

# Концепція використання логістики, як основа покращення показників вантажних залізничних перевезень

Денис Ломотько

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

## I. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ

Одними із основних напрямків удосконалення організації транспортного процесу залізниць України є забезпечення конкурентоспроможності та прибутковості в умовах транспортного ринку, реформування галузі та інтеграції до Європейської співдружності. Virішення цієї наукової проблеми можливо здійснити шляхом впровадження логістичних принципів в усі ланки перевізного процесу. Даний напрямок відповідає вимогам Державної програми реформування залізничного транспорту України і низці директивних документів Укрзалізниці. Процес формування логістичних технологій організації транспортного процесу залізниць України повинен носити комплексний характер і сприяти процесам реформування, враховувати інтереси усіх учасників перевізного процесу, бути спрямованим на ресурсозберігаючі технології при використанні обмежених ресурсів (рухомого складу, вантажних механізмів, тощо), на покращення кількісних і якісних показників експлуатаційної роботи. В умовах зростання обсягів перевезень при наявності конкуренції з іншими видами транспорту та при підвищенні вимог клієнтури до якості транспортного обслуговування особливо актуальним стає вирішення наукової проблеми створення методологічних основ для формування логістичних ланцюгів, що, у свою чергу, передбачає створення вискоефективних технологій

перерозподілу та використання засобів транспорту, визначення раціональних маршрутів прямування вантажних поїздів, формування адаптивної системи взаємодії залізничного та інших видів транспорту у транспортних вузлах зі створенням відповідних сучасних систем підтримки прийняття рішень (СППР). Розробка комплексу відповідних математичних моделей є засобом для вирішення цієї наукової проблеми, що дозволить визначити раціональну технологію організації транспортного процесу залізниць України, скоротити експлуатаційні витрати та сформувати ієрархічну систему логістичних центрів Укрзалізниці. Запропоновані методи і технології є основою для удосконалення взаємодії різних видів транспорту у процесі логістичної діяльності на залізничному транспорті України, а також Європейського Союзу.

Політичні, економічні зміни і формування транспортного ринку поклали кінець практично монопольному положенню залізниць в Україні. Залізниці України мають потребу в дійових заходах щодо впровадження нових логістичних технологій обслуговування клієнтури. Відзначено, що реформування залізничного транспорту проходить, як правило, по трьох напрямках [8], [10]:

вивід залізничного транспорту із ведення держави та прийняття сторонами переглянутого переліку задач і відповідальності;

реструктуризація залізничного транспорту із метою посилення ринкової орієнтації в умовах скорочення частки державного регулювання;

перерозподіл сфер діяльності в області надання транспортних послуг між приватним і державним сектором.

Технологію функціонування залізниць України регламентують Статут залізниць та Правила технічної експлуатації (ПТЕ) [12], [9]. Аналіз існуючих регуляторних актів доводить, що формування макрологістичної системи України потребує подальшого розвитку нормативно-правової бази, яка буде регламентувати і забезпечувати права всіх учасників логістичного ланцюга.

Реструктуризація та реформування залізничного транспорту країн членів ЄС проводиться відповідно до директив ЄС по розвитку залізничного транспорту [7]:

- 91/440/ЄС, що регламентує розвиток залізниць ЄС. Директивою передбачається обов'язкове відділення функцій управління інфраструктурою, що пов'язані з перерозподілом пропускної спроможності і ліцензуванням права на перевізну діяльність, від функцій комерційної експлуатації залізниць;
- 95/18/ЄС, яка визначає вимоги до ліцензування підприємницької діяльності на залізничному транспорті. Вимоги відносяться до усіх компаній, які функціонують на залізницях, а ліцензії дійсні у всіх країнах – членах ЄС;
- 95/19/ЄС, що встановлює принципи розподілу пропускної спроможності та оплати права користуватися інфраструктурою залізниць. При цьому передбачено розмежування функцій розподілу пропускної спроможності та користування нею для структурних підрозділів залізниць.

Зокрема, залізниці Франції найбільш повно здійснили реструктуризацію на принципах, що оговорені названими директивами ЄС [10]. Реформи на залізничному транспорті Франції полягає у тому, що державна структура «Національне товариство Французьких залізниць» було розділено. Створено державний концерн «Мережа Французьких залізниць» (RFF) та державну «Національну компанію залізниць» (SNCF), яка функціонує на принципах єдності та логістики. RFF володіє, здійснює управління та розвиток залізничної інфраструктурою та доручає компанії SNCF її експлуатацію і технічне обслуговування.

Більшість країн Центральної і Східної Європи поставили за мету членство у ЄС, тому вони додержуються вимог усіх директив ЄС в галузі залізничного транспорту. Наприклад, реструктуризація державних залізниць Польщі (PKP) закінчилась створенням компаній вантажних перевезень, регіональних пасажирських перевезень, тяги, зв'язку та інформаційних технологій, логістики. Пізніше почали діяти

компанія з інфраструктури та два оператори: PRP Gargo та PKP Regional Passenger Traffic [1].

Конкуренція з автомобільним транспортом вплинула на процес приватизації та реструктуризації державних залізниць Великобританії. Зараз інфраструктурою володіє недержавна компанія Railtrack. На основі контрактів з Railtrack на право володіння пропускною спроможністю або нитками графіка на окремих напрямках компанії-оператори здійснюють залізничні перевезення. Крім того, створено державне відомство Rail Regulator (ORR), яке регулює умови доступу до інфраструктури Railtrack між компаніями-операторами.

Мережу залізниць США в основному складають дванадцять найпотужніших залізниць, з них чотири є найголовнішими залізничними компаніями: Union Pacific (UP), CSX, Texas Pacific, Norfolk Southern. Принциповими відмінностями залізниць США від європейських є спеціалізація залізниць по видам перевезень (вантажні, пасажирські та приміські) та їх приватна та акціонерна власність в умовах конкуренції як усередині, так і між залізницями. Щорічний перегляд діяльності залізниць здійснюється державною Комісією міжштатних сполучень конгресу США [10].

У зв'язку із вищенаведеним, одним з основних завдань логістичної системи залізниць України повинне бути забезпечення взаємодії всіх учасників перевізного процесу від виробника до споживача у вигляді виробничо-транспортного логістичного ланцюга.

Під *виробничо-транспортним логістичним ланцюгом* (ВТЛЛ) будемо у загальному сенсі розуміти сукупність окремих підсистем усередині логістичної системи: окремі транспортні або виробничі підрозділи, елементи виробничої та транспортної інфраструктури, єдине інформаційне середовище, інші господарські складові, що об'єднанні та працюють на єдиний економічний (або інший, наприклад, соціальний, екологічний) результат. У цих умовах транспортна підсистема логістичної системи стає синхронізованою з виробничими процесами на підприємствах – вантажовідправниками та вантажоотримувачами. Це можливо здійснити шляхом

упорядкування і розподілу матеріальних ресурсів від виробника до кінцевого споживача, враховуючи рентабельність, продуктивність та синергетичний ефект системи в цілому. Сучасні тенденції свідчать про необхідність впровадження логістичних підходів на базі корпоративних інформаційних систем SCM (Supply Chain Management - "системи управління ланцюгами постачання") [15].

Технологія функціонування ВТЛЛ повинна базуватися на наступних принципах [14]:

- вивчення ринків виробництва та збуту як у межах України, так і за її кордоном, що необхідно для залучення вантажів для перевезення по вітчизняній транспортній системі;
- створення логістичного ланцюга від виробника до споживача за участю всіх необхідних видів транспорту і допоміжних організацій;
- реалізація доставки вантажу у межах логістичного ланцюга та управління процесом транспортування;
- відповідальність за реалізацію ВТЛЛ на всьому шляху прямування вантажу будь-якими видами транспорту.

## II. МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЛОГІСТИЧНИХ ЦЕНТРІВ ЗАЛІЗНИЦЬ

Процеси формування сучасної інфраструктури транспорту базуються на позитивних тенденціях, що спостерігаються в теперішній час на транспортному ринку і обумовлюють підвищенням рівня конкуренції між видами транспорту. В цих умовах обґрунтування доцільності того чи іншого заходу реформування залізниць доцільно здійснювати в цілому за єдиним або комплексним критерієм, який характеризує якість виконання основних задач при певних обставинах. Як показує досвід, процеси реформування необхідно проводити з урахуванням можливості отримання загальносистемного ефекту від функціонування окремих взаємопов'язаних підсистем (підрозділів залізничного транспорту), як єдиної системи [4].

Системний підхід щодо обґрунтування процесу реформування та розвитку залізничного транспорту передбачає формування динамічної моделі окремих транспортних підрозділів у складі єдиної організаційно-технологічної структури, спрямованої на досягнення мети свого функціонування. Це дозволяє вважати таку структуру великою транспортною системою, для якої характерні нові властивості і характеристики, а окремі залізничні підрозділи набувають статусу елементів системи. Таким чином, сучасні умови вимагають формалізувати процес функціонування великої динамічної системи залізничного транспорту з позиції системного підходу, що спрямований на оптимізацію загальносистемного (синергетичного) ефекту та комплексно враховує інтереси всіх учасників перевізного процесу, а також забезпечує скорочення витрат обмежених ресурсів (рухомого складу, кількості вантажу у процесі прямування до споживача, персоналу, тощо) для освоєння обсягів перевезень. Слід зауважити, що використання ресурсів у сучасних умовах є одним з найголовніших обмежень, яке істотно впливає на технологію функціонування ВТЛЛ в умовах оптимізації маршрутів прямування поїздів.

Залізничний транспорт об'єднує виробників різних регіонів держави в єдиний національний ринок. Тому він у складі транспортного комплексу є важливим фактором формування конкурентного середовища з метою стабільного закріплення виробників та споживачів товарів на базі ВТЛЛ. Враховуючі потужні інформаційні ресурси, що мають українські залізниці, які відображають у реальному масштабі часу динаміку технологічних процесів по переміщенню транспортних об'єктів і вантажів, цілком логічно і закономірно, що Укрзалізниця повинна стати ініціатором і засновником формування макрологістичної системи і зокрема її головного та регіональних логістичних центрів.

Таким чином, під *системою логістичних центрів залізниць* будемо розуміти множину елементів (сервісних логістичних центрів, ВТЛЛ з портами, пунктами перетину кордонів, терміналами та іншими елементами транспортно-виробничої інфраструктури,

враховуючі інформаційну підсистему), які знаходяться у функціональних зв'язках між собою, мають певні обмеження на власні технічні та технологічні можливості і утворюють єдину цілісність з метою досягнення синергетичного ефекту.

У процесі формування системи логістичних центрів залізниці України беруть на себе додаткові технологічні операції, які виконуються сумісно з перевезенням вантажів та потребують використання великих матеріальних і людських ресурсів на всіх ланках ВТЛЛ: безпосередньо у сервісних логістичних центрах, на вантажних терміналах, у портах та ін. Від ефективності їх використання істотно залежить собівартість перевезень, кінцева вартість продукції і рентабельність залізниці. Ефективна система управління ланцюгами постачання (SCM) повинна базуватися на використанні логістичних підходів до використання складських ресурсів, навантажо - розвантажувальних терміналів, промислового залізничного транспорту (ППЗТ), та визначення розмірів поставки і запасу матеріального ресурсу (вантаж). Це дозволяє у ряді випадків знизити собівартість виробництва продукції до 30%, скоротити об'єми матеріально-технічних запасів від 30 до 70% [3].

З метою покращення якісних показників транспортного процесу і економічності обслуговування вантажовласників рішення задачі управління і раціоналізації логістичної системи доставки вантажів можливо здійснити на основі багатокритеріальних методів з урахуванням ресурсозберігаючого підходу. Загальна логістична система АТ Укрзалізниця повинна складатися з логістичних систем залізниць, дирекції залізничних перевезень, окремих крупних залізничних станцій. У процесі формування системи логістичних центрів постає питання управління організаційною структурою сервісного логістичного центру. На наш погляд, одним з основних факторів, який повинен бути враховано при формуванні організаційної структури логістичного центру є можливість досягнення високого рівня обслуговування з урахуванням наявності внутрішніх та зовнішніх обмежень.

Для створення структури логістичної системи і принципів її функціонування в межах існуючих залізничної інфраструктури і технологій доцільно застосувати методологію, що базується на системному підході. При цьому треба враховувати, що залізнична система є динамічною за своєю природою.

Створення логістичної транспортної системи у вигляді якісно нової цілісності більш високого рівня сукупності елементів, об'єднаних для рішення загальної мети, передбачає одержання додаткових результатів. Це виражається у зростанні результатів, що відносять до системного ефекту [5]. Системний ефект проявляється при функціональній взаємодії системи із середовищем. Одночасне функціонування окремих, але взаємозалежних елементів у рамках залізничної транспортної системи забезпечує більше високу загальну ефективність у порівнянні із сумарною ефективністю окремих частин (синергетичний ефект). Властивість транспортної системи в цілому, як нової сукупності елементів, забезпечувати нові результати називають емерджентністю [2]. Тому з метою формування логістичних принципів функціонування у залізничних транспортних системах необхідно досліджувати елементи, яким властива емерджентність, а також виконувати цілісний, загальносистемний аналіз з метою виявлення загальних закономірностей та оптимізації синергетичного ефекту. Основними нормативно-технологічними документами, що поєднують роботу всіх залізничних підсистем у просторі і часі є план формування і графік руху поїздів, тобто створення логістичних центрів приведе до оперативного та гнучкого корегування цих документів.

Процес функціонування сукупності залізничних підрозділів, як транспортної системи, можливо формалізувати з використанням підходу [5] наступним чином. Транспортна система  $S$  і всі її складові частини характеризуються станом у просторі і часі. Стан транспортної системи  $C(t)$  у цей момент визначається множиною значень змінних, параметрів і характеристик, які описують систему. При цьому параметри є незалежними змінними, а характеристики залежать від параметрів і взаємозв'язків. При формалізації



транспортної системи, як правило, виділяють тільки основні властивості та параметри системи, що призводить до спрощення отриманих моделей. Стан транспортної системи визначають за допомогою оператора

$$C(t)=\Psi^0(t; C_0; U_t; V_t; P_t; X_t), \quad (1)$$

де  $\Psi^0$  – оператор стану (оператор переходу);

$t$  – момент часу;

$C_0$  – початковий стан транспортної системи;

$U_t$  – керований вхідний вплив у момент часу  $t$ , за допомогою якого здійснюється цілеспрямовані зміни у системі. У якості  $U_t$  можливо розглядати вхідні потоки, план формування, управлінські рішення, що приймаються відповідальними працівниками станцій, дирекцій залізничних перевезень, управлінь регіональних філій (залізниць), АТ Укрзалізниця щодо розвитку залізничної системи і взаємодії з іншими транспортними системами і клієнтурою;

$V_t$  – некерований вхідний вплив у момент часу  $t$ , який характеризує вплив на транспортну систему з боку зовнішнього середовища. У якості  $V_t$  виступають ситуація на товарному і транспортному ринку, попит на матеріальні ресурсі та транспортні послуги, потік відмов засобів транспорту, тощо;

$P_t$  – параметри управління транспортною системою у момент часу  $t$ , що спрямовані на організацію транспортного процесу на основі логістичних принципів, врахують інтереси всіх учасників перевізного процесу та забезпечують скорочення витрат обмежених ресурсів;

$X_t$  – сукупність параметрів і характеристик, які характеризують внутрішні властивості транспортної системи у момент часу  $t$ . Кількість таких параметрів позначимо  $N$ , а область припустимих значень – через множину  $\hat{X}$ .

Будемо вважати входом транспортної системи множини керованих  $U_t$  і некерованих  $V_t$  сигналів, за допомогою яких вплив зовнішнього середовища передається транспортній системі.

Показники, що характеризують результати реакції транспортної

системи на вплив із зовнішнього середовища, називають вихідними. Вихід  $Y$  є множиною показників, через які транспортна система впливає на середовище. У якості  $Y$  можуть виступати параметри технічного, технологічного, організаційного, фінансово-економічного, соціального та екологічного характеру, що відображені у вигляді системи техніко-експлуатаційних показників транспортної роботи. Значення вихідних параметрів  $Y$  системи залежать від вхідних параметрів  $U_t$ ,  $V_t$ , внутрішніх характеристик  $X_t$  та стану системи в початковий момент. Таким чином, перетворення входів у виходи з урахуванням функціонування транспортної системи можливо представити в загальному випадку у вигляді оператора

$$Y(t) = \Gamma^0(t; C_0; U_t; V_t; X_t; S_t), \quad (2)$$

де  $S_t$  – змінення структури транспортної системи, які відбивають процеси створення логістичних центрів в умовах реформування галузі.

Оператор  $\Gamma^0$  по суті є законом функціонування системи, тобто вихідний процес визначається початковим станом системи, вхідними характеристиками і процесами зміни характеристик системи та її структури [4].

Таким чином множина залізничних підрозділів, об'єднаних єдиною метою є динамічною транспортною системою — системою із множиною станів, яка із часом переходить із одного стану в інший за правилами, що визначені операторами  $\Psi^0$  і  $\Gamma^0$ . Саме зміну стану і виходу системи називають поведінкою транспортної системи — процесом, функціонуванням для досягнення певного результату в можливому фазовому просторі [2].

Для залізничної транспортної системи структурні зміни  $S_t$  відбуваються на фоні наявності на АТ Укрзалізниця обмежених ресурсів рухомого складу, пропускної спроможності, тому конфігурація фазового простору визначається з урахуванням цих обмежень. Це, у свою чергу, призводить до необхідності вирішення

задачі ресурсозбереження.

Функціональний оптимум в області припустимих фазових траєкторій транспортної системи, як правило, визначається її спроможністю досягати поставленої мети без залучення додаткових ресурсів. Зокрема, фазовий простір  $\Phi$  залізничної транспортної системи обмежений по параметрам  $X_t$  – кількістю локомотивів ( $M_{лt}$ ), вагонів ( $M_{вт}$ ), пропускною спроможністю ( $M_{дt}$ ), а  $V_t$  – інтенсивністю вантажопотоків ( $Q_t$ ) у момент часу  $t$ .

Слід зауважити, що у теперішній час пропускна спроможність має певні резерви у наслідок того, що проектування залізниць в основному здійснювалась на вантажопотоки, обсяги яких майже у два рази більші, ніж зараз існуючі. З іншого боку, знос тягового рухомого складу та вагонів складає приблизно 60...90%. Тому можливо зробити припущення, що у даному випадку лімітуючим та найбільш жорстким обмеженням є кількість локомотивів  $M_{лt}$ .

Таким чином, для залізничної транспортної системи фазовий простір  $\Phi$  за своєю конфігурацією найбільш частише представляє випуклий багатокутник з обмеженнями

$$\Phi \in E_2 \quad \left\{ \begin{array}{l} M_{лt} \leq f(M_{лt}(Q_t)) \\ M_{лt} \geq M_{л}^{\min} \\ M_{лt} \leq M_{л}^{\max} \\ Q_t \leq Q_t^{\max} \end{array} \right. , \quad (3)$$

де  $E_k$  – Евклідов простір розмірністю  $k=2$ ;

$Q_t^{\max}$  – максимально можливі вантажопотоки для даної системи, який може бути встановлено за допомогою аналізу динаміки вантажопотіків;

$M_{л}^{\min}$ ,  $M_{л}^{\max}$  – відповідно мінімальна та максимальна кількість локомотивів, що знаходиться у експлуатації. Як правило,  $M_{л}^{\min}=1$ , а  $M_{л}^{\max}$  визначається з урахуванням наявного парку локомотивів  $M_{л}$ ,

що експлуатуються, та резерву локомотивів  $M_l^{\text{рез}}$ .

У якості прикладу на рис. 1 представлено переріз фазового простору  $\Phi$  для реального дослідного залізничного підприємства  $S_1$  залізничної транспортної системи  $S$  з обмеженнями по параметрам  $M_{lt}$  та  $Q_t$  у момент часу  $t$ , які визначені емпіричними лінійними залежностями

$$\Phi_{S_1} \in \mathbf{E}_2 \quad \begin{cases} M_{lt} \leq 0.0034Q_t + 1.4264 \\ M_{lt} \geq 1 \\ M_{lt} \leq 6 \\ Q_t \leq 1600 \end{cases} \quad (4)$$

Реалізація системи (4) у складі системи підтримки прийняття рішень (СППР) оперативного персоналу дає можливість здійснювати ефективне управління параметрами підрозділу  $S_1$  та технологією взаємодії з іншими підрозділами системи на базі логістичних принципів.

Зокрема, технологічну взаємодію різних залізничних підрозділів слід розглядати як взаємодію між різними підсистемами залізничної транспортної системи, оскільки технологічні зв'язки, множина вхідних впливів, внутрішні характеристики змінюються у часі за визначеними закономірностями (які можливо відобразити операторами  $\Psi^0$  і  $\Gamma^0$ ) з метою досягнення єдиного результату. Структурно-функціональну схему технології взаємодії залізничних підрозділів у складі єдиної транспортної системи наведено на рис. 1.

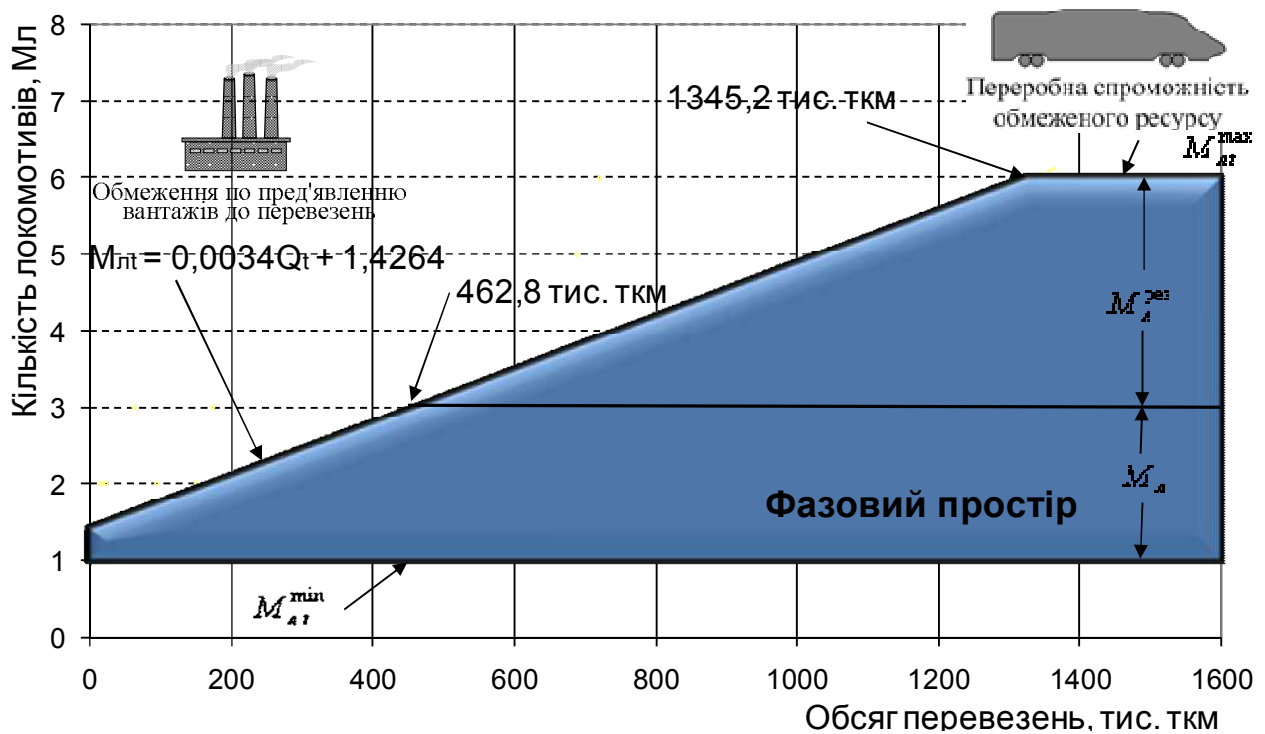


Рисунок 1 – Критичний переріз фазового простору та області припустимих фазових траєкторій для реального підрозділу  $S_1$  залізничної транспортної системи  $S$

Розглянемо структуру транспортної системи як часткове упорядкування її елементів і відносин між ними, а також ієрархічні відносин у системі. Це передбачає формування загальної керуючої підсистеми і підсистем різного рівня зі своїм управлінням, з певним пріоритетом при ухваленні рішення між підсистемами. З метою оцінки рівня керованості системи доцільно використати критерій відхилення поточного стану від бажаного рівня досягнення мети.

Як показано у [17], після визначення кінцевої мети функціонування - організації транспортного процесу на основі логістичних принципів таким чином, щоб врахувати інтереси всіх учасників перевізного процесу, забезпечити раціональне використання обмежених ресурсів для освоєння обсягів перевезень в умовах ВТЛЛ - організаційна структура транспортної системи починає «прямувати» до неї по певній фазовій траєкторії у фазовому просторі, яка залежить від багатьох чинників.

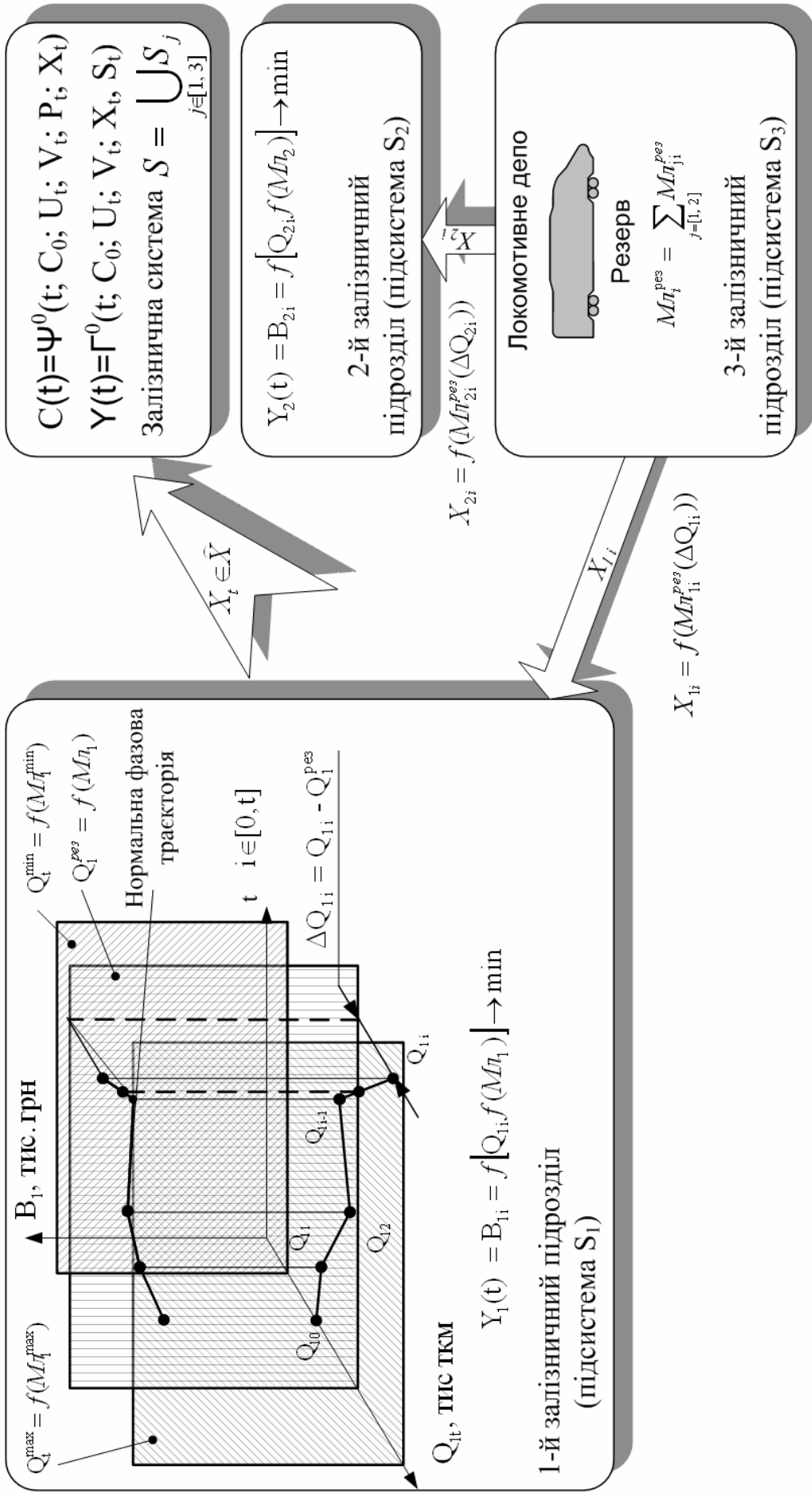


Рисунок 2 – Структурно-функціональна схема технології взаємодії залізничних підрозділів у складі єдиної залізничної транспортної системи

Задачею управління організаційною системою буде оцінка поточного стану виконання показників, ризику їх невиконання, а також наближення їх рівня до критичної області (точки біфуркації), з якої досягнення мети буде неможливо. Оскільки врахувати абсолютно всі фактори та обмеження не представляється можливим, то виникає необхідність формалізації кінцевої цілі за допомогою апарату нечітких множин [4].

Якщо цей тезис розглянути у формальних термінах, то кінцеву мету функціонування структури на протязі планового періоду часу  $t_{пл}$  можливо представити у вигляді векторної функції приналежності

$$\hat{X} = \left\{ \mu_{r_1}(X_t), \mu_{r_i}(X_t), \dots, \mu_{r_N}(X_t) \right\}, \quad (5)$$

де  $r_i$  – бажаний рівень виконання  $i$ -го параметру  $X_t$ ;

$\mu_{r_i}(X_t)$  – функція приналежності рівня виконання показника нечіткої множині параметрів  $\hat{X}$ .

Кожний показник має обмеження  $\forall i \in N \exists r_i \in R_i^*$ , де  $R_i^*$  є множиною припустимих значень параметру. Відхилення від бажаного рівня досягнення цілі позначимо  $\Delta = 1 \Leftrightarrow \hat{R}$ . Таким чином, оцінку керованості організаційної структури транспортної системи можливо здійснити за допомогою  $\Delta$ . Слід також враховувати той факт, що в абсолютно керованій транспортній системі витрати ресурсу  $Q$  на досягнення мети буде мінімальним [6]. При цьому витрати ресурсу будуть істотно залежні від стану (1) логістичної системи  $C(t)$  та вихідних (2) параметрів  $Y(t)$ . Таким чином, критерієм оптимальності управління транспортною системою буде

$$\begin{cases} \Delta \rightarrow \min \\ Q[C(t), Y(t)] \rightarrow \min \end{cases} \quad (6)$$

Для центра управління логістичною системою важливо знайти точки контролю за станом виконання завдання, які повинні бути моментами часу прийняття рішення про управлінський вплив на діяльність елементів або про перегляд параметрів  $X_t$ , які характеризують завдання (періоди планування). Формально цю задачу можливо вирішити через проходження системи по нормальній фазовій траєкторії [18] з урахуванням ресурсозберігаючого підходу.

### III. ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ НА ОСНОВІ МНОЖИНИ КРИТЕРІЇВ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ПІДХОДІВ

Важливою складовою логістичної системи залізничного транспорту є адаптивна система доставки вантажів. Процес формування системи доставки вантажів повинен бути спрямовано на забезпечення оптимальної організації вантажопотоків з найбільш можливим використанням внутрішнього потенціалу залізниць, що забезпечить ресурсозбереження при перевезенні в умовах ВТЛЛ. При виборі системи доставки всі рішення можливо звести до вибору оптимальної альтернативи серед множини припустимих рішень. В реальних умовах критеріїв вибору може бути дуже багато, певна їх кількість, як правило, знаходяться у протиріччі один до одного. Тому необхідно використовувати багатокритеріальну компромісну модель, яка буде враховувати інтереси усіх сторін перевізного процесу.

У багатьох роботах, як показано вище, ефективність системи доставки визначається на основі розрахунку ряду окремих показників або коефіцієнтів. Але їх використання не дозволяє у повній мірі оцінити ефективність системи у цілому. Тому необхідно використати узагальнену оцінку основних показників перевезень, їх вплив на кінцевий результат, значимість для вантажовласників, вони повинні відбивати ефективність ресурсозбереження, а також служити основою для обґрунтування управлінських рішень.

Позначимо систему доставки вантажу через  $\lambda$ . Важливими показниками системи доставки вантажу  $\lambda$  є термін доставки  $T(\lambda)$ , а також множини економічного ефекту  $\mathbf{M}$  і витрат  $\mathbf{B}$ . Будемо вважати,



що економічний ефект полягає у отриманні прибутку на кожній дільниці та попутній станції від проходження поїзду, нетранспортного ефекту у вантажовласника, додаткового ефекту від раціонального використання рухомого складу та інших ресурсів. Витрати складаються з експлуатаційної складової технології доставки, заходів щодо скорочення терміну доставки, нераціонального використання запасів матеріального ресурсу та інших логістичних витрат [13]. При необхідності будемо вважати економічний ефект негативним, тобто витратами. У загальному випадку ці множини є векторними функціями приналежності

$$\begin{aligned} \mathbf{M} &= \left\{ \mu_{r_1}(M_1), \dots, \mu_{r_i}(M_i), \dots, \mu_{r_n}(M_n) \right\}; \\ \mathbf{B} &= \left\{ \mu_{h_1}(B_1), \dots, \mu_{h_j}(B_j), \dots, \mu_{h_k}(B_k) \right\}, \end{aligned} \quad (7)$$

де  $r_i, h_j$  - бажаний рівень виконання  $i$ -го або  $j$ -го показника;  
 $\mu(\bullet)$  - функція приналежності рівня виконання показника.

Для загальносистемного моделювання технології функціонування системи доставки вантажу  $\lambda$  запропоновано об'єднану модель єдиної системи [4]. Цільовою функцією в даному випадку буде максимум різниці між економічним ефектом і витратами

$$\lambda^* = \arg \max_{\lambda} [\mathbf{M} - \mathbf{B}]. \quad (8)$$

Нажаль, описати залежність множин витрат і економічного ефекту  $\mathbf{M}$  та  $\mathbf{B}$  від технологічних факторів і інших параметрів у явному вигляді є дуже складною задачею. Тому нелінійну екстремальну задачу (8) доцільно формалізувати як екстремальну з деякими припущеннями.

Методи пошуку оптимального рішення базуються на використанні інформації про технологічний процес доставки і в послідовному поліпшенні якості отриманих екстремальних рішень

задачі, у тому числі - в умовах невизначеності і нечіткої інформації [15]. Фактично цільова функція (8) задана в неявному виді і є системою рівнянь, які відносяться до різних підсистем доставки, тому аналітичне рішення її є дуже складною задачею, що також свідчить про ефективність використання методів пошуку. Багатокритеріальний характер цільової функції дозволяє перейти до рішення у залежності від функції якості функціонування логістичної системи доставки вантажу  $\Phi(\lambda)$ , яку задано у неявному вигляді в залежності від показників і яку можливо розглядати як суперкритерій

$$\Phi(\lambda) = f \left\{ \mu_{r_1}(M_1), \dots, \mu_{r_i}(M_i), \dots, \mu_{r_n}(M_n), \mu_{h_1}(B_1), \dots, \mu_{h_j}(B_j), \dots, \mu_{h_k}(B_k) \right\}. \quad (9)$$

Отримання значень рівня якості  $\Phi(\lambda)$  здійснюється на основі поточних значень складових частин, причому, у тих випадках, коли відсутня можливість встановити ці значення у явному вигляді - як значення функції приналежності. Для рішення задачі (8) можливо використати модифіковані пошукові методи Хука-Джівса (сіткового пошуку) та сполучених напрямків Пауелла [4].

Значення набору показників (7) можливо вважати за результат функціонування логістичної системи доставки вантажу. У цьому випадку визначення оптимальних параметрів можливо формалізувати як задачу прийняття рішення серед  $q$  можливих альтернатив  $\Lambda^q$

$$\begin{aligned} f(\lambda^*) &= \arg \max_{\lambda \in \Lambda^q} [\Phi(\lambda)]; \\ \forall i \in [1, q]: f(M_i) &\in \mathbf{M}, f(B_i) \in \mathbf{B}. \end{aligned} \quad (10)$$

Для задачі (10) процес прийняття рішення полягає у виборі таких технологічних параметрів системи доставки вантажу, які дозволяють отримати прийнятний рівень якості для вантажовласника. Реалізація альтернативних технологічних варіантів призводить до різних станів системи доставки, тому у процесі прийняття рішення необхідно мати

можливість оцінки якості кожного варіанту за процедурою, яку наведено на рис. 3. Даний підхід реалізує для системи доставки рішення задач оперативного управління і прогнозування технологічного стану. Відмінною ознакою задачі (10) є визначення оптимального варіанту за багатьма показниками. Для подолання невизначеності, пов'язаної із багатокритеріальністю задачі, потрібно введення поняття кращого рішення з використанням принципів оптимальності, які забезпечують порівняння варіантів у межах простору критеріїв при пошуку компромісних рішень [16].



Рисунок 3 – Процедура формалізації задачі прийняття рішення

Оскільки для різних варіантів доставки той чи інший показник може мати різну важливість для залізниці і для вантажовласника з точки зору ресурсозбереження, введемо до моделі ваговий вектор  $\Gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_q\}$  пріоритету кожного з показників, які входять до функції якості,  $\sum_{i=1}^q \gamma_i = 1$ . Тоді для кожного показника можливо визначити відносну важливість у вигляді  $\gamma_1 \succ \gamma_2 \succ \dots \succ \gamma_q$ . Це необхідно для рішення задач (8) та (10), оскільки у такому вигляді вона може мати рішення тільки у тому випадку, якщо для множин витрат  $\mathbf{M}$  і  $\mathbf{B}$  екстремум існує в одній точці. У загальному випадку покращення одного показника призводить, як правило, до погіршення іншого, тому в цьому випадку необхідно здійснити пошук компромісного рішення.

Принцип оптимальності по Парето може бути використано для рішення задачі (10) з метою зменшення вихідної множини векторних оцінок. Рішення буде оптимальним по Парето, якщо неможливо покращити рішення по жодному із показників без погіршення загального рішення хоча б по одному з показників. Парето-оптимальні рішення (альтернативи) є множиною Парето (множиною компромісів). Якщо множина  $\Lambda_{\pi}^*$  є множиною Парето у просторі технологічних показників доставки і ресурсозбереження, то множину компромісних рішень можливо представити у наступному вигляді

$$\Lambda_{\pi}^* = \arg \max_{\lambda \in \Lambda^q} \sum_{i=1}^q [\gamma_i \Phi(\lambda)], \forall i: \gamma_i \geq 0, \sum_{i=1}^q \gamma_i = 1. \quad (11)$$

Будемо вважати, що альтернатива (множина показників, що характеризує технологічну схему доставки)  $\Phi_i(\lambda)$  домінує над альтернативою  $\Phi_j(\lambda)$  по Парето при виконанні умови

$$\Phi_i(\lambda) \geq \Phi_j(\lambda) \Rightarrow \Lambda_{\pi}^i \succ \Lambda_{\pi}^j. \quad (12)$$

Альтернатива вважається оптимальною по Парето, якщо

$$\Lambda_{\pi}^i \succ \Lambda_{\pi}^j, \forall j \in [1, q], i \neq j \Rightarrow \Lambda_{\pi}^i \in \Lambda_{\pi}^* . \quad (13)$$

Структура моделі (11) приводить до наступного підходу побудови множини Парето: визначити безліч величин вагового вектора  $\Gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_q\}$ , знайти точки Парето по (12) для кожного значення вектора  $\Gamma$ , і побудувати за методом кінцевих різниць множину  $\Lambda_{\pi}^*$  по отриманих точках.

Для пошуку найкращого рішення з  $\Lambda_{\pi}^*$  скористуємося принципом ідеальної точки [11]. Згідно до цього принципу, найкращим вважається рішення, яке найближчим чином у просторі показників знаходиться до ідеальної точки  $\Phi^{id}(\lambda)$  у сенсі визначеної метрики  $N$

$$\lambda^* = \arg \min N[\Phi^{id}(\lambda) - \Phi_i(\lambda), \Gamma]; \Phi^{id}(\lambda) = \text{extr}(\Phi(\lambda)) . \quad (14)$$

Для Евклідової метрики отримано

$$\lambda^* = \arg \min_{\lambda \in \Lambda_{\pi}^*} \sum_{i=1}^q [(\Phi_i^{id}(\lambda) - \Phi_i(\lambda))^2 \gamma_i^2] . \quad (15)$$

Для початкової постановки задачі (8), як максимізації різниці, можливо використати принцип антиідеальної (небажаної) точки  $\Phi^{aid}(\lambda)$  з найбільшої відстанню від неї

$$\lambda^* = \arg \max N[\Phi^{aid}(\lambda) - \Phi_i(\lambda), \Gamma] . \quad (16)$$

Пошук найкращого рішення здійснимо за принципами квазірівності та абсолютної поступки. Принцип квазірівності полягає у визначенні середин Парето-оптимальних рішень найкращого за критерієм відхилення показників не більш заданого рівня

$$\lambda^* = \arg \max_{\lambda} \Lambda_{\pi}^* = \arg \max_{\lambda \in \Lambda_{\pi}^2} [\Phi(\lambda)];$$

$$\Lambda_{\pi}^2 = \{|\gamma_i \Phi_i(\lambda) - \gamma_j \Phi_j(\lambda)| \leq \varepsilon_{ij}\}, \forall i, j \in [1, q], \varepsilon_{ij} = const,$$
(17)

де  $\varepsilon_{ij}$  – заздалегідь обрана константа, яка характеризує ступень відхилення показників роботи логістичної системи від заданого рівня і друг від друга.

Принцип абсолютної поступки полягає у максимізації зваженої суми показників при переході від однієї альтернативи до іншої: у випадку, коли при збільшенні одного показника зменшується інший, альтернатива по Парето вважається кращою, якщо зважена сума збільшеного показника більш, ніж зменшеного. Це дозволяє покращити якість рішення за рахунок зменшення якості окремих показників, тому можливо вважати такий підхід до цільового критерію згортанням значень показників або згорткою.

Недоліками принципу квазірівності є те, що він досить жорсткий і чутливий до величин показників. Принцип абсолютної поступки не враховує локальних значень показників. Тому ефективно використати їх комбінацію з лексикографічним принципом. Він полягає у використанні ряду пріоритетів при послідовному розв'язанні задач. Спочатку отримують рішення для найбільш важливого критерію, потім – менш важливого і так далі.

Лексикографічний принцип квазіоптимальності дозволяє збільшити припустиму множину отриманих рішень за рахунок рішення пріоритетної послідовності задач з можливістю відхилення параметрів від заданого рівня і один від іншого на заздалегідь обрану константу  $\varepsilon_i$

$$\lambda^* = \arg \left( \max_{\lambda \in \Lambda_{\pi}^*} [\gamma_q \Phi_q(\lambda)] \pm \varepsilon_q \dots \left( \max_{\lambda \in \Lambda_{\pi}^*} [\gamma_2 \Phi_2(\lambda)] \pm \varepsilon_2 \left( \max_{\lambda \in \Lambda_{\pi}^*} [\gamma_1 \Phi_1(\lambda)] \pm \varepsilon_1 \right) \right) \right),$$

$$\forall i \in [1, q], \varepsilon_i = const.$$
(18)

Рішення (18) дає можливість практичного його використання для підтримки прийняття рішення про параметри системи доставки вантажу.

Таким чином, розглянуто і запропоновано принципи оптимізації логістичної системи доставки вантажів  $\lambda^*$  на основі багатокритеріального ресурсозберігаючого підходу. Рішення задачі здійснено через перехід від множини критеріїв до традиційної задачі оптимізації при пошуку кращого рішення по Парето за допомогою згортки і з використанням лексикографічного принципу квазіоптимальності. Це дає можливість практичного використання його при побудові СППР щодо вибору параметрів системи доставки вантажів залізницями. Аналіз результатів показав теоретичну можливість виконання інфраструктурою регіональною філією Південна залізниця заданих обсягів роботи в умовах скорочення на 39.4 % обігу вагона (за умовою припущення, що робочий парк вагонів безпосередньо залежить тільки від обігу).

#### IV. ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЄЮ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНОЮ СТРУКТУРОЮ СИСТЕМИ ЛОГІСТИЧНИХ ЦЕНТРІВ ЗАЛІЗНИЦЬ

Процес управління структурою системи логістичних центрів залізниць повинен бути спрямований таким чином, щоб вона забезпечувала оптимізацію і організацію раціональних вантажопотоків, підвищення якості їх обробки в спеціалізованих логістичних центрах. Це дозволяє забезпечити підвищення ефективності просування таких потоків, зниження непродуктивних витрат, а залізницям - максимально відповідати вимогам вантажовласників [4].

Взаємодія вантажовласників, виконавчих підрозділів системи логістичних центрів залізниць та інших видів транспорту потребує удосконалення. У зв'язку з цим розглянемо задачу удосконалення організаційних методів системи управління структурою сервісного логістичного центру за критеріями отримання мінімуму непродуктивних витрат та можливості досягнення визначеного рівня

показників роботи. Тому розглянемо процес управління організаційною структурою логістичного центру регіональних філій (залізниць) у послідовності, що визначена узагальненою процедурою, що наведена на рис. 4.

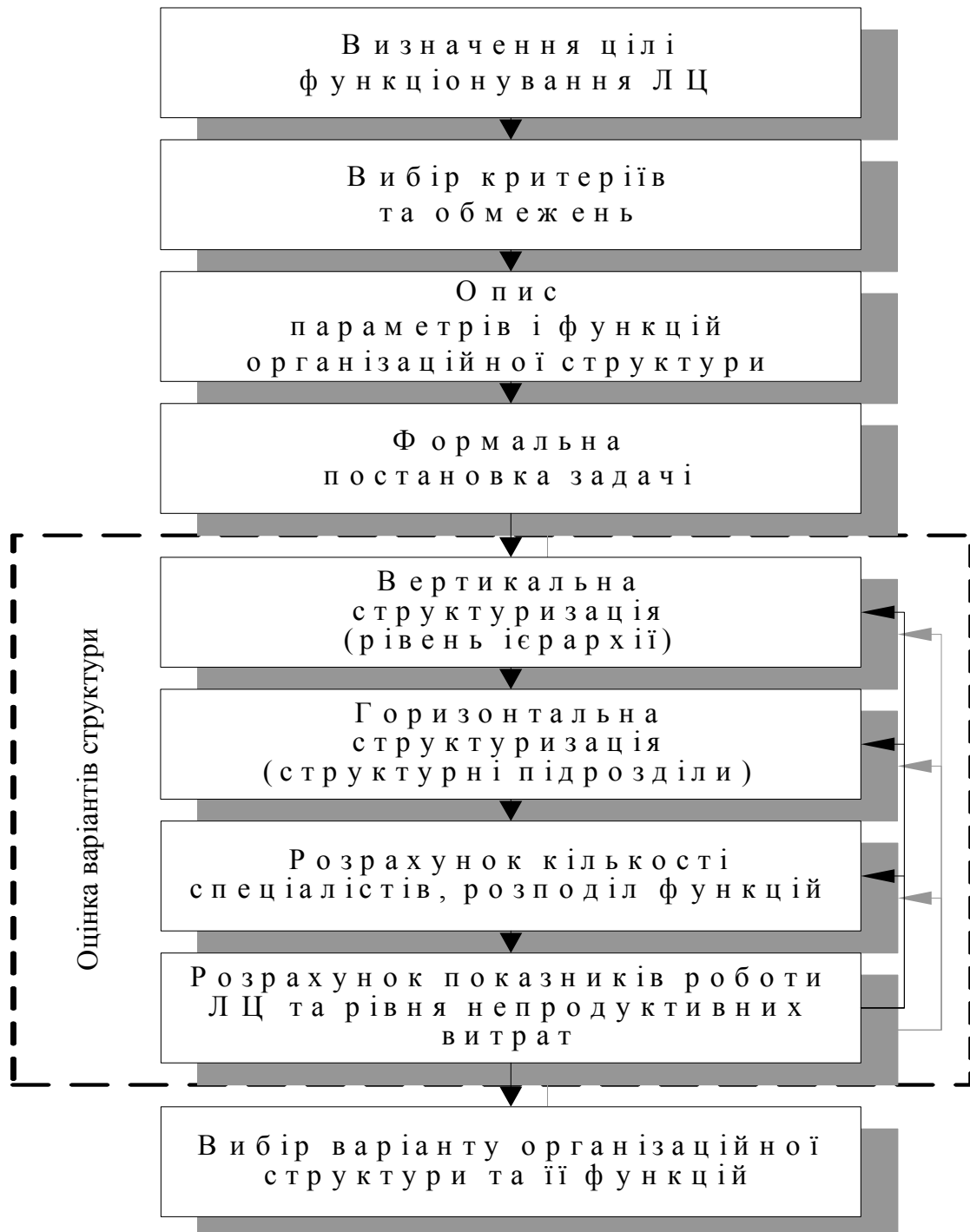


Рисунок 4 – Узагальнена процедура управління організаційною структурою системи логістичних центрів



Аналіз досвіду функціонування логістичних центрів, сучасний досвід рішень в сфері підвищення якості обслуговування вантажовласників диктують основні підходи і мету функціонування, на яких повинен базуватися процес управління структурою центру:

- висока культура, комплексність і швидкість транспортно-логістичного обслуговування;
- гнучка тарифна політика, яка повинна враховувати інтереси вантажовласників і всіх учасників логістичного ланцюга;
- поступовий перехід від традиційних методів до методів з максимально можливим використанням існуючих організаційних і технологічних структур;
- створення сприятливого іміджу залізниці, як надійного партнера в рішенні транспортних проблем клієнта.

У багатьох роботах, як показано вище, ефективність управління організаційною структурою визначається на основі розрахунку ряду окремих показників або коефіцієнтів. Але їх використання не дозволяє у повній мірі оцінити ефективність організаційної структури в цілому. Тому необхідно використати узагальнену оцінку змін основних показників діяльності та їх вплив на кінцевий результат. Кількість показників може бути різною, але вони повинні бути значимими для вантажовласників і відбивати процес контролю за діяльністю логістичного центру, а також служити основою для обґрунтування управлінських рішень. Узагальнюючим показником ефективності управління організаційної структурою може виступати оцінка ймовірності досягнення кінцевої цілі функціонування системи логістичних центрів на основі динаміки визначених показників з урахуванням управлінського впливу на організаційну структуру [19].

Як показано у [18], після визначення кінцевої мети функціонування, показники роботи в залежності від організаційної структури починають «прямувати» до неї по певній траєкторії, яка залежить від багатьох факторів. Проблема полягає у тому, що існує список обмежень досягнення кінцевої мети, яка у загальному випадку не може бути описана чітко і однозначно. Це пов'язано такими факторами, як зміни у ситуації на транспортному ринку, вплив

людського фактору як з боку вантажовласників, так зсередини центру, стихійний перерозподіл функціональних обов'язків між підрозділами та інше. Оскільки врахувати абсолютно всі фактори та обмеження не представляється можливим, то виникає необхідність формалізації кінцевої цілі за допомогою нечітких множин.

Якщо це розглянути у формальних термінах, то кінцеву мету функціонування системи логістичних центрів в залежності від їх структури на протязі планового періоду часу  $t_{пл}$  можливо представити у вигляді векторної функції приналежності

$$\widehat{R} = \left\{ \mu_{r_1}(R), \mu_{r_i}(R), \dots, \mu_{r_N}(R) \right\}, \quad (19)$$

де  $r_i$  - бажаний рівень виконання  $i$ -го показника, загальна кількість яких складає  $N$ ;

$\mu_{r_i}(R)$  - функція приналежності рівня виконання показника нечіткої множині  $\widehat{R}$ .

Кожний показник має обмеження  $\forall i \in N \exists r_i \in R_i^*$ , де  $R_i^*$  є множиною припустимих значень показника. Відхилення від бажаного рівня досягнення мети позначимо  $\overline{\widehat{R}} = 1 \Leftrightarrow \widehat{R}$ . Таким чином функція управління організаційною структурою бути мати вигляд  $\Psi(\widehat{R}) \rightarrow \max$ . На першому етапі узагальнюючим показником роботи  $r_i$  може бути вантажообіг системи логістичних центрів, прибуток від діяльності, економія ресурсів, тощо.

Причини відхилення фактичного стану логістичної системи від мети можуть носити внутрішній або зовнішній характер. Зовнішні фактори слабо піддаються управлінню та як правило є незалежними та носять випадковий характер - тому управління організаційною структурою повинно мати гнучкий адаптивний характер. Внутрішні фактори пов'язані з технологічними, технічними і організаційними обмеженнями в системі. Тому відхилення можна розбити на два вектори: відхилення від зовнішніх  $\Delta z$  та від внутрішніх  $\Delta v$  факторів (рис. 5).

Найчастіше джерелом внутрішніх чинників, які породжують відхилення від планової стратегії в організації, є внутрішньосистемні перешкоди (вони залежать від недосконалості структури організації, неповної інформованості співробітників, неузгодженості системи взаємодії між підрозділами та ін.). Інші перешкоди можна знизити шляхом удосконалення технології і технічних засобів.

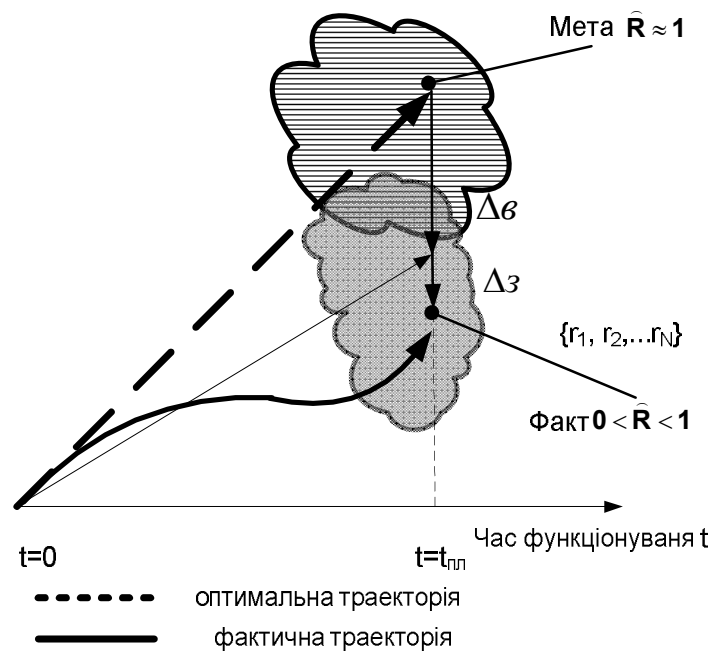


Рисунок 5 – Відхилення фактичного стану логістичної системи від мети функціонування

Враховуючи ці підходи, узагальнюючи досвід функціонування інших логістичних центрів та думку експертів можливо запропонувати наступну схему організаційної структури для логістичного центру залізниць України (рис. 6). Дана структура, зокрема, дозволить виконати концентрацію розрахункових операцій з клієнтом, що спростить процедуру оформлення заявки і зменшить додаткові витрати вантажовласника на організацію перевезення. Подальше удосконалення організаційної структури логістичного центру є окремою задачею, яка може бути вирішена за допомогою структурного та когнітивного моделювання з використанням евристичних алгоритмів.

Ефективність функціонування підрозділів всередині організаційної структури логістичної системи можливо оцінити наступним чином. Припустимо, що у структурі існує  $Z$  підрозділів.

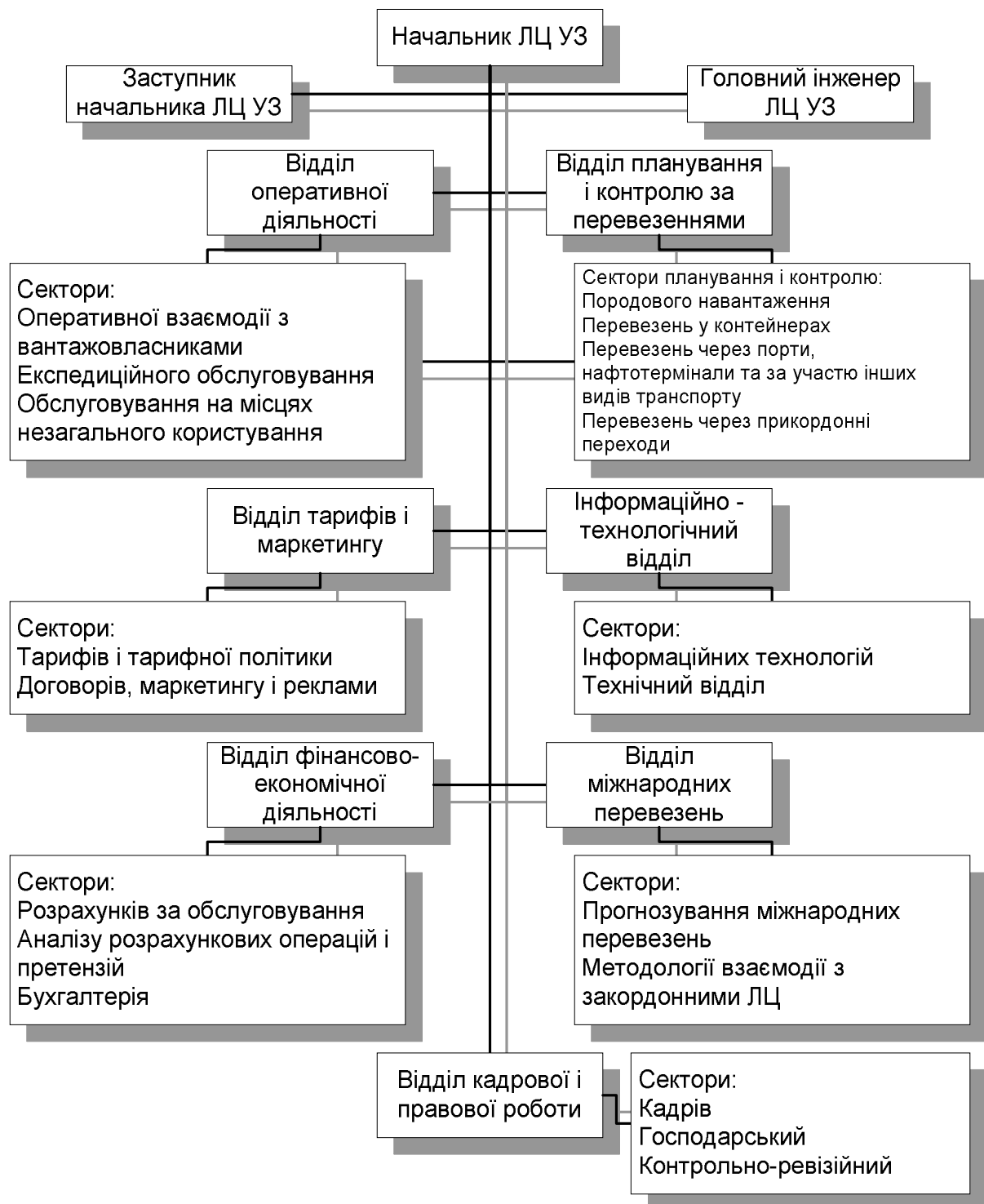


Рисунок 6 – Можлива організаційна структура логістичного центру АТ Укрзалізниця

Оцінка роботи  $j$ -го підрозділу по виконанню множини показників  $\hat{R}$  має вигляд векторної функції приналежності нечіткої множини  $\hat{H}_j = \left\{ \mu_{h_{1j}}(R), \mu_{h_{2j}}(R), \dots, \mu_{h_{Nj}}(R) \right\}$ , де  $h_{ij}$  – рівень виконання  $i$ -го показника  $j$ -м підрозділом. Оцінка ефективності функціонування підрозділу у вигляді відхилення  $\Delta$  складе

$$\Delta_j = \left\{ \min \left[ \mu_{r_1}(R), \mu_{h_1}(h) \right], \dots, \min \left[ \mu_{r_N}(R), \mu_{h_N}(h) \right] \right\} = \hat{R} \cap \hat{H}_j. \quad (20)$$

Подальший розрахунок конкретної кількості фахівців може бути здійснено за допомогою широко відомих методів на базі технологічних схем (технологічних процесів) роботи елементів системи логістичних центрів [4].

Логістична система залізничного транспорту безпосередньо охоплює усі сфери виробництва та споживання, тому сприяє скороченню виробничих запасів сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, напівфабрикатів. Реалізація в ній принципу синергетики розуміє самоорганізацію у кожній з стадій виробничого процесу. З урахуванням інтересів всіх учасників процесу переміщення матеріальних потоків і вантажовласників запропоновано на основі наведених вище підходів комплексно вирішити завдання щодо впровадження логістичних технологій в перевізний процес на базі системи логістичних центрів АТ Укрзалізниця та сформуванню концепцію їх функціонування. Система складається із трьох рівнів. На верхньому рівні передбачено формування логістичного центру УЗ (ЛЦ УЗ). На середньому рівні пропонується створення шести регіональних логістичних центрів (РЛЦ) відповідно на кожній регіональній філії (залізниці). На нижньому рівні передбачено створення місцевих логістичних центрів, які підпорядковано відповідним регіональним філіям. Для кожного рівня слід визначити перелік задач, що відтворюють специфіку діяльності кожного логістичного центру.

Методологія побудови системи логістичних центрів АТ Укрзалізниця повинна базуватись на вимогах вантажовласників в рамках впровадження логістичних технологій в перевізний процес (рис. 7).

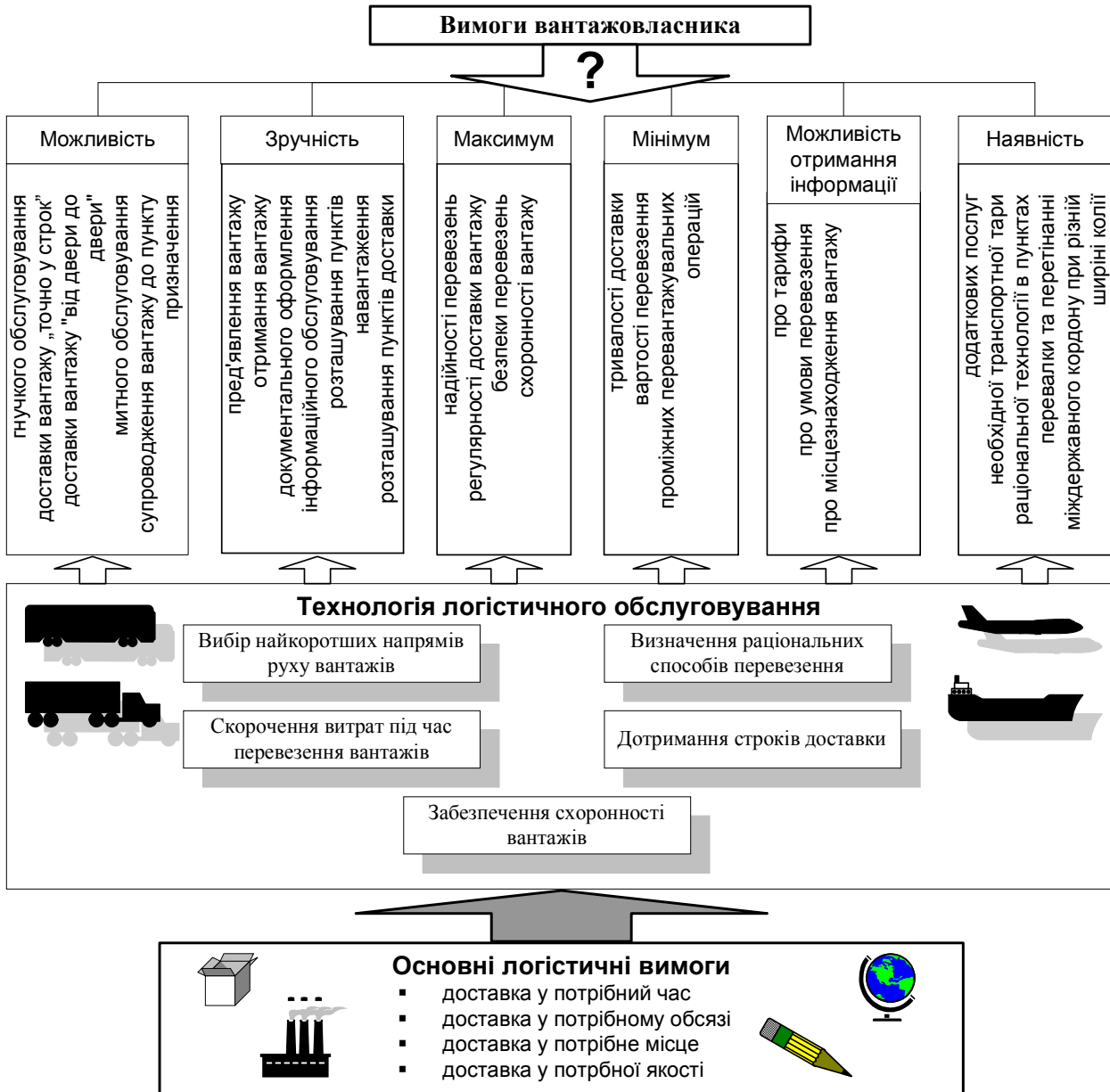


Рисунок 7 – Загальні принципи побудови транспортно-логістичної системи на базі логістичних технологій

Логістичні центри (ЛЦ) управління на залізничному транспорті об'єднують автоматизовані центри управління перевезеннями, комерційні центри або центри транспортного сервісу (КЦ, ЦТС),

інформаційно – статистичні центри регіональних філій, головний інформаційно-обчислювальний центр. Від імені регіональної філії (залізниці) вони повинні заключати договори з вантажовласниками, бути оснащеними інформаційними пристроями для роботи з матеріальними, фінансовими, обліковими потоками (рис. 8).

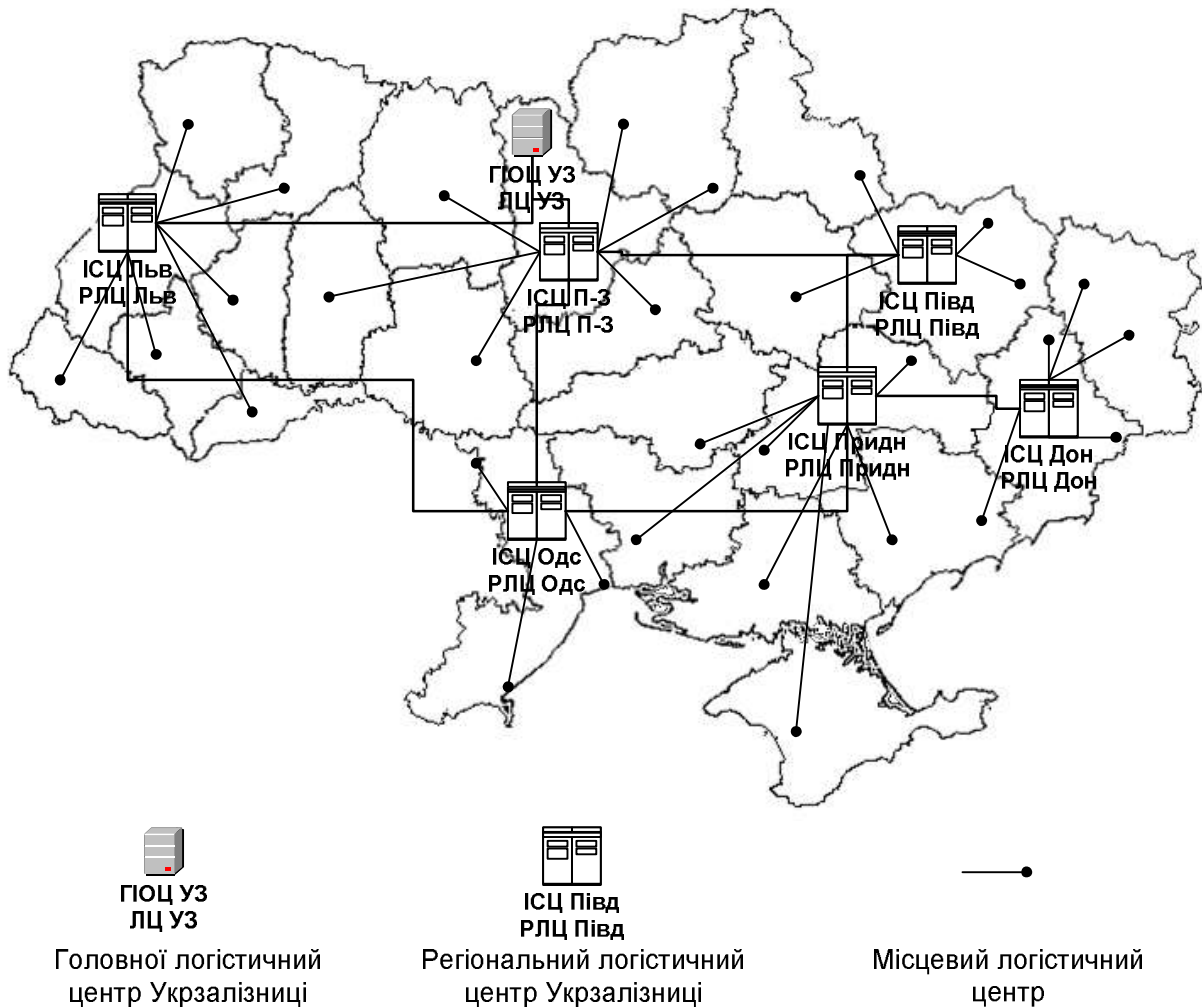


Рисунок 8 – Принципова схема системи логістичних центрів АТ  
Укрзалізниця

Структурно логістичні центри раціонально з'єднувати з системою управління залізничним транспортом, яка має три рівня:

- стратегічний (верхній) рівень ЛЦ – загально мережний з ГЛОЦ, головним центром управління перевезеннями (ГЦУП, ЦД), КЦ (ЦТС);

- тактичний (середній) рівень ЛЦ – дорожній з ІСЦ, регіональним центром управління перевезеннями (РЦУП), КЦ;
- оперативний (низовий) рівень ЛЦ – вузловий з АСУ залізничного вузла, до якого входять лінійні інформаційно-керуючі системи сортувальних, вантажних станцій та клієнтів, центру управління місцевою роботою, а подалі вузловим ЦУП.

Логістичні центри повинні функціонувати у середовищі типових уніфікованих по рівням ієрархії АСК ВП УЗ Є програмно-технічних засобів, які забезпечують застосування сучасних інформаційних технологій при взаємодії суміжних верхнього (УЗ), суміжних середніх та суміжних нижніх (вузлових) рівнів системи, а саме:

- стратегічний (верхній) рівень – АСК ВП УЗ Є (з підприємствами та установами загальнодержавного рівня);

- тактичний (середній) рівень – АСК вантажних перевезень регіональних філій (залізниць) та дирекцій – з підприємствами району тяжіння регіональної філії або дирекції;

- оперативний (місцевий та вузловий) рівень – АСК вантажних перевезень залізничних вузлів (АСК ВПЗВ). На оперативному рівні повинні використовуватися інформаційно-керуючі технології окремих локальних підсистем, які поступово інтегруватимуться в АСК ВП УЗ Є.

Розроблена концепція щодо створення технології та управління організаційної структурою системи логістичних центрів АТ Укрзалізниці дозволить удосконалити управління транспортними вантажопотоками у взаємодії залізничного транспорту із суміжними видами транспорту, морськими та річковими портами, великими промисловими комплексами, транспортними системами інших країн та інших учасників транспортного процесу на базі ефективного використання сучасних інформаційно-керуючих технологій. Запропоновані підходи повинні дозволити вирішити основні проблеми, пов'язані з безперешкодним проходженням вантажів через стикові пункти транспортних вузлів України, шляхом створення логістичної системи керування вантажопотоками. З іншого боку встановлено, що створення високоефективної логістичної технології



транспортного процесу на залізницях неможливо без врахування технологічних обмежень – наявності обмеженої кількості ресурсів (в першу чергу рухомого складу); необхідності дотримання терміну доставки, що можливо досягти за рахунок оптимізації маршрутів прямування поїздопотоків; створення відповідних СППР, що інтегровані до АРМ оперативних працівників.

Як доведено вище, система логістичних центрів АТ Укрзалізниця повинна управляти логістичними підсистемами залізниць, дирекцій залізничних перевезень, окремих крупних залізничних станцій. Сучасні рішення, що спрямовані на підвищення ефективності функціонування логістичних центрів, вимагають формування єдиної методології створення СППР. Важливість цього питання підтверджується необхідністю підвищення ефективності роботи ВТЛЛ та створення єдиного інформаційного простору при взаємодії з іншими видами транспорту та міжнаціональними логістичними системами. Найбільш перспективними у теперішній час вважаються СППР, які функціонують з урахуванням невизначеності на транспортному ринку. Для формалізації цих процесів доцільно використовувати методи нечіткої логіки, які адекватно відтворюють ситуацію невизначеності.

Збалансованість процесів планування навантаження, самого навантаження, пропуску вантажу до станції призначення, вивантаження в транспортних вузлах на стиках взаємодії із суміжними видами транспорту можливо досягти шляхом своєчасної передачі по каналах АСК ВП УЗ Є інформації про узгодження параметрів перевезення (рід вантажу, його кількість, дата прибуття, місце призначення) із АРМ ТВК в районі планування навантаження в район вивантаження та на суміжні види транспорту (порти, пункти стикування різної ширини колії та іншими учасниками транспортного процесу). Після підтвердження ними можливої організації перевезення, погоджене замовлення повинне бути направлене у район навантаження для його реалізації. Дана логістична технологія дозволяє орієнтуватись не тільки на плани та вимоги вантажовідправника, але й враховувати ситуацію у

вантажоотримувача в умовах невизначеності. Схему погодженого підведення вантажів до транспортного вузла за логістичною технологією представлено на рис. 9.

Такий підхід до управління процесом погодженого планування навантаження і підведення вагонів з вантажами в порти або інші транспортні вузли забезпечить ефективне формування суднових партій на етапі планування навантаження на станції відправлення, а не на підході до станції призначення або на самій станції, як це відбувається зараз, коли вагони непродуктивно простоюють в очікуванні вивантаження або підходу суден [4].

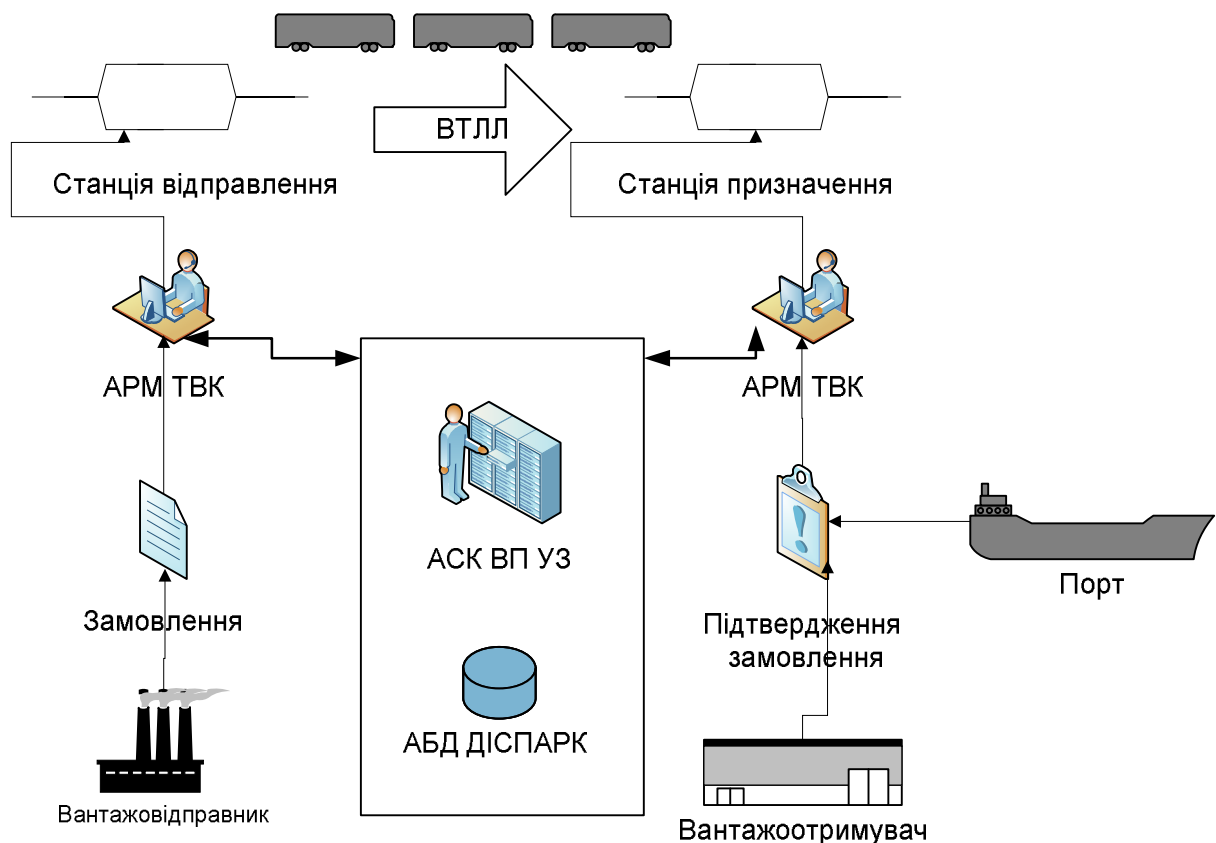


Рисунок 9 – Схема погодженого підведення вантажів до транспортного вузла за логістичною технологією

По фактах непродуктивного простоювання вагонів з вантажами в очікуванні їх вивантаження з провини учасників транспортного процесу, які узгодили планове перевезення, останні повинні відшкодувати втрати залізничному транспорту. З іншого боку,

будь-який підбір вагонів, що виходить за рамки встановленої системи організації вагонопотоків на залізничному транспорті (плану формування поїздів), на прохання суміжних учасників транспортного процесу повинен оплачуватися ними, тому що цей вид роботи є додатковою послугою, яка викликає додаткові експлуатаційні витрати залізничного транспорту.

Погоджена взаємодія суміжних видів транспорту повинна базуватися на єдиному технологічному процесі роботи транспортного вузла (ЄТПТВ), який повинен передбачати не тільки взаємодію різних видів транспорту, які беруть участь в організації перевантаження вантажів, але і організацію взаємодії з органами державного контролю (митної, прикордонної, ветеринарної, санітарно-епідеміологічної та інших служб), що супроводжують перевезення.

Технологія логістичного управління вантажо- та вагонопотоками повинна базуватися на принципі диспетчеризації з використанням комплексу взаємозалежних інформаційно-керуючих систем, які забезпечують сумісну роботу АСУ різних видів транспорту. У якості платформи для безперешкодного виконання своїх функцій можливо використовувати міжнародний стандарт передавання та збереження логістичної інформації EDIFACT.

Основним завданням системи логістичних центрів залізниць України є забезпечення взаємодії всіх учасників перевізного процесу від виробника до споживача у вигляді ВТЛЛ на основі автоматизації та комплексу відповідних АРМ. Впровадження засобів автоматизації включає до себе забезпечення комунікаційних та інформаційних послуг користувачам на основі сучасних стандартів документообігу. Один з найбільш розповсюджених у Європейському Співтоваристві є стандарт EDIFACT.

В 1988 році Міжнародна організація по стандартизації ISO (International Organization for Standardization) затвердила EDIFACT у вигляді 2 стандартів:

- ISO 7372-86 "Trade data interchange. Trade data elements directory. First edition. 1986-03-01" (Довідник елементів даних);

- ISO 9735-88 "EDI for administration, commerce and transport (EDIFACT). Syntax rules. 1988-07-15" (Синтаксичні правила EDIFACT ООН).
- Функціонування ВТЛЛ передбачає наявність трьох основних обмежень: доставка вантажів «точно в строк», «від дверей до дверей», «в повній схоронності». Врахування цих обмежень як правило передбачає участь у перевізному процесі декількох видів транспорту на основі єдиного технологічного процесу. Логістичний підхід до технології перевезень за участю декількох видів транспорту повинен враховувати інтереси і можливості усіх учасників ВТЛЛ, і, у першу чергу, Укрзалізниці, як найбільш важливого учасника транспортного ринку. Вона повинна очолити процес об'єднання зусиль, спрямованих на ліквідацію проблем стикових пунктів, з можливим поглинанням дрібних учасників ВТЛЛ і створенням єдиної транспортної корпорації та єдиного інформаційного середовища.

## ВИСНОВКИ

Запропоновано методологічний підхід організації транспортного процесу АТ Укрзалізниці, який базується на логістичних принципах і враховує додаткові фактори, що пов'язані з інфраструктурою залізниць України: забезпечує взаємодію з іншими видами транспорту та комплексно враховує інтереси учасників транспортного процесу. Використання запропонованих підходів дає можливість врахувати емерджентність системи з метою отримання синергетичного ефекту. Досягнення цього ефекту передбачає формування логістичної системи з відповідними логістичними центрами управління АТ Укрзалізниці на базі інформаційних технологій.

Розроблено концепцію формування та ефективного управління адаптивною багаторівневою організаційною структурою логістичних центрів АТ Укрзалізниці на базі єдиних технологічних принципів та комплексу функціональних задач. Розвиток транспортної системи регіональних філій (залізниць) відповідно до запропонованої

концепції, на відмінність від існуючих підходів, дозволяє підвищити ефективність технології транспортного процесу за рахунок оптимізації використання обмежених ресурсів системи (рухомого складу, колій, вантажних механізмів, персоналу, тощо). Ефективність структури визначено за умови оптимального використання існуючої інфраструктури та внутрішніх обмежених ресурсів системи (рухомого складу, колій, вантажних механізмів, персоналу, тощо). Таким чином запропоновано концепцію використання логістики, як основу покращення показників вантажних залізничних перевезень.

Розроблений комплекс функціональних задач системи логістичних центрів залізниць для різних рівнів дозволяє створити єдину інформаційно-керуючу систему ВТЛЛ, поєднати і сконцентрувати основні функції існуючих структур (господарства перевезень, РЦУП, комерційного господарство, ІСЦ) з урахуванням технічних та технологічних обмежень з метою досягнення загальносистемного результату. Інтеграція до АСК ВП УЗ Є дозволила розробити технологію функціонування системи логістичних центрів залізниць України на базі створеного комплексу задач та запропонувати структуру функціональної взаємодії у багаторівневої системі логістичних центрів у межах ВТЛЛ. Розроблений підхід дозволяє удосконалити управління транспортним процесом при взаємодії залізничного транспорту із суміжними видами транспорту, морськими та річковими портами, великими промисловими комплексами, транспортними системами інших країн та інших учасників транспортного процесу на базі ефективного використання сучасних інформаційно-керуючих технологій.

Встановлено, що створення вискоелективної логістичної технології транспортного процесу на залізницях неможливо без врахування технологічних обмежень – наявності обмеженої кількості ресурсів (в першу чергу рухомого складу); необхідності виконання технологічних показників на заданому рівні, зокрема, терміну доставки вантажів. Цього можливо досягти за рахунок оптимізації маршрутів прямування поїздопотоків; створення відповідних СППР, що інтегровані до АРМ оперативних працівників.

## ЛІТЕРАТУРА

- [1] Бауэрсокс Д.Д., Клосс Д.Д. Логистика: интегрированная цепь поставок / Перевод с англ. К: ЗАО "Олимп-Бизнес", 2001.
- [2] Большие технические системы: проектирование и управление / Артюшин Л.М., Зиатдинов Ю.К., Попов И.А., Харченко А.В. Под ред. Попова И.А. – Харьков: Факт, 1997.- 400 с.
- [3] Бутько Т.В, Лаврухін О.В. Удосконалення технології організації перевезень в умовах невизначеності на основі раціонального використання засобів транспорту. Зб. наук. праць. - Донецьк: ДонІЗТ, 2006. – Вип. 8. - С. 21-29.
- [4] Ломотько Д. В. Формування транспортного процесу залізниць України на базі логістичних принципів : дис. д-ра наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / Д.В. Ломотько. – Харків, 2008. – 393 с.
- [5] Бутько Т.В., Ломотько Д.В. Методологічний підхід до формування логістичних технологій на залізничному транспорті. Залізничний транспорт України №4, 2010. – С.47-49.
- [6] Калман Р., Фалб А., Арбиб М. Очерки по математической теории систем.- М.: Мир, 1971.- 398 с.
- [7] Кірпа Г.М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: Монографія. – 2-ге вид., переробл. і допов. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2004. – 248 с.
- [8] Мукмінова Т.А., Матвіїв І.Б. Деякі аспекти міжнародних залізничних перевезень у масштабах держав / Залізнич. трансп. України. — 2006. — N 4. — С. 17-19.
- [9] Правила технічної експлуатації залізниць України. ЦРБ-0004. Наказ Міністерства транспорту України №27 від 16 січня 1995 р.
- [10] Пути и методы реструктуризации железных дорог//Железные дороги мира.- 1998.- №4.- с. 32-40.
- [11] Растрингин Л.А. Системы экстремального управления. М.: Наука, 1974.
- [12] Статут залізниць України. – К.: Транспорт України, 1998.

- [13] Транспортна логістика: Складові частини логістики: Навч. посіб. / Данько М.І., Бутько Т.В., Котенко А.М. – Х., 2004. – 158с.
- [14] Ломотько Д.В., Продащук С.М., Ковальова О.В. Модель виробничо-транспортного логістичного ланцюга при взаємодії залізничного і автомобільного транспорту. Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2011.- Вип. 124. – С.11-15.
- [15] Lomotko D. V., Kovalev A. O., Kovaleva O. V. (2015). Formation of fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (3), 11-17. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.54496 in Ukrainian
- [16] Borisov A.N., Krumberg O.A. A theory of possibility for decision-making // Fuzzy Sets and Systems. 1983. Vol. 9. № 1. P. 34 – 38.
- [17] Ломотько Д.В. Методологічний аспект управління організаційною структурою сервісного логістичного центру // Зб. наук. праць ДонІІЗТ УкрДАЗТ: Випуск 5. - Донецьк, 2006. - С. 18-27.
- [18] Ломотько Д.В. Підвищення ефективності технології розподілу рухомого складу на полігоні // Зб. наук. праць ДонІІЗТ УкрДАЗТ: Випуск 3. - Донецьк, 2005. - С. 5.
- [19] Розробка технології формування гнучкої системи транспортно - експедиційного обслуговування залізницями / Д.В. Ломотько, О.М. Пилипейко // Зб. наук. праць УкрДАЗТ: Випуск 57. - Харків, 2004.