] виконано аналіз методів передпроектного обстеження залізничних станцій; у статті [4] побудовано математичну модель розрахунку показників нерівномірності вантажопотоку залізничних станцій; у статті [5] автором визначені параметри об'ємів робіт для станцій із змінною структурою

вагонопотоків; у статті [6] 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 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаної літератури і 7 додатків. Повний обсяг роботи складає 177 сторінки, з яких основний зміст викладено на 121 сторінках, що містять 34 рисунки та 7 таблиць; список використаних джерел складається з 125 найменувань, викладених на 14 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність проблеми, сформульовані мета й завдання досліджень, відображені наукова новизна, практичне значення одержаних результатів та особистий внесок автора, наведено відомості про апробацію та публікацію результатів досліджень.

У **першому розділі** виконано аналіз методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи магістральних та промислових залізничних станцій.

Залізничні станції є одним із основних елементів залізничної мережі і від їх роботи багато в чому залежать показники як використання рухомого складу, так і показники економічної ефективності перевезень. При цьому умови функціонування залізничних станцій визначаються відповідністю їх технічного забезпечення і технології характеру та обсягам роботи.

Значний внесок у розробку методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій внесли вчені: Є. С. Альошинський, А. Е. Александров, Г. Ф. Бабушкін, М. І. Березовий, В. І. Бобровський, Т. В. Бутько, А. І. Верлан, Р. В. Вернигора, В. С. Жабреев, А. Г. Захаров, І. В. Жуковицький, Г. І. Кириченко, Д. М. Козаченко, Р. Г. Коробйова, О. В. Лаврухін, Д. В. Ломотько, В. В. Малашкін, Є. В. Нагорний, В. Е. Парунакян,

В. А. Персіанов, Н. В. Правдін, В. В. Скалозуб, С. М. Турпак, А. К. Угрюмов, Н. Н. Шабалін, Є. М. Шафіт, М. Р. Ющенко та інші.

На сьогодні для виконання техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій розроблено значну кількість методів, що ґрунтуються на аналітичних, графічних, графо-аналітичних та імітаційних моделях. Розроблені методи при коректних вихідних даних дозволяють виконувати моделювання з високим ступенем адекватності. У той же час ефективне застосування вказаних методів окреслює низку проблем. Динамічні зміни обсягів та характеру роботи станцій, що притаманні умовам ринкової економіки, суттєво обмежують період прийняття рішень. У зв'язку з цим виникає потреба в систематизації методів збору даних про функціонування реальних станцій, розробці нових методів формального опису технічного оснащення та технології роботи станцій, удосконаленні методів визначення розрахункових обсягів роботи та ін. На підставі виконаного аналітичного огляду наукових праць сформульовано мету дослідження, що полягає у визначенні техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій при змінних обсягах вагонопотоків, сформульовано дослідження та обрано методи їх вирішення.

У другому розділі формалізовано процедуру ідентифікації функціональних моделей залізничних станцій.

Основною умовою розробки ефективних проектних та технологічних рішень є детальне та системне дослідження властивостей та процесів функціонування об'єктів, на яких здійснюється їх впровадження. Виконання обстеження залізничних станцій та вузлів є обов'язковим етапом перед розробкою проектів щодо їх розвитку, впровадження автоматизованих систем управління, удосконалення технології роботи, дослідження стану безпеки руху та ін. Основною метою виконання передпроектного обстеження є параметризація об'єкта проектування або розробки технології. Надзвичайна важливість етапу передпроектного обстеження зумовлюється тим, що в результаті його виконання отримують не лише 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. Однак типові методики обстеження станцій та вузлів на сьогодні практично відсутні й для цього етапу характерним є значна кількість мало формалізованих задач. Практично єдиним видом робіт, де на залізницях застосовується типова методика обстеження, є інженерно-геодезичні вишукування.

Для подолання вказаної проблеми в дисертації формалізовано процедуру ідентифікації функціональних моделей залізничних станцій на основі діагностичних методів, яка ґрунтується на типовому порядку виконання робіт при проведенні обстеження. Схема процесу ідентифікації моделі станції зображена на рис. 1. У дисертації розроблено зміст програми та методики обстеження, розроблено порядок узгодження цих документів.

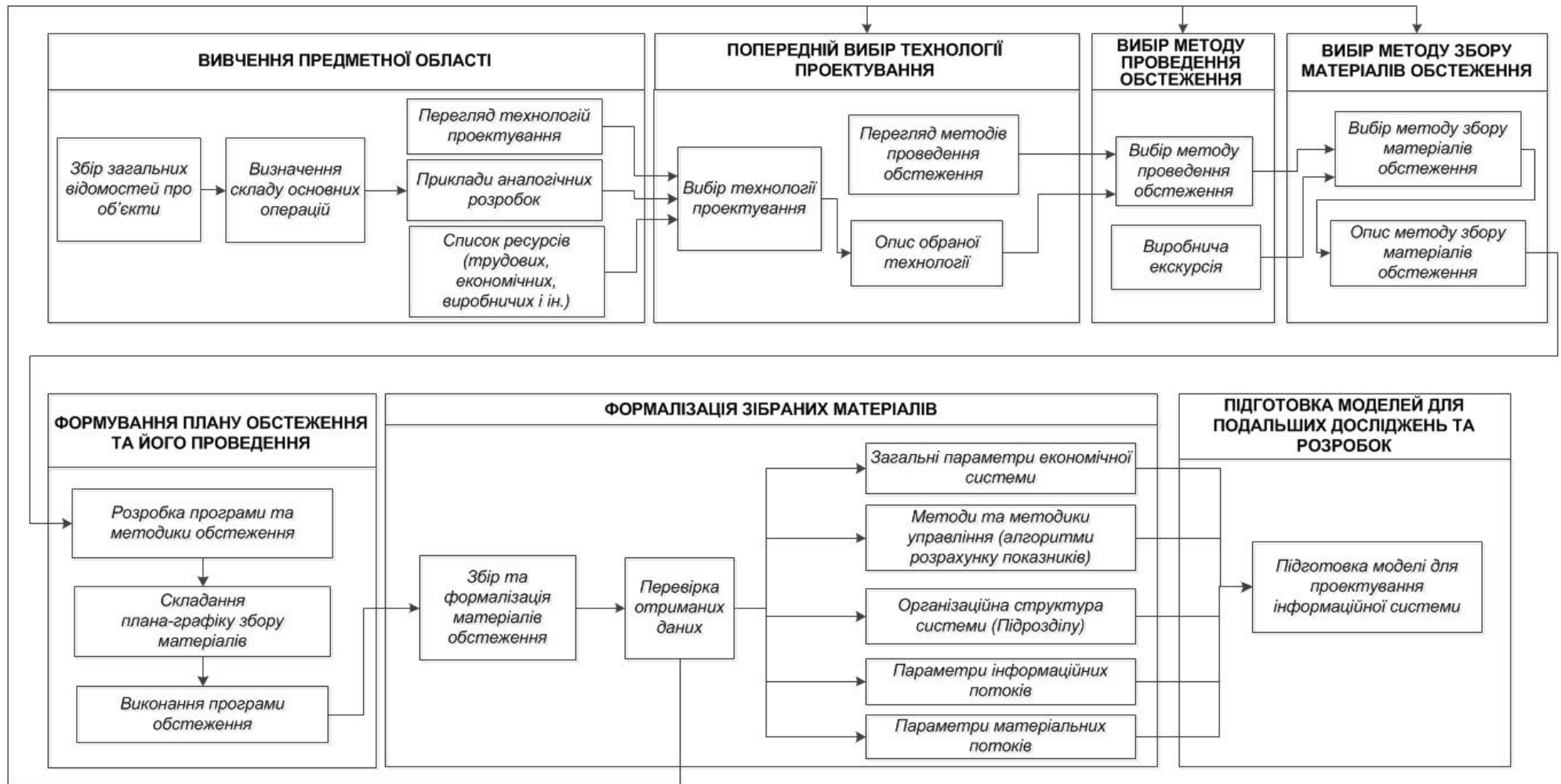


Рисунок 1 – Процедура ідентифікації функціональних моделей залізничних станцій

За джерелами отримання інформація, що збирається під час обстеження, класифікується як первинна та вторинна. Під первинною інформацією розуміють інформацію, що отримано безпосередньо на об'єкті дослідження у 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.

Запропонована в дисертації класифікація методів збору інформації наведена на рис. 2.

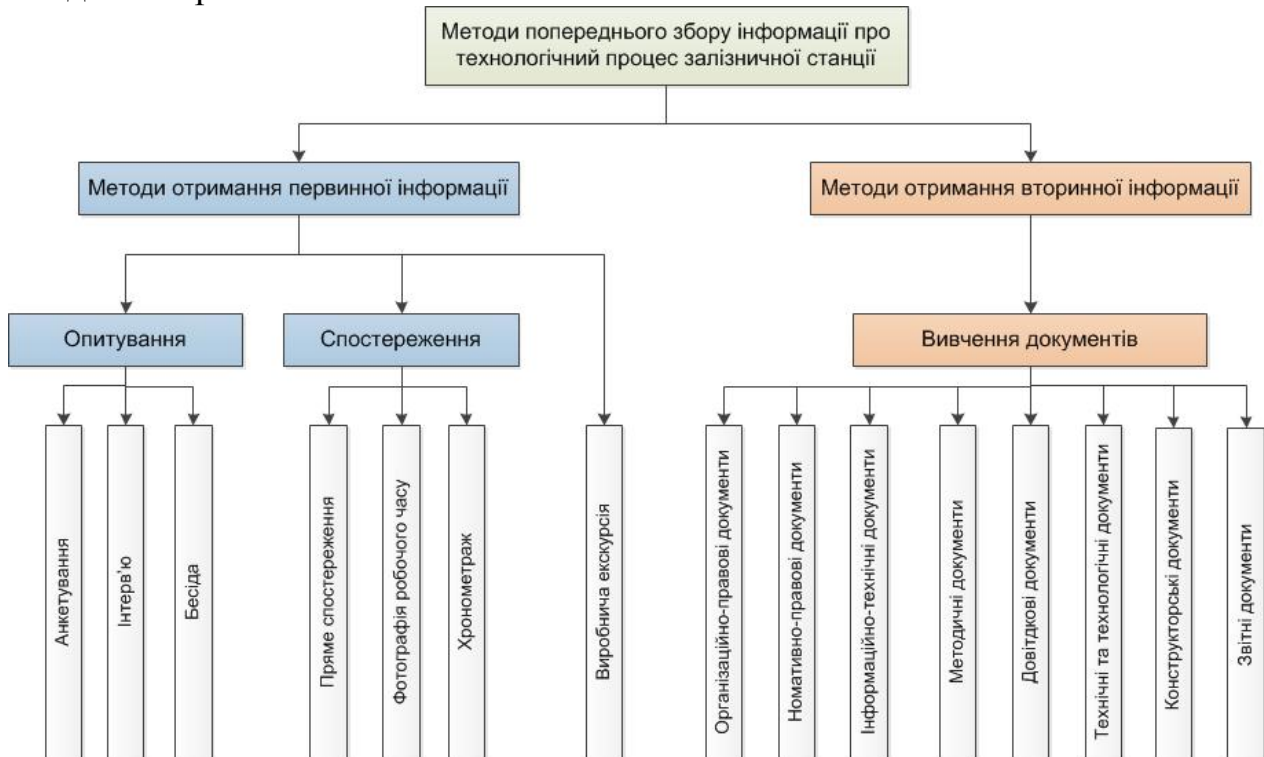


Рисунок 2 – Методи вивчення технологічного процесу залізничної станції

У дисертації систематизовані методи збору інформації, сфери їх застосування, розроблені приклади форм для фіксації даних, описано методи їх первинної обробки. Необхідно зауважити, що на залізничному транспорті існує налагоджена система фіксації та збору статистичної інформації у вигляді архівів автоматизованих систем управління, різноманітних журналів, облікових та звітних форм. Важливим також є той факт, що протягом року умови роботи таких об'єктів транспортної інфраструктури, як залізнична станція, можуть суттєво відрізнятися. Тому основним джерелом отримання даних про функціонування станцій є вторинна інформація. Однак необхідно мати на увазі, що інформація у вторинних джерелах може суттєво відрізнятися від реальних процесів на станції. Методи отримання первинної інформації, як правило, використовуються для встановлення джерел вторинної інформації та перевірки відповідності задокументованих даних реальним умовам функціонування станцій.

Як приклад виконання збору інформації про залізничну станцію виконано обстеження станції Хімічна ТОВ «Трансінвестсервіс». Початкова інформація

про станцію була зібрана на підставі даних виробничої екскурсії, опитування та хронометражу, а також із вторинних джерел шляхом аналізу технологічного процесу, ТРА, паспорту під'їзної колії та місячної звітності про обсяги роботи. Станція обслуговує 5 вантажних терміналів – «ТІС-Зерно», «ТІС-Міндобрива», «ТІС-Руда», «ТІС-Вугілля», «ТІС-Контейнерний термінал». Загальна довжина колійного розвитку станції складає 45,4 км. Колії згруповані у 5 парків. На станції працює 24 маневрових локомотиви. Вагонообіг станції у 2014 році склав 312 тис. вагонів. Загальна номенклатура вантажів, за якою ведеться облік, становить 137 найменувань. Дослідження технологічного процесу показало, що існує відмінність в умовах функціонування під'їзної колії в зимові та інші місяці через необхідність подачі частини вагонів у гаражі для розморожування.

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. Відповідна схема зберігання даних наведена на рис. 3.



Рисунок 3 – Фрагмент схеми зберігання даних

Введення інформації у автоматизовану систему здійснюється в ручному режимі. При цьому в системі у якості моменту настання події фіксується момент введення повідомлення. У зв'язку з цим було проведено спостереження з метою встановлення фактичних моментів настання експлуатаційних подій та виконано порівняння тривалості перебування вагонів у певних фазах технологічного процесу за даними спостереження та на підставі даних архіву автоматизованої системи. Зокрема, у ході обстеження було виконано спостереження процесів прибуття та перестановки вагонів у парку прибуття станції та отримано вибірку X . Отримані дані були зіставлені з даними вибірки Y , що були отримані з АСУ станції Хімічна. Враховуючи те що між моментом настання події і моментом її фіксації в АСУ проходить час, що дорівнює тривалості введення повідомлення, то діюча на станції Хімічна методика призводить до появи систематичної похибки. Тому при порівнянні всі значення вибірки Y були зменшені на середній час введення повідомлення $t_{\text{пов}}=0,5$ хв. Після проведення коригування даних рівень значущості 0,05

критерію Вілкоксона задовольняється, таким чином розходження між інформаційними записами системи АСУ станції Хімічна та даними, що отримані в результаті хронометражу, є несуттєвими.

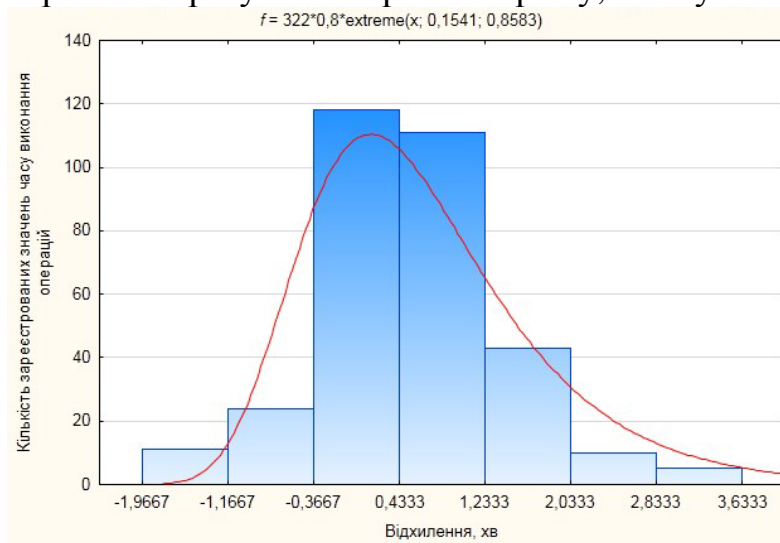


Рисунок 4 – Гістограма та функція щільності розподілу різниці часу між часом настання події, зафіксованим в базі даних АСУ, та фактичним часом її настання

та фактичним моментом настання події знаходиться в інтервалі 1,11...2,27 хв. 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.

У третьому розділі удосконалено методи техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій шляхом урахування зміни обсягів та структури вагонопотоків у часі.

Оцінка параметрів функціонування станцій згідно з діючими методиками виконується при їх проектуванні, при розробці їх технологічних процесів для розрахункових умов роботи. Вихідними даними для аналізу є перспективні обсяги вантажопотоків та звітні дані про вантажо- та вагонопотоки станції за попередній період. Аналіз роботи станцій магістральної залізничної мережі, а також промислових станцій ТОВ «Трансінвестсервіс», ПАО «Арселор Міттал» Кривий Ріг, ПАО «МЗ «Азовсталь» та ін. показав, що протягом року змінюються не лише величина вагонопотоків станцій, але і їх структура, що 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

Гістограма та функція щільності розподілу випадкової величини Z різниці між часом настання події, зафіксованим у базі даних АСУ, та фактичним часом її настання, наведена на рис. 4. У результаті статистичного аналізу встановлено, що випадкова величина Z має математичне сподівання 0,58 хв. та середньоквадратичне відхилення 0,845 хв. Із імовірністю 0,95 різниця часу між моментом настання події, зафіксованим в АСУ,

періоду й відповідних йому обсягів роботи використовується максимальний вагонопотік або поїздпотік. Однак при неоднорідній структурі вхідного потоку і різній тривалості обслуговування окремих типів поїздів та вагонів найбільше завантаження станції може спостерігатися і при обсягах роботи, що є меншими від максимальних. У цьому зв'язку в дисертації удосконалені методи техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій з метою урахування зміни обсягів та структури вагонопотоків у часі.

Визначення розрахункових періодів та обсягів роботи станції виконується за кілька етапів. Відповідно до місцевих умов окремі етапи можуть бути пропущені. В дисертації розглянуто задачу оцінки відповідності перспективним обсягам роботи показників на прикладі промислової станції Хімічна ТОВ «Трансінвестсервіс».

На першому етапі визначення розрахункових обсягів роботи на підставі аналізу технічного оснащення, технології та перспективних обсягів роботи залізничної станції виконується розбиття залізничної станції на підсистеми, які потребують перевірки, обираються критерії для оцінки варіантів розрахункових розмірів робіт. Зокрема, у розглянутому прикладі перевіряється підлягає колійний розвиток парків станції і кількість локомотивів, задіяних для виконання маневрів. У якості критерію для вибору розрахункових умов роботи станції прийняті розміри прибуття вагонів на станцію і локомотиво-години маневрової роботи.

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

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

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, в групу «вугілля» об'єднані 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 вагонопотоці. Характеристика укрупнених вагонопотоків станції Хімічна наведена на рис. 5.

При заданій величині $\alpha_{кр} = 0,9$ у якості основних вагонопотоків, що прибувають на станцію Хімічна, розглядаються вагонопотік з котунами, залізородним концентратом (ЗРК), зерновими вантажами, вугіллям, мінеральними добривами. Частка вагонів з цими вантажами становить 96 %

загального завантаженого вагонопотоку. Вагони з контейнерами, а також вантажами для господарських потреб станції віднесені до групи «Інші» (рис. 5).

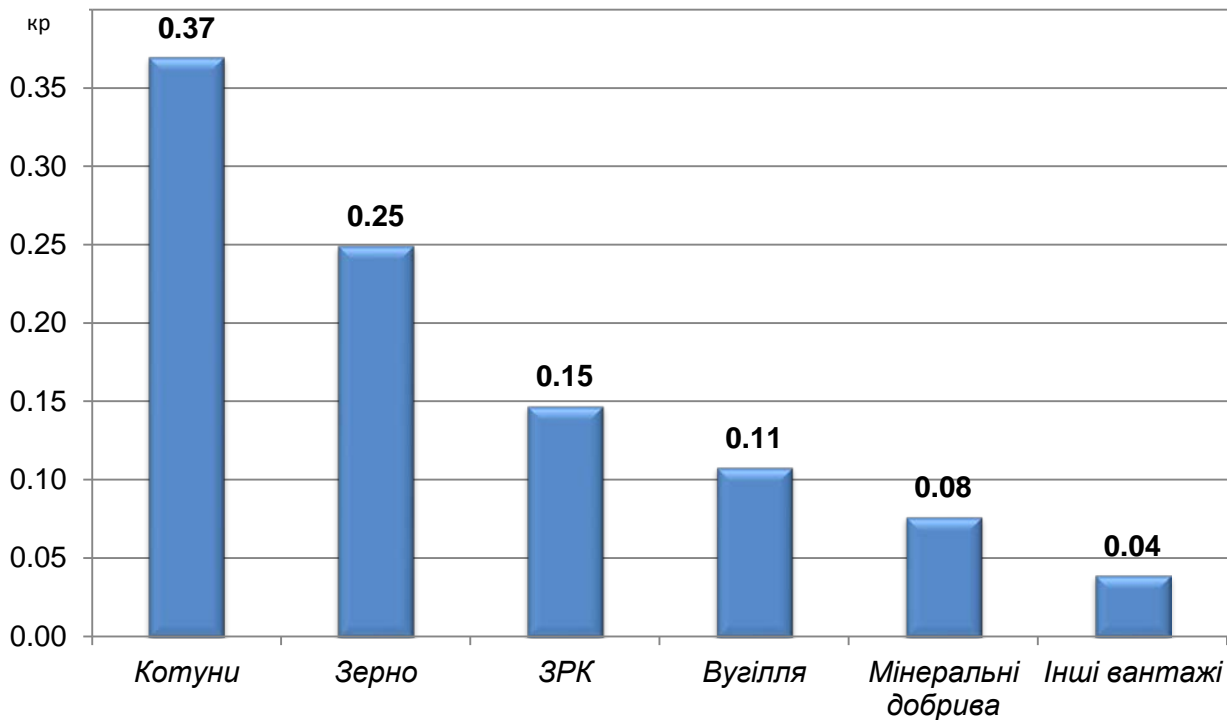


Рисунок 5 – Характеристика збільшених вагонопотоків

На третьому етапі на підставі аналізу динаміки вагонопотоків 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

$$\gamma_{м,ijg} = \frac{S_{н,ijg}}{S_{сн,ijg}}, \quad (2)$$

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 у цей самий період, розраховані за результатами згладжування.

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

$$\gamma_{сз,ijg} = 12 \frac{\gamma_{м,ijg}}{\sum_{j=1}^{12} \gamma_{м,ijg}}. \quad (3)$$

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

Таблиця 1 – Коефіцієнти сезонності за групами

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	1,10	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	0,90	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 прогнозних показників роботи станції, відібраних у якості критеріїв для вибору розрахункових умов її роботи.

Оцінка виконується за допомогою виразу

$$d_j = \sum_{i=1}^n f_i(\gamma_{m,ij} M_i), \quad (4)$$

де M_i – прогнозний 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.

Для оцінки динаміки критеріїв протягом року виконується їх нормування за середньомісячним значенням. Прогнозні помісячні зміни обсягів прибуття вагонів під вивантаження і локомотиво-години, що витрачаються на маневрову роботу з ними, зображені на рис. 6.



Рисунок 6 – 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, що перевищують середні річні значення на 20 %, очікуються у квітні. У цьому місяці при високих обсягах переробки зерна й мінеральних добрив спостерігаються пікові навантаження на колійний розвиток приймально-відправного парку та бригади ПТО і ПКО, які в ньому працюють. Максимальні витрати локомотиво-годин, що перевищують середні річні значення на 28 %, спостерігаються в лютому, для якого характерна висока частка перевалки зернових вантажів, що потребують великих витрат маневрової роботи, а також

необхідність з перестановки вагонів з вантажами, які змерзаються, в гаражі для розморожування. Тому у якості розрахункових періодів повинні бути прийняті квітень і лютий. У випадку, якщо різниця між значеннями критеріїв для обраних періодів не перевищують 3 %, то детально може аналізуватися один з них.

Добові розміри прибуття вагонів у розрахункові місяці встановлюються як

$$M_{ij} = \gamma_c \gamma_{m,ij} M_i, \quad (5)$$

де γ_c - коефіцієнт добової нерівномірності.

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

Аналогічно визначаються і розрахункові навантажені вагонопотоки по відправленню.

У четвертому розділі розроблено методи функціонального моделювання залізничних станцій на основі візуального програмування.

Залізнична станція являє собою складний комплекс технологічно взаємопов'язаних елементів і операцій. Сучасні імітаційні моделі дозволяють досить детально імітувати технологічні процеси на станціях, однак процес формального опису вказаних технологічних процесів потребує спеціально підготованого персоналу та значних витрат часу. Вказана проблема суттєво обмежує використання методів імітаційного моделювання в експлуатаційній роботі залізниць. Подолання вказаної проблеми може бути досягнуто за рахунок використання різних моделей на етапах параметризації моделі та безпосередньо імітаційного моделювання.

Процес параметризації моделі характеризується найвищим рівнем взаємодії технолога та ЕОМ. У зв'язку з цим вхідна модель повинна бути основою для побудови ефективного інтерфейсу для введення та аналізу технологічних процесів. На сьогодні одним з найпоширеніших методів розв'язання таких задач є використання візуальних мов програмування для формального опису бізнес-процесів, зокрема уніфікована мова програмування (UML).

Основними елементами технологічних процесів на станціях є об'єкти, технологічні операції та виконавці. Для залізничної станції об'єктами є поїзди, состави, окремі локомотиви й вагони, документи і т. ін. З кожним об'єктом на станції виконується визначена кількість технологічних операцій (робіт), що передбачені технологічним процесом (технічний та комерційний огляд, розформування та формування, навантаження та вивантаження і т. д.). Кожну технологічну операцію повинні здійснювати виконавці лише визначеної спеціалізації (наприклад, огляд вагонів виконує бригада ПТО, розпуск состава – маневровий локомотив і сортувальні гірка і т. д.), у той же час виконавець окремої спеціалізації може виконувати декілька різних операцій (наприклад, сигналіст виконує закріплення состава та прибирання гальмівних башмаків).

Для моделювання технологічного процесу залізничної станції на логічному рівні у мові UML в системі IBM Rational Rose були використані діаграми прецедентів, станів та діяльності.

Діаграма прецедентів використовується для опису залізничної станції на концептуальному рівні й відображає відносини між акторами та прецедентами. Як актори при цьому розглядаються виконавці, що працюють на станції, та об'єкти, що на ній обслуговуються, а як прецеденти – технологічні процеси обслуговування об'єктів виконавцями. Приклад діаграми прецедентів наведено на рис. 7

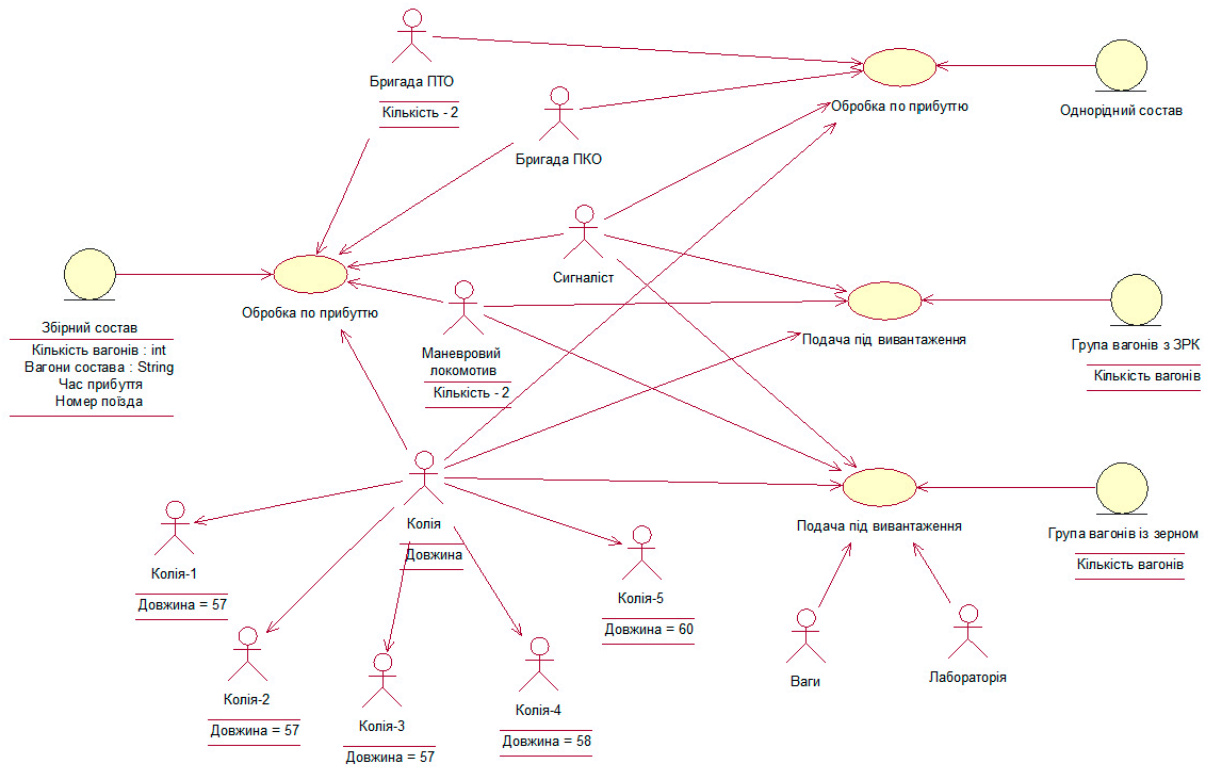


Рисунок 7 – Діаграма прецедентів роботи парку прибуття

При формалізації процесів функціонування залізничної станції діаграми станів описують зміну фаз обслуговування об'єктів у процесі виконання технологічного процесу обслуговування окремих об'єктів (обслуговування по прибуттю, розформування і т. 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. 8.

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.

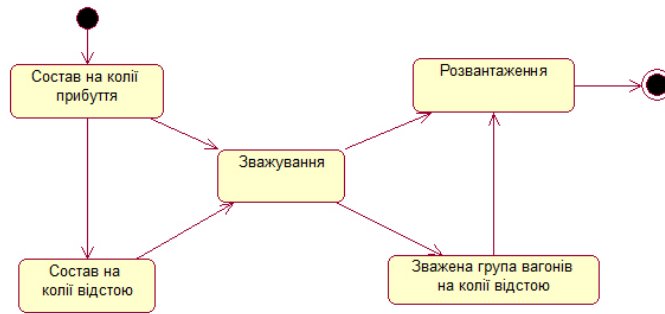


Рисунок 8 – Діаграми станів зважування вагонів состава із зерном

Приклад діаграми діяльності, що відповідає обслуговуванню состава по прибуттю, наведено на рис. 9.

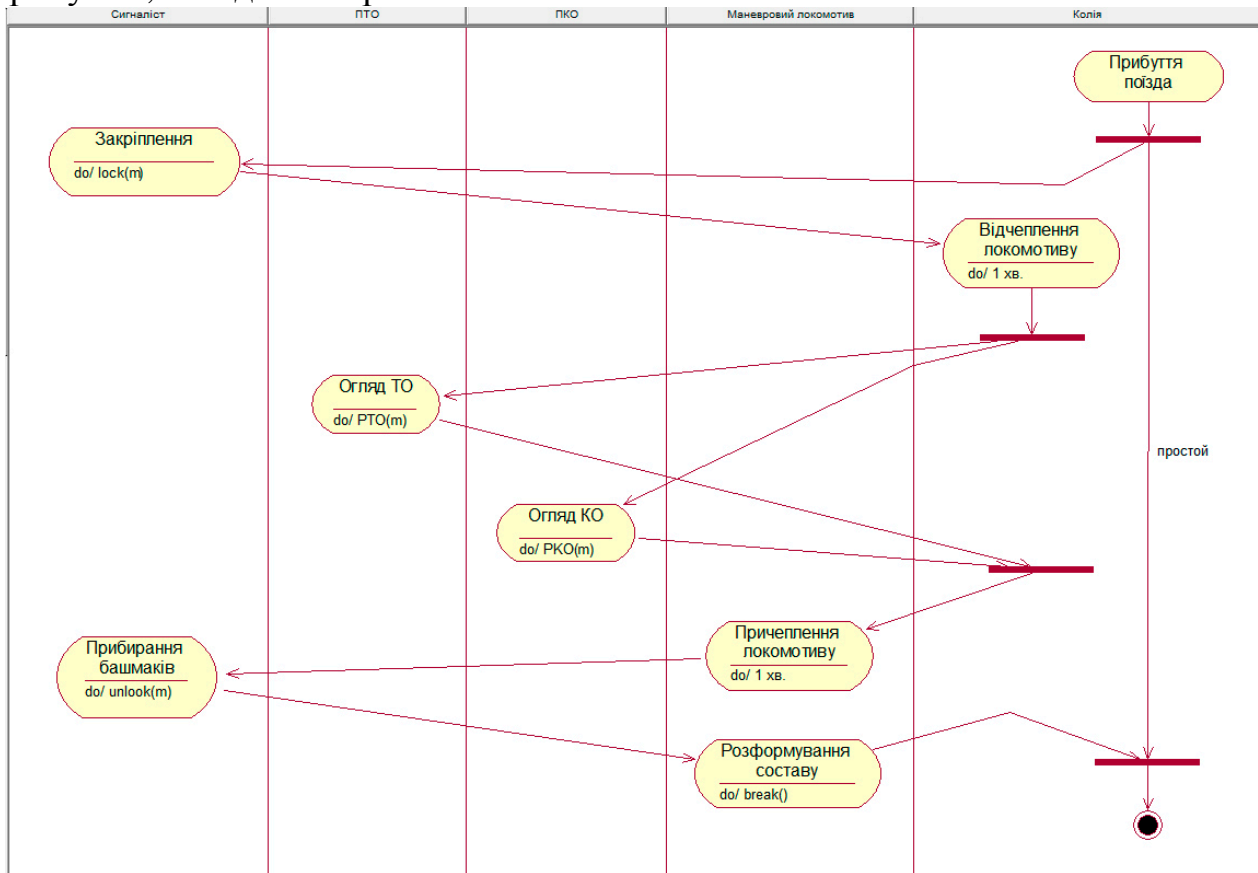


Рисунок 9 – Діаграми діяльності розформування поїзда

Враховуючи широке використання мови UML для опису бізнес-процесів та у програмуванні, наявність спеціалізованих програмних продуктів для підготовки діаграм, застосування мови візуального програмування UML для формалізації станційних процесів дозволяє підвищити ефективність роботи технологів на етапі підготовки даних для моделювання.

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 \mathbf{E} та шаблонів об'єктів \mathbf{D} , кожний елемент яких описується наступною структурою даних:

- виконавець $e_r \in \mathbf{E}$

$$e_r = \{i_e, \mathbf{P}_e\}, \quad (6)$$

де i_e – ідентифікатор виконавця; \mathbf{P}_e – список параметрів виконавця;

- шаблон об'єкта $d_y \in \mathbf{D}$

$$d_y = \{i_d, \mathbf{P}_c, \mathbf{E}_d, A\}, \quad (7)$$

де i_d – ідентифікатор шаблону об'єкта; \mathbf{P}_c – множина властивостей об'єкта зі значеннями за промовчанням; \mathbf{E}_d – список виконавців, необхідних для обслуговування об'єкта; A – скінченний автомат, що описує порядок виконання технологічних операцій з об'єктом.

Формування скінченного автомата, що описує порядок виконання технологічних операцій з об'єктом, здійснюється на підставі діаграми станів. Для опису автомата використовується орієнтовний параметричний граф, вершини якого відповідають станам скінченного автомата, а дуги – переходам. Для опису структури графа використовуються списки інцидентності вершин. При цьому кожен стан автомата описується структурою

$$s_a = \{i_a, R, \mathbf{X}\}, \quad (8)$$

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

Кожний елемент списку переходів описується структурою

$$x_q = \{z, i_a, f_p\}, \quad (9)$$

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 моменти початку та закінчення технологічного процесу, розгалуження, злиття та прийняття рішень. Зокрема, технологічні операції описуються структурами

$$q_i = \{i_q, i_{qn}, f_s, f_d, f_e, \mathbf{E}_q\}, \quad (10)$$

де i_q – ідентифікатор вершини; i_{qn} – ідентифікатор наступної вершини; f_s, f_e – функції, що виконуються відповідно на початку та після закінчення 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 після

закінчення виконання операції виконавець залишається зайнятим об'єктом, інакше виконавець звільняється.

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 складала у лютому – 16 (з них маршрутні – 10, змішані – 6), а у квітні – 17 (з них маршрутні – 9, змішані – 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.

Для оцінки достатності колійного розвитку прийнятно-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 прогнозні вагонопотоки в умовах зміни їх структури.

У додатках наведено дані для розрахунків, допоміжні математичні розрахунки, а також довідки про впровадження результатів дисертаційної роботи.

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

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні праці:

1. 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.

2. 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.

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

4. 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 імені академіка В. Лазаряна. – 2015. – Вип. 3 (57). – С. 45–57.

5. 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.

6. Босов А. А. Побудова математичної моделі методом пасивного експерименту [Текст] / А. А. Босов, О. В. Горбова // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2011. – Вип. 36 – С. 167–170.

Праці апробаційного характеру:

1. 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.

2. 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.

3. 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

4. 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

5. 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

АНОТАЦІЯ

Горбова О. В. Удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпропетровськ, 2016.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню наукового завдання побудови методики вивчення технологічних процесів залізничних станцій та розробки методів їх формалізації та графічного представлення.

У ході досліджень було розглянуто та проаналізовано методи вивчення технологічного процесу залізничної станції, що дозволило розробити та виділити в окрему методику передпроектного обстеження залізничної станції як інформаційного об'єкта. За допомогою уніфікованої мови моделювання UML розроблено об'єктно-орієнтований спосіб побудови моделі технологічного процесу залізничної станції як графа, що акторів (виконавців робіт), об'єкти технологічного процесу (поїзд, локомотив, бригада ПТО) та окремі технологічні операції. Удосконалено метод оцінки вантажопотоку залізничної станції за різними видами вантажу та запропоновано новий метод визначення рівня технічного забезпечення залізничної станції з урахуванням нерівномірності вхідного потоку.

Ключові слова: залізнична станція, технологічний процес, паралельні процеси, об'єктно-орієнтоване представлення, вантажопотік, пропускна спроможність.

АННОТАЦИЯ

Горбова А. В. Усовершенствование методов технико-эксплуатационной оценки работы железнодорожных станций. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта,

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепропетровск, 2016.

В диссертационной работе рассмотрены методы формализации технологического процесса железнодорожной станции, которые построены на базе формального описания, полученного на основе модели работы станции.

В ходе исследования была предложена методика выполнения предпроектного обследования объекта информатизации. Предусмотрены следующие основные его этапы: изучение предметной области; разработка методики и программы выполнения обследования; выполнение программы обследования; обработка и обобщение материалов обследования. Изучение предметной области проводят путем сбора первичной и вторичной информации, а также в ходе производственных экскурсий. Производственная экскурсия дает общее понятие о технологическом процессе и основных структурных единицах станции. Методы получения первичной информации (опрос, анкетирование, собеседование) дают возможность непосредственно ознакомиться с технологическим процессом станции, а также изучить работу основных исполнителей и алгоритмы проведения операций. К методам получения вторичной информации относят методы изучения и анализа документов. При этом объекты железнодорожной станции изучаются через их описание в архивных, конструкторских и нормативных документах станции.

Мощность работы станции характеризуется объемами выполнения ее работ. Для оценки работы станции было предложено усовершенствование методов оценки соответствия технического оснащения железнодорожных станций прогнозным объемам работы путем учета изменений структуры вагонопотоков и технологии их обработки во времени. В результате исследования установлено, что для станций, перерабатывающих неоднородные вагонопотоки, а также для станций с сезонно изменяющейся технологией в течение года может быть несколько расчетных периодов, требующих проверки соответствия технического оснащения объемам работы. На основании методов анализа временных рядов и методов математического моделирования разработан метод поиска характерных периодов работы станции, требующих проверки с помощью функциональных моделей.

Используя данные, полученные в процессе предпроектного обследования и оценки величины вагонопотоков, были предложены методы формализации технологического процесса железнодорожной станции.

В результате исследования разработан метод формального представления технологического процесса железнодорожных станций разного уровня сложности. Все графические построения выполняются с помощью унифицированного языка UML в среде IBM Rational Rose и представляются в виде ориентированного графа с состояниями, достаточно понятным при изучении предметной области. Применяя методику формального представления технологических процессов, можно быстро ознакомиться с работой любого объекта автоматизации, а также изучить его работу при построении технологических процессов с разным уровнем детализации.

Графическое представление является достаточно наглядным для понимания при усовершенствовании технологического процесса железнодорожной станции. Кроме этого диаграммы позволяют показывать параллельность работ и объектов, с которыми выполняются работы. После графического построения технологического процесса в среде IBM Rational Rose, формальное представление технологического процесса записано в текстовый файл, который может быть применен при дальнейшем анализе технологического процесса и получении расчетов показателей его формализации.

Работоспособность предложенной методики подтверждает опыт ее применения в исследовании и моделировании ст. Химическая ООО «ТИС».

Внедрение разработанных предложений позволит предупредить принятие ошибочных решений на стадии предпроектного обследования, выполнить расчет планового суточного объема работ железнодорожной станции на последующий период, а также предлагает методику формального представления полученных данных об объекте информатизации.

Ключевые слова: железнодорожная станция, технологический процесс, параллельные процессы, объектно-ориентированное представление, грузопоток, пропускная способность.

THE SUMMARY

Gorbova O. V. The improving of methods in technical-service of railway station's operation. – Manuscript.

Ph. D. Thesis in Engineering Science, specialty 05.22.20 – operation and maintenance of transport, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro, 2016.

Thesis is devoted to the solving of the scientific problem in formation of methodology in railway stations' investigation and the development of methods and their formalization and graphic representation

During the research the method of railway stations' investigation were considered and analyzed, it helps to develop and point out the methodology in pre-project investigation of railway station as data object. With the help of Unified Modeling Language (UML) it was developed an object-oriented technic in modeling the technological process of railway station as graphic representation, actors (performers of the work), the object of technological process (train, locomotive, the team of Production and Technical Department) and other technological operations. The estimating for weight working parameters of railway station is improved with different kind of baggage and the new test-level method in railway stations' maintenance is suggested. Taking into account irregularities of incoming flow.

Keywords: railway station, technological process, parallel processes, object-oriented representation, freight transport, capacity.

ГОРБОВА ОЛЕКСАНДРА ВІКТОРІВНА

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

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Підписано до друку 13. 09. 2016 р. Формат 60x84 1/16
Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 100 пр. Замовлення №258

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1315 від 31.03.2003

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010