

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**
Навчально - науковий інститут транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи**


освітній ступінь - магістр
спеціальність - 275 - Транспортні технології
спеціалізація - 275.2 - Транспортні технології (на залізничному
транспорті)

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ
ТРАНСПОРТУВАННЯМ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ
ТРАНСПОРТОМ»

Виконав
Здобувач вищої освіти
групи ОПЗТ-19змі


(підпис) Шарков Д.А.

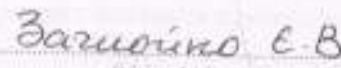
Керівник:


(підпис) проф. Круть О.А.

Завідувач кафедри:


(підпис) проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

Рецензент:


(підпис) (підпис) / (прізвище) Загородко Е.В.

Сверодонецьк – 2021

1. СТАН СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ТА ЇЇ ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1. Загальна характеристика існуючої моделі перевезення зернових вантажів

Останні тенденції в розвитку ринку зернових і масляничних вантажів є найбільш прогресуючими та визначальними в розвитку економіки країни. Широкий спектр надання логістичних та організаційних послуг з всього кола питань пов'язаних із експортом вищевказаних вантажів, зобов'язує перевізника організувати оптимальні умови перевезення із отриманням найбільш ефективних якісних показників. Питання реформування галузі з кожним роком набуває більшої актуальності і в той самий час вимагає значно гнучкіших інструментів її впровадження, зважаючи на об'єктивні складові сьогодення. Таким чином впровадження будь яких інновацій в організацію перевезення мають відповідати вимогам існуючого інфраструктурного потенціалу, мінімізації коштів на її впровадження і створення умов для нормалізації інвестиційного клімату в галузі на всіх можливих рівнях. Для надання повноти актуальності питання розглянемо ключові аспекти у формуванні процесу перевезення.

Після проведення стислого аналізу структури залізничних вантажних перевезень можна зробити висновок, що згідно з даними Держстату частка аграрного сектору складає приблизно 20-22 % загального обсягу перевезень у галузі. Тенденція розвитку обсягів перевезення зернових вантажів (рисунок 1.1) за останні роки має поступову динаміку до зростання і повинна мати коректне відображення в рішеннях оператора інфраструктури.

На даний момент тенденція до поступового зростання має всі підстави для подальшого зростання таких показників, проте відчутно меншою динамікою. Підґрунтям для таких прогнозів є суттєвий попит на зернові та масляничні вантажі, який має наш товар за кордоном, зважаючи на існуючі вихідні дані нашої землі.

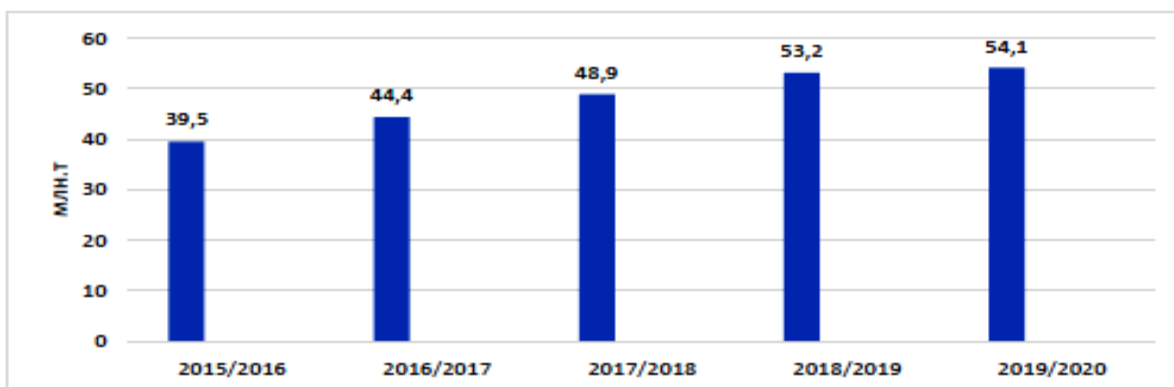


Рис.1.1. Динаміка обсягів експорту зернових і масляничних вантажів

Основний потік зернових вантажів в Україні спрямовано різними видами транспорту до морських портів на експорт. Розподіл обсягів перевезень за видами транспорту наведено на рис. 1.2 (за даними Мінагрополітики України за 2019 р.).

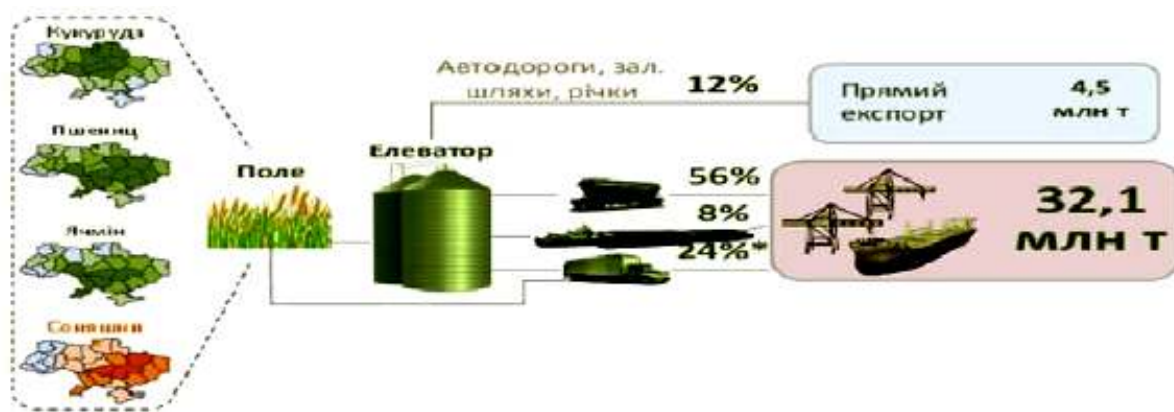


Рис.1.2. Розподіл обсягів перевезень зернових вантажів за видами транспорту 2019 р.

Із рис. 1.2 видно, що основну частину перевезення зернових і масляничних вантажів забезпечує АТ Укрзалізниця, а нормативно-правові обмеження в питанні навантаження на одну вісь автомобільного транспорту і незадовільний технічний стан автомобільних доріг роблять залізницю першим і визначальним перевізником зернових вантажів у країні.

Потреба в реформуванні галузі обумовлена не тільки необхідністю інтегрування до світових вимог в якості надання послуг перевезення, а і

залучення на коректних умовах інвестицій до інфраструктурної складової. Ситуація в цьому напрямі пов'язана із незадовільним технічним станом і дефіцитом локомотивної тяги та рухомого складу на фоні існуючих обсягів.

Такий розвиток обумовлено дефіцитом інвестицій і на сьогодні динаміка розвитку цього питання не є позитивною. Залучення інвестицій від вантажовідправників із обмеженими можливостями не відбувається через відсутність адекватних важелів управління. За останніми даними, кількість вагонів власного парку вже перевищило інвентарний.

Незважаючи на значну кількість залучених вагонів інших форм власності, це не вирішує питання в забезпеченні рухомим складом, зокрема вагонами-зерновозами. Наявність такої кількості вагонів різних форм власності досить відчутно ускладнює оперативну роботу оператора інфраструктури через певні договірні відносини між ним і власником рухомого складу [13].

Динаміка росту обороту власного (рис. 1.3) вагону обумовлена більшим часом на прийняття управлінського рішення власником рухомого складу, коли, керуючись ринковими принципами, власний вагон «шукає» найбільш вигідний варіант для прямування своїх вагонів. Так, розглядається питання ставки за перевезення, станція навантаження і вивантаження, вантаж що буде перевезено. Окрім того у власника такого рухомого складу є оперативна інформація про можливості вивантаження вагона в порту, цінову складову вантажу та інші фактори якими він керується при прийнятті рішення. На даний момент плата за користування інфраструктурою та зберігання є незначною що дозволяє власнику рухомого складу мати час на приймання рішення.

По-друге, із утворенням ситуації з дефіцитом вагонів-зерновозів інвентарного парку в експлуатаційній роботі з'явився такий термін, як дефіцит інвентарного парку. Суть утворення перевезення зернових вантажів полягає в ринкових стосунках між виробником та експортером у порту. Виняток становить місцевий споживач, частка якого в залізничному сполученні досить незначна, зважаючи на достатньо рівномірний розподіл зернових і масляничних вантажів по території України [14]. Цю частку перевезень майже повністю забирає

автомобільний транспорт, зважаючи на його мобільність, простоту в організації перевезення та здатність задовольнити замовника протягом всього року.

Середньодобовий обіг ЗРВ за грудень 2018 – лютий 2019 рр.

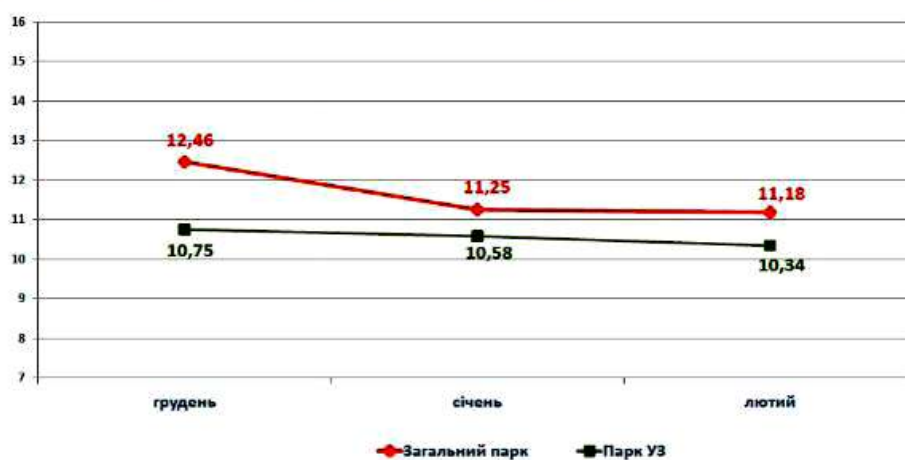


Рис.1.3. Динаміка обороту вагонів інвентарного парку та вагонів інших форм власності

Метою роботи є вирішення наукового завдання організації та управління перевезеннями зернових вантажів залізничним транспортом у сучасних умовах значних коливань обсягів їх перевезень і нестачі рухомого складу. Однією з умов функціонування ринку перевезення зернових є забезпечення справедливих ринкових умов для трейдерів усіх рівнів. Технологічні та функціональні можливості кожного з них можна виділити після аналізу інфраструктури безпосередньо вантажоутворюючих підприємств. На сьогодні головними підприємствами, що забезпечують процес навантаження, є елеватори. Зважаючи на їхній потенціал, сьогодні їх можна поділити перш за можливістю формувати маршрутні відправлення. Для виконання такого завдання елеватор повинен мати достатню переробну спроможність, здатність накопичити певну кількість вантажу для забезпечення навантаження маршрутної відправки, колійний розвиток і засоби для навантаження маршруту в обґрунтований час. Якщо станція має більше одного елеватора, то сумісними зусиллями станція, до якої вони примикають може отримати ознаку маршрутної.

Переважає більшість елеваторів на станціях із маршрутною ознакою є

власністю крупних агротрейдерських підприємств до яких належать такі організації, як Нібулон, Кернел, Луї Дрейфус та інші. Організація експорту в таких підприємствах базується на власності інфраструктури, починаючи від сільськогосподарських земель і елеваторів до власного рухомого складу. Наявність такого потенціалу дозволяє заздалегідь планувати роботу, мати безліч переваг на всіх етапах експорту, що у свою чергу частково унеможлиблює ринкові умови в регіонах тяжіння таких підприємств. Саме ці учасники перевізного процесу належать до першої групи вантажовідправників.

Окрім ознаки маршрутності сучасну мережу елеваторів можна розділити на певні категорії відносно їхнього виробничого потенціалу. Так, частка елеваторів, спроектована та введена за радянських часів на сьогодні не відповідає сучасним вимогам. Життєвий цикл вантажу на елеваторі проходить певні етапи приймання вантажу, очищення, за необхідності сушіння, зберігання та відвантаження у вагони. Технічний стан пристроїв на таких підприємствах не дозволяє своєчасно і якісно забезпечувати виконання робіт, що призводить до утворення черг із автомобільного транспорту. Особливої актуальності така ситуація набуває під час збирання кукурудзи, що за наших кліматичних умов збирається з перевищенням допустимої, за державними стандартами, вологості. Волога кукурудза, яка знаходиться в кузові автомобіля, залежно від відсотка вологи може після двох діб простою в очікуванні вивантаження, стати непригодною для експорту, що спричиняє суттєві збитки виробнику. Майже щорічно в районах північної України де середня врожайність становить більше 100 Ц/Га у пікові періоди збирання врожаю виробник не має змоги привести товар до державного стандарту, і кукурудза лежить просто неба в очікуванні технологічних можливостей елеватора.

Якщо на елеваторі якість відвантаженої кукурудзи визначається вагонами, то в порту така оцінка дається навантаженій баржі місткістю близько 10 тис. т. Так, за минулий фрахтовий рік ціна на вітчизняну кукурудзу на світовому ринку за експертними оцінками, була на 18 % нижче світової.

Більшість елеваторів, які не в змозі надати якісну послугу у визначений

термін, є власністю Державної Продовольчо-зернової корпорації України (ДПЗКУ), що, зважаючи на певний дефіцит фінансування, не мають коштів на оновлення свого обладнання відповідно до сучасних вимог. Така ситуація спричинила появлення елеваторів на базі під'їзних колій, що через об'єктивні причини були закриті. Технологічно і елеватори здатні виконувати всі операції, які передбачені вимогами стандартів експорту зернових вантажів. Сучасні методи вивантаження та подачі зерна в бункер, засоби сушіння, очищення дозволяють суттєво скорочувати експлуатаційні витрати, що у свою чергу може зменшити ціни на послуги, які виставляє такий елеватор клієнту.

Значною часткою у формуванні собівартості зерна на елеваторі складають витрати на автомобільний транспорт, який доставляє зернові вантажі з поля або зі складу виробника. У такому випадку більш розширена карта елеваторів дозволяє створити ринкові умови для функціонування цього сегмента інфраструктури. Так, по станції Заоскілля Куп'янської дирекції, окрім елеватора старого зразка, існує ще три нових. Однією з переваг цих елеваторів є персональна робота з кожним із клієнтів, що може бути надана завдяки технологічній гнучкості. Велика черга на елеваторах старого типу та відсутність альтернативи виробничих ліній змушує надавати послуги за єдиним середньодобовим реєстром, що спричиняє незадоволення і втрати коштів певної кількості клієнтів [112].

Власники новоутворених елеваторів можуть мати невелику кількість власного рухомого складу та надавати експедиторські послуги для інших трейдерів. Середньодобове навантаження на таких елеваторах сягає 20 вагонів, що може стати вагомою часткою формування ступеневого маршруту. Власників такої інфраструктури слід віднести до другої категорії вантажовідправників і розглядати їх у певних регіонах вантажоутворюючими.

Ще однією категорією відправників, що формує ринок, є категорія трейдерів із обмеженими функціональними можливостями. Такі трейдери не мають достатніх коштів для закупівлі товару з метою зберігання для подальшого перепродажу, у більшості випадків не мають власного рухомого складу та

інфраструктури для забезпечення всіх технологічних операцій при організації перевезення. До переваг таких трейдерів слід віднести мобільність та гнучкість в більшості експлуатаційних питань і більш лояльні відносини з виробником. В арсеналі цих компаній може бути так званий зерновий «ковчег».

Таким чином за вищевказаних умов можна відвантажувати пшеницю, ячмінь, сою та кукурудзу. Для організації такої відправки трейдеру достатньо мати автомобіль самоскид, під'їзну колію з відповідною можливістю навантажувати відповідну номенклатуру, а в більшості випадків місця і загального користування. Зважаючи на зростаючий технічний потенціал виробника, який для можливості вибору реалізації свого товару в певних випадках має можливість зберігати його у відповідній до державних стандартів якості, це дозволяє відвантажувати зернові вантажі протягом усього року.

Експлуатаційні витрати, перелік яких надає елеватор, у такому випадку скорочуються до мінімуму, що дозволяє мати певні переваги навіть перед великими гравцями. Так, категорія трейдерів потребує наявності рухомого складу саме інвентарного парку. В більшості випадків власник рухомого складу за рахунок плати за користування вагонами та наданням експедиторських послуг не дозволяє отримувати додатне сальдо між витратами та надходженням коштів від експортера, що унеможлиблює такі перевезення [89, 95].

Експлуатаційним рішенням задоволення потреб таких відправників є формування ступеневих маршрутів - це маршрути, сформовані з вагонів, пред'явлених різними вантажовідправниками на місцях загального або незагального користування, що примикають до однієї залізничної станції (станційний ступеневий маршрут), одним вантажовідправником (власником залізничної колії незагального користування) або різними вантажовідправниками (власниками залізничних колій незагального користування) на декількох залізничних станціях дільниці або залізничного вузла (дільничний або вузловий ступеневий маршрути). [58, 113].

1.2. Аналіз існуючої технології перевезення зернових та масляничних

вантажів

Аналізуючи ситуацію із перевезенням зернових і масляничних вантажів, слід зазначити, що ситуація в плановій організації докорінно змінилася з початком зменшення обсягів перевезення вантажів взагалі та формуванням дефіциту вагонного парку та локомотивної тяги. Мережа розподілу вантажоутворюючих пунктів зернових і масляничних вантажів є досить рівномірною і не має визначальних районів тяжіння, якщо порівнювати її залізничною мережею. Така ситуація в купі з рівномірністю пунктів навантаження та сприятливими обсягами перевезення інших груп вантажів дозволяла ефективно планувати місцеву оперативну роботу відвантаження зернових вантажів, керуючись цілковито місцевим планом. Характер тяжіння до портів нашої групи вантажів забезпечувала відповідна робота сортувальних станцій.

Зважаючи на об'єктивні зовнішні чинники починаючи з 2014 року ситуація перевезення зернових вантажів поступово почала набувати певних негативних тенденцій. Відчутні зміни у плануванні оперативної роботи почалися у 2018 році, що були обумовлені на ринку залізничних перевезень зернових закриттям частини малодіяльних станцій. Економічна ситуація змусила ряд вантажовідправників суттєво зменшити обсяги перевезень, а деяких тимчасово припинити свою діяльність. Так на станції Харків-Балашівський кількість клієнтів на початок 2015 року зменшилася приблизно на 40%.

Особливої актуальності ця ситуація набула на станціях, які не мають тяжіння до міст із розвинутою інфраструктурою. Вантажоутворення зернових вантажів на відміну від інших номенклатур в нашому регіоні як зазначалося раніше, має рівномірний характер, тому певний перелік станцій що навантажують зернові вантажі опинилися в зоні ризику свого існування. Причиною такої ситуації є собівартість перевезення кожної окремої відправки, що стала відчутно зростати зважаючи на відсутність інших перевізників на таких станціях і навіть певних дільницях.

Аналіз роботи зернових вантажних станцій свідчить, що близько трьох ста станцій з 528 обробляють до двох вагонів зерна на добу. У такій ситуації УЗ розробила критерії експлуатаційних показників, за допомогою яких було визначено 177 малодіяльних станцій з навантаження зерна, роботу яких, на думку фахівців УЗ, доцільно оптимізувати шляхом їх реструктуризації, санації, тимчасового або повного закриття для вантажних операцій. Повністю закрити пропонується 60 станцій, ще 110 станцій закрити для вантажної роботи на період з 1 червня по 1 грудня 2018 року з подальшим відновленням за наявності певної кількості заявок на навантаження.

Ситуація почала набувати негативних наслідків у вигляді скарг від власників інфраструктури, що раптово стала недієвою, і від вантажовідправників із малим і середнім обсягом перевезення, що у свою чергу додало негативу до інфраструктурної привабливості галузі на фоні існуючих зовнішніх проблем. Для вирішення такого завдання АТ "Укрзалізниця" презентувала учасникам аграрного ринку своє бачення питання скорочення кількості залізничних зернових станцій [35]. Суть цієї програми полягає у скороченні експлуатаційних витрат, що не можуть бути раціональними, зважаючи на збільшений порожній пробіг локомотива, утримання в належному стані колійної інфраструктури, пристроїв СЦЗ, кадровий дефіцит працівників комерційного та вагонного цеху. Головною метою таких заходів є скорочення витрат на утримання малодіяльних станцій і за експертними оцінками, такі кроки дозволять заощадити УЗ до 350 млн грн на рік, що будуть витрачені на оновлення вагонного парку і локомотивів.

Результатом таких змін стало збільшення обороту вагона зерновоза із 10,6 діб у вересні 2017 року до 12,8 діб у вересні 2018 року. Починаючи з вересня 2018 року Центр транспортних стратегій реалізує проект «Наш вагон» : на конкретних прикладах чотирьох вагонів (напіввагона, зерновоза, критого вагона, платформи) відстежується їх рух, у щоденному режимі фіксується місце перебування і операції, здійснювані з ними і. Результат першого етапу такого дослідження показав, що найбільші затримки рейсів зафіксовані у критого вагона : за чотири місяці сумарний час затримки склав 41 добу, на другому місці

зерновоз - 20 діб, напіввагон - 18 діб, фітингові платформи - 9 діб.

1.3. Передумови розробки нових методів управління розподілом рухомого складу та методів управління залізницею в умовах реформування галузі

Аналіз світових тенденцій розвитку ринку експорту зернових вантажів та існуючого інфраструктурного стану залізничного транспорту України показав невідповідність рівня якості транспортної послуги встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Ознак позитивної динаміки набування значущості якості надання сервісних послуг у питаннях часу очікування вантажних операцій, можливості вибору та формування потреби замовника за умови віддаленого доступу вже давно набуває ринок перевезень взагалі, і перевезення зернових не може бути відокремленим від цього процесу. Практичний досвід за часи незалежності моделей функціонування залізниці свідчить, що основною рушійною силою підвищення якості транспортних послуг для залізничного транспорту є відповідність нормам сьогодення щодо якості надання послуги [60, 82, 100, 113]. Головним рушієм розвитку залізничного транспорту, з об'єктивної точки зору, на сьогодні є автомобільний транспорт. Адекватна реакція розвитку вантажних залізничних перевезень в усьому світі залежить від інтегрованого переходу місцевих реалій монопольного ринку до конкурентного за рахунок дерегуляції та інших управлінських методів [38, 91].

Повертаючись до реформування галузі, слід зазначити, що цілковите її впровадження щодня стає все більш складним. Зважаючи на вищезазначене результати реформування мають відповідати вимогам збереження впливу залізничників на ключові процеси роботи галузі за умови залучення досить відчутних інвестицій з боку користувача послуги. Основою для можливості створення такої ситуації є обопільне виконання питань та умов що виникають під час перевізного процесу. Зважаючи на практичний досвід у плані виконання договірних зобов'язань між різними представниками не зважаючи на їхню вагомість, юридичну форму власності, функціональні чи виробничі можливості,

ключовим аспектом у таких договорах є виконання умов прав та обов'язків [48, 90].

Тому першочерговим заданням є створення нової моделі відносин між оператором інфраструктури та користувачем послуги перевезення враховуючи модель формування відправок зернових вантажів і ринкові вимоги організації перевезення зважаючи на всі актуальні аспекти.

Складна та застаріла ієрархічна система управління ресурсом на момент впровадження не може прибігати значних реформ як з точки зору запровадження капітальних вкладень у перебудову галузі, так і в реальній спроможності управляти існуючою інфраструктурою на інших ієрархічних засадах.

Відносини між учасниками перевізного процесу за вихідних умов реформування мають складатися на принципах недискримінаційного доступу до ресурсів інфраструктури. Відповідно до перспективного стану взаємовідносин між учасниками перевезень на вітчизняних залізницях кожен з них здатний вплинути на якість перевезення в цілому [39].

Учасники перевізного процесу за ступенем відповідальності та впливу на забезпечення перевезення потрібної якості поділяються за взаємозв'язком. Такий підхід може бути використаною як основа для обґрунтування розподілу фінансового результату в умовах підвищенні якості, у тому числі за рахунок забезпечення рухомим складом. Загальна тенденція відносин між учасниками перевізного процесу у форматі виконання прав та обов'язків і взаємної відповідальності зображена на рисунках 1.4 і 1.5.

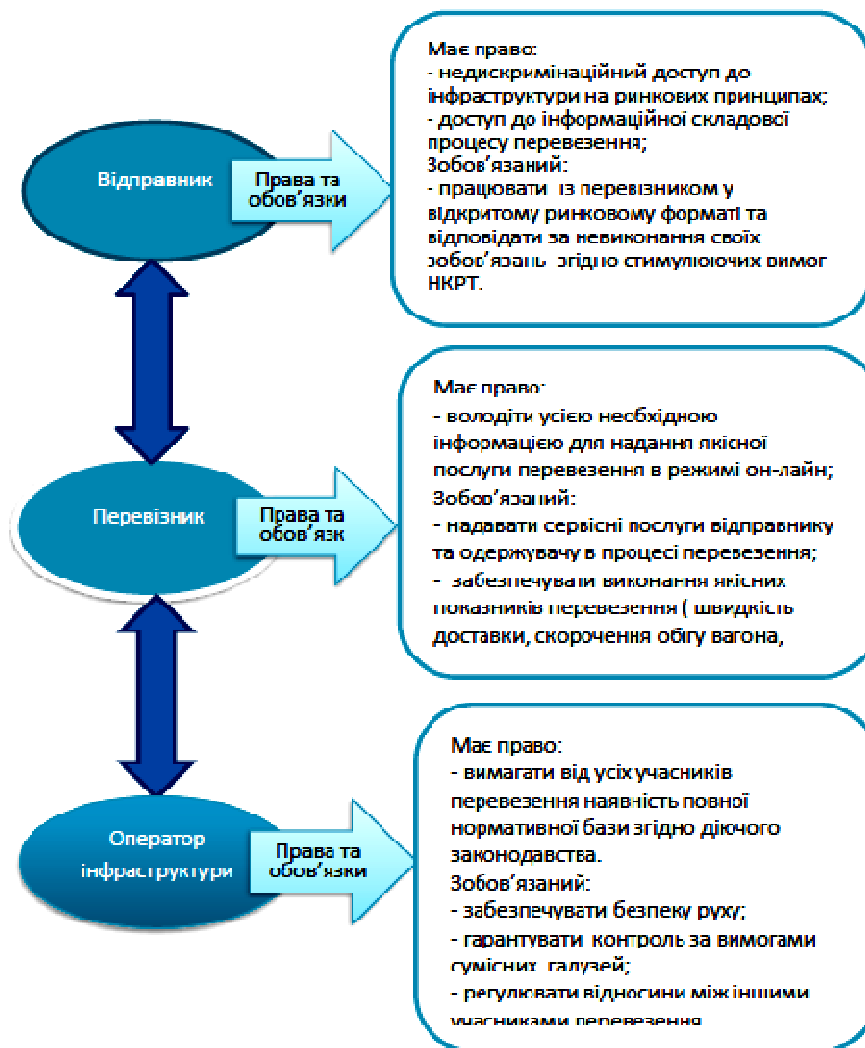


Рис. 1.4. Учасники перевізного процесу в розрізі їхніх прав і обов'язків у результаті реформування галузі

Виконання таких умов на сьогодні, є беззаперечною вимогою ринку і для виконання таких вимог власник інфраструктури повинен мати певні технологічні інструменти. Однією з таких умов виступає тенденція до розвитку міжнародної транспортної системи в бік зростання залізничних перевезень взагалі. Ефективну діяльність вітчизняного залізничного транспорту неможливо уявити без сучасних інформаційних систем підтримки прийняття рішень (СППР) персоналом у підрозділах, що безпосередньо беруть участь у контейнерних перевезеннях [60, 66, 83]. Для цього необхідно створити єдине інформаційне середовище, яке має формуватись і використовуватись на базі сучасних методологічних підходів.



Рис.1.5. Функціональна схема основних чинників забезпечення якості транспортного обслуговування та учасники перевізного процесу

Однією з найбільш важливих особливостей формування бази знань у галузі транспортно-логістичних технологій є слабоформалізований і нечіткий характер критеріїв вибору технологічних альтернатив, їхніх параметрів та обмежень. З іншого боку, обсяг технологічної інформації стає настільки великим, що постає питання щодо автоматичного формування масивів даних про перевезення. Внаслідок цього, в багатьох випадках виявляється неможливим побудова адекватної математичної моделі, що призводить до необхідності використання методів експертних оцінок. Тому перспективним є необхідність розроблення методів, які дозволяють ефективно збирати технологічну інформацію за рахунок використання когнітивних методів та обробляти отримані дані за допомогою нечіткої логіки [97, 5, 103].

Вихідні дані експорту українського зерна, як і географічний аналіз пунктів вантажоутворення, навантажувальні можливості вантажних станцій, технологічні можливості забезпечення вагонами і тяговим рухомим складом, дають підставу вважати можливим застосування ступеневих маршрутів, але обґрунтування ефективності запропоновано її формалізувати за допомогою моделі на мережі Петрі. Гібридні дискретні мережі Петрі реалізуються подіями та умовами, поданими абстрактними символами з двох алфавітів, що не перетинаються та які називаються відповідно множинами переходів і множиною позицій [40]. Умови-позиції і події-переходи пов'язані із співставленням безпосередньої залежності (безпосередній причинно-наслідковий зв'язок), що зображується за допомогою спрямованих дуг, що ведуть з позицій у переходи і з переходів у позиції. Позиції, з яких ведуть дуги на даний перехід, є його вхідними позиціями, а позиції, на які ведуть дуги з даного переходу, - вихідними позиціями [6].

1.4. Аналіз наукових досліджень в області проблем формування відправок зернових вантажів.

Окремими питаннями даної проблеми для залізничної мережі України, а саме: розподілення рухомого складу на принципах ресурсозбереження; створення ефективної технології формування залізничних маршрутів; принципів організації місцевої роботи, застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, займалися такі вчені та фахівці: Т.В. Бутько, М. І. Данько, Р. В. Вернигора, О. В. Лаврухін, Д. В. Ломотько, Д. М. Казаченко, В. І. Мацюк, А. М. Огороков, О. В. Павленко, Р. Ш. Рустамов, В. М. Гриценко, А. М. Котенко, В. В. Кулешов, С. В. Панченко, О. М. Огар, Є. В. Нагорний.

Проблемами, пов'язаними з управлінням формуванням методів перевезення різних країн світу, займалися багато вчених і практиків: Danny Schipper, Lasse Gerrits, Ricardo García Ródenas, José Carlos García García, María Luz López García, Bart W. Wiegman, Peter Nijkamp, Piet Rietveld та інші.

Виконання дослідження і проведення аналізу показників перевезення зернових вантажів і відповідних експлуатаційних показників спонукає до виявлення першочергових причин невідповідності ключових показників у процесі перевезення [34]. Для підвищення ефективності функціонування зернової логістики слід враховувати прогнозування попиту на транспортні послуги для транспортування зернових за допомогою моделювання. Встановлено, що моделювання попиту проводиться з метою отримання основних показників процесу вантажних перевезень, а також їх прогнозування та подальшого покращення. Імовірніше моделювання вибору раціонального варіанту перевезення передбачає не тільки побудову моделей для аналізу та оптимізації структури як відправницьких, так і ступеневих маршрутів і вибору вантажопідйомності транспорту, але також і прогнозування обсягу перевезень з оцінюванням їх впливу на основні показники ефективності, зниження витрат часу і ресурсів на виконання логістичних операцій [12].

Результати досліджень попиту на транспортні послуги показали, що слід враховувати випадкову природу попиту та особливості ринку перевезення зернових вантажів. Елементарною одиницею, що формує попит, є заявка на транспортне обслуговування – потреба клієнта в послугах, підкріплена купівельною спроможністю й подана на ринок для її задоволення. Заявка на обслуговування є підставою й причиною взаємодії між елементами логістичної системи доставки вантажів – експедитором, перевізником, вантажним терміналом і вантажовласником. Сукупність потенційних і реальних заявок на послуги підприємства утворюють попит на його послуги, відповідно сукупність заявок на послуги всіх підприємств регіону являє собою попит на транспортні послуги в регіоні.

Досліджено роботи науковців, які використовують як основу для моделювання попиту [13, 99] економетричні моделі (лінійна модель регресії OLS, авторегресійна модель з розподіленим лагом ADLM, необмежена векторна модель авторегресії VAR). Такі моделі розраховують еластичність попиту на вантажні перевезення залежно від рівня економічної активності, де ключовими

показниками оцінки виступають індекс промислового виробництва і валовий внутрішній продукт за паритетом купівельної спроможності та різними видами транспорту.

Сучасні вимоги до мобільності та здатності прогнозувати мають знаходити своє відображення у впровадженні на залізничній мережі автоматизованих систем оперативного управління перевізним процесом (АСК ВП УЗ), виключно важливого значення набувають питання єдиного інформаційного забезпечення для всього комплексу завдань, пов'язаних з організацією вагонопотоків на всіх рівнях і технічним нормуванням експлуатаційної роботи. Вирішення проблеми автоматизації розрахунку внутрішньозалізничного плану формування поїздів висуває на перший план завдання автоматизованого інформаційного забезпечення, зокрема отримання розрахункових вагонопотоків [33].

Сучасний стан розвитку транспортно-логістичного комплексу України характеризується великим рівнем зношеності транспортно-логістичної інфраструктури, низьким рівнем інвестиційного рейтингу інфраструктурних галузей, недосконалістю механізмів управління та регулювання діяльності в транспортно-логістичній сфері, дискримінаційним доступом до інфраструктури, відсутністю державного фінансування, низьким рівнем якості транспортно-логістичних послуг, додатковим фінансовим навантаженням інфраструктурних галузей у рамках виконання соціальних функцій держави. Отже, наразі існує термінова потреба у формуванні якісно нових концептуальних положень стратегічного розвитку транспортно-логістичної інфраструктури, спрямованих на створення умов для інтеграції національної транспортно-логістичної системи до світового транспортного простору [16].

Аналіз світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України показав невідповідність рівня якості транспортної послуги встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Одним із напрямів підвищення якості транспортних послуг для залізничного транспорту є лібералізація ринку вантажних залізничних перевезень [17, 96, 110]. Практичний досвід еволюції моделей функціонування

залізниць світу свідчить, що комерційне виживання вантажних залізничних перевезень в усьому світі засновано на процесі переходу від монопольного до конкурентного ринків за рахунок дерегуляції транспортної галузі [18, 19]. В основі дерегуляції залізничної галузі є створення умов для започаткування конкурентного середовища у сфері залізничних перевезень. Розвиток конкуренції реалізується за рахунок розподілу функцій управління інфраструктурою та здійснення експлуатаційної діяльності. Це у свою чергу сприяє створенню незалежних компаній-перевізників, головною умовою функціонування яких є принцип недискримінаційного доступу до інфраструктури.

2. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В РИНКОВИХ УМОВАХ

2.1. Формалізація задачі впровадження перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами в існуючих умовах

Інтеграція залізниці до ринкових умов праці є невід'ємною частиною реформування галузі. Виходячи з цього обсяги навантаження, забезпечення потреб інших учасників перевізного процесу оператором перевезення та інші експлуатаційні показники мають відповідати вимогам ринку та його тенденціям. Зважаючи на це формування будь-яких логістичних та управлінських впроваджень мають базуватися на принципах ресурсозбереження та оптимізації витрат у цілому.

На шляху реформування галузь має об'єктивну систему обмежень на існуючу інфраструктуру, що за своєю природою має певні зв'язки із учасниками перевізного процесу, яку подано у вигляді функціональної схеми на рис. 1.4. та 1.5. Така структура визначає ієрархічну залежність, виділення рівнів відповідальності та прийняття рішень, проте сучасні тенденції продовження інтегрування галузі в ринкове середовище в купі із стрімким розвитком інформаційного поля зобов'язує виходити за рамки традиційних для залізничного транспорту структурних обмежень. В такому випадку ситуація вимагає нового формату взаємодії між усіма учасникам перевезення, який дозволить галузі відповідати сучасним вимогам.

Зважаючи на вищесказане, принципи моделі перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами, безперечно, мають відповідати ринковим вимогам. Окрім того, ключові засади такого принципу побудови робочих відносин між учасниками перевізного процесу повинен мати місце як сьогодні (рис. 2.1), так і після набуття чинності основних позицій реформування. Подана на рис. 2.1 ієрархічна модель є відображенням не тільки кадрової складової галузі, а і розподілу управлінських важелів оператора інфраструктури. Одним із

ключових результатів розпочатої реформи має стати спрощення керівного процесу та узгодження управлінських рішень на тактичному та оперативному рівнях прийняття рішень.



Рис.2.1. Ієрархічна схема структури управління вагонним парком на АТ Укрзалізниця

З урахуванням існуючої моделі оперативного управління ієрархічна схема рівнів управління вагонним парком на залізниці та з розподілом обов'язків за колом зобов'язань буде мати вигляд, як на рис. 2.1. У даному контексті ієрархічним рівнем перевезення вважається полігон оперативної роботи, підпорядкований працівнику, пов'язаному із перевезеннями, у межах його компетенції [2].

Процес роботи системи починається з пам'ятки про закінчення вантажної операції, яку надає вантажоодержувач після вивантаження вагона або групи вагонів. За час, який залишається на підготовку вагона в комерційному відношенні (зняття реквізитів кріплення, очищення від залишків вантажу тощо), подачу маневрового локомотива на забирання, працівник цеху перевезення повинен прийняти правильне рішення щодо подальшої «долі» вагона.

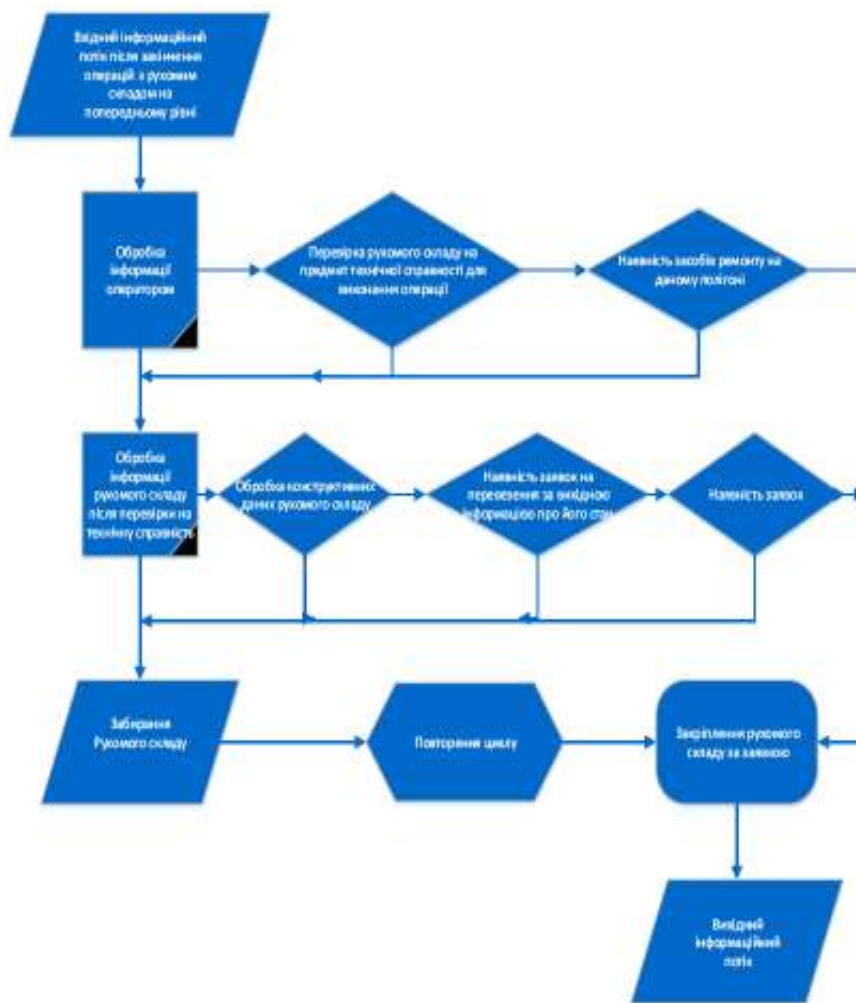


Рис.2.2. Схема процедури управління інформаційним потоком оператором інфраструктури

Аналогічне завдання полягає і в розподілі порожнього рухомого складу на сортувальних і дільничних станціях, але у зворотному ієрархічному напрямі. Зважаючи на достатню інформативність існуючих систем управління ресурсами, на залізниці ключовим чинником виконання поставлених завдань буде відповідна здатність оператора інфраструктури оперативного та ефективно керувати інформаційним потоком за колом зобов'язань всієї структури.

Існуючий процес реформування передбачає створення відкритого ринку перевезень із залученням усіх учасників перевізного процесу на обопільно вигідних умовах (рис. 2.3). Одним із ключових завдань оператора інфраструктури є створення умов з недискримінаційного доступу до

інфраструктури. Інформатизація перевізного процесу в питаннях спрощення обміну інформацією між учасниками перевізного процесу, можливість створення електронного архіву кожної дії кожного з учасників перевізного процесу дозволять створити ринкові умови функціонування галузі.

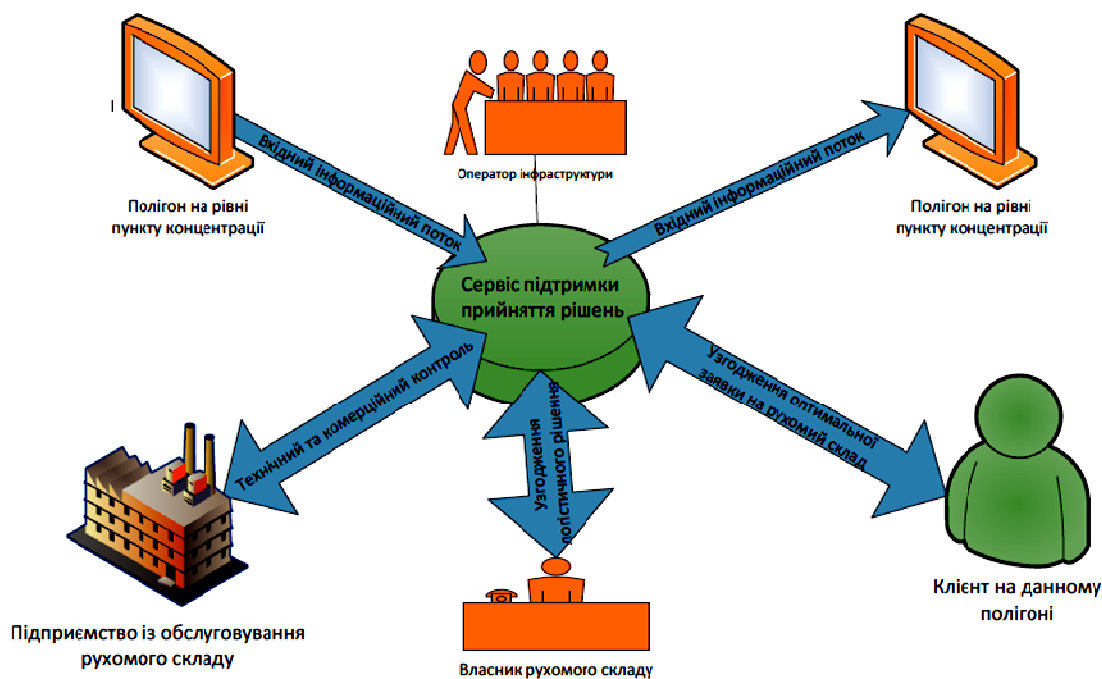


Рис.2.3. Схема інформаційної взаємодії учасників перевізного процесу з прийняття управлінських рішень

Найбільш об'єктивним з точки зору проведення розрахунків і прийняття управлінських рішень є подання вихідної інформації, скомпонованої для подальшого аналізу у вигляді методу динаміки середніх. Зважаючи на поставлені завдання (зокрема необхідної точності розрахунків та функціональних можливостей системи), раціональним методом вирішення питання буде застосування класичного методу Рунге – Кутти четвертого порядку точності.

Розподіл «життєвого циклу» вагона у фазі від закінчення попереднього перевезення до нового на умовні полігоні є обов'язковим, незважаючи на кінцеву мету реформування галузі в питанні спрощення горизонтальних ліній управління ресурсами, і визначальним у формуванні показника обороту вагона (рис. 2.1).

Існуюча інфраструктура та принципи формування будь яких відправок є аксіомою в прийнятті різних новаторських рішень. Інформативна робота на кожному із полігонів, починаючи від станції вивантаження, з усіма учасниками перевізного процесу дозволить створити умови для недискримінаційного доступу до інфраструктури і стане одним із чинників для залучення інвестицій на всіх рівнях перевезення.

2.2. Розробка технології раціонального розподілу порожнього рухомого складу при перевезенні зернових вантажів ступеневими маршрутами

З метою скорочення простою вагона виникла необхідність у формалізації процесу розподілу порожнього рухомого складу під зернові вантажі в умовах застосування логістичних технологій. При цьому враховано, що рухомий склад може мати ознаки не тільки за станом (навантажений – порожній), але й бути приналежним різним операторам рухомого складу та мати визначену дислокацію на залізничній мережі. Процес формування забезпечення рухомим складом замовника починається із пам’ятки про закінчення вантажної операції, яку надає вантажоодержувач після вивантаження вагона або групи вагонів. Аналогічне завдання полягає і в розподілі порожнього рухомого складу на сортувальних і дільничних станціях, але у зворотному напрямку.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dU_1^I(t)}{dt} = -U_1^I(t)W_1 + \sum_{i=1}^n h_1 U_1^{II}(t)W_{i,1}, \\ \frac{dU_2^I(t)}{dt} = -U_2^I(t)W_2 + \sum_{i=1}^n h_2 U_2^{II}(t)W_{i,2}, \\ \dots, \\ \frac{dU_n^I(t)}{dt} = -U_n^I(t)W_n + \sum_{i=1}^n h_i U_i^{II}(t)W_{i,n}, \\ \frac{dU_1^{II}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^n U_i^I(t)W_i - h_1 U_1^{II}(t) \sum_{j=1}^n W_{1,j}, \\ \frac{dU_2^{II}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^n U_i^I(t)W_i - h_2 U_2^{II}(t) \sum_{j=1}^n W_{2,j}, \\ \dots \\ \frac{dU_n^{II}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^n U_i^I(t)W_i - h_n U_n^{II}(t) \sum_{j=1}^n W_{n,j}. \end{array} \right.$$

Процес розподілу вагонів-зерновозів запропоновано формалізувати, як процедуру з оперативної діяльності диспетчерського апарату на базі методу динаміки середніх. Головним завданням при цьому стає отримання первинної інформації щодо оцінки імовірності переходу стану вагонів із порожнього в навантажений з урахуванням додаткових вихідних параметрів системи дислокації вагонів і їх приналежності в умовах можливої пріоритетності забезпечення вагонами певних станцій. Дана модель дозволяє прогнозувати місцезнаходження рухомого складу в кожен проміжок часу, що дозволить суттєво покращити показники оперативності прийняття рішень на залізничному полігоні. Практичним завданням цієї системи є створення умов для подачі під навантаження вагона, що знаходиться під вивантаженням на конкретному полігоні.

У моделі (2.1) прийнято:

$U_i^I(t)$ – кількість навантажених вагонів, зайнятих в i -му завантажувальному районі, кількість яких приймемо рівним N^I ;

$U_i^{II}(t)$ – кількість порожніх вагонів, які можуть використовуватися в i -му завантажувальному районі, прийнято $\sum_n U_i^{II}(t) = N^{II}$;

h_i – булева змінна, що враховує наявність ($h_i=1$) або відсутність ($h_i=0$) можливості використання вагонів різних власників (операторів вагонів) в i -му завантажувальному районі;

$W_{i,j}$ – інтенсивність процесу використання порожнього вагона з i -го вантажного району під завантаження в завантажувальному районі j в інтервалі часу $(t; t+\Delta t)$;

W_i – інтенсивність вивантаження навантаженого вагона в завантажувальному районі що $\sum_n W_i = 1$. Параметр подано у вигляді степеневій функції, що дозволяє надати коректну оцінку стану вагону.

Система лінійна, у матричному вигляді записується як $U(t)=WU(t)$ і

представлена в нормальній формі Коші. Завдання моделювання стійкості забезпечення навантажувальним ресурсом залізничного полігону зводиться до прогнозування спектра власних значень матриці стану W . Важливим завданням системи є факт того, щоб залізничний полігон не просто зберігав стійкість свого деякого стану в цілому, а мав би стійкість функціонування при варіації параметрів, до яких треба віднести такі:

- рід вантажу та вимоги до його перевезення;
- технічні характеристики вагона, а саме рід, вантажопідйомність, конструктивні особливості тощо;
- технологічні вимоги навантаження;
- економічна складова, як основне завдання замовника та власника рухомого складу.

Матриця станів має вигляд:

$$W = \begin{pmatrix} -W_1 & 0 & \dots & 0 & W_{1,1} & W_{2,1} & \dots & W_{n,1} \\ 0 & -W_2 & \dots & 0 & W_{1,2} & W_{2,2} & \dots & W_{n,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -W_n & W_{1,n} & W_{2,n} & \dots & W_{n,n} \\ W_1 & W_2 & \dots & W_n & -W_{1,1} & -W_{1,n} & \dots & 0 \\ W_1 & W_2 & \dots & W_n & 0 & -W_{2,1} & \dots & -W_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_1 & W_2 & \dots & W_n & 0 & 0 & \dots & -W_{n,1} & \dots & -W_{n,n} \end{pmatrix}$$

При розв'язанні даної задачі моделювання стійкої та керованої системи конкретного полігону набуває власних чисел λ_i від можливих імовірностей W_i і $W_{i,j}$ матриці (2.2). Характерною рисою цієї залежності є функція λ_i від W_i и $W_{i,j}$, що може бути виражена через власні вектори R_i і S_i матриці W .

Вектор навантажувальних ресурсів $N(t)$ має вигляд

$$u_k(t) = \sum_{i=1}^n c_i e^{\lambda_i t} r_{k,i}, \quad k \in [1; m]$$

де $r_{k,j}$ - компоненти з номером k власного вектора R_i ; m – розмірність матриці (2.2); $c_i = S_i^T U_0$ - визначається вектором початкових значень стану навантажувального ресурсу (навантажений, порожній) U_0 і власними векторами S_i транспонованої матриці стану (2.2).

Розглянемо умовний залізничний полігон Π , що складається з трьох навантажувальних районів і на якому знаходиться робочий парк вагонів-зерновозів кількістю 1000 од. Здійснено припущення, що всі вагони є взаємозамінними. Розглянемо такі ситуації, коли для оператора рухомого складу використання вагонів у кожному з районів є рівнозначним $U1\Pi(t) = U2\Pi(t) = U3\Pi(t) = 0,333 * N_n = 333 \text{ од}$, та коли для оператора рухомого складу існують пріоритети використання вагонів на кожному з полігонів (перший умовний район є найбільш пріоритетним, третій – найменш пріоритетним), тобто прийнято $U1\Pi(t)=0.5*N_{\Pi}=500 \text{ од.}$, $U2\Pi(t)=0.3N_{\Pi}=300 \text{ од.}$, $U3\Pi(t)=0.2N_{\Pi}=200 \text{ од.}$ (рис. 2.4 та 2.5).

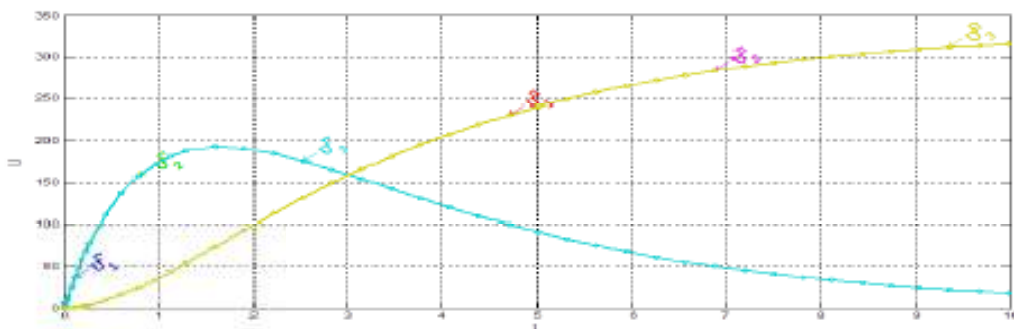


Рис.2.4. Результати моделювання для умовного полігону Π та рівновагових трьох дирекцій ($U1\Pi(t)=U2\Pi(t)=U3\Pi(t)$)

Якщо для оператора рухомого складу використання вагонів на кожному з полігонів навантаження не є рівнозначним, перший умовний полігон є найбільш пріоритетним, третій – найменш пріоритетним (тобто прийнято), то навіть через добу з початку здійснення управлінської дії з розподілу вагонів (рис. 2.5) система не буде у стаціонарному стані (стан розподілу вагонів-зерновозів прийде до

відносно стаціонарного стану лише до 30 год). Це свідчить про необхідність урахування рівномірності при перерозподілі рухомого складу за складовими полігоном в умовах недискримінаційного доступу до їхньої інфраструктури.

Таким чином, модель дозволяє зробити висновки про можливості управління в часі окремими параметрами, тобто буде характеризувати стійкість процесу забезпечення навантажувальним ресурсом залізничного полігону. Подальший розвиток моделі можна здійснити шляхом урахуванням взаємозамінності рухомого складу та його стану. Запропонована логістична модель в умовах, що формуються на шляху реструктуризації залізничного транспорту, дозволяє розробити оптимальну технологію роботи пункту концентрації з раціональним використанням вагонного парку і роботи маневрового локомотива з урахуванням усіх вимог транспортної мережі.

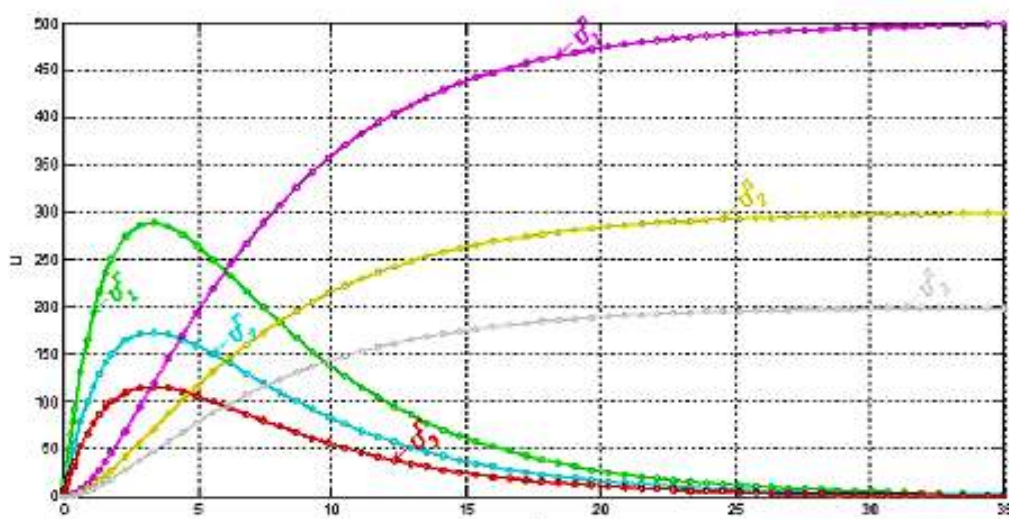


Рис.2.5. Результати моделювання для умовного полігону П при навантажувальних районах із різними обсягами роботи і з пріоритетами

Використання запропонованих моделей дозволяє зменшити для оператора інфраструктури експлуатаційні витрати на здійсненні управління (W) рухомим складом, і зменшити обіг місцевого вагона в середньому. Так, результат перерозподілу вагонів при рівнозначних навантажувальних районах, на відміну від ситуації при наявності пріоритетів, настає на 25 год швидше. Отже якщо

всі навантажувальні регіони будуть рівними за пріоритетом, то тривалість прийняття управлінського рішення скорочується у 3,5 рази. Величину відносної похибки результатів моделювання оцінено на рівні 8,3 % у першому випадку, та на рівні 2,7 % - у другому.

Цей комплекс завдань прийняття управлінських та технологічних рішень, зважаючи на імовірнісний характер критеріїв вибору технологічних альтернатив, їхніх параметрів та обмежень, запропоновано покласти в основу ЄСУ ПВЗ з подальшою інтеграцією до системи АСК ВП УЗ Є. Дана модель дозволяє прогнозувати місцезнаходження рухомого складу за родом, станом та приналежністю до оператора рухомого складу в кожен проміжок часу, що дозволить суттєво покращити показники використання вагонів на залізничному полігоні.

2.3. Оцінка якості результатів моделювання

Якість моделі та результатів моделювання в першу чергу визначається її адекватністю. Адекватність отриманої моделі оцінюють шляхом дослідження властивостей незалежності рівнів ряду залишків розбіжності між фактичними даними та результатами моделювання, їх випадковості і відповідності нормальному закону розподілу [67, 68].

При вирішенні завдання запропоновано використовувати критерій Дарбіна-Уотсона для перевірки кореляції всередині ряду [118]. Значення цього критерію можна визначити як

$$\Theta = \frac{\sum_{i=2}^N (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^N e_i^2}$$

де e_i - розбіжність між фактичними і розрахунковими даними.

Якщо цей критерій має значення, близьке до 2, то властивість незалежності

виконується.

Для перевірки точності запропоновано використовувати значення середньої відносної помилки апроксимації

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2}{\sum_{i=1}^N x_i^2}.$$

Для перевірки відповідності рівнів залишків нормальному закону розподілу можна скористатися будь-яким відомим критерієм згоди - χ^2 ("Хі квадрат") К. Пірсона, Колмогорова, Смирнова [118, 119]. Обмежимося застосуванням критерію Пірсона для перевірки гіпотези про нормальний розподіл рівнів залишків. З цією метою будемо порівнювати емпіричні (що спостерігаються) e_i і теоретичні e_i' (обчислені в припущенні нормального розподілу) частоти за формулою

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (e_i - e_i')^2}{e_i'}.$$

При цьому спостерігається значення критерію, визначене за формулою, перевіряють за таблицею критичних точок розподілу χ^2 , і за заданим рівнем значущості α і числу ступенів свободи $k = N-3$ знаходять критичну точку $\chi^2_{кр}(\alpha; K)$. Якщо виконується умова

$$\chi^2_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{кр}},$$

то гіпотезу про нормальний розподіл залишків приймають. Вище процес розподілу вагонів-зерновозів запропоновано формалізувати як процедуру з оперативної діяльності диспетчерського апарату на базі методу динаміки

середніх. Якість моделі та результатів моделювання запропоновано оцінити за допомогою відносної похибки результатів моделювання

$$\bar{g} = \frac{|T_{cm} - N_{пл} T_{пл}|}{N_{пл} T_{пл}},$$

де T_{cm} – період часу, потрібний для виконання перерозподілу вагонів-зерновозів. У моделі він дорівнює часу на досягнення моделлю стаціонарного стану, год;

$T_{пл}$ – тривалість стандартного планового періоду на залізниці, прийнято 12 год;

$N_{пл}$ – потрібна кількість планових періодів (для виконання перерозподілу вагонів-зерновозів). Набув цілочиселених значень.

Шляхом моделювання встановлено, що результат перерозподілу вагонів при рівнозначних навантажувальних районах, на відміну від ситуації при наявності пріоритетів, настає на 25 год швидше. Отже, якщо всі навантажувальні регіони будуть рівними за пріоритетом, то тривалість прийняття управлінського рішення скорочується у 3,5 рази. Величину відносної похибки результатів моделювання оцінено на рівні 8,3 % у першому випадку, та на рівні 2,7 % - у другому.

2.4. Формування загального варіанту перевезення зернових вантажів залізничним транспортом

Подальше вирішення поставлених завдань призвело до ідентифікації логістичної технології доставки зернових вантажів до пунктів призначення із забезпеченням синхронізації вантажопотоків. Географічний аналіз пунктів вантажоутворення, технологічні можливості опорних станцій, сортувальні можливості припортового регіону та кількість основних портів дають змогу запропонувати структурно-логічну схему організації відправки зернових

вантажів.

Аналіз показав, що для відносно крупних відправників зернових вантажів ефективна технологія перевезень у вигляді відправницьких маршрутів. Для відносно невеликих відправників (з обсягом до 10 ваг/добу) слід використовувати комплексний підхід, що сприятиме коректному прийняттю рішень перевізниками, трейдерами та оператором залізничної інфраструктури в комплексі. Таким підходом є використання технології перевезень зернових вантажів ступеневими маршрутами на базі розподіленої СППР оперативного персоналу.

Удосконалена технологія обслуговування зернових вантажів шляхом застосування технології ступеневих маршрутів має враховувати нестабільність надходження порожніх вагонів під навантаження за наявності вантажу у вантажовідправників. При цьому вантажовідправники знаходяться, як правило, на різних станціях залізничної дільниці обслуговування та мають різні технологічні варіанти взаємодії із перевізником:

А) вантажовідправник здійснює навантаження зернового вантажу на під'їзній колії елеватора, що обслуговується маневровими засобами перевізника;

Б) вантажовідправник здійснює навантаження зернового вантажу на під'їзній колії елеватора, що обслуговується власним маневровим локомотивом;

В) вантажовідправник (зернотрейдер) здійснює навантаження зернового вантажу на під'їзній колії або на місцях загального користування, вантаж надходить до вантажних фронтів автотранспортом. Вантажні операції в цьому випадку здійснюються, як правило, за «прямим» варіантом (Cross-Docking).

Критерієм раціоналізації в даному випадку виступає скорочення часу знаходження вагонів під технологічними операціями на під'їзних коліях елеваторів і під накопиченням на маршрут. Це завдання може бути розглянуто як техніко-економічна модель стохастичного програмування удосконалення технології роботи під'їзних колій, станцій примикання та опорної станції.

Формування складу ступеневого залізничного маршруту з зерновими вантажами здійснюється на опорній (як правило, дільничній станції) і займає від

20 до 60 год. Поїзний диспетчер разом із логістичним оператором отримує від кожної станції, розташованої на залізничній ділянці обслуговування, інформацію про заявки на порожні вагони та наявність зернових вантажів із розподілом останніх за місцем призначення. Ця інформація узгоджується з операторами рухомого складу, які забезпечують підсилку порожнього рухомого складу. З урахуванням цієї інформації планується послідовність обробки вагонів, що мають увійти до складу ступеневого маршруту, з урахуванням обмежень за нормами маси і довжини. Окремо складається план забезпечення формування маневровими засобами. Початкове завантаження вагонів здійснюється заздалегідь на станціях ділянці окремими групами, де вони приймаються в технічному та комерційному відношенні. Тривалість навантаження та обробки групи вагонів на станції залежить від кількості вагонів, їх приналежності оператору рухомого складу, а також способу виконання маневрової роботи - локомотивом перевізника або вантажовідправника. Тривалість виконання вантажних операцій із зерновими вантажами на окремій станції визначається згідно з типовими нормами з урахуванням необхідності виконання додаткових операцій і ступеня розвиненості інформаційного забезпечення технологічних процесів.

Остаточне формування ступеневого маршруту здійснюється на опорній станції. Якщо зернові вантажі мають прямувати до різних пунктів призначення, групи вагонів розташовують у складі маршруту відповідно до географічного розташування станцій призначення.

Після закінчення формування поїзному диспетчеру та логістичному оператору подаються відомості про вагони, їх власність і призначення зернового вантажу, включеного до складу маршруту. Диспетчер передає інформацію про сформований ступеневий маршрут до системи АСК ВП УЗ Є, повідомляє станціям призначення про наявність зернових вантажів на їхню адресу та про власність завантажених вагонів. Як правило, для прямування ступеневого маршруту з зерновими вантажами у графіку руху виділяють узгоджену окрему нитку (жорстку нитку графіка).

Застосування для перевезення зернових вантажів ступеневих маршрутів передбачає значну територіальну розпорошеність пунктів навантаження, вантажних фронтів на самих станціях, що ускладнює високопродуктивне використання вагонів, вантажно-розвантажувальних машин і маневрових засобів. Трудності в організації розглянутої технології обумовлено також умовами істотного зниження обсягів навантаження по конкретних станціях та наявністю так званих малодіяльних станцій. У цих умовах підвищення ефективності ступеневих маршрутів може бути досягнуто такими заходами на основі загальносистемного ефекту:

- укрупненням пунктів обслуговування зі створенням об'єднаних підприємств-елеваторів;
- створенням пересувних вантажно-розвантажувальних комплексів для зернових вантажів із забезпеченням технології Cross-Docking при взаємодії із автотранспортом; поширенням використання власного рухомого складу для перевезень зернових вантажів, у тому числі контейнерів.



Рис.1.6. Схема вирішення завдання удосконалення процесів організації та управління транспортуванням зернових вантажів ступеневими залізничними маршрутами

Ефективність застосування ступеневих залізничних маршрутів із зерновими вантажами є найбільш високою в умовах функціонування логістичних операторів, які здійснюють координацію всіх технологічних складових. У свою чергу це можливе в умовах створення спеціалізованої інформаційно-керуючої системи логістичного ланцюга, що дозволить заздалегідь визначити тривалість, місце та рівень вантажопотоку, оперативно реагувати на нього шляхом концентрації вантажних операцій і своєчасного формування необхідних груп вагонів на конкретних вантажних фронтах. Загальний взаємозв'язок між запропонованими моделями поданий на рис. 1.6. дозволяє відстежувати процес формування ступененевого маршруту зернових вантажів починаючи від моменту вивантаження порожнього парку у припортових районах до моменту розформування створеного маршруту на станціях розподілу вагонів під вивантаження. Такий підхід обумовлений вимогами ринку і дозволяє здійснювати ефективну взаємодію із вантажовідправниками на місцях вантажоутворення.

3. ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОЛІГОНІ

3.1. Створення ефективної технології формування залізничних маршрутів із зерновими вантажами за допомогою моделей на мережі Петрі

Сучасні тенденції розвитку залізничних перевезень і значні коливання обсягів навантаження зернових вантажів показують, що технологія перевезень останніх має бути оновлена з використанням логістичних принципів. Будь-яка корпорація здійснює торговельну взаємодію з усіма відкритими ринками, а тому ефективна, швидка та по можливості дешева доставка зернових вантажів - ключовий фактор для забезпечення стабільного прибутку. Зокрема в 2018 році внаслідок відсутності гнучкого підходу до організації перевезення зернових вантажів у пунктах їх сезонної концентрації вітчизняна кукурудза торгувалася майже на 20% нижче середньої ціни на міжнародному ринку. Застосування цього підходу сприятиме коректному прийняттю рішень перевізниками, трейдерами та оператором залізничної інфраструктури на базі інформаційних систем.

Сезон збору врожаю зернових останніх років показав неспроможність своєчасного надання якісної транспортної послуги зернотрейдерам. Так, на початок листопада 2018 року інвентарними вагонами обслуговується лише 6,7 % елеваторів, спроможних формувати відправницькі маршрути. Інші 93,3 % елеваторів неспроможні виконувати свої функції через незабезпечення рухомим складом і, як наслідок, повне або часткове завантаження. Динаміка таких статистичних підсумків вказує на збільшення частки елеваторів що набувають ознаку маршрутної, проте більшість існуючої інфраструктури вантажовідправників зернових вантажів не мають такого потенціалу, що спонукає до прийняття відповідних рішень. Результатом стала ситуація неможливості обробки всього потоку зернових вантажів і колосальні збитки для аграріїв та зернотрейдерів. Ключовим завданням є забезпечення перевізника якісною послугою залізничного транспорту згідно з вимогами Закону [41], що

сприятиме створенню умов для підтримки інвестиційних програм у транспорт та економіку країни в цілому. Але забезпечення надання якісних послуг залізничним перевізником заважає дефіцит зерновозів та тягового рухомого складу на фоні збільшення обсягів наданих до перевезень зернових вантажів. Це призводить до непродуктивних простоїв вагонів під навантаженням, в очікуванні та під накопиченням на відправлення. Зокрема у 2018 році один з найпотужніших в країні Степанівський елеватор (станція примикання Торопилівка, регіональна філія Південної залізниці) має потужність зберігання 488 тис. т і здійснює навантаження маршрутів складом 54 вагони в середньому за 15 год. У той же час, наприклад, група з 17 зерновозів по станції Лихачове в середньому перебуває під навантаженням 24,2 год., окремий зерновоз по тієї ж станції – 29,7 год., а зерновоз по станції Савинці – 32 год. Ця ситуація є характерною для більшості станцій мережі та свідчить про необхідність впровадження ефективних технологій роботи з вагонами, що завантажуються зерновими вантажами, у напрямі поліпшення їх використання в часі.

Одним із напрямів розвитку перевезень зернових вантажів у США стало запровадження технології «човникових» поїздів, що передбачає використання спеціальних низьких тарифів (на 46-52 % у порівнянні із звичайними) за умови навантаження поїзда складом у 75-120 вагонів протягом обмеженого часу, як правило, до 15 год [42].

У зв'язку з вищенаведеним виникає необхідність вирішення науково-прикладного завдання створення ефективної логістичної технології залізничних перевезень зернових вантажів ступеневими маршрутами [43] на полігоні, яку за допомогою математичних моделей може бути інтегровано в єдине інформаційне середовище.

Створення логістичної моделі технології формування відправок зернових вантажів передбачає отримання ефекту від:

- скорочення порожнього пробігу вагонів та підвищення маршрутної швидкості доставки вантажу в порт;
- створення умов для недискримінаційного доступу до рухомого складу,

засобів і місць навантаження;

- створення єдиного інформаційного середовища для всіх учасників перевезення.

Процес прийняття технологічних рішень [44] щодо оптимізації перевезення зернових вантажів має враховувати природу вантажоутворення у сучасних умовах ця номенклатура є невід'ємною складовою у формуванні загальних економічних тенденцій у країні, тому, окрім відомих сезонних коливань, слід враховувати договірні зобов'язання трейдера, експортера, зміни вартості вантажу тощо.

Основним способом перевезення зернових вантажів залізницями стає маршрутна відправка, але на мережі існує велика кількість станцій, що мають невеликі обсяги навантаження. Для охоплення цих обсягів «класична» технологія формування маршрутів стає малоефективною. Основними варіантами формування маршрутної відправки є відправницькі та технічні маршрути, що передбачають масове навантаження, як правило, на одній станції. З метою охоплення станцій з невеликими обсягами навантаження пропонується використовувати удосконалену технологію формування ступеневих маршрутів таких видів [45]:

- ступеневий маршрут із формуванням партії вантажу на залізничному полігоні з подальшим розпиленням у припортовому районі;

- ступеневий маршрут із формуванням партії вантажу на станції (пункті концентрації, маршрутній базі) з подальшим розпиленням у припортовому районі.

З метою створення ефективної технології використання ступеневих маршрутів обрано як дослідний реальний полігон регіональної філії Південна залізниця з п'яти станцій, динаміку обсягів навантаження зернових вантажів на яких наведено на рис. 3.1. Математичне очікування навантаження полігону складає 504 ваг/міс., коефіцієнт нерівномірності 1,43. Географічний аналіз пунктів вантажоутворення, навантажувальні можливості вантажних станцій, технологічні можливості забезпечення вагонами і тяговим рухомим складом

дають підставу вважати можливим застосування ступеневих маршрутів, але обґрунтування її ефективності запропоновано формалізувати за допомогою моделі на мережі Петрі.

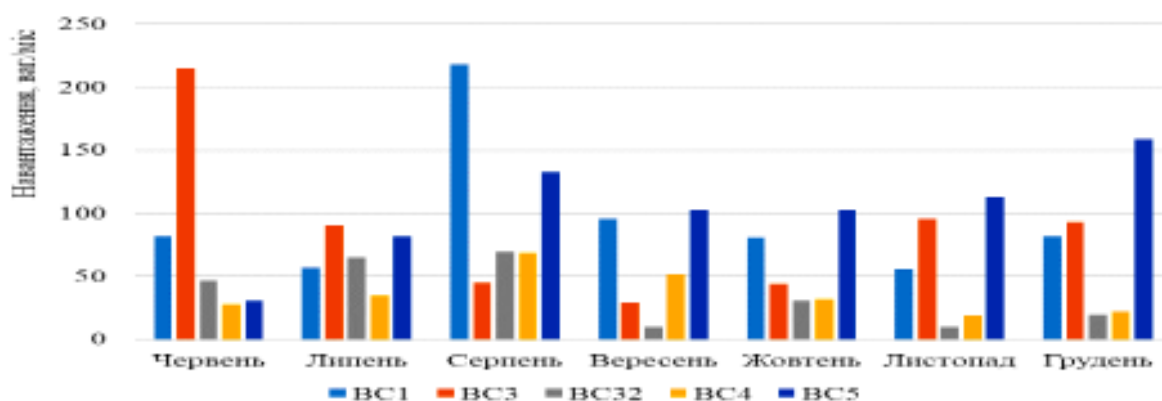


Рис.3.1. Динаміка навантаження зернових вантажів на дослідному залізничному полігоні

Гібридні дискретні мережі Петрі реалізуються подіями та умовами, поданими абстрактними символами з двох алфавітів, що не перетинаються та які називаються відповідно множиною переходів і множиною позицій [46]. Умови-позиції і події-переходи пов'язані із співставленням безпосередньої залежності (безпосереднього причинно-наслідкового зв'язку), зображуваними за допомогою спрямованих дуг, що ведуть з позицій у переходи і з переходів у позиції. Позиції, з яких ведуть дуги на даний перехід, є його вхідними позиціями, а позиції, на які ведуть дуги з даного переходу, - вихідними позиціями.

З метою виключення неоднозначності у функціонуванні моделі та підвищення її стійкості до зациклення в моделі використано дуги-інгібітори, що дозволило уникнути перехідних інваріантів [47]. Виключення наявності позиційних інваріантів визначається властивістю зберігання мережі. Це досягнуто за допомогою використання синтез-дуг із динамічними вагами (наприклад між переходом T3 та позицією P4), що вперше застосовується для моделювання технологічних процесів залізничних перевезень масових вантажів. Дійсно, після закінчення моделювання має місце рівність початкового та фінального маркування мережі, тобто адекватність моделі також

підтверджується властивістю зберігання мережі-моделі.

Здійснено моделювання технології формування ступеневого маршруту на дослідному полігоні для різного його складу тм, результати моделювання наведено на рис. 3.2.

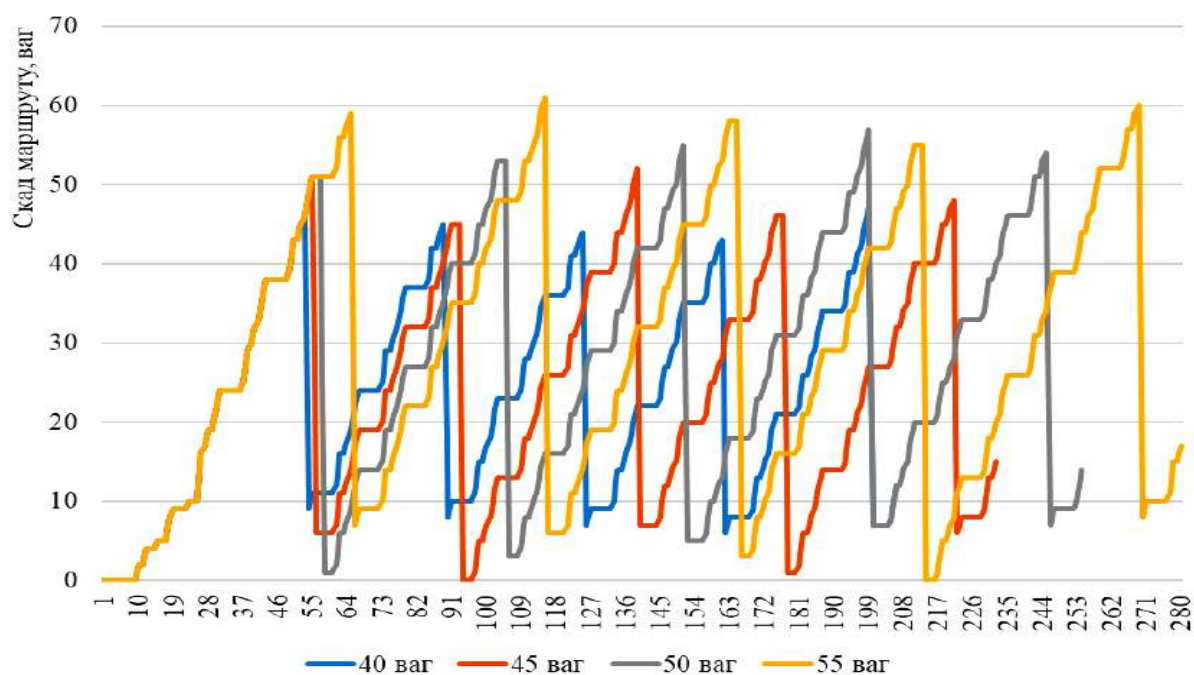


Рис.3.2. Результати моделювання накопичення вагонів на ступеневий маршрут різного складу на дослідному полігоні

Аналіз технологічних варіантів, що зведено до табл. 3.1, показав, що при незначній різниці у тривалості середнього простою місцевого вагона при складі маршруту тм = 40 ваг, та тм = 45 ваг (на 0,2 год) на 26 % зростають непродуктивні простої вагонів під очікуванням операцій і накопиченням у якості залишкових груп. Тобто економія вагоно-годин простою місцевих вагонів при тм = 40 «перекривається» непродуктивними простоями та складає 20,1 ваг-год/маршрут, а інші технологічні варіанти (тм = 50 ваг, тм = 55 ваг) з цієї точки зору ще гірші. Рациональним на даному полігоні можна вважати варіант ступеневого маршруту при тм = 45 ваг в умовах скорочення часу на формування маршруту на 12 год (18 %) порівняно із базовим варіантом.

Аналіз результатів моделювання

Склад маршруту n_m , ваг	40	45	50	55
Загальні ваг-год накопичення	4646	5275	6552	7923
Ваг-год накопичення на маршрут	929,2	1055,0	1310,4	1584,6
Середній час на формування маршруту, год	55	57	59	67
Середній простій місцевого вагона, год	23,2	23,4	26,2	28,8
Ваг.год додаткового непродуктивного простою вагонів	779	574	895	868
Питомий непродуктивний простій на відправлений маршрут, ваг.год	20,1	13,3	18,4	16,3
Відносна ефективність технології порівнянно з раціональною	0,66	1,0	0,72	0,82

Результати моделювання довели існування раціонального технологічного варіанта формування ступеневого маршруту з зерновими вантажами на дослідному полігоні при $n_m = 45$ ваг для розглянутого реального полігону. Аналіз показує, що можливе існування кращого, ніж запропонований, технологічного варіанта при збільшенні складу маршруту, але на n_m діє обмеження за корисною довжиною колій і тягою поїзного локомотива. Запропонований підхід до формування технології маршрутних відправок зернових вантажів дозволяє враховувати інтереси всіх учасників перевезення, інтегрувати їх до єдиного інформаційного середовища та забезпечити покращення ефективності перевезень порівняно з існуючими технологіями. У перспективі це дає змогу створити технологічну карту [48] маршрутної відправки зернових вантажів у реальному масштабі часу, яка в єдиному інтелектуальному інформаційному середовищі дозволить здійснити прогнозування підходу

маршрутів до пункту призначення та скоротити загальний час прямування зернових вантажів залізницями.