

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КРАСНОШТАН ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ

УДК 656.078



**Наукові основи формування стратегії інноваційного
розвитку транспортної системи країни**

05.22.01 – транспортні системи

Реферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Київ – 2024

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано у Вінницькому національному технічному університеті
Міністерства освіти і науки України

Науковий консультант

Доктор технічних наук, професор

Біліченко Віктор Вікторович,

Вінницький національний технічний університет, ректор

Офіційні опоненти:

Доктор технічних наук, професор

Кисельов Володимир Борисович

Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського
Міністерства освіти і науки України, директор Навчально-
наукового інституту муніципального управління та міського
господарства
м. Київ

Доктор технічних наук, професор

Давідіч Юрій Олександрович

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова Міністерства освіти і науки України, професор
кафедри транспортних систем і логістики
м. Харків

Доктор технічних наук, професор

Олісевич Мирослав Стефанович

Львівський національний університет природокористування
Міністерства освіти і науки України, професор кафедри Кафедра
агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О.Д. Семковича
м. Львів

Захист відбудеться «15» березня 2024 року о 13:00 на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 26.059.02 у Національному транспортному університеті за
адресою: 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, аудиторія 333.

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного
транспортного університету за адресою: 01103, м. Київ, вул. Михайла
Бойчука, 42.

Реферат розіслано «09» лютого 2024 року.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент



О. Ю. Усиченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми

Задоволення потреб економіки та громадян у перевезеннях потребує збалансованого та добре скоординованого й керованого процесу розвитку всіх видів транспорту відповідно до визначених пріоритетів і критеріїв. Взаємовплив систем і видів транспорту, черговість та етапність їх розвитку вимагають загальної централізованої координації з урахуванням технічного прогресу та світового порогу знань.

Транспортна система є основою, фундаментом економічного та соціального розвитку країни. За своєю суттю транспортна система є великою людино-машинною системою, яка характеризується масштабами, кількістю елементів, ієрархічністю та складністю технологічних й економічних зв'язків між підсистемами та елементами, а також з надсистемою.

У транспортних системах додаткові ускладнення у процесі їх розвитку зумовлені великими їх масштабами, складністю та значною кількістю об'єктів, які впливають на загальні показники системи, ієрархічністю прийняття рішень.

Нові підходи до забезпечення функціонування та розвитку транспортної системи мають базуватись на системному підході з використанням методів синтезу, що гарантують відшукування комплексно оптимальних рішень. При цьому необхідно врахувати питання не лише технічної оптимальності, а й економічної доцільності. Останнім часом в світі бурхливого розвитку набули інтелектуальні транспортні системи, які об'єднують фізичні об'єкти, засоби збирання і передачі інформації, обчислювальні підсистеми, які використовуються для обробки даних і прийняття керівних рішень за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, а також системи відображення інформації та допомоги як учасникам транспортного процесу, такі і клієнтам.

Усі ці процеси ставлять нові задачі координаційного системного управління розвитком системи та її підсистем і потребують створення нових моделей і методів їх розв'язання.

В роботах, що існують, не запропоновано єдиного системного підходу для вирішення задачі спрямованого синтезу транспортної системи країни та її елементів. Сучасні методи для розв'язання задач синтезу дозволяють забезпечувати оптимальність рішень за локальним екстремумом, при цьому методи відшукування комплексно оптимальних рішень до цього часу не знайдені.

Пунктом 2 абзацу 1 статті 4 Закону України «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні» освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи визначено одним із стратегічних пріоритетних напрямів інноваційної діяльності на 2011–2023 роки.

Проблематикою управління процесами розвитку транспортних систем, їх організацією займалися провідні вітчизняні вчені: М. Ф. Дмитриченко, В. В. Біліченко, О. О. Бакуліч, В. Б. Кисельов, В. П. Поліщук, О. М. Ложачевська, М. Е. Тернюк, Ю. О. Давідіч, В. І. Мацюк, Д. В. Ломотько, М. С. Олісевич, Т. В. Бутько, Т. А. Воркут, Г. С. Прокудін, А. Н. Аль-Аморі, Р. А. Хабутдінов, М. Н. Бідняк, М. А. Красноштан, В. К. Мироненко, П. Ф. Горбачов та інші. За кордоном ці питання досліджувалися Д. Дрю, Ф. Хейтом та іншими.

На підставі аналізу результатів понад 300 досліджень можна з упевненістю стверджувати, що проаналізовані роботи авторів належать до вирішення окремих задач розвитку транспортної системи за окремими напрямками та критеріями, однак не запропоновано єдиного підходу до розробки стратегії розвитку транспортної системи на основі її комплексної структурно-параметричної оптимізації, що і зумовило вибір теми даного дослідження. Відсутність такої методології гальмує науково-технічний прогрес в галузі, збільшує терміни пошуку рішень та їх реалізації, створення нової техніки і технологічних рішень.

Розроблено велику кількість моделей і методів оптимізації транспортної системи за різними критеріями. Водночас не повністю дослідженими залишаються загальні закони і закономірності розвитку транспортної системи, не здійснено постановку та не визначено методологію вирішення завдання створення стратегії інноваційного розвитку, здійснення структурно-параметричного оптимізаційного синтезу інноваційних транспортних систем з урахуванням змін їх технічного рівня, що дало б можливість отримувати ефективні рішення їх розвитку на рівні світового порогу знань, виявляти і використовувати резерви вдосконалення транспортної системи.

Розробці наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку комплексно оптимізованих інноваційних транспортних систем з урахуванням закономірностей їхнього розвитку присвячена дисертаційна робота.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації тісно пов'язана з науково-дослідними роботами 2009–2023 за участю автора. Робота виконувалась згідно з планами науково-дослідних робіт кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, планами науково-дослідних робіт ДП «Державний автотранспортний науково-дослідний та проектний інститут»: «Вивчення принципів організації транспортного забезпечення уболівальників, гостей та учасників, що прибуватимуть на матчі ЄВРО-2012, з урахуванням часу їх прибуття та від'їзду після матчів. Формування орієнтовних показників пасажиропотоків зазначених категорій, що прибуватимуть в Україну та до міст, що прийматимуть матчі чемпіонату», номер держреєстрації 0109U005853 (2009 р.); «Вивчення досвіду проведення чемпіонатів світу та Європи з футболу. Аналіз застосування практики єдиного квитка. Визначення можливих варіантів оплати проїзду у транспорті загального користування, а також в міжміському та міжнародному сполученні, що входить у вартість

квитка на матчі ЄВРО-2012 для прибуваючих вболівальників», номер держреєстрації 0109U005854 (2009 р.), планами науково-дослідних робіт кафедри менеджменту Національного транспортного університету: «Інноваційно-адаптивне управління бізнес-процесами транспортної галузі», номер держреєстрації 0123U100369 (2023 р.).

Мета та завдання дослідження. *Метою дисертаційної роботи є розробка наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни, з урахуванням поточних і прогнозованих потреб, світового порогу наукових знань та досвіду, на основі комплексної структурно-параметричної оптимізації для забезпечення ефективності функціонування транспортної системи.*

Для досягнення визначеної мети у роботі поставлено та вирішено такі завдання:

- провести дослідження системоутворювальних особливостей функціонування транспортної системи країни та факторів, що впливають на процес їх інноваційного розвитку;
- дослідити сучасні підходи до формування стратегії інноваційного розвитку транспортних систем країни;
- обґрунтувати системно-методологічні основи розробки стратегій інноваційного розвитку системи країни та сформулювати концептуальну модель розвитку ТС;
- сформулювати загальну методологію дослідження процесів розвитку транспортної системи країни, що охоплює систематизацію закономірностей розвитку та формування інструментарію розвитку транспортних систем;
- розробити методологічні підходи до оптимізаційного синтезу елементів інноваційних транспортних систем через математичне моделювання процесів створення інноваційної транспортної системи високої продуктивності;
- провести експериментальні дослідження комплексно оптимізованих інноваційних транспортних систем;
- виконати пріоритезацію напрямів стратегічного інноваційного розвитку транспортної системи України за рахунок підвищення рівня її технізації, зокрема інформатизації та інтелектуалізації.

Об'єкт дослідження – процес інноваційного розвитку транспортної системи країни в умовах світового науково-технічного прогресу та розвитку техносфери.

Предмет дослідження – сукупність наукових підходів, моделей і методів формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни.

Методи дослідження. Розробка наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни ґрунтується на методах системного аналізу, які визначили структуру та логічну організацію досліджень і функціональну модель транспортної системи, за допомогою якої описані її основні процеси, зворотні зв'язки та речовинні, енергетичні й інформаційні

потоки, що впливають на реалізацію цільових показників функціонування системи.

Проведення теоретичних досліджень забезпечено використанням основних положень теорії транспортних систем, загальної теорії систем і теорії інновацій. Математичне моделювання здійснене на основі графових та предикатних моделей. Методи спрямованого синтезу на основі комплексної структурно-параметричної оптимізації застосовані для пошуку множин допустимих рішень. Методи багатокритеріальної комплексної оптимізації використані для розв'язання задач пошуку комплексно оптимальних рішень.

Оцінювання способів підвищення ефективності транспортних систем здійснювалась за допомогою використання відомих методів математичного моделювання та з залученням експертних оцінок при оцінюванні за окремими та комплексними критеріями. Математичні моделі системи будувались з урахуванням теоретичних та емпіричних взаємозв'язків теорії систем з урахуванням необхідності прагнення до їх універсальності.

Контроль адекватності математичних моделей здійснено за допомогою порівняння отриманих розрахункових результатів з результатами проведених експериментальних досліджень. Експериментальні дослідження проведено з використанням сучасного апарату технічних комплексів, за допомогою яких визначено динамічні, економічні та екологічні параметри, що піддано аналізу з використанням відповідних інформаційно-аналітичних засобів.

Метою проведення експериментальних досліджень було встановлення фактичних техніко-економічних показників, синтезованих в рамках досліджень інноваційних транспортних систем.

Наукова новизна результатів полягає у розробці системно-методологічних основ формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни, що базується на розроблених моделях і методах комплексної структурно-параметричної оптимізації для комплексного прийняття оптимальних інноваційних рішень, зокрема:

вперше:

- сформульовано концептуальну модель методології формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи, яка ґрунтується на законах будови, функціонування, розвитку, комунікації, управління та перетворення елементів інноваційних транспортних систем, що дозволяють формалізувати постановку задачі їх комплексної структурно-параметричної оптимізації та визначити основні стратегічні пріоритети розвитку, які відкривають можливість забезпечення спрямованого синтезу елементів і підсистем інноваційних транспортних систем для досягнення заданих показників ефективності та якості;
- розроблено методологічні підходи до оптимізаційного синтезу складових інноваційних транспортних систем з урахуванням виявлених законів і закономірностей розвитку транспортних систем, що дає можливість наблизитись до глобальних екстремумів визначених критеріїв оптимальності;

- синтезовано комплексно оптимізовані інноваційні транспортні системи наземного транспорту за критеріями продуктивності, енергоефективності, безпеки та споживчих якостей, що відкриває можливості для визначення стратегії найбільш ефективного керованого прискореного розвитку транспортної системи країни;

удосконалено:

- таксономію інновацій в транспортних системах, яка відрізняється від існуючих відповідністю класифікаційних ознак загальним моделям складних систем. Удосконалена таксономія дозволяє забезпечити реалізацію формалізованої постановки задачі інноваційного розвитку транспортної системи та її елементів;

- загальну формалізовану постановку задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних транспортних систем шляхом урахування закономірностей їх прискореного розвитку для забезпечення підвищення їх ефективності та якості, що дозволяє забезпечити відшукування глобального екстремуму функцій оптимальності;

- логіко-математичні залежності для вирішення задачі комплексної оптимізації структури та параметрів інноваційних транспортних систем на основі забезпечення повноти відображення базових атрибутів транспортних систем з урахуванням закономірностей їх розвитку та врахуванням надсистемних умов й обмежень.

отримали подальший розвиток:

- систематизація основних закономірностей розвитку, таких як сфери застосування, призначення, функції, процеси, принципи дії, структури та параметри інноваційних транспортних систем, що дозволяє визначити стратегічні пріоритети для цих систем;

- класифікація основних напрямів стратегії інноваційного розвитку транспортної системи, які забезпечують вищий інноваційний рівень та ефективність цієї системи;

- теоретичний апарат системномислідяльнісного комплексу транспортних систем, що представляє собою ієрархічні рівні, які об'єднують інформацію про систему, починаючи від найбільш загальної (світоглядної) до конкретної інформації про практику створення та експлуатації елементів транспортних систем різних видів.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає у можливості застосування розробленої методології для синтезу комплексно-оптимізованих елементів інноваційних ТС, які дозволяють забезпечити підвищення технічного рівня, ефективності та якості ТС країни шляхом впровадження інноваційних рішень за рахунок найбільш оптимального вибору принципів застосування, функціонального призначення та можливостей, принципів дії, технологій, структур, параметрів і стратегій прийняття управлінських рішень.

За рахунок практичної реалізації запропонованої методології вдалось досягти максимально можливої продуктивності окремих елементів ТС.

Результати дослідження впроваджені в Міністерстві інфраструктури України (довідка про впровадження № 8603/24/14-23 від 20 вересня 2023 р.), Міністерстві фінансів України (довідка про впровадження № 42000-03-7/25945 від 07 листопада 2022 р.), АТ «Укрзалізниця» (довідка про впровадження № ЦРП-13/2476 від 17 грудня 2022 року), ДП «ДержавтотрансНДІпроект» (довідка про впровадження від 22 серпня 2023 р.), ДП «ДерждорНДІ» (довідка про впровадження від 22 серпня 2023 р.), Національній асамблеї людей з інвалідністю (довідка про впровадження № 09/1 від 09 січня 2023 р.).

Матеріали роботи використовуються у навчальному процесі Вінницького національного технічного університету (акт впровадження від 07 листопада 2023 р.) при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю 275 – транспортні технології (за видами транспорту).

Особистий внесок здобувача. Наукові положення, результати, висновки і пропозиції, що викладені в дисертації і виносяться на захист, отримано здобувачем особисто. Із наукових праць, опублікованих у співавторстві використано лише ті ідеї та положення, які є результатом власних досліджень здобувача.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові положення та практичні результати дисертаційних досліджень доповідались, обговорювались і отримали позитивну оцінку на науково-практичних і науково-технічних, міжнародних конференціях та семінарах, серед яких: МІЖНАРОДНА ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА, ІНДУСТРІАЛЬНІ ЦЕНТРИ ТА КОРПОРАТИВНА ЛОГІСТИКА (м. Харків), VI, VIII, IX, X, XI міжнародні науково-технічні Інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця, 2022), «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця, 2021), «Енергоефективність на транспорті» (Харків, 2020), «Інноваційні рішення в сучасній науці, освіті та практиці» (Київ, 2020), VI Міжнародна науково-практична конференція «Маркетинг і логістика в системі менеджменту на залізничному транспорті» (Запоріжжя, 2016), «Маркетинг і логістика в системі менеджменту на залізничному транспорті» (Одеса, 2014), «Проблеми підготовки професійних кадрів з логістики в умовах глобального конкурентного середовища» (Київ, 2014), «Проблеми і перспективи розвитку автомобільної галузі» (Донецьк, 2013), II, III Міжнародні науково-практичні конференції «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту» (Вінниця, 2022, 2023), «Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури», (Київ, 2023), «Modern trends in the transformation of the Republic of Kazakhstan's economy development in the era of digitalization» (Shymkent, 2022), «Інтелектуальні транспортні технології» (Харків, 2022), «Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні» (Харків, 2019), «Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури» (Київ, 2022), Всеукр. науково-практ. конф. молодих науковців, аспірантів, здобувачів і студентів (Житомир, 2013), «Проблеми підготовки професійних кадрів з логістики в умовах глобального

конкурентного середовища» (Київ, 2022), 9th International scientific and practical conference «Challenges in science of nowadays» (Washington, USA, 2021), Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 85-річчю заснування ХНАДУ, 85-річчю заснування автомобільного факультету та з нагоди Дня автомобіліста і дорожника «Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті» (Харків, 2016), «Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг = Crisis and Risk Engineering for Transport Services» (Маріуполь, 2021 р.), «Сучасний менеджмент: виклики та можливості» (Київ, 2021).

Публікації. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 66 наукових праць, зокрема: 3 колективні монографії; 5 статей у закордонних виданнях, внесених до міжнародних наукометричних баз Scopus; 30 статей опубліковано у фахових виданнях України, з них 8 – одноосібних; 29 праць апробаційного характеру; 3 свідоцтва авторського права.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків і додатків. Обсяг дисертації займає 348 сторінок основного тексту. Робота містить 50 таблиць, 88 рисунків та 2 додатки. Список використаних джерел налічує 262 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, розкрито зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, розкрито наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, наведено відомості щодо їх апробації, окреслено особистий внесок здобувача.

У першому розділі «Теоретико-наукові підходи до дослідження транспортних систем та їх інноваційного розвитку» досліджено генезис теорії транспортних систем, концептуальні підходи до визначення основних понять і структури, сформульовано теоретико-методологічні передумови управління інноваційним розвитком транспортної системи. Проведено етапізацію формування стратегій інноваційного розвитку транспортних систем.

Здійснений ретроспективний аналіз класичних, сучасних зарубіжних, вітчизняних академічних публікацій дозволив систематизувати наукові підходи до визначення транспортних систем (ТС), виділити підходи до їх інноваційного розвитку.

Проведено аналіз функціонування транспортної системи країни та її значення для соціально-економічного розвитку країни і суспільства, проаналізовано існуючі підходи щодо управління розвитком транспортної системи, а також існуючі методи забезпечення її інноваційного розвитку.

Так, серед літературних джерел відсутні роботи, в яких формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни розглядалося б в аспекті системного підходу щодо визначення і підвищення її ефективності для економіки країни, суспільства та окремих його громадян. Цінна й корисна для вирішення поставлених завдань інформація міститься у дослідженнях провідних

учених, які займалися визначенням закономірностей розвитку транспортних систем, організацією, управлінням процесами розвитку, а також визначенням техніко-економічної ефективності капіталовкладень в розвиток елементів транспортної системи країни: М.Ф. Дмитриченко, В. В. Біліченко, О. О. Бакуліч, В. Б. Кисельова, В. П. Поліщука, О. М. Ложачевської, М. Е. Тернюка, Ю. О. Давідіча, В.І. Мацюка, Д. В. Ломотька, Т. В. Бутько, М. С. Оліскевича, Т. А. Воркут, Г. С. Прокудіна, А. Н. Аль-Аморі, Р. А. Хабутдінова, М. Н. Бідняка, М. А. Красноштана, В. К. Мироненка, П. Ф. Горбачова – в Україні, Д.Дрю, Ф.Хейта та ін. – за кордоном.

Транспортна система України є системою транспортних сполучень, що об'єднує сучасні види транспорту: залізничний, автомобільний, морський, річковий, повітряний і трубопровідний. Окрім того, на сьогоднішній день значного розвитку набувають комбіновані перевезення, розвиток засобів підвищення ефективності міської мобільності (зокрема мікромобільності) тощо. Кожний вид транспорту (крім трубопровідного) поділяється на рухомий склад та інфраструктуру. Відповідно до складу транспортної системи України формується мережа її транспортної інфраструктури, що складається з інфраструктури залізничного (мережа залізниць), автомобільного (мережа автомобільних доріг), внутрішнього водного, морського та повітряного транспортів, мережа магістральних трубопроводів.

Існуючі підходи щодо управління процесом розвитку транспортної системи країни не забезпечують повною мірою динамічний та збалансований розвиток системи, що в сукупності з недостатнім фінансуванням призводить до погіршення макроекономічних показників країни, зниження позицій її конкурентоспроможності на глобальних ринках. Недостатня транспортна доступність ефективних та якісних транспортних послуг – причина таких негативних соціальних наслідків, як: знижений рівень мобільності населення; затримка у розвитку культури та освіти у важкодоступних районах; збільшення часу перебування в дорозі; зниження якості та збільшення вартості товарів через неможливість побудови ефективною та економічно вигідною логістики, висока смертність внаслідок транспортних подій тощо.

Для створення ефективної методології вирішення проблеми проаналізовано існуючі методи управління процесами розвитку ТС через:

- аналіз поточного стану елементів транспортної системи;
- аналіз досвіду країн-лідерів світу в напрямку інноваційного розвитку транспортних систем;
- формування науково обґрунтованих підходів до визначення цілей розвитку транспортної системи і системних понять, що дозволить досліджувати основні процеси, які відбуваються при цьому;
- аналіз існуючих підходів щодо управління процесами розвитку транспортних систем;
- аналіз ефективності управління процесами розвитку транспортних систем;

- визначення існуючих проблем щодо формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни, а також належного наукового, інституціонального, кадрового, ресурсного забезпечення їхнього розвитку.

Проведені дослідження показали, що ефект від результатів інноваційного розвитку транспортної системи, що відображається у підвищенні ефективності та якості її функціонування, позитивно впливає на соціально-економічний розвиток нашої країни, окремих її регіонів, а також отримання вигод суспільством. Аналіз сучасних методик оцінювання ефективності інноваційного розвитку довів, що вони не враховують особливості функціонування транспортної системи. Жодна з них не може бути рекомендована для оцінювання ефективності інноваційного розвитку транспортної системи нашої країни. В існуючих методиках використовуються вартісні характеристики, а саме: собівартість, капітальні вкладення, окупність, рентабельність тощо. Більш того, пропонуються ринкові механізми. Однак зазначені механізми не зовсім придатні для імплементації в процеси управління розвитком транспортних систем через особливості останніх. Отже, такі методики не можна застосовувати у чистому вигляді.

Проведений аналіз наукових праць показав багатогранність підходів до трактування сутності інноваційного розвитку та дозволив виокремити основні характеристики цієї категорії, на основі чого вдалося сформулювати дефініцію, що узагальнює існуючі дотепер (цільовий, ресурсний, результативний, факторний, системний) підходи. Це органічна складова загальноекономічного розвитку, що має ідентичну з ним структуру, формується під впливом наявних інтелектуальних, матеріальних і фінансових ресурсів, кадрового потенціалу, відображає вже досягнутий рівень інноваційних результатів та характеризує потенційну здатність галузі до розвитку за рахунок впровадження досяжних для цього інноваційних рішень.

Інноваційний розвиток транспортної системи є універсальною категорією, а галузеві відмінності функціонування та розвитку ТС стають явними лише при виборі показників ідентифікації його рівня. На рівень інноваційного розвитку транспортної системи впливають як внутрішні, так і зовнішні (надсистемні) фактори, і тому система має прогнозувати та враховувати дію всіх цих факторів під час реалізації процесу інноваційного розвитку.

Неоднорідність визначень сутності інноваційного розвитку транспортної системи і його основних компонентів призвела до різноманітності підходів до визначення його рівня. Проведені дослідження показали, що сучасні методичні підходи мають низку недоліків, до яких можна віднести: використання лише результативного чи ресурсного підходу при виборі критеріїв оцінювання; необґрунтовану кількість та перелік показників; занадто узагальнену чи занадто деталізовану оцінку; високий рівень суб'єктивізму; необхідність залучення сторонніх консультантів для моніторингу. Крім того, більшість існуючих методичних принципів не може застосовуватися до транспортної системи у зв'язку з відмінностями у специфіці її інноваційного розвитку.

Це зумовлює необхідність розроблення єдиного методологічного підходу до вирішення проблеми формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни, що дозволить підвищити її ефективність та якість функціонування.

Другий розділ «Теоретико-методологічні основи інноваційного розвитку транспортної системи країни» присвячено встановленню взаємозв'язків з надсистемним і підсистемними рівнями, а також між елементами системи, розробці загальних і конкретизованих моделей транспортних систем, прийнятних для виявлення та дослідження законів і закономірностей їхнього розвитку та розв'язання задач комплексної структурно-параметричної оптимізації в межах повних областей можливих рішень.

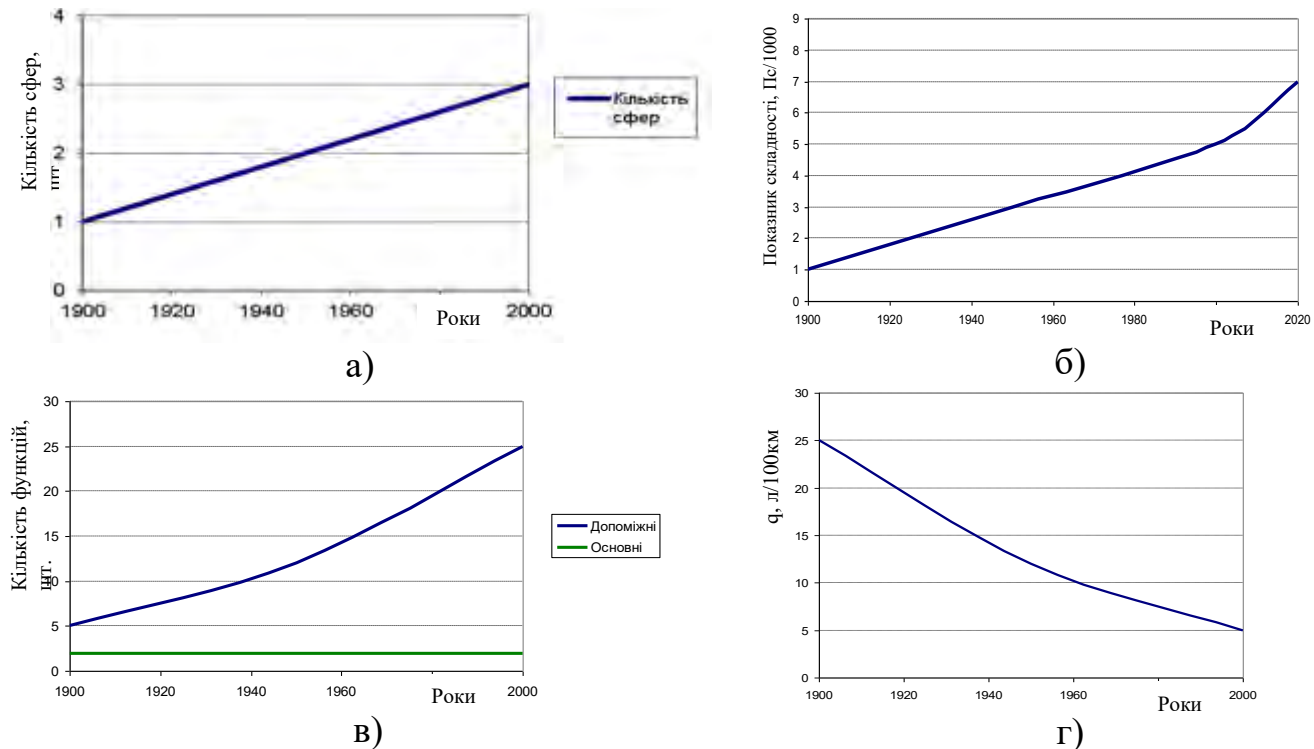
Автором запропоновано методологічний інструментарій інноваційного розвитку транспортної системи, класифіковані чинники, визначені особливості породження та розвитку інновацій в транспортних системах і механізми їх реалізації. Ортодоксальний аналіз термінологічного поля та відмінних характеристик дозволив сформулювати визначення дефініції формування/розвитку ТС як закономірної єдності складових структури транспортної системи, що виражає внутрішньонеобхідні, сталі, суттєві зв'язки між елементами системи, які обґрунтовують визначений її стан, співвідношення між достатністю бази системи для її існування та рівнем надсистемної затребуваності. Зазначене використано в аналізі механізму функціонування та в діагностиці транспортної системи, моделюванні закономірностей її розвитку.

Виконано дослідження основних закономірностей розвитку транспортних систем для виявлення тенденцій та меж їх зміни. Встановлено, що при розвитку можуть здійснюватися:

- перехід від односферних до дво-, три- і полісферних транспортних систем із загальною межею, рівною кількості існуючих природних сфер;
- розширення призначення транспортних систем: від монопризначення – до поліпризначення (без системних обмежень);
- зростання кількості функцій транспортних систем у напрямку досягнення мобільної функціональної поліантропності;
- збільшення кількості й різноманітності фізичних (хімічних, біологічних) ефектів, що визначають принципи дії техніки до межі світового порогу знань;
- підвищення рівня безперервності функціонування та темпів розвитку транспортних систем і зростання їх рівня технізації з переходом від ручного до механізованого, автоматизованого, інтелектуалізованого та інших, більш високих, рівнів, відповідно до періодичної системи технічних елементів, включно з рівнем самоорганізації з самовідтворенням техніки;
- розвиток структури транспортних систем зі збільшенням кількості елементів і зв'язків між ними з утворенням мережної ієрархії;
- наближення параметрів інноваційних транспортних систем до параметрів ідеальних систем.

На рисунку 1 наведена частина отриманих графіків, що відображають вказані тенденції.

Виявлені закономірності розвитку базових атрибутів та індикаторних показників і межі їх змін дозволяють спрямувати процес пошуку ефективних елементів транспортних систем і визначити граничні резерви покращання параметрів їх функціонування.



а – кількість освоєних сфер застосування; б – складність;
в – кількість основних і допоміжних функцій; г – питомі витрати палива
Рисунок 1 – Залежності зміни характеристик елементів транспортних систем в процесі розвитку

Встановлено, що розвиток – незворотна, спрямована, закономірна зміна матеріальних об'єктів або систем в напрямку ідеального стану або значення. Інноваційний розвиток транспортної системи – зміна структури та параметрів транспортної системи під впливом досягнень науково-технічного прогресу в напрямку до ідеального (цільового) її стану (рис. 2).

З використанням дедуктивного підходу автором розроблено загальну структурну модель транспортної системи. Як базові атрибути ТС виділені: сфера застосування, призначення, функції, фізичні (хімічні, біологічні) ефекти, що визначають принципи реалізації основних, допоміжних та управлінських функцій; технологічні процеси функціонування й підходи до організації системного розвитку; рівні технізації; структури та основні параметри системи, а також алгоритми діяльності.

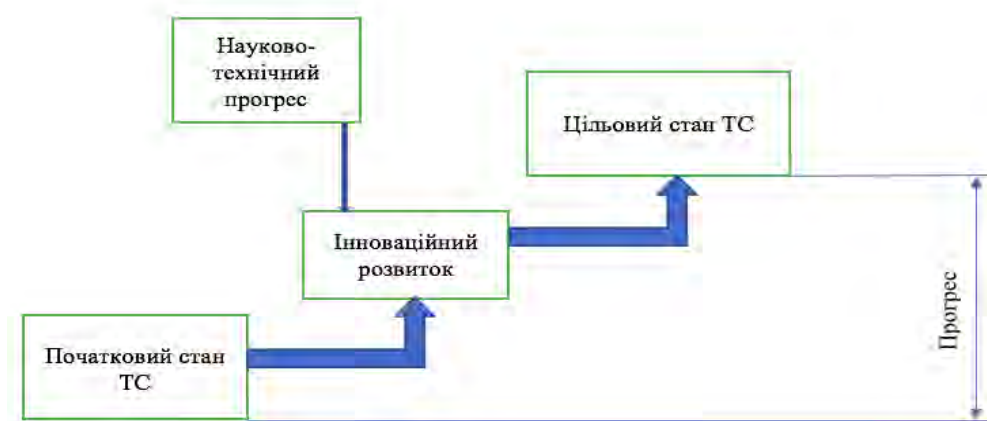


Рисунок 2 – Загальна графічна модель інноваційного розвитку транспортної системи

Для визначення послідовності розгортання інформації при моделюванні згідно з дедуктивним методом і встановлення структурних зв'язків між моделями різних категорій розроблено системомиследіальнісний комплекс (СМД-комплекс) транспортної системи, який своїми ієрархічними рівнями (шарами) об'єднує інформацію про систему, починаючи від найбільш загальної, що її відносять до світогляду, і завершуючи конкретною інформацією про практику створення та експлуатації елементів транспортних систем різних видів. У третьому шарі СМД-комплексу визначена транспортна доктрина, потрібна при постановці та розв'язанні задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації транспортної системи.

Отримані дані спільно з загальнонауковими положеннями дозволили побудувати структуру зводу законів і закономірностей розвитку транспортних систем. До зводу входять: всезагальний закон, п'ять законів розвитку категорії загального, а також закономірності зміни з часом базових атрибутів.

Всезагальний закон відображає сам факт розвитку транспортних систем. Він змодельований залежністю, яка показує значення ймовірності цього факту, що дорівнює одиниці.

Закон породження транспортних систем поданий у такому визначенні: транспортні системи створюються і розвиваються відповідно до ізоморфних структур поліхромного, ізохронного та життєвого (ЖЦ) циклів, на яких проявляються, відповідно, нові види, типи і зразки об'єктів.

Основна логіко-математична залежність, що відображає цей закон,

$$\text{ЖЦ}=(\text{Д}\oplus\text{П}\oplus\text{В}\oplus\text{С}\oplus\text{З}\oplus\text{Н}\oplus\text{Ф}\oplus\text{О}\dots\text{Ф}\oplus\text{Р}\oplus\text{Н}\oplus\text{Ф}\oplus\text{О}\dots\text{М}\oplus\text{Н}\oplus\text{Ф}\oplus\text{Л})\otimes\text{У}\otimes\text{ЗБ}, \quad (1)$$

де Д – цикл, на якому реалізуються функції, пов'язані з: інтелектуальною діяльністю (синтез ідей, наукові дослідження, маркетинг); П – конструкторсько-технологічною розробкою об'єкта – проектуванням; В – виготовленням; С – сертифікацією; З – збутом; Н – налагодженням і

навчанням; Ф – функціонуванням; О – обслуговуванням; Р – ремонтом; М – модернізацією; Л – утилізацією; У – управлінням; ЗБ – забезпеченням.

Символом «...» позначено можливі повторення цілісних фрагментів життєвого циклу, наприклад, типу $P \oplus H \oplus F$; $\oplus$, $\otimes$ – знаки послідовного та паралельного виконання функцій.

Із цього закону витікає, як наслідок, множина можливих шляхів забезпечення потрібних властивостей транспортних систем (табл. 1).

У таблиці позначено: U_i , $i \in \{д, п, в, с, з, н, ф, о, р, м, л, нф, жц\}$ – підсистеми керування для систем, що реалізують фазові цикли та ЖЦ, відповідно.

Таблиця 1 – Множина можливих шляхів забезпечення потрібних властивостей транспортної системи і структури фазових циклів, що їм відповідають

Ч.ч.	Шлях і його позначення	Структури фазових циклів	Назва
1	Використання системи без переналагодження – УП	$F \otimes U_f$	Управління
2	Використання системи з переналагодженням – ПН	$[(H \oplus U_n) \otimes (F \oplus U_f)] \otimes U_{nf}$	Переналагодження
3	Використання модернізованої системи – МД	$[(D \oplus U_d) \otimes (P \oplus U_p) \otimes (L_b \oplus U_{lb}) \otimes (B \oplus U_b) \otimes (C \oplus U_c) \otimes (Z \oplus U_z) \otimes (H \oplus U_n) \otimes (F \oplus U_f)] \otimes U_{жц}$	Модернізація
4	Використання новоствореної системи традиційного виду – ТП	$(P \oplus U_p) \otimes (B \oplus U_b) \otimes (C \oplus U_c) \otimes (Z \oplus U_z) \otimes (H \oplus U_n) \otimes (F \oplus U_f) \otimes (O \oplus U_o) \otimes (R \oplus U_r) \otimes (M \oplus U_m) \otimes (L \oplus U_l)] \otimes U_{жц}$	Перебудова
5	Використання новоствореної системи інноваційного виду – ІП	$[(D \oplus U_d) \otimes (P \oplus U_p) \otimes (B \oplus U_b) \otimes (C \oplus U_c) \otimes (Z \oplus U_z) \otimes (H \oplus U_n) \otimes (F \oplus U_f) \otimes (O \oplus U_o) \otimes (R \oplus U_r) \otimes (M \oplus U_m) \otimes (L \oplus U_l)] \otimes U_{жц}$	Інноваційна перебудова

Феноменологічний закон визначає: транспортні системи розвиваються у напрямку покращання своїх базових атрибутів для задоволення потреб надсистеми та середовища найбільш консервативним чином за рішенням управляльної системи.

Введенням поняття «рівень техніки» (РТ) та встановленням зв'язків із поняттям розвитку (ТР) отримано моделі феноменологічного закону.

Зміна рівня техніки (ЗТ) є dPT/dt . Зміна PT в напрямку його приросту визначене умовою $dPT/dt = TP$, при $ЗТ > 0$, де t – час, є відображенням феноменологічного розвитку транспортних систем. PT є функцією базових атрибутів технічних об'єктів.

$$PT = \sum_{i=1}^n q_i dk_i + Y_T \vec{i} + n_y \vec{j} + T_y \vec{k} \quad (2)$$

де k_i – скалярні нормовані показники ефективності та якості; q_i – вагові коефіцієнти; U_T , n_e , T_y – показники ієрархічного рівня, кількості однакових об'єктів і рівня технізації в структурі технічної системи; i, j, k – орти.

Згідно з залежністю (2) загальну модель феноменологічного розвитку транспортної системи пред'явлено у вигляді:

$$PT = \sum_{i=1}^n \frac{q_i dk_i}{dt} + \frac{dY_T \vec{i}}{dt} + \frac{dn_e \vec{j}}{dt} + \frac{dT_y \vec{k}}{dt}. \quad (3)$$

Через скалярний характер параметрів і векторний характер структур цей закон розвитку техніки має кватерніонний вигляд. Залежність (3) спільно з моделями законів є основою для розробки напрямів і способів розвитку.

Закон *онтогенетичного розвитку* транспортних систем вказує, що онтогенез здійснюється згідно зі зміною періодів періодичної системи технічних елементів.

Ряди перших 2-х періодів мають вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{РО}; \\ \text{РО} + \text{ПРО}, \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{РЕ}; \\ \text{РЕ} + \text{ПРЕ}; \\ \text{РЕ} + \text{ПРЕ} + \text{ПКЕ}; \\ \text{РЕ} + \text{ПРЕ} + \text{ПКЕ} + \text{КЕ}; \\ \text{РЕ} + \text{ПРЕ} + \text{ПКЕ} + \text{КЕ} + \text{ПНЕ}; \\ \text{РЕ} + \text{ПРЕ} + \text{ПКЕ} + \text{КЕ} + \text{ПНЕ} + \text{НЕ}; \\ \text{РЕ} + \text{ПРЕ} + \text{ПКЕ} + \text{КЕ} + \text{ПНЕ} + \text{НЕ} + \text{ПУЕ}; \\ \text{РЕ} + \text{ПРЕ} + \text{ПКЕ} + \text{КЕ} + \text{ПНЕ} + \text{НЕ} + \text{ПУЕ} + \text{УЕ}, \end{array} \right. \quad (5)$$

де РО, РЕ – робочі органи; ПРО, ПРЕ – перетворювачі робочих органів; КЕ – концентратори енергії; ПКЕ – перетворювачі концентраторів; НЕ – накопичувачі енергії; ПНЕ – перетворювачі накопичувачів; УЕ, ПУЕ – регулятори та перетворювачі регуляторів енергетичної субстанції відповідно.

Як перераховані функціональні елементи–перетворювачі виступають зразки елементної бази транспортних систем: транспортні засоби та їх системи (двигун, трансмісія тощо), елементи інфраструктури, елементи транспортної системи, що реалізують допоміжні функції тощо.

Зазначений закон спільно з законом породження транспортних систем дозволяє сформулювати та класифікувати впорядковану повну множину загальних структур ТС, зокрема – інноваційних, як комбінацію варіантів структур, наведених у табл. 2.

Закон філогенезу підсистем ТС із суміжними сферами та системами може визначатись як філогенез транспортних систем, що здійснюється у напрямку покращання комунікації з суміжними сферами та системами.

Таблиця 2 – Варіанти структур із різними рівнями технізації функцій

Фази Ц	Рівні технізації фаз життєвого циклу (види транспортних систем)						
	Ручний	Механізований	Автоматизований	Інтелектуалізований	Розумний	Здатний до самоорганізації	Здатний до самовідтворення
Д	Д(Ру)	Д(Ме)	Д(Ав)	Д(Ін)	Д(Ра)	Д(Ан)	Д(Св)
П	П(Ру)	П(Ме)	П(Ав)	П(Ін)	П(Ра)	П(Ан)	П(Св)
І	І(Ру)	І(Ме)	І(Ав)	І(Ін)	І(Ра)	І(Ан)	І(Св)
С	С(Ру)	С(Ме)	С(Ав)	С(Ін)	С(Ра)	С(Ан)	С(Св)
З	З(Ру)	З(Ме)	З(Ав)	З(Ін)	З(Ра)	З(Ан)	З(Св)
Н	Н(Ру)	Н(Ме)	Н(Ав)	Н(Ін)	Н(Ра)	Н(Ан)	Н(Св)
Т	Т(Ру)	Т(Ме)	Т(Ав)	Т(Ін)	Т(Ра)	Т(Ан)	Т(Св)
Ф	Ф(Ру)	Ф(Ме)	Ф(Ав)	Ф(Ін)	Ф(Ра)	Ф(Ан)	Ф(Св)
О	О(Ру)	О(Ме)	О(Ав)	О(Ін)	О(Ра)	О(Ан)	О(Св)
Р	Р(Ру)	Р(Ме)	Р(Ав)	Р(Ін)	Р(Ра)	Р(Ан)	Р(Св)
М	М(Ру)	М(Ме)	М(Ав)	М(Ін)	М(Ра)	М(Ан)	М(Св)
Л	Л(Ру)	Л(Ме)	Л(Ав)	Л(Ін)	Л(Ра)	Л(Ан)	Л(Св)

Покращання відбувається як квантовано, за рахунок зміни структур (наприклад, модифікації локального середовища), так і безперервно, за рахунок параметричної оптимізації, переходячи від протиріч через нейтральність до синергії. Базовою загальною моделлю цього закону є

$$\begin{array}{c}
 S_{i\ t_x}^{(xx)} \quad S_{i\ t_y}^{(yy)} \\
 \swarrow \quad \searrow \\
 S_{p\ t_x} \quad S_{p\ t_y} \\
 \swarrow \quad \searrow \\
 S_{j\ t_x}^{(vv)} \Rightarrow S_{j\ t_y}^{(ww)}
 \end{array} \quad (6)$$

де $S_{\xi\ t_m}^{(kk)}$, $kk \in \{xx, yy, vv, ww\}$;

$\xi \in \{i, j\}$ – ξ -а система (підсистема) у момент часу t_m , $m \in \{x, y\}$, стан якої відповідає верхньому індексу (kk);

S_p – середовище.

Подвійною горизонтальною стрілкою позначене комунікаційне перетворення, а одинарною ламаною – змушене, що виникає внаслідок зміни ресурсу комунікувальної системи S_i при її дії на систему S_j . Пряма одинарна лінія відображає взаємодію системи (підсистеми) з середовищем.

Структурна залежність (6) моделює загальну структуру взаємодійних підсистем протягом двох фаз: початкової (індекси підсистем xx і vv) і кінцевої (індекси підсистем yy й ww). Вона, конкретизуючись та параметризуючись, створює необхідний інформаційний інструментарій для оцінювання комунікацій.

Причинно-наслідковий закон встановлює, що причиною розвитку транспортних систем є рішення системи управління і надання підсистемам функціонально структурованих РЕІ-ресурсів розвитку в умовах стримування

«вузькими місцями» та базовими обмеженнями детермінованих, ймовірнісних природних і соціальних факторів, що послідовно вступають в дію.

$$dY_T/dt = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \{k_i(t) \cdot PEI_{ij} - [1 - K_{ij}(t)] \cdot ПТР_{ij}\}, \quad (7)$$

де n – кількість циклів введення в систему ресурсів розвитку j -го виду; $m \in \{\text{ДФ, СФ, ВМ, ПО}\}$ – множина факторів протидії (ПТР), наведених у таблиці 3; $k_{ij}(t)$ – коефіцієнт реалізації ресурсів, що залежить від часу t ; PEI_{ij} – ресурси розвитку, $i \in \{1, n\}$, $j \in \{\text{УП, ПН, МД, ТП, ІП}\}$; $K_{ij}(t)$ – коефіцієнт компенсації протидіючих факторів (ПТР).

У табл. 3 наведені класи факторів протидії, рівні підсистем, на яких приймаються рішення про компенсацію ПТР, а також заходи, що здатні їх компенсувати чи нейтралізувати.

Таблиця 3 – Класи факторів ПТР та заходів, що їх компенсують

Клас фактору	Фактори протидії розвитку транспортних систем і їх позначення	Заходи протидії	Рівень відпрацювання компенсувальних заходів
1	Детерміновані природні та соціальні фактори – ДФ	Програмна зміна характеристик	Підсистема управління
2	Фактори випадкової природи – СФ	Адаптація	Підсистема управління
3	«Вузькі місця» – ВМ	Реконструкція	Надсистема
4	Базові природні обмеження – ПО	Перебудова	Надсистема або система

Причинно-наслідковий закон є основою для формування технічних заходів, планів розвитку та алгоритмів дій згідно з кожним шляхом забезпечення потрібних властивостей елементів транспортної системи та упорядкованими множинами способів управління їх головними показниками ефективності (енергомісткості, продуктивності та іншими).

Отримана інформація про звід законів розвитку транспортних систем дозволила перейти до системного вивчення закономірностей розвитку цих засобів.

У третьому розділі «Методологія дослідження процесів розвитку транспортних систем» встановлено основні закономірності зміни базових атрибутів і параметрів технічного рівня, показників ефективності та якості, виконано дослідження зміни граничних, оптимальних та ідеальних значень кількісних показників атрибутів, які можуть бути об'єктивно вимірними, визначено види розвитку транспортних систем.

Вирішення задач інноваційного розвитку транспортної системи вимагає наявності системних знань про закономірності інноваційного розвитку

транспортних систем. Ці знання потрібні для прогнозування, а також мають бути використані при розв'язанні основних задач розробки нових методів проєктування, оцінюванні стану, аналізу та синтезу цих систем.

Зокрема, дослідженню підлягають закономірності зміни базових атрибутів і параметрів технічного рівня, показників ефективності та якості.

Базові атрибути дозволяють створити цілісне уявлення про транспортну систему, а також її зв'язки з надсистемами – господарським комплексом та суспільством. Саме їх зміни в часі та зміни вимог до системи викликають і спричиняють конструктивні та технологічні зміни її структури та параметрів. Кожен атрибут вимагає чіткого визначення його змін у часі, а також ступінь наближення до ідеального або порогового значення. Разом із тим встановлюється наявність системних обмежень, які блокують подальший розвиток атрибута чи роблять його недоцільним.

Під базовими атрибутами розуміємо категоріальні субстанції матеріального світу – це інформація (І), енергія (Е), матерія (М), простір (Пр), час (Т).

Проведені дослідження транспортної системи впродовж періоду їх існування, головною метою яких було визначення змін кількісних показників атрибутів, які можуть бути об'єктивно вимірними.

Дослідження зміни граничних, оптимальних та ідеальних значень виконано за допомогою використання моделей і законів, описаних в розділі 2, а також відповідні традиційні методи наукового пошуку вказаних характеристик.

Розвиток відображають моделі, які пов'язані зі структурними компонентами кватерніона,

$$\overline{[k_i, i, \{1, m\}, [k_i, ud],} \quad (8)$$

де $[k_i, ud]$ – значення показників ефективності та якості ідеальних ТС.

$$Y_T \Rightarrow Y_{mt}, \quad (9)$$

де Y_{mt} – рівень метатехносфери;

$$n_s \Rightarrow n_{s, opt}, \quad (10)$$

де $n_{s, opt}$ – оптимальна кількість елементів засобів, що визначається надсистемою;

$$T_y \Rightarrow [T_y]_1, \quad (11)$$

де $[T_y]_{118}$ – допуск на рівень технізації функції, а значить, і на конфігурацію структури, що відповідає структурі гранично технізованої функції в періодичній системі технічних елементів (згідно зі 118-м елементом періодичної системи).

Процеси розвитку транспортних систем можна умовно поділити на декілька видів. Види розвитку транспортних систем можна визначити на

основі загальної моделі. Дана модель являє собою залежність, що описує феноменологічний закон розвитку техніки від зміни основних показників технічного рівня, ефективності та якості.

Існують два принципово різні види розвитку транспортних систем:

- перший вид – розвиток, що зумовлений зміною кількісних характеристик засобів ($\frac{dn_j \vec{j}}{dt} > 0$) – екстенсивний розвиток;

- другий вид – розвиток, що пов'язаний зі зміною якісних і структурних рівневих характеристик засобів ($\sum_{i=1}^n \frac{dk_i}{dt}, \frac{dY_T \vec{i}}{dt}, \frac{dT_y \vec{k}}{dt} > 0$) – інтенсивний

(інноваційний) розвиток.

Аналізуючи структуру моделі феноменологічного закону розвитку транспортної системи, можна встановити такі головні напрями їх інтенсивного розвитку:

– підвищення параметрів якості елементів ($\sum_{i=1}^n \frac{dk_i}{dt} > 0$);

– підвищення ієрархічного рівня ($\sum_{i=1}^n \frac{dY_T \vec{i}}{dt} > 0$) згідно з загальною

ієрархією техносфери;

- підвищення рівня технізації (організованості – механізації, автоматизації, інтелектуалізації, антропогенізації) ($\sum_{i=1}^n \frac{dT_y \vec{k}}{dt} > 0$).

Інноваційний розвиток транспортної системи дозволяє використовувати будь-які комбінації цих напрямів (табл. 4).

Таблиця 4 – Способи розвитку транспортної системи

Ч.ч.	Назва	Модель	Межі змін
1	Зміна кількості задіяних субстанцій	$ \begin{array}{c} \nearrow U_{cyi} \\ C_{yi} \\ \searrow Mc_{yi} \rightarrow UMC_{yi} \end{array} \quad C_{yi} = \begin{bmatrix} P \\ E \\ I \end{bmatrix} $	$0 \leq (P, E, I) \leq \infty$
2	Локальна модифікація простору	$ \begin{array}{c} \nearrow MP_{pi} \rightarrow UMP_{pi} \\ P_{pi} \\ \searrow MMP_{pi} \rightarrow UMM_{pi} \end{array} \quad C_{yi} = \begin{bmatrix} P_{pp} \\ P_{pe} \\ P_{pi} \end{bmatrix} $	$0 \leq (P_{pp}, P_{pe}, P_{pi}) \leq \infty$
БЗ	Покращення якісних показників	$d(\sum_{i=1}^n k_i) / dt$	$\forall k_i (k_i \rightarrow k_{ui})$
4	Підвищення рівня технізації	$\frac{dY_T}{dt} > 0$; $P \rightarrow M \rightarrow A \rightarrow И \rightarrow \dots$	$P_T \rightarrow 1$
5	Зростання організованості системи	$\frac{dT_y}{dt} > 0$; $i \rightarrow i+1$	$i+1 = 23$

6	Розширення функціональності системи	$\Phi_o \rightarrow \sum \Phi_{oi}; \quad \Phi_y \rightarrow \sum \Phi_{yi}; \quad \Phi_b \rightarrow \sum \Phi_{bi}$	$\sum (\Phi_{oi} + \Phi_{yi} + \Phi_{bi}) \rightarrow \Phi_{ПА}$
7	Дифузія системи	$ S \rightarrow \sum S _i; \quad i \in \{1, N\}$	$N \rightarrow N_{opt}$

У четвертому розділі «Методологічні підходи до оптимізаційного синтезу елементів інноваційних транспортних систем» визначено базові принципи вирішення проблеми комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних ТС, вирішена задача комплексної параметричної оптимізації інноваційної транспортної системи, наведено можливі шляхи забезпечення потрібних властивостей системи.

Вирішення проблеми комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних транспортних систем має здійснюватися у відповідно до базових принципів (табл. 5).

Таблиця 5 – Базові принципи вирішення проблеми комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних ТС

Принцип	Вимоги щодо реалізації принципу
1 Системної цілісності (системності)	Потрібно забезпечити врахування 3-х рівнів ієрархії: надсистемного (суспільство, народногосподарський комплекс), системного і підсистемного. Орієнтація на стратегічний курс розширеного відтворення з підвищенням ефективності.
2 Поширення алгоритмів (алгоритмічності)	Поетапне отримання конкретизованого розв'язання з використанням методу дедукції, від найбільш загального, що задане дефініцією системи чи рекомендаціями, що поширені в галузі, і до конкретного.
3 Інформаційної підпорядкованості етапів синтезу	Кожен попередній етап має забезпечити підготовку інформації, що є вичерпною для розв'язання задач наступного етапу.
4 Адаптивний принцип акцептування проєктних рішень	Зумовлює використання методів градієнтного пошуку оптимальних параметрів системи у прив'язці до кожної її структурної схеми, що спрямовано на покращення показників ефективності на кожній ітерації пошуку.
5 Врахування повноти області можливих рішень	Передбачає формування повної області можливих рішень за структурами та параметрами. Зазначене гарантує вихід в область глобального екстремуму.
6 Неперервності	Потрібно забезпечити неперервність всіх процесів. Це дає можливість виходу на більш високі значення продуктивності.
7 Взаємної відповідності методів і алгоритмів дій підсистем	Вимагає ієрархічної підпорядкованості систем і підсистем.
8 Вичерпності забезпечення інформацією	Зумовлює потребу системного інформаційного забезпечення, зокрема, про світовий поріг знань обраної системи.
9 Повноцінного забезпечення персоналом	Передбачає забезпечення підготовки кадрового резерву та підбору персоналу, який характеризується світоглядними якостями та передбаченим набором знань.

Формалізована постановка задачі комплексної параметричної оптимізації інноваційної транспортної системи може бути здійснена за допомогою підходу з застосуванням комплексної системи зв'язків для інновацій.

$$\begin{aligned}
 &W_1(z), W_2(z), \dots, W_n(z) \quad |S_\Sigma| \in [D_s] \\
 &\left\{ \begin{aligned}
 &\vec{w}(t, \vec{z}_k, \vec{u}_k) \Rightarrow \vec{w}(t)_{opt}, \\
 &u_k = \sum_{\xi}^l f_k(\delta_{\xi} u_{o\xi}^*), \\
 &\vec{z} = \Phi_c(t, \vec{y}, \vec{u}), \\
 &u_o = \sum_{\eta}^m f_o(\delta_{\eta} u_{m\eta}^*), \\
 &u_n = \sum_{\tau}^n f_n(\delta_{\tau} u_{\tau}^*), \\
 &\delta_g(t) \in \{0, 1\}, \\
 &g \in \{\xi, \eta, \tau\}, \\
 &Al_i^-(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t) \leq Al_i(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t) \leq Al_i^+(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t), \\
 &i \in \{1, l\}; \\
 &\Phi_j^-(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t) \leq \Phi_j(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t) \leq \Phi_j^+(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t), \\
 &j \in \{1, m\}; \\
 &\vec{\Pi}_{ijk}^- \leq \vec{\Pi}_{ijk} \leq \vec{\Pi}_{ijk}^+, \\
 &k \in \{1, n\} \\
 &\vec{\Pi} \in \{\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}\}.
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned} \tag{12}$$

де W – критерій оптимальності;

t – час;

$x_1, x_2, x_m, y_1, y_2, y_m, z_1, z_2, z_k; u_N$ $N \in \{k, o, n\}$ – параметри та функції, які здійснюють управління на підсистемному, системному та надсистемному рівнях відповідно;

δ_g – послідовності введення управлінських дій;

позначення Al відповідає алгоритму процедури, яка передбачена теорією дедуктивних систем з метою визначення параметрів алгоритмічних обмежень та відповідних їх допусків;

Φ, f_n – залежності між функціями;

$|S_\Sigma|, [Ds]$ – область допустимих значень для відповідної структури;

$\vec{I}$ – параметричний вектор;

Нижні індекси означають:

k – надсистема; o – система; n – підсистема; i – ієрархічний рівень; j – номер накладеного обмеження; p – параметр; opt – оптимум.

Верхні індекси «-» і «+» означають, відповідно, нижній і верхній допуски.

Особливістю проектування систем (інновацій) транспортного призначення є врахування обмежень, які витікають з вимог суспільства та

національного господарства. Ці обмеження зумовлені потребою мати параметри техніки, що впливають на показники діяльності надсистеми, а також забезпечують необхідні показники безпеки, екологічності у певних, наперед заданих діапазонах.

Як критерій оптимальності застосовується вектор $W1(Z), W2(Z) \dots Wn(Z)$, який у даному випадку має відображати значення показників технічного рівня та якості продукції, які разом визначають її конкурентоспроможність.

З метою визначення можливих шляхів забезпечення потрібних властивостей складних систем формується матриця (M_{sh}) можливих структурних рішень для забезпечення потрібних властивостей комплексу

$$M_{sh} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & T & F \\ 0 & 0 & 0 & 0 & N & T & F \\ 0 & 0 & 0 & M & N & T & F \\ D & P & I & S & N & T & F \\ D^* & P & I & S & N & T & F \end{vmatrix},$$

в якому зображені фазові цикли, що утворюють життєвий цикл технічних засобів: F – функціонування; T – перенавчання; N – переналагодження; M – модернізація; P – проектування; I – створення; S – випробовування; D – дослідження у межах виду (в ізохронному циклі); D* – дослідження в напрямку створення нових видів техніки (в поліхронному циклі).

З метою відшукування повних, для прийнятої класифікації множин, допустимих структурних рішень за базовими атрибутами комплексу (сферами застосування, метою створення, функціями, що реалізуються, застосованими технологіями, структурами та параметрами) можна послідовно сформувати ієрархії, що мають вигляд прямих декартових добутоків відповідних рядків матриць об'єктів на транспоновані вектори допустимих прийомів. В цьому випадку

$$M_{ij} = M_{(i-1)j} \times r_j^T, \quad (13)$$

де M_{ij} – матриця допустимих структурних реалізацій для об'єктів з матриці $M_{(i-1)j}$ за допустимих прийомів дії, які задані вектором r_j .

Так можуть бути сформовані матриці-рядки (вектори) r_{ij} можливих способів підвищення продуктивності та енергоефективності. Зокрема, згідно з даними, вектор-рядок способів підвищення продуктивності довільної складної повнофункціональної системи, зокрема, інноваційної транспортної системи, може бути детермінованим у загальному вигляді, придатному для використання дедуктивного підходу, враховуючи нижчевказані дії.

З метою систематизації функцій виділено тріаду, до якої входять об'єкти-функції, які детермінують тривалість циклу. До таких функцій належать:

- основні $O_{di}, i \in \overline{\{1, k\}}$ O_{di} , які є варіативними за характером та тривалістю t_{Oi} ; k – кількість цільових функцій, які реалізуються впродовж циклу;
- забезпечувальні (початкові та підсумкові) функції $B_{di}, i \in \overline{\{1, k\}}$; їх тривалість позначається t_{Bi} . Між функціями або їх елементами можуть виникати прості $P_{pj}, j \in \overline{\{1, m\}}$, тривалість яких позначається t_{Pj} , де m – відповідна кількість простоїв.

Завдяки вказаним видам функцій та простоям виникає певна множина об'єктів $M_{об}$, що визначають тривалість T_u циклу реалізації задачі.

$$M_{об} = \{O_{d1}, O_{d2}, \dots, O_{dk}, B_{d1}, B_{d2}, \dots, B_{dk}, P_{d1}, P_{d2}, \dots, P_{dk}\}. \quad (14)$$

Множина, що складається з прийомів виключення I_c , зменшення U_m та суміщення C_m , є повною множиною прийомів M_{np} , що дають змогу скоротити значення T_u , а саме:

$$M_{np} = \{I_c, U_m, C_m\}. \quad (15)$$

При застосуванні нескінченної множини прийомів стосовно нескінченної множини об'єктів, для випадку багатфункціональних систем ($k = m = l$), можна отримати множину способів підвищення продуктивності (швидкодії) таких систем, використавши топологічні похідні елементів цих множин

$$M_{cn} = M_{np} \times M_{об} = \{I_c \times O_d, U_m \times O_d, C_m \times O_d, I_c \times B_d, U_m \times B_d, C_m \times B_d, I_c \times P_p, U_m \times P_p, C_m \times P_p\}. \quad (16)$$

Потрібно звернути увагу, що $I_c \times O_d$ входить у протиріччя з метою створення системи, оскільки через відсутність реалізації цільових функцій система позбавлена цільового використання. Як наслідок, через це загальне число K_{cn} підвищення продуктивності (швидкодії) систем визначається потужностями $|M_{об}|$ і $|M_{np}|$ указаних множин за винятком одного елемента, тобто,

$$K_{cn} = |M_{об}| \times |M_{np}| - 1 = 3 \times 3 - 1 = 8$$

За умови варіативності швидкості як функції часу, тривалість дії потрібно визначати за формулою

$$t = \int_{s_n}^{s_k} \frac{ds}{V}, \quad (17)$$

де V – швидкість дії (реалізації функції);

S_n – стартовий, S_k – фінальний обсяги функції;
 dS – приріст обсягу.

Конкретизована залежність для розрахунку питомих енерговитрат системи з урахуванням традиційного визначення поняття енергоефективності може бути подана у вигляді

$$\Delta\phi = \int_0^{T_y} N * dt / A\phi = \sum_{i=1}^n (N_i * T_i * h_i) / \sum_{i=1}^m A_i, \quad (18)$$

де N , N_i , T_i , h_i , A_i – це, відповідно, потужність, що подається та витрачається в межах фазового циклу, тривалість використання потужності, інтегральний коефіцієнт втрат енергії (величина, обернена ККД h^* елемента системи, що здійснює енергоспоживання) на i -му перетворенні і величина реалізованих i -х перетворень відповідно; n , m – кількості елементів системи, що споживають та перетворюють енергію.

Формулу для розрахунку збільшення енергоефективності можна отримати через обчислення диференціала змінних складових у формулі

$$d\epsilon\phi = 2 \sum_{i=1}^n (N_i * T_i * h_j) dA_i / \left[\sum_{i=1}^m (A_i) \right]^2 + \sum_{i=1}^n (dN_i * T_i * h_i + dT_i * N_i * h_i + dh_i * N_i * T_i) / \sum_{i=1}^m A_i \quad (19)$$

Моделі шляхів забезпечення потрібних властивостей системи наведені у табл. 6. Позначення типових фазових циклів, або, іншими словами, структурних інформаційних інваріантів, що є складовими життєвого циклу, відповідають запровадженням раніше.

У табл. 6 індекс «б» означає належність до старої (колишньої) системи; Y_{hi} , $i \in \{Д, П, В, С, З, Н, Ф, Р, О, М, Л\}$, $Y_{жц}$ – системи управління для фазових підсистем, що реалізують фазові цикли та життєвий цикл загалом. Знак $\oplus$ вказує на паралельне виконання функцій, а знак $\otimes$ – на послідовне.

Інноваційна транспортна система, що підлягає розробці, може бути реалізована за рахунок сукупності фазових циклів п'ятого шляху.

На базі комплексу структур проводиться синтез конкретизованої моделі системи відповідно до загальної схеми, наведеної на рис. 3, за допомогою послідовного збільшення обсягів інформації внаслідок використання відповідного інформаційного інваріанта.

Наведена на рис. 3 схема дає можливість отримувати достатньо деталізовану модель системи, яка забезпечує можливість створення структур у вигляді креслеників, програм виготовлення при створенні складових, а також визначення конкретизованих параметрів.

На рис. 4 зображена загальна типова схема процедури конкретизації структур.

Таблиця 6 – Можливі шляхи забезпечення потрібних властивостей системи

Ч.ч.	Шлях	Структурні моделі	Назва
1	Використання системи без переналагодження	$(\Phi \oplus U_{\Phi})$	Управління
2	Використання системи з переналагодженням	$[(\Phi \oplus U_{\Phi}) \otimes (H \oplus U_H)] \oplus U_{H\Phi}$	Переналагодження
3	Використання модернізованої системи	$[(D \oplus U_D) \otimes (P \oplus U_P) \otimes (L \oplus U_L) \otimes (B \oplus U_B) \otimes (C \oplus U_C) \otimes (Z \oplus U_Z) \otimes (H \oplus U_H) (\Phi \oplus U_{\Phi})] \oplus U_{ЖЦ}$	Модернізація
4	Використання новоствореної системи традиційного виду	$[(P \oplus U_P) \otimes (B \oplus U_B) \otimes (C \oplus U_C) \otimes (Z \oplus U_Z) \otimes (H \oplus U_H) (\Phi \oplus U_{\Phi}) \otimes (O \oplus U_O) \otimes (R \oplus U_R) \otimes (M \oplus U_M) \otimes (L \oplus U_L)] \oplus U_{ЖЦ}$	Перебудована
5	Використання новоствореної системи інноваційного виду	$[(D \oplus U_D) \otimes (P \oplus U_P) \otimes (B \oplus U_B) \otimes (C \oplus U_C) \otimes (Z \oplus U_Z) \otimes (H \oplus U_H) (\Phi \oplus U_{\Phi}) \otimes (O \oplus U_O) \otimes (R \oplus U_R) \otimes (M \oplus U_M) \otimes (L \oplus U_L)] \oplus U_{ЖЦ}$	Інноваційна побудова

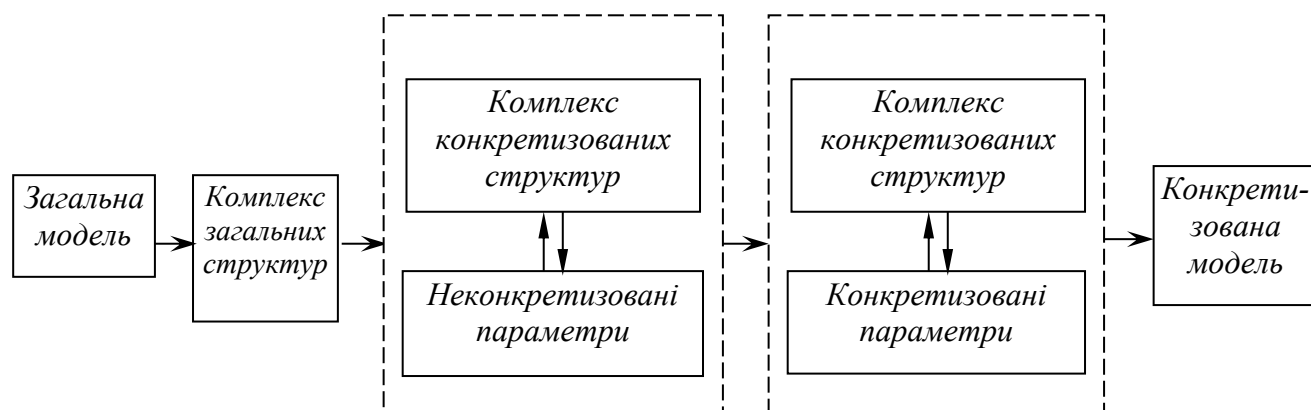


Рисунок 3 – Схема синтезу конкретизованої моделі інноваційної транспортної системи

Параметри складних систем та об'єктів можуть конкретизуватись на основі розв'язання систем рівнянь, що відображають атрибути елементів, а також характеристики взаємодії окремих елементів між собою та з навколишнім середовищем відповідно до схеми уявного універсального моделювального блока. Загальна схема конкретизації параметрів може мати вигляд, наведений на рис. 4.

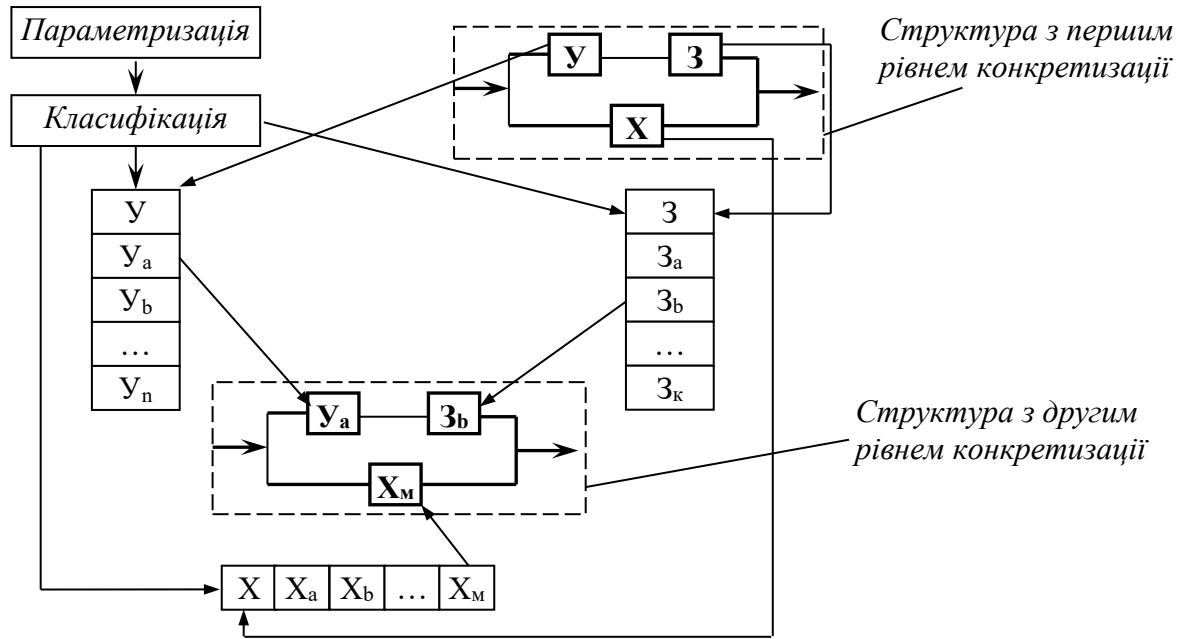


Рисунок 4 - Загальна схема процедури конкретизації структур

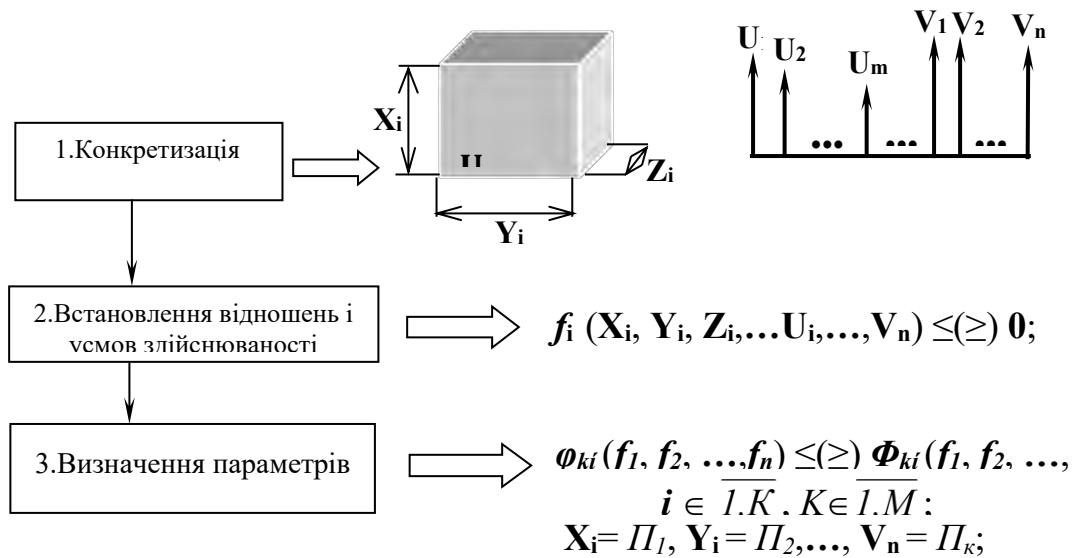


Рисунок 5 – Схема конкретизації параметрів об'єктів систем

У випадку, якщо загальний підхід до моделювання параметрів побудований на використанні відображень, то модель у загальному випадку параметризованого об'єкта може приймати вигляд

$$M = \prod_{i=1}^n \overline{M}_i \overline{R}_o \cap \left(\bigcap_{k=1}^m \Pi_k \right) \cap \left(\bigcap_{f=1}^p \Pi_f \right) \dots \cap \left(\bigcap_{l=1}^q \Pi_l \right), \quad (20)$$

де $\prod_{i=1}^n \overline{M}_i$ – сукупність матриць, що пов’язують геометричні, геометро-кінематичні та кінематичні параметри об’єктів;

$\overline{R}_0$ – праобраз;

$\bigcap_{k=1}^m \Pi_k, \bigcap_{f=1}^p \Pi_f \dots \bigcap_{l=1}^q \Pi_l$ – групи пов’язаних між собою параметрів, які відображають міцнісні, динамічні, енергетичні та інші властивості механізмів.

У п’ятому розділі «Експериментальні дослідження комплексно оптимізованих інноваційних транспортних систем» проведено синтез елементів транспортних систем контрейлерних перевезень з підвищеними параметрами продуктивності та швидкодії, проведено оцінювання ефективності мультимодальних перевезень залізничним транспортом через ущільнення завантаження контейнерів за рахунок використання інноваційного способу кріплення вантажу, проведено аналіз можливих варіантів забезпечення парку рухомого складу для перевезення пасажирів у приміському сполученні на неелектрифікованих ділянках залізниці.

Виконано синтез інноваційних елементів системи контрейлерних перевезень з підвищеними параметрами продуктивності та швидкодії.

Контрейлерні перевезення отримають достатній попит, що спричинить належний розвиток національної мережі контрейлерних перевезень лише в тому випадку, якщо буде забезпечено:

- 1) розвинену мережу терміналів та маршрутів;
- 2) належну частоту курсування поїздів;
- 3) зручну систему замовлення та бронювання перевезень;
- 4) належну інформаційну підтримку національної мережі контрейлерних перевезень.

При організації вантажообміну на проміжних станціях в рамках існуючої моделі перевезень наслідком будуть значні втрати часу у зв’язку з необхідністю виконання додаткових маневрових робіт. Вирішити це можна шляхом застосування нових технологій, які не вимагають допоміжних функцій чи самоорганізують ці функції. При конкретизації структури виявляється, що найбільші непродуктивні втрати часу виникають через виконання значної кількості маневрів. У зв’язку з цим оптимальним шляхом вбачається забезпечення вантажообміну без здійснення маневрової роботи на цій станції здійснення вантажообміну. Таким чином, виникає задача розробки конструкції пристроїв, що дозволять забезпечити вантажообмін на проміжних станціях. Через неможливість виконання маневрів автотранспортним засобом на платформі єдиним варіантом вантажообміну є зміна положення платформи з транспортного в навантажувально-розвантажувальне. Одним з варіантів є поворот вагона під кутом до напрямку колії з одночасним опусканням платформи на рівень під’їзної дороги.

Конструктивно механізм являє собою сталеву ферму, яка може повертатися в горизонтальній площині до 45° навколо центральної опори.

Вертикальна вісь опирається на шкворневу конструкцію: це дає можливість досягти два ступеня свободи для сталевोї ферми – поздовжнє переміщення у вертикальному напрямку та обертання навколо осі. Водночас вертикальне навантаження на шкворневий вузол практично відсутнє. Навантаження від ферми несуть два шарнірно закріплених ходових візка, один з яких ведучий, оснащений приводом від електродвигуна через редуктор. Обертання механізму відбувається за рахунок зачеплення зубчастого колеса ведучого візка з зубчастою рейкою.

До складу приводного механізму відносять: приводний електродвигун, колодкові гальма з електрогідравлічним штовхачем, зубчастий вінець. Крутний момент передається від двигуна до зубчастого опорного колеса через редуктор. Важливим елементом конструкції є пристрій автоматичного блокування у крайніх робочих положеннях (мертвих точках), що блокує приведення в рух ферми під час проведення маневрів залізничного рухомого складу, а також безпосередньо при проведенні вантажообмінних операцій.

Параметри електродвигуна та редуктора регламентується вимогами швидкодії. Так, перехід ферми між двома крайніми положеннями має здійснюватися за максимально короткий час, з урахуванням обмежень. Одним із методів зменшення динамічних навантажень є використання синусоїдального профілю опорних рейок, що дасть можливість забезпечити мінімальну вертикальну швидкість на початковому та кінцевому етапах робочого ходу.

Математичні моделі функціонування системи контрейлерних терміналів у традиційному вигляді мають вигляд оптимізаційної задачі контрейлерних перевезень від вантажовідправників кількістю W до вантажоотримувачів кількістю P за основним критерієм оптимізації мінімуму витрат у системі доставки

$$\Omega = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^{U+P} \sum_{k=1}^R S_{ijk} N_{ijk} \rightarrow \min \quad , \quad (21)$$

При цьому застосовуються обмеження

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{U+P} \sum_{k=1}^R N_{ijk} \leq Q_{ik}, \forall i \in [1, W] \\ \sum_{i=1}^W \sum_{k=1}^R N_{ijk} \leq Q_{jk}, \forall j \in [1, P] \\ \sum_{i=1}^W \sum_{k=1}^R N_{ijk} \leq \sum_{l=1}^U \sum_{k=1}^R M_{ljk}, \forall j \in [1, P] \end{cases} \quad , \quad (22)$$

де S_{ijk} – витрати на перевезення одного автомобіля (автопоїзда) k -го типу від вантажовідправника з пункту i до вантажоотримувача в пункт j ;

N_{ijk} – кількість автотранспортних засобів типу R , що доставляються з i -го пункту в j -й;

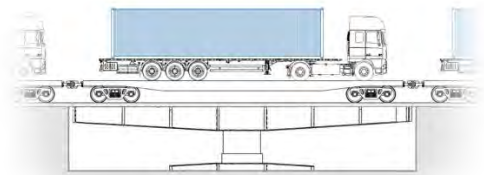
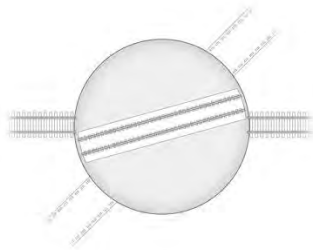
U – кількість терміналів, на яких виконується вантажообмін контрейлерів ($U=0$ у випадку наявності «прямих» контрейлерних поїздів);

Q_{ik}, Q_{jk} – відповідно, сумарна наявність навантажених контрейлерів у i -го

вантажовідправника та потреба у вантажах у j -го вантажоотримувача;

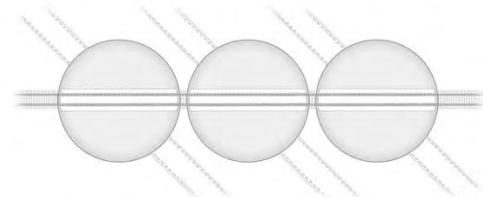
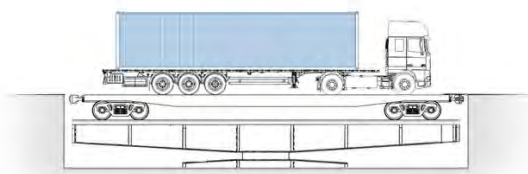
M_{ijk} – максимальна кількість (переробна, пропускна спроможність) терміналів, на яких виконується вантажообмін.

Процес вантажообміну передбачає послідовне виконання операцій, в той же час існує можливість паралельного виконання ряду операцій. Так, в процесі здійснення операції з вантажообміну на одному вагоні на попередньому відбувається з'єднання гальмівних рукавів, а на наступному – підготовчі до вантажообміну операції. Це – фактична реалізація сьомого заходу підвищення продуктивності систем (рис. 6).



а) Принципова схема організації вантажообміну контрейлерних поїздів

б) Пристрій для організації вантажообміну контрейлерних поїздів в транспортному положенні

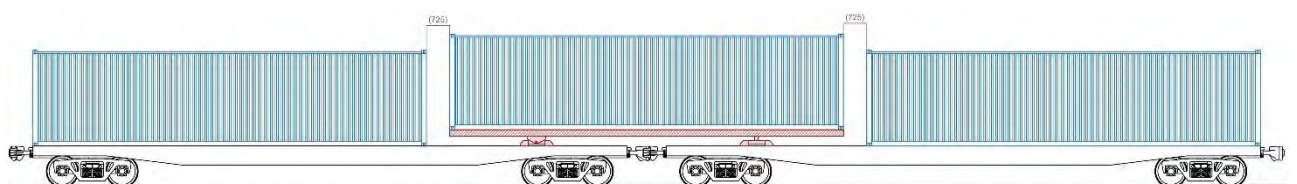


в) Пристрій для організації вантажообміну контрейлерних поїздів в положенні вантажообміну

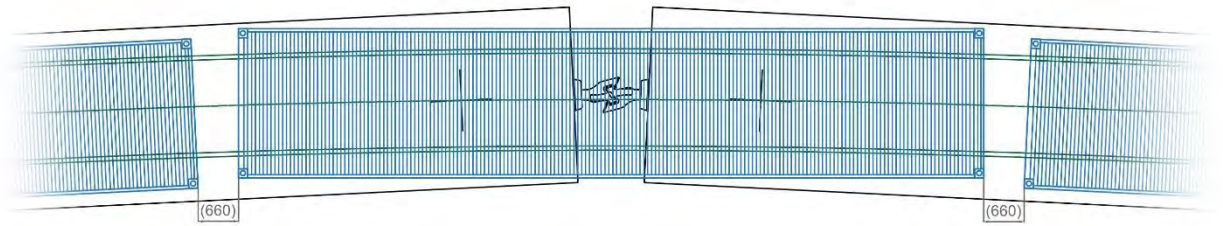
г) Принцип забезпечення паралельного виконання операцій

Рисунок 6 – Принципова схема організації вантажообмінних операцій контрейлерних поїздів

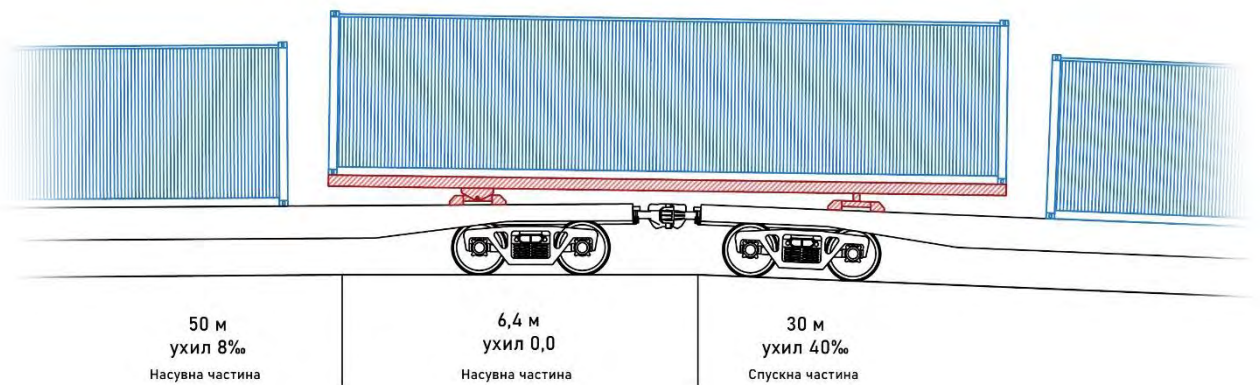
Додатковим механізмом підвищення ефективності мультимодальних перевезень залізничним транспортом є ущільнення завантаження контейнерів за рахунок використання інноваційного способу кріплення вантажу. Реалізація зазначеного механізму дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів за рахунок більш ефективного використання вантажопідйомності залізничного рухомого складу. Схематично рішення зображені на рис. 7.



А) Принципова схема навантаження контейнерів на вагони методом подвійного навантаження



Б) Вписування в горизонтальну криву при використанні інноваційної системи кріплення контейнерів



В) Вписування у вертикальну криву при проїзді сортувальної гірки

Рисунок 7 – Принципова схема інноваційного кріплення вантажу при виконанні мультимодальних перевезень

Синтезовані технічні рішення дозволять підвищити гнучкість системи контрейлерних перевезень та підвищити конкурентоспроможність та ефективність цього виду перевезень. Проведеними за допомогою методу експертних оцінок аналізу встановлено, що це дозволить переорієнтувати з автомобільних доріг на залізничний транспорт щонайменше 10% вантажообігу, що в даний час виконується автомобільним транспортом.

Відповідно до виконаних розрахунків, економія витрат на енергоносії для здійснення перевезень становитиме 952,5 млн грн. Окрім того, запровадження системи контрейлерних перевезень приведе до суттєвого скорочення забруднюючих викидів, перш за все діоксиду вуглецю (CO_2). Так, за рахунок імплементації розроблених технічних рішень вдасться щорічно скоротити викиди CO_2 на 117 тис. тонн. Зазначене досягнення особливо актуальне з урахуванням імплементації вимог Європейської комісії щодо «Зеленої Повістки».

В роботі з використанням розробленої методології вирішено комплекс завдань щодо забезпечення функціонування системи пасажирських перевезень залізничним транспортом в приміському сполученні на неелектрифікованих

ділянках залізниці з урахуванням життєвих циклів рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту України.

Проведено аналіз можливих варіантів забезпечення парку рухомого складу для перевезення пасажирів у приміському сполученні на неелектрифікованих ділянках залізниці, а саме: 1) придбання нового рухомого складу; 2) модернізація існуючого парку. З урахуванням життєвого циклу парку дизель-поїздів існуючого парку (з урахуванням модернізації, а також поточного стану парку), потенційного придбання нового рухомого складу, а також перспектив електрифікації ділянок залізниць було визначено оптимальну кількість парку дизель-поїздів ДР1А, стосовно яких доцільно проводити модернізацію. За результатами розраховано оптимальну для України кількість модернізованих 25 існуючих складів ДР1А, в результаті чого виникає можливість отримати 50 складів у 3-вагонному виконанні.

Досвід організації перевезень, а також прогнози вдосконалення системи пасажирських перевезень дозволили визначити оптимальну пасажиромісткість дизель-поїздів після модернізації. Це дозволило встановити оптимальну пасажиромісткість та компонування составів після модернізації. Оптимальне компонування наведено на рис. 8.



Рисунок 8 – Компонування состава дизель-поїздів ДР1А: А) заводська, Б) після модернізації

В світі для оцінювання інвестиційних та інноваційних проєктів широко використовується концепція вартості ЖЦ (Product Life Cycle Cost - LCC). В 2018 році в ЄС розроблено та запроваджено європейський стандарт EN 50126 «Об'єкти залізничного транспорту. Вимоги та підтвердження надійності, безвідмовності, ремонтпридатності та безпеки» (RAMS – Reliability, Availability, Maintainability, Safety).

ЖЦ дизель-поїзду є період від зародження ідеї та початку фінансування проєктних робіт зі створення нових зразків техніки й до кінця терміну їх служби та утилізації. В цілому період можна розділити на такі основні етапи:

1. Дослідження і підготовка технічного завдання до перспективного типу дизель-поїзду, напрямків використання та кількості одиниць;
2. Визначення часу використання на маршруті, ТО, ТР та КР, а також в перспективі модернізація.
3. Завершення експлуатації та ліквідація.

Вартість ЖЦ залізничного рухомого складу можна визначити з урахуванням дисконтування αt

$$LCC_T = \sum_{t_n}^{t_n+T} (K_t \cdot \alpha_t + W_t \cdot \alpha_t - F_t \cdot \alpha_t), \quad (23)$$

K_t – капітальні витрати на впровадження одиниці дизель-поїзду в експлуатацію у період часу t , грн;

W_t – прямі виробничі витрати на одиницю рухомого складу у період часу t , грн;

F_t – ліквідаційне сальдо, грн;

T – період ЖЦ, років.

Застосування концепції життєвого циклу дозволить більш ефективно вирішити завдання оновлення та модернізації дизель-поїздів в умовах обмежених інвестицій.

З використанням розробленої методології визначено перелік заходів модернізації дизель-поїздів з метою забезпечення потреб в організації їх експлуатації в рамках оновленої системи перевезень, а також з метою забезпечення критеріїв безпеки руху, сучасних вимог до екологічності, а також енерго- та ресурсозбереження в процесі експлуатації з урахуванням фактичних умов експлуатації.

Модернізація зазначеної кількості рухомого складу дозволить щоденно забезпечити виконання 150 оборотних рейсів. При цьому, кількість перевезених пасажирів за рік становитиме $P_p = 27,375$ млн пасажирів. Проведені розрахунки дозволили встановити, що синтезовані рішення дозволять зменшити викиди CO_2 на 87,27 тис. тонн на рік.

З урахуванням фактичної маршрутної швидкості приміських поїздів, кількість людино-годин, які пасажирів провели б у подорожах при діючих показниках середньої маршрутної швидкості, становили б 36,2 млн людино-годин. Імплементация синтезованих рішень дозволить збільшити маршрутну швидкість на 10%, що приведе до вивільнення 3,62 млн людино-годин на рік. В результаті визначено, що соціально-економічний ефект від реалізації синтезованої системи приміського сполучення становить 329,42 млн грн на рік (за цінами 2022 року).

У шостому розділі «Пріоритезація напрямів стратегічного інноваційної розвитку транспортної системи України» з використанням запропонованої методології проведено аналіз поточної ситуації та запропоновано основні підходи до формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни.

Транспортна система країни має підтримувати, забезпечувати та створювати стимул для забезпечення виробництва й експорту продукції з високою доданою вартістю. Для цього потрібно забезпечити транспортні та

логістичні норми і механізми стимулювання розвитку інфраструктури таким чином, щоб це могло створювати високу додану вартість засобів виробництва.

Головною метою такої діяльності є підвищення рівня країни у світовому рейтингу за рахунок реалізації інвестиційних проєктів, створення законодавчих і нормативних умов, необхідних для розвитку галузі та підвищення конкурентоспроможності. Окрім того, інноваційний розвиток галузі транспорту стимулюватиме виробництво з високою доданою вартістю та підтримуватиме експорт. При цьому будуть розвиватися та вдосконалюватися основні транспортно-логістичні коридори, що полегшить доступ суб'єктів економіки країни до нових ринків.

З метою виходу на світовому ринку на позиції лідера та завоювання переваг в регіоні потрібно досягти інтеграції всіх складових транспортно-логістичного комплексу в єдину цілісну добре скоординовану систему, забезпечити прозорий та справедливий доступ до інфраструктури та послуг для всіх учасників ринку, а також досягти оптимальних рівнів якості.

Розвиток має здійснюватися в рамках дотримання принципів цілісності на всіх етапах впровадження для забезпечення інтеграції транспортних коридорів, логістичних центрів, портів, сухих портів тощо. Це передбачає:

- досягнення балансу між видами транспорту з наданням переваги залізничному та водному транспорту;
- співпраця з максимально можливою кількістю міжнародних інституцій для інтеграції до глобальної транспортної мережі;
- спрямованість зусиль на розвиток мультимодальних перевезень;
- посилення керівного впливу держави;
- підвищення показників якості функціонування ТС;
- розподіл інвестиційного фінансування має здійснюватися на основі чіткого пріоритету та проєктного підходу.

Однією з ключових задач є забезпечення стійкої мобільності за допомогою інтелектуалізації транспортної системи в комплексі з підвищенням рівня освіти, вмінь і знань залученого кадрового потенціалу галузі.

Надсистема транспорту перебуває у процесі постійного розвитку та прагне досягнення рівня Індустрія 4.0 і подальшого розвитку, що вимагає аналогічного розвитку і від транспортної системи. Для забезпечення зазначеного технічного та технологічного розвитку, зокрема, реалізації інноваційних проєктів, спрямованих на досягнення сталих конкурентних переваг утворення, діджиталізації, потрібно забезпечити відповідну підготовку/перепідготовку кадрового потенціалу галузі. Така підготовка має здійснюватися з урахуванням досягнень світового науково-технічного прогресу (світовий поріг знань). Системні кроки наведені на рис. 9.



Рисунок 9 – Комплекс заходів підвищення технічного та технологічного рівнів транспортної системи

Інноваційний розвиток країни вимагає належного та ритмічного фінансового забезпечення. Для цього необхідним є створення стимулювальної фінансової моделі розвитку інноваційної транспортної системи країни. Зазначена модель має базуватись на характеристиках і показниках, відмінних від таких підходів в класичному бізнес-середовищі. Зокрема, недопустимим є аналіз і пріоритезація лише за класичними критеріями прогнозованого прибутку чи окупності інвестицій.

Важливим є забезпечення єдиного підходу до управління процесами розвитку. Беручи до уваги комплексність самої транспортної системи, масштабність і складність задач з її інноваційного розвитку, зазначеним питанням має займатись спеціальний орган за підтримки наукової та академічної спільноти. Окрім того, має бути створена спеціальна платформа інтеграції, яка дозволить об'єднати процес розвитку різних видів транспорту в єдиний (з точки зору підходу до управління) добре синхронізований та збалансований процес.

В той же час, важливо забезпечити належний рівень координації проєктів інноваційного розвитку транспортної інфраструктури України з аналогічними проєктами суміжних країн, а також з відповідними міжнародними та глобальними проєктами розвитку транспорту та логістики (міжнародні транспортні коридори, галузеві транспортні союзи, міжнародні організації у відповідних галузях транспорту). При формуванні планів потрібно прагнути до уніфікації понять, єдності критеріїв, а також зближення систем галузевої освіти, науки і нормативно-правового регулювання транспортних процесів і розвитку.

В процесі управління проєктами інноваційного розвитку ТС країни особливу увагу потрібно приділяти питанням кібербезпеки. В цьому зв'язку задіяні в процесі органи державної влади та місцевого самоврядування, неурядові організації (також представництва міжнародних структур), наукові та освітні установи підприємства, установи і організації незалежно від форми власності мають тісно взаємодіяти. Важливим є єдиний уніфікований підхід до питання нормативного регулювання в процесі інноваційного розвитку.

Забезпечення інноваційного розвитку транспортної системи потребує не лише належного нормативно-правового регулювання, але й відповідного розвитку та адаптації цього регулювання відповідно до змін інноваційного середовища з часом. На сьогодні чинна система нормативно-правового регулювання не стимулює інноваційний розвиток транспортної системи, а часто й блокує певні інновації, що загалом гальмує процес розвитку.

Інноваційний розвиток ТС країни має базуватись на принципах клієнтоорієнтованості. Клієнтоорієнтований підхід – явище досить нове, що є одним із найефективніших інструментів сучасного планування розвитку та організації функціонування транспортної системи країни. Він дає змогу максимально врахувати потреби ринку та споживача у обсягах і якісних параметрах послуг. Важливим стратегічним завданням є побудова її роботи таким чином, щоб кожен робітник і керівник, незалежно від рівня його посади та статусу, розглядав свої дії через призму їх цінностей для клієнта.

У разі реалізації в Україні комплексного проєкту інтелектуалізації ТС країни з залученням внутрішніх і зовнішніх ресурсів це дозволить створити значну додану вартість для України. Основою інтелектуалізації ТС є створення надійної та ефективної системи обміну даними між транспортними засобами, інфраструктурою та центрами управління. За результатами формування цієї бази, відповідно до попередньо розроблених стандартів й архітектури, з'явиться можливість для системної інтеграції, що, своєю чергою, забезпечить можливість більш ефективного використання інфраструктури та підвищення ефективності роботи системи.

Для стратегічних цілей потрібно забезпечити відповідний прогрес за такими напрямками:

- розвиток цифрової транспортної інфраструктури;
- забезпечення сталої інтелектуалізованої мобільності;
- забезпечення безпеки руху;
- створення комфортного середовища для життя суспільства;
- забезпечення обміну даними та їх належний захист.

Структура та ієрархія заходів з інтелектуалізації ТС на національному рівні наведена на рис. 10.

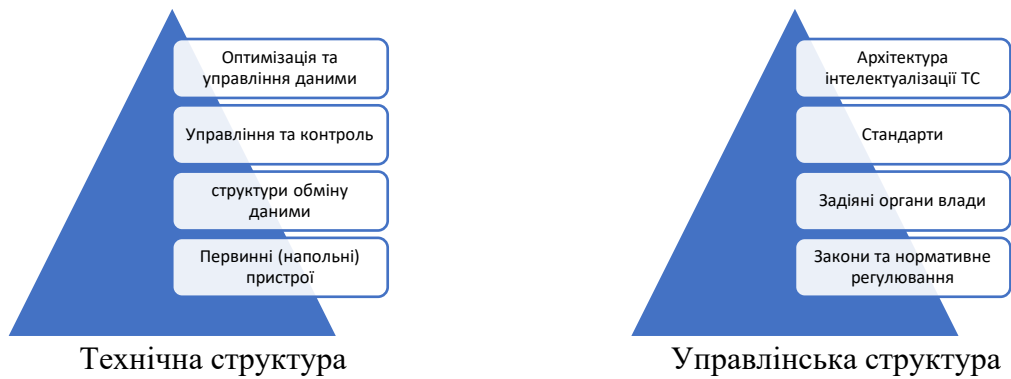


Рисунок 10 – Технічна та управлінська ієрархії інтелектуалізації транспортної системи

Кожен із зазначених вище заходів має мати визначеного головного виконавця, який в обов'язковому порядку має бути наділений правом залучення інших учасників процесу (органів влади, місцевого самоврядування, наукових і освітніх установ, громадських організацій, учасників ринку тощо).

Інноваційний розвиток ТС потребує створення нових механізмів стимулювання розвитку вітчизняних і національних технологій. Цей захід спрямований на створення нових механізмів стимулювання розвитку вітчизняних технологій в напрямку інтелектуалізації ТС. Особлива увага має бути спрямована на дослідження автономних систем, робототехніки, систем роботи з великими масивами даних, штучного інтелекту та комунікаційних технологій нового покоління.

Належний процес інтелектуалізації ТС країни потребує не лише детального плану заходів, але й належним чином створеної системи управління його реалізацією та моніторингом (контролем) виконання, включно з внесенням відповідних змін до планувальних документів в процесі їх реалізації.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-практичної проблеми, що полягає у створенні наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни з урахуванням поточного стану її розвитку, світових тенденцій інноваційного розвитку транспортних систем, а також особливостей впровадження інновацій на транспорті, які ґрунтуються на: комплексній оптимізації структур і параметрів елементів транспортної системи та їх сукупностей за рахунок використання поліпшеного методу структурно-параметричної оптимізації; вдосконаленні методу спрямованого синтезу структур через урахування світового порогу знань; розвитку методів підвищення ефективності та якості транспортних систем. Результати виконаних досліджень дозволяють сформулювати наступні висновки:

1. Аналіз стану транспортних систем, факторів, що впливають на процес їх інноваційного розвитку, методологічних підходів до створення стратегій інноваційного розвитку сучасних систем дозволив встановити, що підходи до визначення поняття транспортної системи є дуже різними, тому запропоновано досліджувати ТС як складну людино-машинну систему, що складається з інфраструктури, транспортних засобів, забезпечувальних та управлінських підсистем, які пов'язані між собою та з надсистемним рівнем відносинами попиту, ресурсним забезпеченням, техніко-технологічними регулюваннями та обмеженнями, економіко-організаційними потребами та правовим регулюванням, зокрема в напрямку безпеки та екології. Таке визначення, з нашої точки зору, найбільш повно відповідає поняттю ТС та новітнім підходам до вирішення пріоритетних задач інноваційного розвитку транспортної системи.

2. Виконане порівняння теоретичних досліджень взаємопов'язаних процесів стратегічного управління інноваційним розвитком транспортних систем, з урахуванням їх специфіки будови та функціонування, довело, що при формуванні стратегії потрібно враховувати пріоритетність процесних і організаційних інновацій; прив'язаність інновацій до життєвого циклу елементів системи; оберненого життєвого циклу технологічних інновацій в транспортних системах; важливість підготовки персоналу на рівні світового порогу знань та проведення внутрішніх НДДКР для активізації процесів інноваційного розвитку ТС; наявність центрів інновацій та розвитку мережі інноваційної співпраці; рівень інтелектуалізації транспортної системи країни.

3. Задача інноваційного розвитку транспортної системи країни вимагає подальшого розвитку теорії ТС за рахунок виявлення, моделювання та дослідження законів розвитку таких систем з урахуванням історичного аспекту, надсистемних і підсистемних рівнів та розробки спеціальних методів дослідження, зокрема методу їх спрямованого структурно-параметричного комплексно-оптимізаційного синтезу. Аналіз системно-методологічних основ вирішення задачі модернізації та інноваційного розвитку, з точки зору системного підходу та застосування загальних законів розвитку, дозволив сформулювати визначення процесів формування або розвитку ТС як закономірної єдності складових структури транспортної системи, що виражає внутрішньо необхідні, сталі, суттєві зв'язки між елементами системи, які обґрунтовують визначений її стан, співвідношення між достатністю бази системи для її існування та надсистемним рівнем. Системомислительський комплекс транспортної системи є найбільш загальною моделлю, що дозволяє точно визначити межі дослідження розвитку та найбільш повно застосувати новітні знання до процесу інноваційного розвитку ТС.

4. Встановлені загальні закономірності розвитку інноваційних транспортних систем сформулювали напрями зміни та граничні значення показників розвитку ТС. Транспортні системи з часом розширюють сфери застосування та збільшують кількість призначень; розширюють функції технічних засобів до рівня поліантропних; збільшують кількість принципів дії

та змінюють їхні види при реалізації допоміжних та управлінських функцій; розвивають структуру пропорційно рівням технізації та кількості функцій, що реалізуються; забезпечують зміну конструктивних, технологічних й управлінських параметрів технічних засобів у напрямку відповідних критеріїв ідеальних систем. Основні способи розвитку ТС охоплюють зміну кількості задіяних субстанцій, локальну модифікацію простору, використання множин загальних структур, способів підвищення продуктивності та енергоефективності транспортних систем тощо.

5. Найбільш ефективним, з точки зору отримання комплексно оптимальних рішень, є метод формування стратегії інноваційного розвитку ТС на основі структурного синтезу та загального алгоритму вирішення задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційної ТС на базі застосування інформаційних інваріантів в сукупності з дедуктивним методом і врахування накладених обмежень. Головною відмінністю запропонованого підходу до спрямованого алгоритмічного синтезу конкретизованих функцій та структур об'єктів комплексу є спрямоване формування і конкретизація структур комплексу та формалізована поетапна їх параметризація. Загальний алгоритм вирішення задачі системи носить ітеративний характер, де на початковому етапі реалізується соціально-гуманітарний синтез, на наступному – природничо-науковий синтез, а на подальших – структурно-параметричний технічний синтез елементів транспортної системи країни. Цей метод забезпечує гранично високу ефективність ТС за параметрами продуктивності процесів з відповідним додержанням обмежень (рівень ефективності, безпеки тощо).

6. Показники ефективності елементів транспортних систем, синтезованих з використанням розробленої методології, вказують на ефективність запропонованого інструментарію. Застосування методу синтезу елементів ТС дозволяє створювати підсистеми ТС, що мають розширені сфери застосування, призначення та функціональні можливості, підвищений технічний рівень, ефективність і якість; створювати умови для стійкого руху в напрямку гармонізації відносин у системі «природа-техніка-людина», забезпечувати суттєве підвищення швидкості (продуктивності) елементів ТС, а також зміни їхніх екологічних та економічних характеристик.

Так, розрахункове зменшення витрат на енергоносії при здійсненні контейнерних перевезень становитиме 952,5 млн грн на рік, при цьому зменшення викидів CO₂ очікується на рівні 117 тис. тонн на рік. При реалізації синтезованої системи приміських залізничних перевезень на неелектрифікованих ділянках залізниць зменшення викидів CO₂ очікується на рівні 87,2 тис. тонн, при цьому сумарна економія часу пасажирів становитиме 3,62 млн год, що приведе до позитивного економічного ефекту у 329,42 млн грн в річному вимірі.

7. Систематизація та виокремлення факторів впливу на процес інноваційного розвитку ТС дозволило побудувати концептуальну модель інноваційного розвитку транспортної системи України. При формуванні

стратегії інноваційного розвитку потрібно передбачати ступінь державного регулювання і здійснювати аналіз сучасного стану державного регулювання в сфері транспорту та забезпечити адаптивний розвиток системи нормативного регулювання. Пріоритезація цілей стратегії інноваційного розвитку ТС з урахуванням їх ієрархії, аналіз зовнішнього та внутрішнього середовищ дозволили запропонувати послідовність побудови стратегії інноваційного розвитку транспортної системи України, яка базується на комплексному системному підході, враховує всі компоненти організаційного процесу розробки стратегії та специфіку діяльності галузі в поточних та прогнозних умовах.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено на державному рівні у вигляді методичного інструментарію визначення оптимальних напрямів інноваційного розвитку транспортної системи України, методичних підходів до пріоритезації проєктів розвитку в умовах обмеженості капітальних видатків на основі їх прогнозованої суспільної ефективності, використання розробленого інструментарію синтезу рішень для вирішення цільових задач розвитку системи.

Матеріали дослідження впроваджено в навчальний процес Вінницького національного технічного університету при проведенні навчального процесу на факультеті машинобудування та транспорту з дисциплін «Основи теорії транспортних процесів і систем», «Сучасні транспортні технології», «Транспортне планування міст», технологічної підготовки студентів, керівництві магістерськими та бакалаврськими кваліфікаційними роботами студентів, що навчаються за спеціальністю 275 – Транспортні технології (за видами транспорту), розглядаються теоретичні та прикладні аспекти процесу функціонування, інноваційного розвитку та вдосконалення транспортних систем.

8. Наведені результати дослідження можуть бути в подальшому розвинені в моделях програм та проєктів інноваційного розвитку транспортних систем країни в межах їх життєвого циклу в умовах ризику та невизначеності.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Монографії:

1. Красноштан О. Інновації на залізничному транспорті: стан, проблеми, перспективи. *Інноваційний розвиток транспортного комплексу* : монографія / за заг. ред. О. М. Ложачевської. Київ : Міленіум, 2021. С. 109-130. ISBN 978-966-8063-77-4

2. Krasnoshtan O. System and methodological foundations of solving the problem of modernization and innovative development of the country's transport system. *Information and innovative technologies in the turbulence era. Publishing*

House of University of Technology. Katowice, 2022. P. 399-420. ISBN 978-83-965554-2-7

3. Ternyuk N., Kryvosheia A., Ustynenko O., **Krasnoshtan O.**, Tkach P., «Multi-Parameter Gears and Gear-Type Variators». P. 361–444, in : Radzevich S., Storchak M., (Editors), *Advances in Gear Theory and Gear Cutting Tool Design*, Springer, 2022, XXXIII, 663 pages. ISBN 978-3-030-92261-0.

Особистий внесок автора: запропоновано метод безаналогового синтезу технічних систем.

Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз:

4. Khodakivska O., Ribeiro Ramos O., Nechyporenko O., Tsiutsiupa S., **Krasnoshtan O.**, Mayovets Y. Efficiency of Innovative Development Management. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. November 2020. Vol.20 No.11. P. 67–72. URL : http://paper.ijcsns.org/07_book/202111/20211109.pdf

Особистий внесок автора: запропоновано комплексну методiku оцінювання ефективності розвитку та впровадження інновацій.

5. Mykhailichenko M., Lozhachevskaya O., Smagin V., **Krasnoshtan O.**, Zos-Kior M., Hnatenko I. Competitive strategies of personnel management in business processes of agricultural enterprises focused on digitalization. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2021. Vol. 43. No. 3. P. 403–414. URL : <https://sciendo.com/article/10.15544/mts.2021.37> (WOS)

Особистий внесок автора: запропоновано підхід до управління процесом розвитку персоналу з метою забезпечення ефективного процесу впровадження інновацій.

6. Kompanets K., Lytvynshko L., Fedoryak R., **Krasnoshtan O.** Simulation modeling of the distribution of rights and management systems of innovative development of personnel of enterprises under the influence of the factors of the COVID-19 pandemic. *AIP Conference Proceedings*. 2022. Vol. 2413 Is. 1. Online ISSN 1551-7616 Print ISSN 0094-243X URL : <https://doi.org/10.1063/5.0079789> (SCOPUS)

Особистий внесок автора: запропоновано модель визначення впливу факторів надзвичайних ситуацій на стійкість процесу розвитку персоналу в процесі інноваційного розвитку.

7. Sieriebriak K., **Krasnoshtan O.**, Bebko S., Kononenko A., Batrak O., Dudko P., Kozhushko R., Palchuk O. Financial planning of innovative entrepreneurs in system of institutional environment and public administration. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2022. Vol 41. P. 245-254. URL: <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2023/02/10.-Full-paper-Kseniia-Sieriebriak.pdf> (SCOPUS)

Особистий внесок автора: запропоновано підхід до фінансового планування інноваційної діяльності на інституціональному рівні.

8. Lozhachevska O., Bashmakov M., Petchenko M., Orlova-Kurilova O., Bereza I., **Krasnoshtan O.**, Miroshnichenko O. Technological management of innovations in logistic. *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*. 2023. Vol 46, P. 113-123. URL: <https://ejournals.vdu.lt/index.php/mtsrbid/article/view/4697> (WOS)

Особистий внесок автора: запропоновано прогресивні підходи до удосконалення процесу управління реалізацією інновацій в галузях транспорту та логістики.

Статті у фахових виданнях:

9. **Красноштан О.М.**, Западнюк О.Б., Сало М.М. Інноваційні технології транспортного обслуговування міжнародних масових заходів. *Економіка і регіон*. 2012. № 3 (34). С. 60-63. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe%3FC21COM%3D2%26I21DBN%3DUJRN%26P21DBN%3DUJRN%26IMAGE_FILE_DOWNLOAD%3D1%26Image_file_name%3DPDF/econrig_2012_3_13.pdf&ved=2ahUKEwjcr_vps_qCAxXxQvEDHd3kCW8QFnoECAYQAg&usg=AOvVaw1zOzvqyXvvprq3eU4lQr6e

Особистий внесок автора: запропоновано підхід до визначення інноваційних технологій та рішень, що дозволяють підвищити ефективність транспортного обслуговування масових заходів.

10. Красноштан О. М. Проектний підхід до організації транспортного обслуговування масових заходів. *Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія*. 2013. Вип. 11. С. 28–35. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2013_11_6

11. **Красноштан О. М.**, Єфременко О. М., Сало М. М. Інноваційні технології транспортного обслуговування, що застосовувались під час турніру УЄФА ЄВРО 2012. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. 2013. № 1. С. 69–74. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe%3FC21COM%3D2%26I21DBN%3DUJRN%26P21DBN%3DUJRN%26IMAGE_FILE_DOWNLOAD%3D1%26Image_file_name%3DPDF/econrig_2012_3_13.pdf&ved=2ahUKEwi3lb3mt_qCAxXuXvEDHdGVAE0QFnoECAYQAg&usg=AOvVaw177J7quvIjYlDJpHA13EuP

Особистий внесок автора: визначено перелік інноваційних технологій та рішень для підвищення ефективності транспортного обслуговування масового заходу.

12. **Красноштан О. М.**, Єфременко О. М., Сало М. М. Організація паркування автомобілів та автобусів під час проведення масових заходів. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. 2013. № 2. С. 15–21. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe%3FC21COM%3D2%26I21DBN%3DUJRN%26P21DBN%3DUJRN%26IMAGE_FILE_DOWNLOAD%3D1%26Image_file_name%3DPDF/Vdiat_2013_2_4.pdf&ved=2ahUKEwi-r6n4t_qCAxXTVfEDHav_CEkQFnoECAAQAg&usg=AOvVaw32VRhS8lXpDUpVUGcHOvhm

Особистий внесок автора: *сформульовано вимоги щодо організації та управління паркуванням під час проведення масового заходу.*

13. **Красноштан О. М., Єфременко О. М., Западнюк О. Б.** Транспортний периметр стадіону під час організації міжнародних спортивних заходів : аспекти транспорту та безпеки. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. 2013. № 3. С. 24–33.

Особистий внесок автора: *сформульовано методику визначення транспортного периметру стадіону та формування транспортного обслуговування в його межах.*

14. **Красноштан О. М., Єфременко О. М.** Функціонування громадського транспорту під час організації міжнародних масових заходів. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. 2013. № 4. С. 10–17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vdiat_2013_4_4

Особистий внесок автора: *сформульовано основні вимоги та обмеження щодо функціонування громадського транспорту під час проведення масових заходів.*

15. **Красноштан О. М., Шпильовий І. Ф.** Використання єдиного квитка під час проведення масових заходів як інструмент оптимізації функціонування громадського транспорту. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2014. Вип. 13(1). С. 96–103. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2014_13%281%29__14

Особистий внесок автора: *сформульовано основні положення та технічні вимоги до функціонування єдиного квитка під час проведення масових заходів.*

16. **Красноштан М. А., Красноштан О. М., Шпильовий І. Ф.** Підвищення ефективності використання міської електрички в місті Києві за рахунок використання σ -маршрутів. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 5(116). С. 129–133. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe%3FC21COM%3D2%26I21DBN%3DUJRN%26P21DBN%3DUJRN%26IMAGE_FILE_DOWNLOAD%3D1%26Image_file_name%3DPDF/vvpi_2014_5_22.pdf&ved=2ahUKEwid2MTvufqCAxUCRPEDHRZ8AdcQFnoECAEQAg&usg=AOvVaw10npws0DUK_hnsfdgit3sw

Особистий внесок автора: *запропоновано новий підхід щодо організації приміських та міських пасажирських перевезень у столичній агломерації.*

17. **Тернюк М. Е., Водовозов Є. Н., Красноштан О. М., Сало М. М.** Організації спеціальних автобусних експрес-маршрутів для пасажирів поїздів Інтерсіті+. *Автошляховик України*. 2014. № 2. С. 2–4. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe%3FC21COM%3D2%26I21DBN%3DUJRN%26P21DBN%3DUJRN%26IMAGE_FILE_DOWNLOAD%3D1%26Image_file_name%3DPDF/au_2014_2_2.pdf&ved=2ahUKEwjir6eovPqCAxVqR_EDHdE9B8oQFnoECAkQAg&usg=AOvVaw2uUu3GkFy_w8JUJ2RoiNf3

Особистий внесок автора: *запропоновано новий підхід щодо організації приміських та міських пасажирських перевезень у столичній агломерації.*

18. Климпуш О. Д., **Красноштан О. М.** Клієнт-орієнтований підхід до розвитку транспортної системи країни. *Автошляховик України*. 2015. № 4(246). С. 5–7. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/au_2015_4_3

Особистий внесок автора: *сформульовано принцип клієнт-орієнтованого підходу з точки зору розвитку транспортної системи країни.*

19. Красноштан О. М. Тактовий рух контейнерних поїздів як основа розвитку мультимодальних перевезень в Україні. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. № 1(31). С. 285–293. URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31_1_tech_2015/285-293.pdf

20. Лобойко Л. М., **Красноштан О. М.** Аналіз економічної доцільності та технічних можливостей запровадження курсування денних швидкісних поїздів категорії ІНТЕРСІТІ+ сполученням Харків–Львів. *Залізничний транспорт України*. 2015. № 4. С. 49–52. URL: https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/06/tht_zbirn_173.pdf

Особистий внесок автора: *сформульовано підходи до визначення технічної можливості експлуатації швидкісного рухомого складу на подовжених плечах обслуговування.*

21. Красноштан О. М. Система побудови матриць кореспонденцій на основі інфрачервоного інтелектуалізованого лічильника пасажирів та системи GPS. *Автошляховик України*. 2015. № 5. 2015. С. 30–32. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe%3FC21COM%3D2%26I21DBN%3DUJRN%26P21DBN%3DUJRN%26IMAGE_FILE_DOWNLOAD%3D1%26Image_file_name%3DPDF/au_2015_5_9.pdf&ved=2ahUKEwjS3PLVwPqCAxWRQ_EDHULsBOMQFnoECAMQAg&usg=AOvVaw1-Au-sjbqEMX0uZezt5zOa

22. Прохорченко А. В., Маловічко В. В., Декарчук О. М., **Красноштан О. М.**, Казмірчук Н. В. Сучасні напрями автоматизації диспетчеризації руху поїздів на залізницях світу та перспективи їх упровадження в Україні. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2017. № 173. С. 114–124. URL: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.173.2017.118345>

Особистий внесок автора: *сформульовано принципи спрямованого синтезу систем автоматичного управління рухом.*

23. Ломотько Д. В., Філінський О. В., Ломотько М. Д., **Красноштан О. М.** Формування узгодженого графіка руху для мультимодальних пасажирських перевезень за участю залізничного транспорту. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2019. № 2. С. 49–58. DOI: 10.18664/ikszt.v0i2.164778.

URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/2199>

Особистий внесок автора: *сформульовано математичну модель синхронізації графіків руху за участю залізничного транспорту.*

24. Ломотько Д. В., **Красноштан О. М.**, Філіпський О. В., Ломотько М. Д. Удосконалення технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю автотранспорту. *Залізничний транспорт*

України. 2019. № 2. С. 4–16. DOI: 10.34029/2311-4061-2019-131-2-04-16. URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/13797/1/Lomotko.pdf>

Особистий внесок автора: *сформульовано математичну модель синхронізації графіків руху за участю автотранспорту.*

25. Мельник Т. С., Христофор О. В., **Красноштан О. М.** Роль транспортно-пересадочних комплексів у розвитку ТС країни: соціальний і сервісний аспекти. *Review of transport economics and management*. 2021. Iss. 5(21). С. 59–67. URL: <http://pte.diit.edu.ua/article/view/224970>

Особистий внесок автора: *сформульовано роль та значення транспортно-пересадочних комплексів у формуванні принципів розвитку транспортної системи країни.*

26. Тернюк М. Е., **Красноштан О. М.** Класифікація чинників розвитку транспортних систем. *Автошляховик України*. 2021. № 3. С. 11–14. URL: http://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2022/10/3_2021.pdf

Особистий внесок автора: *сформульовано перелік чинників розвитку транспортної системи та визначено критерії їх впливу на процес розвитку.*

27. Тернюк М. Е., **Красноштан О. М.** Метод проєктування розвитку інноваційних транспортних систем. *Автошляховик України*. 2021. № 1. DOI: 10.33868/0365-8392-2021-1-265-30-35. URL: http://journal.insat.org.ua/?page_id=4006&lang=uk

Особистий внесок автора: *запропоновано підхід до процесу інноваційного розвитку транспортних систем*

28. Ломотько Д. В., **Красноштан О. М.** Інноваційні методи підвищення продуктивності та швидкодії систем контейнерних перевезень. *Вісник Національного транспортного університету*. 2021. № 1(48). С. 188–202. DOI: 10.33744/2308-6645-2021-1-48-188-202. URL: <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/48/188-202.pdf>

Особистий внесок автора: *сформульовано сутність інноваційних методів підвищення продуктивності та швидкодії систем мультимодальних перевезень.*

29. Мельник Т. С., **Красноштан О. М.**, Христофор О. В. Розвиток залізничного приміського сполучення як ключового елемента сучасної транспортної системи. *Залізничний транспорт України*. 2021. № 1. С. 4–10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2021_1_3

Особистий внесок автора: *сформульовано роль приміських перевезень в загальній структурі розвитку транспортної системи.*

30. Красноштан О. М. Спрямований синтез інноваційних транспортних систем: загальний принцип, положення та моделі. *Автошляховик України*. 2022. № 3. С. 19–25. URL: http://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/AU_03_2022_online.pdf

31. Красноштан О. М. Управління та розвиток людських ресурсів в процесі інноваційного розвитку транспортних систем. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки» : науковий журнал*. 2022. Вип. 3 (53). С. 186–199. DOI: 10.33744/2308-6645-2022-3-53-186-199. URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/53/186_199.pdf

32. Красноштан О. М. Методи формування системи нормативного регулювання для забезпечення інноваційного розвитку транспортних систем. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво : науковий журнал*. 2022. Вип. 112. С. 271–279.

33. Ломотько Д. В., **Красноштан О. М.**, Кава О. С. Шляхи відновлення логістики приміських пасажирських залізничних перевезень на неелектрифікованих ділянках залізниці. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2022. № 4. С. 41–47. URL: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v27i4.271466>

Особистий внесок автора: *сформульовано основні підходи, технічні вимоги та шляхи відновлення логістики приміських залізничних перевезень.*

34. Красноштан О. М. Живучість транспортної системи та способи її підвищення. *Автошляховик України*. 2023. № 2. С. 42–47. DOI: 10.33868/0365-8392-2023-2-274-42-47. URL: http://journal.insat.org.ua/?page_id=5791&lang=uk

35. Ломотько Д. В., **Красноштан О. М.**, Кава О. С. Шляхи розвитку логістики міжнародних пасажирських залізничних перевезень: інфраструктурний, операційний та інноваційний аспекти. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. № 1. С. 11–18. URL: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v28i1.276337>

Особистий внесок автора: *запропоновано напрями та алгоритми розвитку логістики міжнародних пасажирських перевезень.*

36. Ломотько Д.В., **Красноштан О.М.**, Новицький Б.О., Охотін Р.І. Підвищення ефективності контейнерних та контрейлерних перевезень залізницею за рахунок інноваційних методів кріплення. *Залізничний транспорт України*. 2023. № 3. С. 4-12. DOI: 10.34029/2311-4061-2023-148-3-04-11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2023_3_3

Особистий внесок автора: *запропоновано перелік способів підвищення ефективності контейнерних та контрейлерних перевезень.*

37. Ломотько Д. В., **Красноштан О. М.**, Кава О. С., Новицький Б. О., Пишняк С. О. Визначення оптимальних структур модернізації дизель-поїздів ДР1А для відновлення логістики приміських пасажирських залізничних перевезень на неелектрифікованих ділянках залізниці. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. № 3. С. 43–52.

Особистий внесок автора: *запропоновано метод оптимізаційного синтезу структур та параметрів при проведенні модернізації.*

38. Ломотько Д. В., **Красноштан О. М.**, Кава О. С., Новицький Б. О., Беспалов Д. І. До питання організації приміського залізничного сполучення між містами Вишгород і Київ. *Залізничний транспорт України*. 2023. № 4. С. 4–14. DOI: 10.34029/2311-4061-2023-149-4-04-14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2023_4_4

Особистий внесок автора: *запропоновано методологію синтезу інноваційних рішень з організації приміських перевезень, спрямованих на підвищення їх ефективності.*

Опубліковані праці апробаційного характеру:

39. **Красноштан О. М.,** Новіков А. О. Економічна безпека автотранспортних підприємств регіону. *Макроекономічні проблеми інвестиційно-інноваційного розвитку* : XXVI Міжнародна науково-практична конференція. 11-12 жовтня 2013 р., Київ. С. 60–61.

Особистий внесок автора: *сформульовано перелік критеріїв економічної безпеки автотранспортних підприємств та запропоновано шляхи її досягнення.*

40. **Красноштан М. А., Красноштан О. М.,** Шпильовий І. Ф. Напрямки удосконалення маршруту слідування поїздів «Повітряного експресу» в місті Києві з метою рівномірного розподілу пасажиропотоку. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. 21–23 жовтня 2013 р., Вінниця : ВНТУ. С. 186–187. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/153>

Особистий внесок автора: *запропоновано метод визначення оптимального маршруту повітряного експресу.*

41. **Красноштан О. М.,** Єфременко О. М., Сало М. М. Інновації в транспортному обслуговуванні під час проведення масових заходів (на прикладі турніру УЄФА ЄВРО 2012). *Проблеми і перспективи розвитку автомобільної галузі* : матеріали II Всеукраїнської конференції. 2013 р., Київ.

Особистий внесок автора: *запропоновано перелік інноваційних підходів до організації транспортного обслуговування масового заходу.*

42. **Красноштан О. М.,** Шпильовий І.Ф. Інформаційне та маркетингове забезпечення функціонування міської електрички у місті Києві. *Сучасні інструменти реалізації практичного менеджменту, маркетингу та логістики: особливості застосування в глобальному конкурентному середовищі* : збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів, здобувачів і студентів. 14–15 листопада 2013 р., Житомир : ЖДТУ. С. 56–57.

Особистий внесок автора: *запропоновано вимоги до інформаційного забезпечення функціонування міської електрички.*

43. **Красноштан О. М.** Забезпечення підготовки кадрів для організації нових видів пасажирського сполучення. *Проблеми підготовки професіональних кадрів з логістики в умовах глобального конкурентного середовища* : XII МНПК. 23-24 жовтня 2014 г., Київ. С. 141–142.

44. **Красноштан М. А., Красноштан О. М.** Принцип контролю та фіксації окремих видів порушень правил дорожнього руху за допомогою системи GPS. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції. 19-21 жовтня 2015 р., Вінниця : ВНТУ. С. 117–119. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/67>

Особистий внесок автора: *запропоновано підходи та перелік порушень ПДР, які можливо фіксувати за допомогою GPS.*

45. **Красноштан О. М.** Головні цілі створення вертикально-інтегрованої пасажирської компанії. *Маркетинг і логістика в системі менеджменту на*

залізничному транспорті : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. 27-29 вересня 2016 р., Запоріжжя. С. 63–65.

46. Тернюк М. Е., **Красноштан О. М.** Полісферний модульний транспортно-технологічний комплекс доставки поштових відправлень. *Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті* : наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 85-річчю заснування ХНАДУ, 85-річчю заснування автомобільного факультету та з нагоди Дня автомобіліста і дорожника. 15-16 жовтня 2015 р., Харків : ХНАДУ. С. 95–97. <https://dspace.khadi.kharkov.ua/collections/8e9ef7a6-1962-44f0-985f-29ed0bd53072>

Особистий внесок автора: запропоновано підходи та перелік порушень ПДР, які можливо фіксувати за допомогою GPS.

47. Красноштан О. М. Маркетингові особливості денних швидкісних пасажирських перевезень поїздами «Інтерсіті+». *Маркетинг і логістика в системі менеджменту на залізничному транспорті* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. 23-25 вересня 2016 р., Одеса. С. 18–19.

48. Красноштан О. М. Концепція побудови комплексної стратегії розвитку інтегральної транспортної системи для України. *Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні* : наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції. 15-18 жовтня 2019 р., Харків : ХНАДУ. С. 265–268. <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/032590c7-7925-4c19-8570-3091d5de4e66/content>

49. Красноштан О. М. Обґрунтування впровадження в експлуатацію двоповерхових пасажирських вагонів для нічних поїздів з точки зору енергоефективності пасажирських перевезень. *Енергоефективність на транспорті* : Міжнародна науково-технічна конференція. 18-20 листопада 2020 р., Харків : УкрДУЗТ. С. 26–27. <https://kart.edu.ua/novini/mizhnarodna-naukovo-tehnichna-konferencija-energoefektivnist-na-transporti-eet-2020>

50. Красноштан О. М. Інноваційний розвиток ТС як безальтернативний шлях досягнення надвисокої продуктивності і швидкодії. *Інноваційні рішення в сучасній науці, освіті та практиці* : матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (наукове видання). 17-18 листопада 2020 р., Київ : НТУ. С. 201–203. <http://www.ntu.edu.ua/innovatsiyni-rishennya-v-suchasniy-nautsi-osviti-ta-praktitsi/>

51. Красноштан О. М. Визначення можливості використання та основних характеристик локомотивів для виконання маневрових робіт в моторвагонному депо. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали IX Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції. 14-15 квітня 2021 р., Вінниця : ВНТУ. С. 155–159. <https://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2021.pdf>

52. Красноштан О. М. Закономірність проявлення інваріантів технічних наукових та навчальних дисциплін для ТС. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції. 25-27 жовтня 2021 р., Вінниця : ВНТУ. С. 123–125.

https://impuls.vntu.edu.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=7792%3A2021-11-01-15-15-30&catid=4%3A2014-02-07-12-35-57&Itemid=2&lang=en

53. Красноштан О. М. Нова постановка задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації транспортної системи. *Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2021* : збірник тез доповідей II-ї Міжнародної науково-технічної конференції. 13-15 травня 2021 р., Вінниця : ВНТУ. С. 251–252. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/651>

54. Красноштан О. М. Інноваційні методи підвищення конкурентоспроможності систем контейнерних перевезень. *Challenges in science of nowadays*. Scientific collection «InterConf»: With the proceedings of the 9th International scientific and practical conference. July 16-18 2021, Washington, USA. P. 78–81. *Challenges in science of nowadays*. Scientific collection «InterConf»: With the proceedings of the 9th International scientific and practical conference. July 16-18 2021

55. Красноштан О. М. Організація пасажирських перевезень в період епідемій та епізоотій. Практичний підхід. *Crisis and Risk Engineering for Transport Services* : збірник доповідей Міжнародної науково-методичної конференції. 20-21 січня 2021 р., Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ». С. 346–348.

56. Красноштан О. М. Інноваційні методи підвищення конкурентоспроможності систем контейнерних перевезень. *Сучасний менеджмент: виклики та можливості* : матеріали II Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. 27 квітня 2021 р., Київ : НУБіП. С. 129–131. <https://nubip.edu.ua/node/97126>

57. Мельник Т., **Красноштан О.**, Христофор О. Розвиток маркетинг-логістики в секторі залізничних пасажирських приміських і регіональних перевезень. *The Driving Force Of Science And Trends In Its Development*. I International Scientific and Theoretical Conference : збірник наукових праць SCIENTIA. 29 січня 2021 р., Coventry, United Kingdom. <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/scientia/issue/view/29.01.2021>

Особистий внесок автора: запропоновано шляхи інноваційного розвитку системи пасажирських залізничних перевезень.

58. Красноштан О. М. Загальні принципи, положення та моделі методу спрямованого синтезу інноваційних ТС. *Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури* : збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. 23–25 листопада 2021 р., Київ : ДП «Державтотранс НДІпроект». С. 68–72. https://insat.org.ua/files/nav/tkt/conferences/Thesis_Collect_2022.pdf

59. Красноштан О. М. Системні виклики до транспортної системи з боку особливого стану та загальні способи їх подолання. *Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури* : збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. 14-16 грудня 2022 р., Київ : ДП «Державтотранс НДІпроект». С. 334–339. <https://insat.org.ua/files/other/news/141223/pereviznyk.pdf>

60. Красноштан О. М. Вимоги до функціонування транспортної системи в умовах війни та способи їх забезпечення. *Проблеми підготовки професійних кадрів з логістики в умовах глобального конкурентного середовища* : XX МНПК. Збірник доповідей. 28-29 жовтня 2022 р., Київ : НАУ. С. 95–99. <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/61555>

61. Красноштан О. М. Підвищення швидкодії та продуктивності залізничних ТС за рахунок застосування технології «гнучка рейка». *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустриальні центри та корпоративна логістика* : матеріали Вісімнадцятої науково-практичної міжнародної конференції. 2-3 червня 2022 р., Харків. <http://mt.kart.edu.ua/uk-UA/>

62. Красноштан О. М. До питання створення ТС високої та надвисокої продуктивності. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали X Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції. 14-15 квітня 2022 р., Вінниця : ВНТУ. С. 181–184. <https://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2021.pdf>

63. Klymenchukova N., **Krasnoshtan O.**, Levchenko V. Assessment of the management system of innovation potential of economic sectors in the conditions of migration risks, digitalization and change management. *Modern trends in the transformation of the Republic of Kazakhstan's economy development in the era of digitalization* : Proceedings international scientific-practical conference. 2022, Shymkent : M. Auezov SKSU. P. 164–168. <https://isg-konf.com/technologies-innovative-and-modern-theories-of-scientists/>

Особистий внесок автора: запропоновано авторський підхід до оцінювання інноваційного потенціалу в розрізі транспортних системи.

64. Красноштан О. М. Інтелектуалізація як безальтернативний шлях інноваційного розвитку ТС. *Інтелектуальні транспортні технології* : 3-я Міжнародна науково-технічна конференція. 22-23 листопада 2022 р., Харків : УкрДУЗТ. С. 135-137. <https://kart.edu.ua/novini/tretja-mizhnarodna-naukovo-tehnichna-konferencija-intelektualni-transportni-tehnologii>

65. Красноштан О. М. Функціонування та розвиток ТС в умовах четвертої промислової революції. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали XI Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції. 13-14 квітня 2023 р., Вінниця : ВНТУ. С. 193–196. <https://atmconf.vntu.edu.ua/materyaly.html>

66. Красноштан О. М. Живучість ТС як важливий параметр в умовах збройної агресії. *Перспективи розвитку машинобудування та транспорту* : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції. 1-3 червня 2023 р., Вінниця : ВНТУ. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2023>

67. Красноштан О. М. Системні виклики до ТС з боку особливого періоду та загальні способи їх подолання. *Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури* : збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. 5-7 грудня 2023 р., Київ : ДП «ДержавтотрансНДІпроект». <https://insat.org.ua/other/news/141223/>

АНОТАЦІЯ

Красноштан О.М. Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Реферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи». – Національний транспортний університет, Київ, 2024.

Дисертаційна робота присвячена розробці наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни, розвитку техніки та технологій з урахуванням існуючого та перспективного світового порогу знань. Запропоновані в науковій роботі підходи, методи, моделі та процедури дозволяють синтезувати нові структури інноваційних транспортних систем для досягнення цільових показників стосовно всіх основних характеристиках функціонування таких систем: безпеки руху і перевезень, продуктивності, швидкості та швидкодії, енергоефективності та екологічності на всіх етапах життєвого циклу та в експлуатаційних умовах.

Основні наукові і практичні результати дисертаційного досліджень полягають у нижчевикладених положеннях.

Розвиток техніки, перехід до нових рівнів технізації та вихід на нові рівні ієрархічних структур транспортних систем відкриває нові горизонти для підвищення параметрів ефективності функціонування сучасних транспортних систем. Комплексна оптимізація техніко-експлуатаційних показників транспортних систем може бути досягнута виключно за рахунок неперервного розвитку структур і параметрів всіх підсистем (рухомий склад, інфраструктура, система управління) та функцій: основної, забезпечувальної та управлінської. Це потребує нових комплексних підходів, які, з урахуванням системного підходу, дадуть можливість розробити наукові методи та способи підвищення параметрів транспортних систем на основі використання технологій та техніки, що перебувають на межі світового порогу знань.

Розроблено методологію комплексної структурно-параметричної оптимізації, в основі якої лежать комплексний підхід, структурні та параметричні моделі, що дозволяють сформувати метод синтезу інноваційних транспортних систем для досягнення цільових показників їх функціонування на всіх етапах життєвого циклу, зокрема за критеріями безпеки, продуктивності, енергоефективності та екологічності з урахуванням умов інфраструктурного середовища.

Досліджено та виявлено основні закономірності інноваційного розвитку транспортних систем. Це дозволяє аналізувати існуючі та формувати нові структури транспортних систем, які розглядаються як способи підвищення критеріїв ефективності з удосконаленими конструкціями основних функціональних елементів.

Запропоновано метод визначення рівня технізації ТС та її ключових функціональних елементів, що передбачає врахування стану розвитку інваріантів реалізації головних морфологічних ознак системи та її підсистем.

Встановлено конкретизовані залежності, які дозволяють вирішити задачі комплексної оптимізації структури та параметрів інноваційних ТС. Їх використання дасть можливість відмовитись від використання частково оптимізованих рішень на користь комплексно оптимізованих, що забезпечить перехід на новий рівень розвитку.

Визначено ієрархічні структури інноваційних ТС. Виділено 9 ієрархічних рівнів. Розроблено алгоритм визначення цільових параметрів оцінювання ефективності ТС та її функціональних елементів залежно від рівня її технізації за рядом критеріїв щодо механічних (динамічних, статичних, кінематичних), техніко-економічних та екологічних властивостей і комплексних критеріїв оцінювання ефективності системи.

Розроблено новий метод оптимізаційного синтезу інноваційних ТС з урахуванням виявлених законів і закономірностей розвитку ТС. Забезпечено методологічну основу використання методу спрямованого синтезу складних систем в напрямку створення інноваційних ТС.

Забезпечено синтез комплексно оптимізованих інноваційних ТС наземного транспорту та проведено порівняльні дослідження їх ефективності та якості.

За результатами визначено та обґрунтовано основні оптимальні напрями стратегічного розвитку інноваційної транспортної системи України та розроблено пропозиції щодо їх реалізації.

Ключові слова: транспортна система, синтез систем, ефективність, комплексна оптимізація, математична модель, енергоефективність, екологічність, продуктивність, швидкодія.

ABSTRACT

Olexander M Krasnoshtan. Scientific bases for the formation of the country's transportation system innovative development strategy. - A qualifying scientific work on the rights of a manuscript.

Thesis abstract for the degree of Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.22.01 "Transport Systems". - National Transport University, Kyiv, 2024.

The dissertation work is devoted to the development of scientific bases for the formation of the strategy of innovative development of the transport system of the country, techniques, and technologies taking into account the existing and

prospective global knowledge threshold. The approaches, methods, models, and procedures proposed in the scientific work enable to synthesize new structures of innovative transport systems to achieve target indicators for all the main characteristics of the functioning of such systems as traffic and transportation safety, productivity, speed, and speed performance, energy efficiency and environmental friendliness at all stages of the life cycle and in operational conditions.

The main scientific and practical results of the study are as follows.

The development of technology, transition to new levels of technicalization, and reaching new levels of hierarchical structures of transport systems open new horizons for increasing the parameters of efficiency of modern transport systems functioning. Comprehensive optimization of technical and operational indicators of transport systems can be achieved only through continuous development of structures and parameters of all subsystems (rolling stock, infrastructure, management system) and functions: main, supporting, and managerial. This requires new integrated approaches, which, taking into account the system approach, will make it possible to develop scientific methods and ways to increase the parameters of transportation systems based on the use of technologies and techniques that are on the edge of the world's threshold of knowledge.

The methodology of complex structural and parametric optimization, which is based on a comprehensive approach, structural and parametric models that allow forming a method of synthesis of innovative transport systems to achieve the target indicators of their functioning at all stages of the life cycle, in particular by the criteria of safety, productivity, energy efficiency, and environmental friendliness, taking into account the conditions of the infrastructural environment is developed.

The main regularities of innovative development of transportation systems are investigated and identified. It makes it possible to analyze the existing and form new structures of transport systems, which are considered as ways to improve the efficiency criteria with improved designs of the main functional elements.

The method of determining the level of technicalization of the TS and its key functional elements, providing for taking into account the state of development of invariants of the implementation of the main morphological features of the system and its subsystems is proposed.

The dependencies that allow solving the problems of complex optimization of the structure and parameters of innovative TS are specified. Their application will make it possible to abandon the use of partially optimized solutions in favor of comprehensively optimized ones, which will ensure the transition to a new level of development.

The hierarchical structure of innovative TS that includes nine levels is defined. An algorithm for determining the target parameters for assessing the efficiency of a TS and its functional elements, depending on the level of their technicalization, according to several criteria of mechanical (dynamic, static, kinematic), technical, economic, and environmental properties and comprehensive criteria for assessing the efficiency of the system, has been developed.

A new method of optimization synthesis of innovative TS has been developed, taking into account the identified laws and patterns of TS development. The methodological basis for the implementation of the method of directed synthesis of complex systems in creating innovative TS is provided.

The synthesis of complexly optimized innovative land transport TS is provided and comparative studies of their efficiency and quality are carried out.

Based on the results of the study, the main optimal directions of strategic development of the innovative transport system of Ukraine are identified and substantiated, and proposals for their implementation are developed.

Keywords: transport system, systems' synthesis, efficiency, complex optimization, mathematical model, energy efficiency, environmental friendliness, productivity, speed performance.