

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Красноштан Олександр Михайлович

УДК 656.078

ДИСЕРТАЦІЯ
НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ІННОВАЦІЙНОГО
РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ КРАЇНИ

Спеціальність 05.22.01 – транспортні системи

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів
мають посилання на відповідне джерело

_____ О. М. Красноштан

Науковий консультант:

Біліченко Віктор Вікторович

доктор технічних наук, професор

Ідентичність усіх примірників дисертації засвідчую

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

Д26.059.02 _____ О. Ю. Усиченко

Вінниця - 2023

АНОТАЦІЯ

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

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.01 «транспортні системи». – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2023.

Дисертаційна робота присвячена розробці наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни 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 по 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 нижчевказаних 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 сформулювати 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 транспортних систем системи 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 транспортних систем. 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 транспортних систем. Виділено 9 ієрархічних рівнів. Розроблено алгоритм визначення цільових параметрів оцінювання ефективності транспортних систем та їх функціональних елементів залежно від рівня їх технізації за низкою критеріїв стосовно механічних (динамічних, статичних, кінематичних), техніко-економічних й екологічних властивостей та за комплексними критеріями оцінювання ефективності системи.

Розроблено новий метод оптимізаційного синтезу інноваційних транспортних систем з урахуванням виявлених законів і закономірностей їх

розвитку. Забезпечено методологічну основу використання методу спрямованого синтезу складних систем в напрямку створення інноваційних транспортних систем.

Забезпечено синтез комплексно оптимізованих елементів інноваційних транспортних систем наземного транспорту та проведено порівняльні дослідження їх ефективності та якості.

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

Ключові слова: транспортні системи, інноваційний розвиток, стратегія розвитку, синтез систем, ефективність, комплексна оптимізація, математична модель, енергоефективність, екологічність, продуктивність, швидкодія.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації, в яких опубліковані основні результати дисертації та належать до видань, що індексуються у Scopus і Web of Science.

1. 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 методику оцінки ефективності розвитку та впровадження інновацій.

2. Mykhailichenko M., Lozhachevska O., Smagin V., **Krasnoshtan O.**, Zoskior 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.

3. Kompanets K., Lytvyshko 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. 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.

4. 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.

5. 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.

Публікації, в яких опубліковані основні результати дисертації та які належать до наукових фахових видань України

6. Тернюк М.Е., Федченко В.В., Гладкая Н.М., Красноштан О.М. Прогнозування структурних характеристик та дослідження закономірностей розвитку транспортних систем. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2011. №6. С. 151-155. URL: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2011_6/40ter.pdf [рос. мовою]

Особистий внесок автора: *визначено процедуру прогнозування структурних характеристик транспортних систем.*

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

8. 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_qCAxXuXvEDHdGVAE0QFnoECA YQAg&usg=AOvVaw177J7quvIjYIDJpHA13EuP

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

9. 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.*

10. **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.*

11. **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.*

12. Красноштан О.М. Публічно-приватне партнерство як інструмент фінансування розвитку транспортних систем. *Вісник ОНУ ім. І.І. Мечнікова. Економіка.* 2013. Т.18. Вип. 3/2. С. 57-59. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu_econ_2013_18_3%282%29__16

13. **Красноштан О.М.,** Шпильовий І.Ф. Використання єдиного квитка під час проведення масових заходів як інструмент оптимізації функціонування громадського транспорту. *Управління проєктами, 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 пролошення та технічні вимоги до функціонування єдиного квитка під час проведення масових заходів.*

14. 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.

15. 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_EDHdE9B8oQFnoECAkQAQg&usg=AOvVaw2uUu3GkFy_w8JUI2RoiNf3

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

16. Кимпуш 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.

17. 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

18. 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.*

19. 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

20. 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.*

21. 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.*

22. 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.*

23. 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.*

24. 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.*

25. 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*

26. 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.*

27. Мельник Т.С., **Красноштан О.М.**, Христофор О.В. Розвиток залізничного приміського сполучення як ключового елементу 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.*

28. 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

29. 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

30. 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.

31. 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/iksz.v27i4.271466>

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

32. 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

33. 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*.

34. 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*.

35. 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*.

36. 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*.

Монографії

37. Красноштан О. Інновації на залізничному транспорті: стан, проблеми, перспективи. *Інноваційний розвиток транспортного комплексу* : монографія / за заг. ред. О.М. Ложачевської. Київ : Міленіум, 2021. 210 ISBN 978-966-8063-77-4 . с. 109-130.

38. 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. ISBN 978-83-965554-2-7

39. 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.*

Авторські свідоцтва та патенти на корисну модель

40. ТС з модифікованим водним простором. Семенов В.П., Гладка Н. М., Ріпницький І. О., Гладких Ю. В., Красноштан О. М., Тернюк М. Е. №96659 від 10.02.2015.

41. Аероінформаційний мобільний комплекс автоТС. Красноштан О. М., Семенов В. П., Гладких Ю. В., Тернюк М. Е., Омелян І. В., Гладка Н. М., Перерва М. В. №96658 від 10.02.2015.

42. Спосіб екстреного гальмування транспортного засобу на повітряній подушці. Авілов А.І., Федченко В.В., Красноштан О.М., Гладка Н.М., Тернюк М.Е., Семенов В.П. №96657 від 10.02.2015.

Публікації, які засвідчують апробацію дисертації

43. **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.*

44. **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.*

45. **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.*

46. **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.

47. **Красноштан О.М.** Забезпечення підготовки кадрів для організації нових видів пасажирського сполучення. *Проблемы подготовки профессиональных кадров по логистике в условиях глобальной конкурентной среды*. XII МНПК. 23-24 октября 2014 г., Киев. С. 141-142.

48. 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.

49. 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.

50. 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.

51. 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.

52. 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>

53. 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>

54. 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/>

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

56. 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

57. 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>
58. 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
59. 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.
60. 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>
61. 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>
62. 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

63. 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 «ДержавтотрансНДІпроект». С. 334-339.

<https://insat.org.ua/files/other/news/141223/pereviznyk.pdf>

64. 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>

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

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

67. 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/>

68. 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>

69. 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>

70. 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>

71. 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/>

ABSTRACT

Krasnoshtan O.M. Scientific principles of forming a strategy for the innovative development of the country's transport system. - *Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.*

The thesis for the scholarly degree of the Doctor of Technical Sciences, Specialty 05.22.01 «Transport systems.» – Vinnytsia National Technical University, , 2023.

The thesis is devoted to the development of the scientific foundations of the formation of a strategy for the innovative development of the country's transport system of technical and technological development, taking into account the existing and promising global level of knowledge. The approaches, methods, models, and algorithms proposed in the scientific work allow synthesizing new structures of innovative transport systems in order to achieve target indicators for all the main characteristics of the functioning of such systems: traffic and transportation safety, productivity, speed and speed, energy efficiency, and environmental friendliness at all stages of the life cycle and in operating conditions.

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

The development of technology, the transition to new levels of mechanization, and entry into new levels of hierarchical structures of transport systems opens new horizons for increasing the parameters of the functioning of modern transport systems. Complex optimization of technical and operational indicators of transport systems can be achieved exclusively due to the continuous development of structures and parameters of all subsystems (rolling stock, infrastructure, management system) and functions: main, supply, and management. All the abovementioned require new complex approaches, which, taking into account the system approach, will make it possible to develop scientific methods and methods of increasing the parameters of transport systems based on the use of technologies and equipment that are on the edge of the world's threshold of knowledge.

A methodology of complex structural and parametric optimization has been developed, which is based on a complex approach, structural and parametric models, enabling to form 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, according to the criteria of safety, productivity, energy efficiency, and environmental friendliness taking into account the conditions of the infrastructure environment.

The main regularities of the innovative development of transport systems were studied and invented. As a result, it allows the analysis of existing structures and the formation of new structures of transport systems, which are considered ways of increasing efficiency criteria with improved designs of the main functional elements.

A method of determining the level of transport systems mechanization of the system and its functional elements is proposed, which takes into account the level of development of options for implementing the main morphological features of the system and its subsystems.

Concrete dependencies providing solutions to complex optimization problems of the structure and parameters of innovative transport systems have been established. Their utilization will make it possible to abandon the usage of partially optimized solutions in favor of comprehensively optimized ones, ensuring a transition to a new level of development.

Hierarchical structures of innovative transport systems are defined. There are nine hierarchical levels. An algorithm for determining the target parameters for evaluating the efficiency of the transport system and its functional elements depending on the level of its mechanization according to separate criteria of dynamic, economic, and ecological properties and integral criteria for evaluating operational efficiency was developed.

A new method of optimization synthesis of innovative transport systems, taking into account the discovered laws and regularities of the development of transport systems, has been offered. The methodological basis for using the directed synthesis of complex systems to create innovative transport systems is provided.

The synthesis of comprehensively optimized innovative transport systems of land transport and to carry out comparative studies of their efficiency and quality is ensured.

According to the results, the main optimal directions for the strategic development of Ukraine's innovative transport system were determined and substantiated, and proposals for their implementation were developed.

Keywords: transport systems, synthesis of systems, efficiency, complex optimization, mathematical model, energy efficiency, environmental friendliness, productivity, speed of reaction.

LIST OF PUBLISHED PAPERS ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION

Publications in which the main results of the dissertation are published and belong to the publications indexed in Scopus and Web of Science.

1. 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 методику оцінки ефективності розвитку та впровадження інновацій.

2. Mykhailichenko M., Lozhachevska O., Smagin V., **Krasnoshtan O.**, Zoskior 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.

3. Kompanets K., Lytvysko 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. 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.*

4. 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.*

5. 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.*

Scientific professional publications of Ukraine in which the main results of the dissertation are published

6. Красноштан О.М. Проектний підхід до організації транспортного обслуговування масових заходів. *Управління проєктами, системний аналіз і*

логістика. *Технічна серія*. 2013. Вип. 11. С. 28-35. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2013_11_6

7. **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_qCAxXuXvEDHdGVAE0QFnoECA YQAg&usg=AOvVaw177J7quvIjYIDJpHA13EuP

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

8. **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_qCA xXTVfEDHav_CEkQFnoECAAQAg&usg=AOvVaw32VRhS8lXpDuP VUGcHOvhm

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

9. **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.*

10. **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.*

11. Красноштан О.М. Публічно-приватне партнерство як інструмент фінансування розвитку транспортних систем. Вісник ОНУ ім. І.І. Мечнікова. Економіка. 2013. Т.18. Вип. 3/2. С. 57-59. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu_econ_2013_18_3%282%29_16

12. **Красноштан О.М.,** Шпильовий І.Ф. Використання єдиного квитка під час проведення масових заходів як інструмент оптимізації функціонування громадського транспорту. Управління проєктами, 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 проложення та технічні вимоги до функціонування єдиного квитка під час проведення масових заходів.*

13. 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.*

14. 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_w8JUI2RoiNf3

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

15. Кимпуш 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.

16. 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

17. 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.

18. 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_f

[ile_name%3DPDF/au_2015_5_9.pdf&ved=2ahUKewjS3PLVwPqCAxWRQ_EDHULsBOMQFnoECAMQAg&usg=AOvVaw1-Au-sjbqEMX0uZezt5zOa](#)

19. 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.*

20. 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.*

21. 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.*

22. 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.*

23. 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.*

24. 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*

25. 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.*

26. Мельник Т.С., **Красноштан О.М.**, Христофор О.В. Розвиток залізничного приміського сполучення як ключового елементу 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.*

27. 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

28. 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

29. 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.

30. 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.*

31. 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

32. 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.*

33. 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.

34. 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.

35. 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.

Monographs

36. Красноштан О. Інновації на залізничному транспорті: стан, проблеми, перспективи. *Інноваційний розвиток транспортного комплексу* : монографія / за заг. ред. О.М. Ложачевської. Київ : Міленіум, 2021. 210 с. ISBN 978-966-8063-77-4. с. 109-130.

37. 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. ISBN 978-83-965554-2-7

38. 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.*

Author's certificates and patents for the utility model.

39. ТС з модифікованим водним простором. Семенов В.П., Гладка Н. М., Ріпницький І. О., Гладких Ю. В., Красноштан О. М., Тернюк М. Е. №96659 від 10.02.2015.

40. Аероінформаційний мобільний комплекс автоТС. Красноштан О. М., Семенов В. П., Гладких Ю. В., Тернюк М. Е., Омелян І. В., Гладка Н. М., Перерва М. В. №96658 від 10.02.2015.

41. Спосіб екстреного гальмування транспортного засобу на повітряній подушці. Авілов А.І., Федченко В.В., Красноштан О.М., Гладка Н.М., Тернюк М.Е., Семенов В.П. №96657 від 10.02.2015.

Publications certifying the approbation of the dissertation

42. **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.*

43. 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.*

44. **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.*

45. **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.*

46. **Красноштан О.М.** Забезпечення підготовки кадрів для організації нових видів пасажирського сполучення. *Проблемы подготовки профессиональных кадров по логистике в условиях глобальной конкурентной среды.* XII МНПК. 23-24 октября 2014 г., Киев. С. 141-142.

47. 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.*

48. 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.

49. 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.

50. 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.

51. 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>

52. 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-tehnicna-konferencija-energoefektivnist-na-transporti-eet-2020>

53. 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/>

54. 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-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції. 14-15 квітня 2021 р., Вінниця : ВНТУ. С. 155-159. <https://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2021.pdf>

55. 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

56. 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>

57. 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

58. 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.

59. 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>

60. 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>

61. 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

62. 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>

63. 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>

64. 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/>

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

66. 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/>

67. 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>

68. 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>

69. 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>

70. 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/>

ЗМІСТ

ВСТУП	41
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ	50
1.1 Системноутворювальні особливості функціонування транспортної системи країни	50
1.2 Інновації в транспортних системах: сутність, класифікація та механізми реалізації	76
1.3 Принципи формування стратегії інноваційного розвитку транспортних систем	92
1.4 Дослідження інтелектуалізації як одного з напрямків інноваційного розвитку транспортних систем	102
Висновки до розділу 1	129
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ КРАЇНИ	131
2.1 Генезис транспортних систем та ретроспективний огляд їх розвитку	131
2.2 Визначення поняття інноваційного розвитку транспортної системи країни	148
2.3 Виявлення та систематизація ієрархії транспортних багаторівневих систем	158
2.4 Системно-мислєдіяльнісний комплекс транспортної системи	171
Висновки до розділу 2	180
РОЗДІЛ 3 МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ	182
3.1 Загальний підхід до дослідження	182
3.2 Закономірності впливу надсистеми і середовища на розвиток транспортної системи	184
3.3 Основні види розвитку інноваційних транспортних систем	189
3.4 Інструментарій інноваційного розвитку транспортних систем	191
3.5. Комплекс показників ефективності та якості транспортної системи	193

Висновки до розділу 3	202
РОЗДІЛ 4 МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЙНОГО СИНТЕЗУ ЕЛЕМЕНТІВ ІННОВАЦІЙНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ	203
4.1 Загальна модель формалізованої постановки задачі комплексного структурно-параметричного оптимізаційного синтезу інноваційної транспортної системи	203
4.2 Загальні положення методу оптимізаційного синтезу інноваційних транспортних систем	212
4.3 Інформаційні інваріанти для пошуку області можливих рішень	214
4.4 Математичне моделювання процесів створення інноваційної транспортної системи надвисокої продуктивності	234
4.5 Побудова загальних моделей інноваційних транспортних систем з елементами штучного інтелекту	252
4.6 Розробка методу комплексної оптимізації інноваційних транспортних систем... ..	276
Висновки до розділу 4	285
РОЗДІЛ 5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНО ОПТИМІЗОВАНИХ ІННОВАЦІЙНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ	287
5.1 Структурний синтез інноваційних елементів системи мультимодальних перевезень з підвищеними параметрами продуктивності та швидкодії	289
5.2 Реалізація інноваційних елементів систем приміських залізничних перевезень	314
5.3 Дослідження результатів функціонування інноваційної транспортної системи для обслуговування масових спортивних заходів	323
Висновки до розділу 5	339
РОЗДІЛ 6 ПРІОРИТЕЗАЦІЯ НАПРЯМІВ СТРАТЕГІЧНОГО ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ ...	340
6.1 Визначення головних завдань інноваційного розвитку транспортної системи України	340
6.2 Інституціональні основи інноваційного розвитку транспортної	

системи країни	345
6.3 Інтелектуалізація транспортної системи України	377
Висновки до розділу 6	388
ВИСНОВКИ	390
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	395
ДОДАТОК А	428
ДОДАТОК Б	439

ВСТУП

Актуальність теми. Транспортна система (ТС) є основою, фундаментом економічного та соціального розвитку країни. За своєю суттю ТС 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.

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

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

Нові підходи до забезпечення функціонування та розвитку ТС мають базуватись на системному підході з використанням методів синтезу, що гарантують відшукання комплексно оптимальних рішень. При цьому необхідно врахувати питання не лише технічної оптимальності, а й економічної доцільності. Останнім часом у світі бурхливого розвитку набули інтелектуальні ТС, які об'єднують фізичні об'єкти, засоби збирання та 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, так і клієнтам. Отже, дослідження таких систем є актуальною задачею.

Усі ці процеси ставлять нові задачі координаційного системного управління розвитком системи та її підсистем і викликають потребу у створенні нових моделей і методів їх розв'язання.

В роботах, що існують, не запропоновано єдиного системного підходу для вирішення задачі спрямованого синтезу ТС країни та її підсистем. Існуючі 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» [1] освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку ТС визначено одним із стратегічних пріоритетних напрямів інноваційної діяльності на 2011–2023 роки.

На підставі аналізу результатів понад 300 досліджень можна з упевненістю стверджувати, що проаналізовані роботи інших авторів стосуються вирішення окремих задач розвитку ТС за окремими напрямками та критеріями, однак не запропоновано єдиного підходу до розробки стратегії розвитку ТС на основі її комплексної структурно-параметричної оптимізації. Тобто, для вирішення цієї проблеми потрібно розробити методологію проведення комплексної структурно-параметричної оптимізації ТС. Відсутність такої методології гальмує науково-технічний прогрес в галузі, збільшує терміни пошуку рішень та їх реалізації, створення нової техніки та технологічних рішень.

Розроблено велику кількість моделей і методів оптимізації ТС за різними критеріями. Водночас недослідженими залишаються (на рівні категорії загального) закони і закономірності розвитку ТС, не здійснено постановку та не визначено методологію вирішення завдання створення стратегії інноваційного розвитку, здійснення структурно-параметричного оптимізаційного синтезу інноваційних ТС 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 ТС.

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

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. 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 проєктний 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 і задачі дослідження. *Метою дисертаційної роботи є розробка наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни із врахуванням 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:

1. провести дослідження системоутворюючих особливостей функціонування транспортної системи країни та факторів, що впливають на процес їх інноваційного розвитку;

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

Об'єктом дослідження є процес інноваційного розвитку ТС країни в умовах світового науково-технічного прогресу та розвитку техносфери.

Предметом дослідження є сукупність моделей і методів формування стратегії інноваційного розвитку ТС країни.

Методи дослідження. Розробка наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку ТС країни ґрунтувалась на методах системного аналізу, які визначили структуру та логічну організацію досліджень і функціональну модель ТС, 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 з використанням основних положень теорії ТС, загальної теорії систем та 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 ТС здійснювалось 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 й емпіричних взаємозв'язків теорії систем, з урахуванням прагнення до їх універсальності.

Контроль адекватності математичних моделей здійснено за допомогою порівняння здобутих 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, які піддано аналізу з використанням відповідних інформаційно-аналітичних засобів.

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

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці методології формування стратегії для комплексного прийняття оптимальних інноваційних рішень для розвитку ТС, зокрема:

Вперше:

– сформульовано концептуальну модель методології формування стратегії інноваційного розвитку ТС, яка ґрунтується на законах будови, функціонування, розвитку, комунікації, управління та перетворення елементів інноваційних ТС, які дозволяють формалізувати постановку задачі їх комплексної структурно-параметричної оптимізації та визначити основні стратегічні пріоритети розвитку, що відкриває можливість забезпечення спрямованого синтезу

елементів та підсистем інноваційних ТС для досягнення заданих показників ефективності та якості;

- розроблено методологічні підходи до оптимізаційного синтезу складових інноваційних ТС з урахуванням виявлених законів і закономірностей розвитку ТС, що дає можливість наблизитись до глобальних екстремумів визначених критеріїв оптимальності;

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

Удосконалено:

- таксономію інновацій в ТС, яка відрізняється від існуючих відповідністю класифікаційних ознак загальним моделям складних систем;

- загальну формалізовану постановку задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних ТС шляхом урахування закономірностей їх прискореного розвитку для забезпечення підвищення їхньої ефективності та якості;

- логіко-математичні залежності для вирішення задачі комплексної оптимізації структури та параметрів інноваційних ТС на основі забезпечення повноти відображення базових атрибутів ТС.

Отримали подальший розвиток:

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

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

- теоретичний апарат системно-мислєдїяльнїсного комплексу ТС.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає у можливості застосуванні 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), Міністерстві фінансів України (довідка про впровадження), АТ «Укрзалізниця» (довідка про впровадження), ДП «ДержавтотрансНДІпроект» (довідка про впровадження), ДП «ДерждорНДІ» (довідка про впровадження), Національній асамблеї людей з інвалідністю так, (довідка про впровадження).

Матеріали роботи використовуються у навчальному процесі у Вінницькому національному технічному університеті (акт впровадження) при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальностями 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології (за видами транспорту)».

Особистий внесок здобувача. Всі наукові положення, розробки і результати, що виносяться на захист, отримані автором самостійно і виконані у Вінницькому національному технічному університеті. Основні результати досліджень, що увійшли до дисертаційної роботи, отримані автором особисто та викладено в роботах [92–103]. Роботи [95, 96, 98–100, 102, 103, 126, 140, 142, 143, 166, 171, 172, 185, 196, 217, 219–221, 224, 225] опубліковані без співавторів. Особистий внесок дисертанта в роботах, опублікованих у співавторстві, полягає в нижченаведеному: розроблено загальну методологію інноваційного розвитку ТС, в основі якої лежать функціональні, інформаційні та математичні моделі ТС [125, 201–203], визначено закономірності розвитку інноваційних ТС [101, 141, 173, 194, 195], сформовано алгоритми спрямованого синтезу інноваційних ТС [165, 198, 205–208, 222, 223], здійснено формалізовану постановку задачі синтезу

ТС та їх функціональних елементів [97, 199, 200, 211–205], розроблено комплекс окремих критеріїв оцінювання показників ефективності функціонування ТС [168–170, 209, 210], отримано закономірності зміни показників ТС залежно від рівня їх технізації [92, 216–218], удосконалено математичні моделі основних процесів розвитку ТС [94, 204, 239].

Апробація результатів дисертації. Основні положення й результати доповідалися та обговорювалися на наукових семінарах кафедри Автомобілі та транспортний менеджмент Вінницького національного технічного університету та кафедри Менеджменту Національного транспортного університету. Також наведені в дисертаційній роботі наукові результати доповідалися й обговорювалися на таких конференціях: 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), «Проблемы подготовки профессиональных кадров по логистике в условиях глобальной конкурентной среды» (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. Основні результати дисертаційної роботи висвітлені у 75 опублікованих наукових працях, зокрема: 3 монографії, 3 авторських свідоцтва, 40 публікацій у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 5 публікацій, що внесені до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science), 29 тез у збірниках доповідей наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 447 сторінок, з них: 348 сторінок основного тексту, 50 таблиць, 88 рисунків, список використаних джерел з 262 найменування та 2 додатки.

РОЗДІЛ І

ТЕОРЕТИКО-НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

1.1 Системноутворювальні особливості функціонування транспортної системи країни

Законом України «Про транспорт» [2] визначено, що транспорт є однією з найважливіших галузей суспільного виробництва і покликаний задовольняти потреби населення та суспільного виробництва в перевезеннях. При цьому визначено, що розвиток і вдосконалення транспорту здійснюється відповідно до державних цільових програм з урахуванням його пріоритету та на основі досягнень науково-технічного прогресу й забезпечується державою.

Місце і роль транспорту у суспільному виробництві визначає потребу його пріоритетного розвитку, державної підтримки в задоволенні його потреб у транспортних засобах, матеріально-технічних і паливно-енергетичних ресурсах.

Відповідно до цього ж Закону, Єдину ТС України становлять:

- транспорт загального користування (залізничний, морський, річковий, автомобільний та авіаційний, а також міський електротранспорт, зокрема метрополітен);
- промисловий залізничний транспорт;
- відомчий транспорт;
- трубопровідний транспорт;
- шляхи сполучення загального користування.

Єдина ТС має відповідати вимогам суспільного виробництва та національної безпеки, мати розгалужену інфраструктуру для надання всього комплексу транспортних послуг, зокрема для складування і технологічної підготовки вантажів до транспортування, забезпечувати зовнішньоекономічні зв'язки України [2].

Важливість ТС для економіки та безпеки країни доводиться тим фактом, що з кінця 80-х років XX сторіччя питання розвитку ТС у США були віднесені до проблем національної безпеки цієї країни. При цьому окремі автори у своїх роботах сходяться до думки, що питання функціонування, управління та розвитку ТС потрібно розглядати з точки зору системного підходу [3–15].

В ході досліджень теоретичних поглядів на суть поняття ТС потрібно наголосити, що її склад визначається технічним рівнем, масштабами, географією, галузевою спеціалізацією та низкою інших факторів, які характеризують її як технічну, територіально-демографічну, соціально-економічну та адміністративно-політичну. Тому багато дослідників вказують на багаторівневу систему ієрархії ТС. Ієрархічний підхід до розгляду поняття ТС дає можливість досягнути її зміст на різних рівнях розвитку та етапах її життєвого циклу. Зазначене виходить з того, що, перш за все, все різноманіття технічних і соціально-економічних відносин, що виникають в ТС, можна розглядати в розрізі кількох рівнів, а, по-друге, добре розвинута та належним чином функціонуюча ТС є необхідною умовою розвитку як держави в цілому, так і окремих регіонів, господарських суб'єктів, суспільства та окремих індивідів.

Обґрунтування наукових підходів дало можливість визначити, що будь-які процеси ТС мають розглядатися з позиції системного підходу. Зазначене дає можливість забезпечити об'єктивність, всесторонність і оптимальність результатів досліджень, а також управлінських рішень, які ухвалюються. Це дозволяє розглядати ТС як єдине ціле, а весь механізм її функціонування та розвитку – у єдності з надсистемними утвореннями: національною економікою, суспільством і глобальною ТС.

ТС є, з одного боку, важливою частиною виробничих ланцюгів національної економіки, а з іншого – важливим елементом забезпечення соціальних потреб суспільства в перевезеннях. Важливо визначити окремі особливості ТС, які принципово відрізняють її від інших виробничих систем:

1. ТС не виробляє матеріальну продукцію, натомість вона є складовою частиною процесу виробництва в межах процесу обігу, забезпечуючи

переміщення в просторі сировини, матеріалів та готової продукції для забезпечення галузей національної економіки, збільшуючи тим самим її вартість на величину транспортних витрат;

2. Перевезення пасажирів і вантажів є результатом функціонування ТС, невіддільно пов'язано з процесом перевезень, що унеможливорює створення запасів чи накопичення. Тому, для забезпечення потреб й уникнення ризиків, замість створення запасів зусилля спрямовуються на створення резервів перевізної та пропускної спроможностей;

3. ТС, в основному, не споживає сировину. При цьому основними вхідними ресурсами є обладнання (машини і механізми), запасні частини, матеріали та енергоносії.

Таким чином, з урахуванням існуючих досліджень в напрямку ТС, можна запропонувати горизонтальну (рис. 1.1) та вертикальну (рис. 1.2) ієрархічні будови.

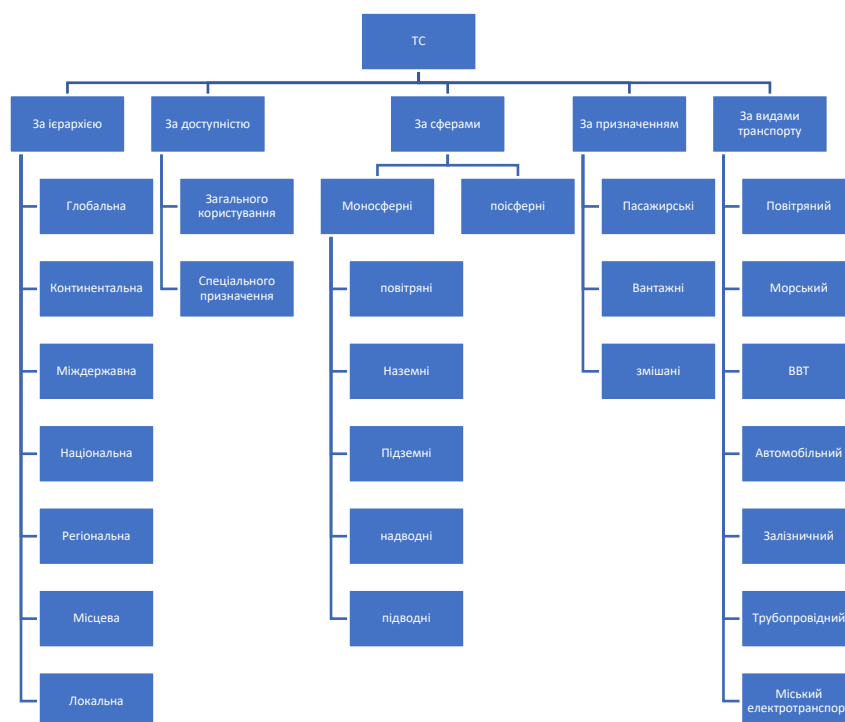


Рисунок 1.1 – Горизонтальна ієрархічна будова ТС

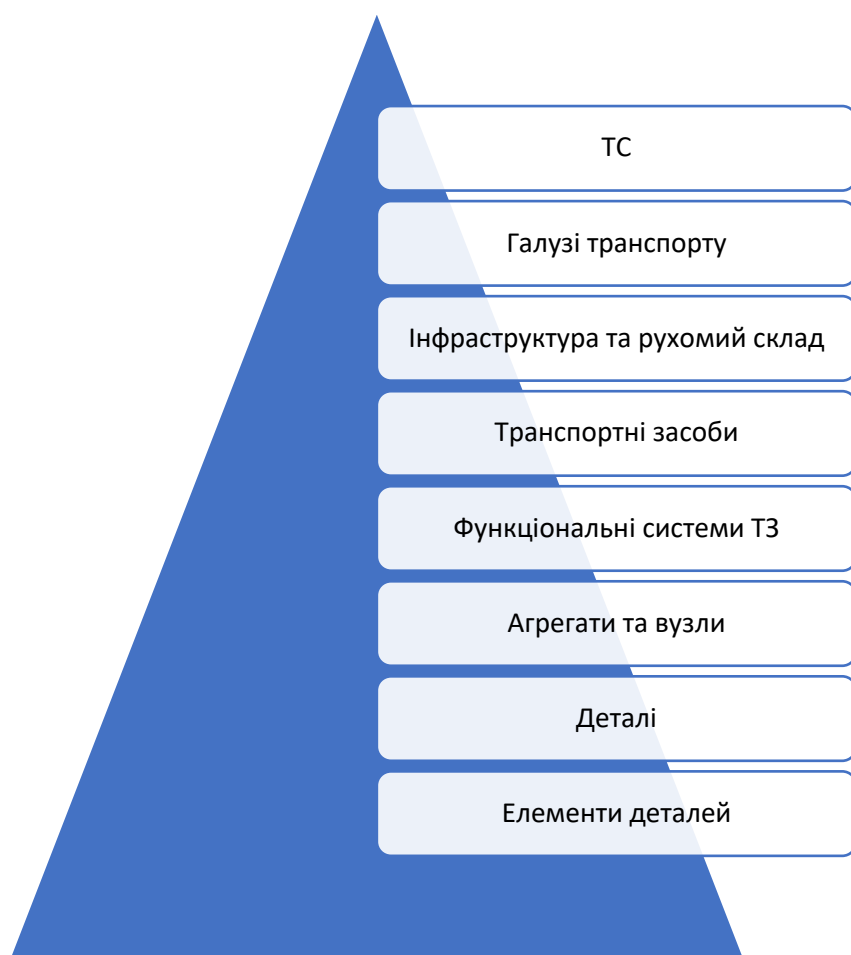


Рисунок 1.2 – Вертикальна ієрархічна будова ТС

Потрібно зауважити, що ТС, зважаючи на її цільові функції, є підсистемою систем більш високого ієрархічного рівня. Так, системами більш високого рівня, з точки зору ТС країни, є: національна економіка, суспільство, глобальна ТС. Урахування цих положень важливо, перш за все, з тієї точки зору, що зазначені утворення генерують основні керувальні умови (потреби) та обмеження, з точки зору розвитку ТС, зокрема інноваційного розвитку. Загалом положення ТС в контексті надсистемних утворень зображено на рис. 1.3.

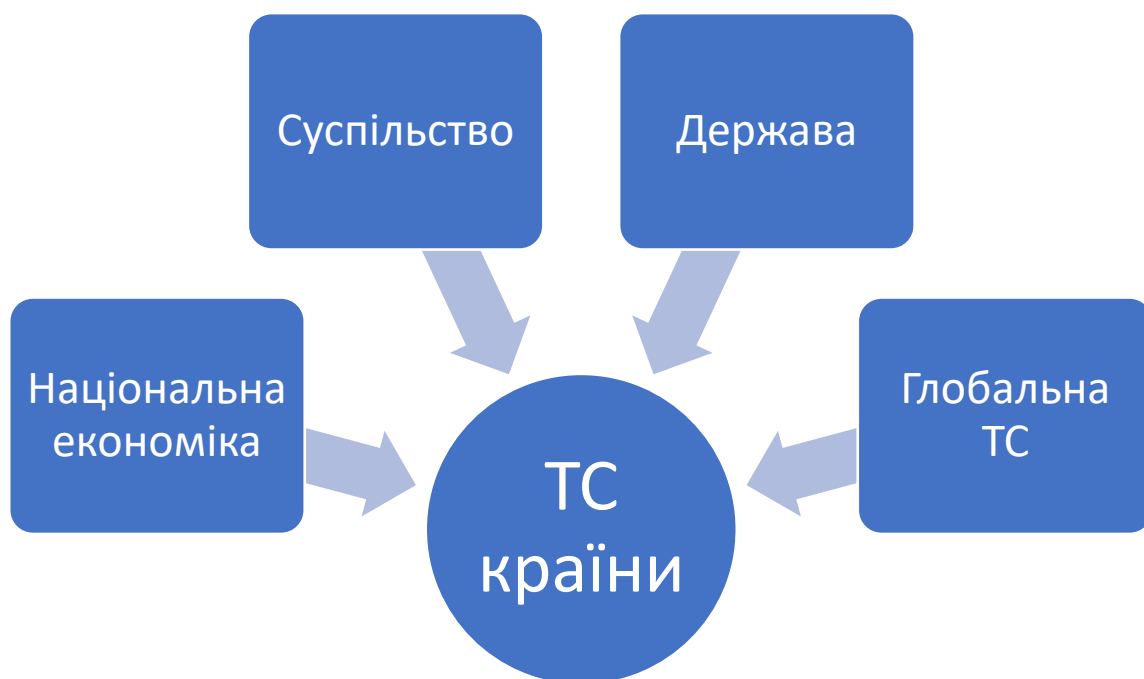


Рисунок 1.3 – ТС країни та її надсистемні утворення

При цьому потрібно врахувати, що взаємозв'язки між ТС і надсистемними рівнями складні й носять двосторонній характер. Для прикладу, національна економіка визначає потреби та обмеження у параметрах функціонування ТС: обсяги перевезень вантажів, технічні умови забезпечення перевезень (строки та способи доставки залежно від номенклатури), економічні обмеження тощо. Водночас, ТС є ключовим споживачем продукції окремих галузей національної економіки: машинобудування, енергетика, нафтохімічна промисловість, промисловість будівельних матеріалів. При цьому для деяких виробників ТС є чи не єдиним споживачем продукції. В цьому випадку саме ТС, залежно від показників функціонування та розвитку, висуває вимоги до продукції: кількість, якість, технічний рівень, технічні параметри тощо. Це розуміння важливо також і з тієї точки зору, що напрямки та потреби інноваційного розвитку ТС створюватимуть нові потреби та вимоги до відповідних виробників промислової продукції транспортного спрямування.

Аналогічна ситуація у взаємодії ТС (системний рівень) з суспільством (надсистемний рівень). Так, ТС є основою забезпечення такого важливого

аспекту життя суспільства, як транспортна мобільність [16]. ТС забезпечує зв'язаність регіонів, свободу пересування громадян, стимулює соціально-економічний розвиток конкретної території як кожного окремого регіону, так і на рівні держави в цілому. Відповідно, з боку суспільства висуваються вимоги щодо параметрів її реалізації: мережа, якісні параметри перевезень, економічні та екологічні умови й обмеження тощо. В той же час, ТС є одним з ключових роботодавців, відповідно, вона висуває вимоги до підготовки та базових кваліфікацій працівників, які лягають в основу низки суспільно важливих напрямків, зокрема, освіти. Тому задача інноваційного розвитку ТС безумовно породжуватиме низку нових вимог у цьому напрямку.

В роботі [17] досліджено розвиток транспортної системи з позиції людиноцентричності. Зокрема, автори пропонують підхід до розвитку транспортної системи, виходячи з потреб людини як найвищої позиції в ієрархії цінностей.

В роботі [18] проведено моделювання розвитку елементів транспортної системи з позицій мінімізації негативного впливу транспортної системи на довколишнє природне середовище. Запропоновано математичні моделі для відповідного визначення впливу.

Окрім того, ТС є значним споживачем продукту НДДКР, задаючи вихідні дані, вимоги для розвитку наукової думки за багатьма напрямками наукової діяльності. Відповідно, інноваційний розвиток ТС породжуватиме нові потреби та вимоги до наукового пошуку за різними напрямками фундаментальних і прикладних наук.

Більшість дослідників у своїх роботах використовують поняття ТС, однак до цього часу не сформульовано єдиної дефініції цього базового поняття, тому варто коротко розглянути існуючі термінологічні означення.

Відоме поняття єдиної ТС розкривається в роботі [16] та формулюється як взаємопов'язана система видів транспорту, що функціонують в країні, при цьому їх функціонування та розвиток планомірно погоджені в часі з метою

максимального задоволення суспільства та національної економіки у перевезеннях за умови мінімально можливих витрат усіх видів ресурсів та часу.

О. М. Ложачевська [19] відносить до складу ТС мережу шляхів всіх видів транспорту, вантажні термінали та станції, склади, матеріально-технічну базу для ремонту та ТО рухомого складу, бази та станції технічного обслуговування, ремонтні заводи та депо, порти та аеропорти, залізничні вокзали та автовокзали, АЗС, рухомий склад тощо.

Потрібно також звернути увагу на розкритий в роботі О. Пікулик [19] поелементний склад об'єктів ТС відповідно до видів перевезень та функцій, що реалізуються. Зокрема, в роботі виділяються окремо елементи та об'єкти, які забезпечують пасажирські перевезення (залізничні та автовокзали, аеропорти, порти, об'єкти дорожнього сервісу), вантажні перевезення (вантажні станції та двори, термінали тощо), в окрему категорію віднесені об'єкти ТО та ремонту.

Таким чином автор вважає, що з урахуванням тріади функцій (цільові, забезпечувальні, управлінські) ТС можна подати у формі функціональних залежностей, викладених в табл. 1.1.

В роботі [14] ТС розглядаються як складні великі динамічні системи, діяльність яких спрямована на перевезення пасажирів і вантажів, найважливішими аспектами їх діяльності є технічні, технологічні, економічні та соціальні. Структура ТС, що складається з множин елементів різної природи зі складними зв'язками, робить проблему організації їх ефективної організації та управління серйозною. Особливої складності цій проблемі додає низка факторів стохастичної природи (політичні, соціально-економічні, метеорологічні тощо), що вимагає відшукування нових інноваційних способів координації та управління системою.

Окрім матеріальних та енергетичних перетворень важливими є інформаційні перетворення в ТС. Ефективність проходження інформаційних потоків в ТС дозволяє в окремих випадках значно підвищити такі важливі показники її функціонування, як продуктивність, швидкість та швидкодія.

Таблиця 1.1 – Складові ТС з точки зору реалізації функцій системи

Група функцій тріади	Функції	Сукупність об'єктів	Конкретизація
1	2	3	4
Основні	Перевезення	Рухомий склад	Сукупність рухомого складу для забезпечення виконання основних функцій
		Інфраструктура	Сукупність об'єктів інфраструктури (шляхи сполучення та споруди)
Забезпечувальні	Матеріальне забезпечення	Сукупність об'єктів підсистеми МТЗ	Склади, АЗК, СТО
	Інженерно-технічне забезпечення	Будівництво та ремонт інфраструктури, рухомого складу, інших об'єктів ТС	Підрозділи та засоби реалізації відповідних функцій
	Інформаційне забезпечення	Суб'єкти інформаційного забезпечення ТС	Засоби інформаційного забезпечення ТС
	Наукове забезпечення	Суб'єкти наукового забезпечення ТС	Науково-дослідні інститути, КБ, ЗВО тощо
	Кадрове забезпечення	Суб'єкти кадрового забезпечення ТС	Заклади освіти, тренінгові центри, програми спеціальної підготовки тощо
	Забезпечення безпеки	Суб'єкти безпекового забезпечення ТС	Органи безпеки руху, органи безпеки перевезень, суб'єкти державної системи безпеки, ВВО тощо
Управлінські	Управління функціонуванням та розвитком	Органи, що формують і реалізують політику в галузі транспорту	ЦОВВ, ОМС тощо
	Управління рухом	Підрозділи управління рухом	Диспетчерський апарат, технічні засоби управління рухом
	Управління перевезеннями	Підрозділи управління рухом	Диспетчерський апарат, технічні засоби управління перевезеннями
	Регуляторна діяльність	Структури, що реалізують регуляторну функцію	Національні комісії

Інформація і процес її обробки та прийняття рішень відіграє надзвичайно важливу роль в організації ефективної взаємодії видів транспорту. За думкою автора роботи [10] імплементація логістичних принципів вимагає реалізації

системи електронного документообігу на базі єдиних стандартизованих принципів.

При розгляді ТС вдаються до застосування таких загальноприйнятих категорій (що забезпечують характеристику ТС), як об'єми перевезень, часові параметри (строки та швидкість доставки), доступність, надійність, економічність, екологічність тощо. При цьому варто наголосити, що сукупність та окремі дефініції є суцільно індивідуальними для кожного виду транспорту, що часом ускладнює процес досліджень в напрямку інтеграції ТС різних видів транспорту.

Потрібно зазначити, що переважна більшість проаналізованих робіт [5, 8, 20, 21] спрямована на вирішення окремих задач для лише одного виду транспорту. Однак недослідженим залишається питання комплексного розвитку ТС за умови збалансованого розвитку всіх видів транспорту.

В роботі [22] зроблено аналіз основних закономірностей функціонування і розвитку ТС.

1. *Закономірність цілісності*, яка пов'язана з метою функціонування ТС. Конкретизація цього положення полягає в тому, що властивості системи як єдиного цілого не є простою сукупністю властивостей її елементів. При цьому характеристики елементів системи впливають на її властивості в цілому. Тому удосконалення ТС потрібно забезпечити через вплив на властивості її елементів. Елементи, об'єднані в систему, як правило, втрачають частину своїх властивостей, при цьому, їх об'єднання в систему надає їм нових властивостей.

2. *Закономірності цілепокладання* полягають в тому, що формулювання цілей системи залежить від уявлення про ціль, а формулювання цілі – від стадії пізнання об'єкта в часі. Більш того, цілі залежать від зовнішніх (надсистемних) факторів. Формулювання загальної цілі вимагає структуризації цілей нижчого порядку.

3. *Закономірність історичності* полягає у необхідності розгляду системи в межах її життєвого циклу.

4. *Закономірність комунікативності* – це врахування залежностей системи з надсистемним середовищем.

5. *Закономірність потенційної ефективності*, яка пояснює можливість функціонування системи, говорить про необхідність відшукування кількісних інтерпретацій граничних законів зміни основних властивостей системи, які, в свою чергу, допомагають отримати кількісні оцінки «здійсненності» системи та граничні показники потенційної ефективності.

Перевізний процес як один із основних суб'єктів ТС реалізується в режимі реального часу, що унеможлиблює (як вже зазначено вище) створення запасів для їх використання в разі раптового чи планомірного зростання попиту на перевезення. Це виводить на основні ролі поняття пропускної та перевізної спроможностей та вимагає відшукування раціональних та інноваційних методів управління нею.

З урахуванням висновків дослідження [22], можна виділити такі положення про пропускну спроможність елементів ТС:

- пропускна спроможність елементів ТС характеризує час їх зайнятості;
- оптимізація пропускної спроможності ланки ТС має базуватись на врахуванні комплексу об'єктів;
- пропускна спроможність ланок ТС має стохастичний характер залежно від параметрів потоку;
- пропускна спроможність є динамічною величиною, яка піддається регулюванню за рахунок впливу на параметри складових системи.

Одним із ефективних методів аналізу та управління пропускнуою спроможністю можна визнати метод синтезу моделей, суть якого полягає у використанні комплексу імітаційних та оптимізаційних моделей. З метою досягнення адекватних результатів вирішення задач управління пропускнуою спроможністю елементів ТС загальні моделі потрібно конкретизувати для врахування специфіки відповідних видів транспорту.

Таким чином, як було зазначено вище, ТС України охоплює автомобільний, авіаційний, залізничний, водний і трубопровідний види

транспорту. Більш того, розрізняють міський електричний транспорт та метрополітени; в Україні функціонує три системи метрополітенів: в Києві, Харкові та Дніпрі. Окремо розглядають такий елемент ТС, як промисловий транспорт.

Рівень розвитку транспортної системи країн оцінюється Міжнародним економічним форумом в рейтингу «Інфраструктура». За результатами такої оцінки, яка презентується в рамках Всесвітнього економічного форуму в Давосі, Україна посідає досить непогані позиції. Однак викликає занепокоєння той факт, що впродовж останніх років рейтинг нашої країни дещо знижується: за 4 роки (2022 та 2023 роки не беруться до уваги) Україна втратила 10 позицій (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Позиція України в Глобальному рейтингу за параметром «Інфраструктура» у 2018–2021 рр. [23]

Показник	Роки			
	2018	2019	2020	2021
1	2	3	4	5
Інфраструктура в цілому	68	69	75	78
Транспортна інфраструктура, зокрема:	88	91	91	87
- загальна якість інфраструктури;	75	82	88	88
- якість доріг;	139	132	134	130
- якість залізничної інфраструктури;	25	28	34	37
- якість портової інфраструктури;	107	108	96	93
- якість інфраструктури повітряного транспорту;	99	97	103	92

Причинами погіршення рейтингів нашої країни за окремими позиціями є не лише деградація інфраструктури нашої країни, а й більш динамічний розвиток інших країн. Тим не менш, така тенденція змушує до планування та реалізації заходів щодо покращення цих показників.

За даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури [24], мережа автомобільних доріг загального користування України поділяється

на дороги державного значення – 52,0 тис. км і дороги місцевого значення – 117,6 тис. км. Структура мережі автомобільних доріг загального користування зображена на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Структура мережі автомобільних доріг загального користування

Із загальної протяжності доріг з твердим покриттям дороги з удосконаленими типами покриття (цементобетон, асфальтобетон, чорні шосе) становлять 76,7%, решта – з перехідними типами (білі щебеневі і гравійні, бруківки). Що стосується штучних споруд – то з 16 191 мосту тільки 7 471 відповідають чинним нормам та стандартам, термінового ж ремонту потребують 1 865 мостових переходів.

Залізничний транспорт України забезпечує майже 82% вантажних і 36% пасажирських перевезень, здійснюваних всіма видами транспорту [24].

Експлуатаційна мережа залізниць України складає майже 19,8 тис. км (без урахування окупованих територій, мережа яких на сьогодні не експлуатується), з яких понад 47,2% електрифіковано. За обсягами вантажних перевезень залізниці України займають четверте місце на Євразійському континенті, поступаючись лише залізницям Китаю, росії та Індії. Вантажонапруженість українських залізниць в 3–5 разів перевищує відповідний показник розвинених європейських країн.

Українські залізниці безпосередньо межують і взаємодіють із залізницями Молдови, Польщі, Румунії, Словаччини, Угорщини й забезпечують роботу з 18 міжнародними залізничними переходами, а також обслуговують 18 українських морських портів Чорноморсько-Азовського басейну.

Найбільшим підприємством галузі є Укрзалізниця (Акціонерне товариство «Українська залізниця»), яка здійснює централізоване управління процесом перевезень у внутрішньому та міждержавному сполученнях і регулює виробничо-господарську діяльність залізниць.

Інвентарний парк пасажирських вагонів основних перевезень становить 4,3 тис. одиниць, зокрема робочий парк – 3,1 тис. вагонів. Також в наявності швидкісні електропоїзди «Hyundai» – 10 од.; швидкісні електропоїзди «Тарпан» – 2 од.; міжрегіональні поїзди локомотивної тяги – 2 од. (по 5 пас. вагонів).

Загальний парк вантажних вагонів становить 83,5 тис. одиниць. Із наявного парку вантажних вагонів робочий парк складає 57,7 тис. од. вагонів (без урахування вагонів на окупованих територіях).

Інвентарний парк локомотивів становить 3589 од., з них: електровозів – 1628 од.; тепловозів – 1961 од.

Пропускна спроможність окремих діляниць та напрямків залізниць знаходиться на критичній межі. З метою ліквідації «вузьких місць» на мережі залізниць України, покращення техніко-експлуатаційних можливостей об'єктів інфраструктури необхідно провести їх технічне переоснащення та модернізацію, також і шляхом інноваційного розвитку залізничного транспорту.

Основні проблеми, що потребують вирішення:

- підвищення пропускної спроможності мережі залізниць України;
- оновлення та модернізація основних фондів за рахунок інноваційних елементів;
- ліквідація технічного і технологічного відставання українських залізниць від залізниць європейських країн.

Морський транспортний комплекс є багатофункціональною структурою, що задовольняє потреби національної економіки у транспортному забезпеченні.

Морські порти є складовою частиною транспортної і виробничої інфраструктури держави з огляду на їх розташування на напрямках міжнародних транспортних коридорів. Від ефективності функціонування морських портів, рівня їх технологічного та технічного оснащення, відповідності системи управління та розвитку інфраструктури сучасним міжнародним вимогам залежить конкурентоспроможність вітчизняного транспортного комплексу на світовому ринку. Основними перевагами морської портової галузі України є:

- високий експортний потенціал вантажів чорних металів, вугілля, залізорудного концентрату та зернових;
- наявність потужностей з обробки вантажів;
- вигідне розташування морських портів для забезпечення транзитних вантажопотоків;
- наявність нормативно-правової бази щодо можливості залучення приватних інвестицій для розвитку портової галузі;
- наявність висококваліфікованих спеціалістів портової галузі.

Галузь має один з найпотужніших потенціалів серед провідних країн світу:

- 38 державних підприємств з оборотом близько 10 млрд грн на рік;
- 5000 галузевих суб'єктів господарювання;
- 100 000 моряків – громадян України;
- 1 робоче місце в галузі стимулює створення 4–5 робочих місць в суміжних галузях

На сьогодні портова система України налічує 18 морських портів, 13 з яких знаходяться на континентальній території України, і 5 портів – на тимчасово окупованій території АР Крим, Донецької, Запорізької та Херсонської областей. Загальна потужність континентальних портів та терміналів становить 313,3 млн т.

Завантаженість потужностей українських портів у 2018 році склала 43% (перевалка 135,2 млн т), а у 2019 році – 51% (перевалка 160 млн т). Основний

морський порт річкової логістики – Херсонський морський порт – в 2018 році був завантажений всього на 41%, а у 2019 році – на 51%.

В Україні, як і в усьому світі, нині зростає попит на перевезення внутрішнім водним транспортом. Вантажовласники, насамперед металовиробники і зернотрейдери, в умовах економічної нестабільності, зростання цін на паливо, збільшення випадків перебоїв у роботі залізничного та автомобільного транспорту через конфлікт на сході країни намагаються скоротити транспортні витрати та покращити логістику перевезень.

Річкове судноплавство стає все більш актуальним і затребуваним в Україні. Внутрішній водний транспорт вже в найближчій перспективі може відновити втрачені позиції і скласти серйозну конкуренцію залізничному та автомобільному транспорту.

Перевезення внутрішніми водними шляхами розглядаються Урядом України як вид транспорту, який потрібно розвивати для підтримки української економіки через збільшення кількості транспортних і логістичних альтернатив з метою створення більш ефективної та стійкої логістичної системи. Розвиток річкового транспорту, що забезпечує «зелені» перевезення, може мати значний вплив також на соціальний розвиток та навколишнє середовище України.

Останніми роками обсяг вантажопотоку на внутрішніх водних шляхах (далі – ВВШ) падав, і тільки в 2018 показав позитивний результат, за 2019 рік зріс на 19,1% порівняно з 2018 роком (11,79 млн т вантажів), хоча при тенденції падіння суднопроходів (- 27,16%).

За даними експертних аналітичних досліджень в сфері вантажних перевезень (ЦТС-УРФ, COWI) потенційна вантажна база 12 областей, з території яких вантажі потенційно можуть перевозитись річкою Дніпро, за умови загального зростання економіки країни, складає біля 60 млн т зі зростанням до 80 млн т до 2030 року (за умови переорієнтації перевезень з автодоріг на внутрішній водний транспорт (далі – ВВТ), активізації міжнародної торгівлі та залученні нових вантажів на ВВТ шляхом лібералізації перевезень, що має бути закладено в Законі України «Про внутрішній водний транспорт»). При цьому,

враховуючи, що економіка України тяжіє до експорту, потенційно Дніпром, за умови модернізації шлюзів, перевезення вантажів ВВТ може досягти позначки 45 млн т на рік (30 млн т експорт, 15 млн т імпорт).

Вищезазначена мета та зазначені потенційні потреби ринку вимагають ефективних і технологічно вдосконалених внутрішніх водних шляхів (зокрема модернізації шлюзів) та навігаційних засобів на річках, ефективної сучасної річкової інформаційної служби, утворення багатофункціональних портових хабів, а також наявності сучасного, енергоефективного та екологічного «зеленого» вантажного флоту.

Потрібно зазначити, що річковий транспорт має низку переваг перед автомобільним та залізничним, що створює передумови зміни логістичних маршрутів на користь перевезень ВВТ:

1) вантажопідйомність: 2 баржі та буксир замінюють 250 вантажівок, або 100 залізничних вагонів та 2 локомотиви; можливість перевезень великогабаритних вантажів;

2) економія на ремонті доріг: 1 млн тонн вантажів, перевезених річкою (перенаправлених з наземного транспорту), зменшує витрати на ремонт доріг на суму до 1 млрд грн протягом 4 років;

3) екологічність: сучасний річковий транспорт є найбільш екологічним порівняно з залізничним та автомобільним, що значно підвищує його конкурентоспроможність з огляду на останні тенденції екологізації ЄС та впровадження відповідних стандартів.

Можливості:

- судноплавні річки, дві з яких входять до ТОП-5 найбільших річок Європи;
- 16 річкових портів та терміналів;
- 60 млн тонн пропускної спроможності на рік.

З точки зору суспільних переваг, розвиток річкового транспорту в Україні та входження його в систему мультимодальних перевезень дозволить не тільки знизити енергетичні витрати та скоротити шкідливі викиди в атмосферу, а й

транспортувати товари суднами типу «ріка – море» між великими промисловими центрами країни та чорноморськими портами без додаткового перевантаження. Це допоможе знизити навантаження на автомобільні дороги, сприяючи підвищенню загальної ситуації з безпеки руху.

Загальна довжина судноплавних річок України, які використовуються як водні шляхи, становить 2241 км, з яких Дніпро є найважливішою воднотранспортною магістраллю. Басейн Дніпра займає близько 65 відсотків річкового простору України.

У 1990 році обсяг внутрішніх перевезень річковим транспортом в Україні становив майже 67 млн т на рік, на теперішній час цей показник скоротився до 8 млн тонн.

Для річкового транспорту підходить обслуговування вантажопотоків, для яких важлива не швидкість, а ритмічність доставки, це зерно, пісок, метал, добрива, руда тощо. Саме тому, за нинішніх умов, економічно обґрунтованим в Україні розглядається перевезення річковим транспортом до 25 млн т вантажів (що у 3–4 рази більше, ніж зараз).

Однак на шляху вищевикладених перспектив існує низка проблемних питань, які стримують зростання перевезень внутрішнім водним транспортом України та потребують розв'язання:

1. Недосконала, застаріла, відсутня та нерозвинута публічна інфраструктура (зокрема шлюзи, навігація, габаритно-судовий хід), яка не забезпечує ефективну логістику, зокрема повноцінну участь ВВТ в мультимодальних перевезеннях;
2. Старіння та дефіцит сучасного вантажного та технічного флоту;
3. Відсутність системної кадрової політики та брак кваліфікованого персоналу на внутрішніх водних шляхах;
4. Недосконале законодавство не забезпечує чітке регулювання, створює надлишкове бюрократичне навантаження та не створює привабливого інвестиційного клімату;
5. Відсутність цілісного, системного державного управління галуззю;

6. Неконкурентні умови роботи порівняно з іншими видами транспорту, зокрема надмірне податкове навантаження та відсутність гарантованого бюджетного фінансування;
7. Відсутність чіткого розподілу відповідальності за утримання та розвиток внутрішніх водних шляхів, дублювання функцій органами виконавчої влади. Крім того, річка Дніпро закрита для вільного проходження суден під іноземним прапором без відповідного одноразового дозволу, а також для роботи іноземного флоту між портами України (каботаж) без дозволу на каботажні перевезення.

За інформацією Державної авіаційної служби України [25], у 2021 році пасажирські та вантажні перевезення здійснювали 28 українських авіакомпаній. Пасажирські перевезення здійснювали 16 українських авіакомпаній, водночас майже 93 відсотки загальних обсягів забезпечили чотири провідні вітчизняні авіакомпанії – «Міжнародні авіалінії України», «СкайАп», «Азур Ейр Україна» та «Роза вітрів». Відповідно до затвердженого розкладу руху регулярні польоти до 42 країн світу здійснювали 9 вітчизняних авіаперевізників. Кількість пасажирів, які скористались послугами українських авіакомпаній на міжнародних рейсах упродовж 2021 року, зросла порівняно з попереднім роком вдвічі та досягла 2608,9 тис. осіб. При цьому процент пасажирського завантаження міжнародних регулярних рейсів українських авіакомпаній збільшився на 6,2 відсоткового пункта та склав 75,2%.

Комерційні рейси українських та іноземних авіаперевізників упродовж року обслуговували 19 українських аеропортів та аеродромів. Пасажиропотік у 2021 році склав 16 221 тис. пасажирів, що на 87,2% перевищує результат 2020 року та становить дві третини від аналогічного показника 2019 року. Поштовантажопотоки через аеропорти України зросли на 21,1% та становили 63,2 тис. тонн [25].

Аналіз динаміки основних показників роботи транспорту [26] в напрямку вантажних перевезень (кількість перевезених вантажів та вантажообігу, табл. 1.3 та 1.4) та пасажирських перевезень (кількість перевезених пасажирів та

пасажиروобігу, табл. 1.5 та 1.6) демонструє скорочення обсягів перевезень та транспортної роботи впродовж досліджуваного періоду (2016–2021), що безпосередньо зменшує внесок транспорту у ВВП країни.

Таблиця 1.3 – Динаміка перевезення вантажів різними видами транспорту за період 2016– 2021 рр.

	Обсяги перевезень											
	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	млн т	%	млн т	%	млн т	%	млн т	%	млн т	%	млн т	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Транспорт	1543	100	1582	100	1643	100	1579	100	1641	100	---	--
залізничний	343	22	339	22	322	20	313	20	306	19	314	--
автомобільний	1086	71	1122	71	1206	73	1147	73	1232	75	--	--
- зокрема АТП	123	8	126	8	134	8	190	12	152	9	180	--
водний	7	0	6	0	6	0	6	0	6	0	5	--
Морський	3	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	--
ВВТ	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	3	--
авіаційний	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	--
трубопровідний	107	7	115	7	109	7	113	7	97	6	78	--

Таблиця 1.4 – Динаміка вантажообороту різними видами транспорту за період 2016–2021 рр.

	Вантажооборот, млрд ткм					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7
Транспорт	344,2	364,2	361,3	355,0	313,2	---
залізничний	187,6	191,9	186,3	181,8	175,6	180,4
морський	2,5	2,9	1,8	1,8	1,5	1,6
ВВТ	1,5	1,4	1,6	1,6	1,4	1,4
автомобільний	58,0	62,3	72,1	65,0	65,1	---
зокрема АТП	21,8	23,8	24,0	30,3	27,7	31,7
авіаційний	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Трубопровідний	94,4	105,4	99,2	104,5	69,3	59,2

Таблиця 1.5 – Динаміка перевезення пасажирів різними видами транспорту за період 2016–2021 рр.

	Обсяги перевезення пасажирів, млн пас.					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7
Транспорт	4854	4648	4487	4262	2570	2655
- залізничний	389	165	158	155	68	81
- морський	0	0	0	0	0	0
- річковий	1	1	1	1	0	1
- авіаційний	8	10	12	14	5	9
- автомобільний	2025	2019	1907	1805	1084	1089
МЕТ ¹	2431	2453	2409	2287	1413	1475
- тролейбус	1039	1058	1016	945	579	594
- трамвай	694	676	666	627	423	398
- метрополітен	698	719	727	715	411	483

МЕТ¹ – міський електротранспорт

Таблиця 1.6 – Динаміка пасажирообороту різними видами транспорту за період 2016–2021 рр.

	Пасажирооборот за видами транспорту, млрд пас. км					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7
Транспорт	102,2	99,4	104,4	107,2	49,0	62,7
- залізничний	36,8	28,1	28,7	28,4	10,7	15,7
- морський	0	0	0	0	0	0
- річковий	0	0	0	0	0	0
- авіаційний	15,5	20,4	25,9	30,3	10,1	18,7
- автомобільний	34,6	35,5	34,6	33,9	19,1	18,8
МЕТ ¹						
- тролейбус	5,9	6,0	5,8	5,4	3,5	3,5
- трамвай	4,0	3,9	3,9	3,7	2,5	2,4
- метрополітен	5,4	5,5	5,5	3,1	3,6	3,6

Проведений аналіз статистичних дозволяє виявити низку неагтивних тенденцій, з-поміж яких:

- загальне скорочення обсягів перевезень та виконаної транспортної роботи;
- скорочення абсолютних та відносних показників обсягів перевезень та транспортної роботи заліничного транспорту, який є одним із найбільш ефективних й екологічних видів транспорту [27].

Результати проведеного аналізу додатково свідчать про актуальність обраної теми даного дисертаційного дослідження та вказують на напрямки розвитку, на які потрібно зробити відповідні акценти.

Актуальним питанням в контексті інтеграції України до Європейського Союзу є інтеграція ТС України до європейського транспортного простору. Так, розділом 7 Угоди про асоціацію між Україною та ЄС [28] визначено умови й обмеження інтеграції транспортних систем України та країн ЄС в розрізі різних видів транспорту.

Детальний план розвитку ТС і формування єдиного транспортного простору на теренах ЄС сформовано в Білій книзі ЄС – Транспорт: план розвитку єдиного європейського транспортного простору – на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи [29].

Документ [29] визначає основні напрямки подальшого розвитку транспортної системи ЄС та визначає основні критерії, до яких належать: безпека, екологія (зокрема, нові джерела енергії, зменшення викидів, шумового навантаження тощо), підвищення рівня мобільності, забезпечення доступності транспортної системи, ефективне забезпечення потреб економіки та суспільства в транспортних послугах, розвиток інфраструктури з використанням інноваційних рішень. Зокрема визначені такі цілі:

- покращення показників енергоефективності транспортних засобів всіх видів транспорту;
- розробка та застосування екологічних видів пального та силових установок;

- оптимізація функціонування мультимодальних логістичних схем, зокрема за рахунок ширшого використання видів транспорту, які є більш ресурсоефективними за своєю суттю, там, де інші технологічні інновації можуть бути недостатніми (напр., при перевезеннях вантажів на великі відстані).
- більш ефективне використання транспорту та інфраструктури за рахунок удосконаленого управління перевезеннями й інформаційних систем (напр., ITS, SESAR, ERTMS, SafeSeaNet, RIS7), передових логістичних і ринкових заходів, зокрема повного розвитку 5COM (2010) 2020 6COM (2011) 109 на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи інтегрованого європейського залізничного ринку, зняття обмежень на внутрішні перевезення, скасування завад для каботажу.

В Білій книзі ЄС – Транспорт [29] визначено основні стратегічні пріоритети. Реалізація ініціатив документа вимагає дієвої програми для користувачів та операторів транспорту, швидкого впровадження нових технологій та розвитку відповідної інфраструктури.

- Мета наступного десятиріччя – створити унікальний єдиний європейський транспортний простір шляхом знищення залишкових бар'єрів між видами транспорту та національними системами, спрощення процесу інтеграції та сприяння виникненню міжнародних і мультимодальних операторів. Невідступний контроль за дотримання правил конкуренції на всіх видах транспорту буде доповнювати дії Комісії у цій сфері. Щоб уникнути напруги та диспропорцій, невід'ємною частиною цієї стратегії має стати вищий рівень взаємодії законодавчих вимог соціального характеру у сфері технічної та громадської безпеки, охорони навколишнього середовища, мінімальних стандартів обслуговування та правил користувачів і контролю за їх виконанням.
- Для цієї стратегії принципове значення мають інновації. Наукові дослідження в ЄС мають дотримуватися повного циклу – дослідження,

інновація та впровадження, – який реалізується в комплексний спосіб, роблячи акцент на найбільш перспективних технологіях та поєднуючи всіх зацікавлених учасників. Інновації можуть також відігравати свою роль у стимулюванні більш екологічно сталої організації роботи.

- Зусилля, спрямовані на створення більш конкурентоспроможної та сталої транспортної системи, мають також враховувати необхідні характеристики мережі та обов'язково передбачати відповідні інвестиції, політика ЄС у сфері транспортної інфраструктури вимагає загального бачення та достатніх ресурсів. Транспортні витрати мають відображатися у ціні перевезень без спотворень.

Визначено [29], що технологічні інновації можуть забезпечити швидший та дешевший перехід до більш ефективної й екологічно сталої системи європейського транспорту за рахунок дії на три основні чинники: ефективність транспортних засобів завдяки новим двигунам, матеріалам та конструкції; використання екологічно чистішої енергії завдяки новим видам палива? та силовим установкам; краще використання мережі та більш безпечні операції з огляду на технічну та громадську безпеку завдяки інформаційним і комунікаційним системам. Взаємодія з такими завданнями екологічної безпеки, , як скорочення нафтозалежності, конкурентоспроможність європейської автомобільної галузі, а також переваги для охорони здоров'я, особливо з огляду на покращення якості повітря у містах, створюють для ЄС ситуацію, яка підштовхує направити свої зусилля на прискорення розробки та швидкого впровадження екологічно чистих транспортних засобів.

Політика наукових досліджень та інновацій на транспорті має все більше сприяти, у відповідно узгоджений спосіб, розробці та застосуванню провідних технологій, необхідних для розвитку транспортної системи ЄС до стану сучасної, ефективної та орієнтованої на користувача системи. Щоб забезпечити вищу ефективність, технологічне дослідження потрібно доповнити системним підходом, з урахуванням інфраструктури та регуляторних вимог, координацією численних дійових осіб і масштабними демонстраційними проєктами для

заохочення завоювання ринку. Передбачається [29] розробити стратегію інновацій та впровадження для транспортного сектора, у тісній взаємодії зі стратегічним планом енерготехнологій (SET-план), визначаючи оптимальні інструменти управління та фінансування для забезпечення швидкого впровадження результатів наукових досліджень.

Розвиток транспортних систем країн ЄС регламентується низкою директив і регламентів. В роботі [27] запропоновано перелік директив та регламентів, що чинні в сфері транспорту (табл. 1.7). В процесі інтеграції України до ЄС, наша країна має забезпечити виконання зазначених регуляторних документів.

Таблиця 1.7 – Перелік директив та регламентів ЄС в сфері транспорту

Назва директиви / регламенту ЄС	Ключовий зміст
1	2
Автомобільний транспорт	
Директива Ради № 92/6/ЄЕС від 10 лютого 1992 р.	про встановлення та використання пристроїв обмеження швидкості для певних категорій механічних транспортних засобів у Співтоваристві
Директива Ради 96/53/ЄС від 25 липня 1996 р.	про встановлення для певних автомобільних транспортних засобів максимально дозволених розмірів при національних і міжнародних перевезеннях і максимально дозволеної ваги при міжнародних перевезеннях
Директива № 2009/40/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 6 травня 2009 р.	про перевірки з придатності до експлуатації автомобілів та автопричепів
Директива Ради № 91/439/ЄЕС від 29 липня 1991 р.	про посвідчення водія
Директива № 2008/68/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 24 вересня 2008 р.	про перевезення небезпечних вантажів наземним транспортом
Регламент (ЄС) № 561/2006 Європейського Парламенту та Ради від 15 березня 2006 р.	про гармонізацію відповідного соціального законодавства, що регулює відносини в галузі автомобільного транспорту
Регламент (ЄЕС) № 3821/85 від 20 грудня 1985 р.	про реєструвальні пристрої на автомобільному транспорті
Регламент (ЄС) № 1071/2009 Європейського Парламенту та Ради від 21 жовтня 2009 р.	запроваджує загальні правила стосовно умов допуску до роботи операторів автомобільних перевезень
Директива № 2003/59/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 15 липня 2003 р.	про початкову кваліфікацію і періодичну підготовку водіїв деяких видів автомобільного транспорту для перевезення вантажів або пасажирів

Продовження табл. 1.7

1	2
Залізничний транспорт	
Директива Ради 91/440/ЄЕС від 29 липня 1991 р.	про розвиток залізниць: запровадження незалежності в управлінні та покращання фінансової ситуації; розподіл між управлінням інфраструктурою та транспортними операціями; запровадження ліцензій згідно з умовами
Директива 2001/14/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 26 лютого 2001 р.	про розділення пропускнуої здатності залізничної інфраструктури і стягнення зборів за користування залізничною інфраструктурою
Регламент (ЄС) № 913/2010 Європейського Парламенту та Ради від 22 вересня 2010 р.	стосовно Європейської залізничної мережі для конкурентоспроможності вантажних перевезень.
Директива 2004/49/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 29 квітня 2004 р.	про безпеку залізниць у Співтоваристві
Директива № 2007/59/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 р.	про сертифікацію машиністів локомотивів та поїздів в залізничній системі Співтовариства
Регламент Ради (ЄЕС) № 1192/69 від 26 червня 1969 р.	про спільні правила стандартизації звітності підприємств залізничного транспорту
Директива № 2008/57/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 17 червня 2008 р.	про інтероперабельність залізничної системи в межах Співтовариства
Директива Ради 92/106/ЄЕС від 7 грудня 1992 р.	про встановлення спільних правил для окремих видів комбінованих перевезень вантажів між державами-членами
Регламент Ради (ЄЕС) № 1371/2007 Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 р.	про права та обов'язки пасажирів, які користуються залізничним транспортом
Авіаційний транспорт	
Угоди про спільний авіаційний простір	
Угоди про повітряне сполучення між державами-членами ЄС, доповнені «горизонтальною угодою»	
Морський транспорт	
Директива 2009/15/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 квітня 2009 р.	стосовно загальних правил і стандартів для організацій з інспектування та огляду суден, а також відповідної діяльності морських адміністрацій
Регламент (ЄС) 391/2009 Європейського Парламенту та Ради від 23 квітня 2009 р.	про загальні правила й стандарти для організацій з інспектування суден та огляду суден
Директива № 2009/21/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 квітня 2009 р.	стосовно відповідності вимогам держави прапора
Директива No 2009/16/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 квітня 2009 р.	стосовно контролю державою порту

Продовження табл. 1.7

1	2
Регламент (ЄС) 336/2006 Європейського Парламенту та Ради від 15 лютого 2006 р.	про імплементацію Міжнародного кодексу з управління безпекою в рамках Співтовариства та скасування Регламенту Ради (ЄС) No 3051/95
Регламент (ЄС) № 392/2009 Європейського Парламенту та Ради від 23 квітня 2009 р.	про відповідальність пасажирських перевізників морем у разі морських аварійних подій
Директива № 2002/59/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 27 червня 2002 р.	засновує систему Співтовариства з нагляду за рухом суден і інформування
Директива № 2009/45/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 6 травня 2009 року	стосовно правил та стандартів безпеки для пасажирських суден
Директива Ради 1999/35/ЄС від 29 квітня 1999 р.	про систему обов'язкового огляду для безпечного функціонування регулярних перевезень поромами типу ро-ро та швидкісними пасажирськими суднами
Регламент (ЄС) № 417/2002 Європейського Парламенту та Ради від 18 лютого 2002 р.	про прискорення запровадження вимог про подвійний корпус або еквівалентну конструкцію для нафтоналивних однокорпусних суден
Директива 2001/96/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 4 грудня 2001 р.	встановлює гармонізовані вимоги і процедури безпечного завантаження і розвантаження балкерів
Директива № 2008/106	про мінімальний рівень підготовки моряків
Директива 2000/59/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 27 листопада 2000 р.	про портове обладнання з прийому відходів з суден та залишків вантажу
Директива 2005/65/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 26 жовтня 2005 р.	про посилення безпеки портів
Внутрішній водний транспорт	
Директива Ради № 96/75/ЄС	про системи фрахтування та ціноутворення на національному та міжнародному внутрішньому водному транспорті Співтовариства
Директива Ради № 87/540/ЄЕС	про доступ до перевезення вантажів водними шляхами для національного та міжнародного транспорту і про взаємне визнання дипломів, сертифікатів та інших офіційних посвідчень кваліфікаційного рівня для провадження такої діяльності
Директива № 2006/87/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 12 грудня 2006 р.	встановлює технічні вимоги до суден на внутрішніх водних шляхах

У статті [30] розглянуто проблему управління техно-інноваційним розвитком транспортної технології на автомобільному транспорті як важливої компоненти ресурсно-технологічного і продукто-відтворювального базису

автотранспорту. Автором показано, що на основі цього базису матеріально реалізуються автотранспортні процеси і п'ять відтворювальних функцій автотранспорту в рамках структурно-функціональної організації автотранспортної системи. Представлені наукові визначення і поняття важливих категорій автотранспортної науки: функціональні структури автотранспорту і системи, автотранспортна технологія, техно-інноваційне управління на автотранспорті, процеси автомобільних перевезень і доставки, аксіоми транспортного процесу, принципи техніко-інноваційного розвитку автотранспортної технології та ресурсно-технологічного та продукто-відтворювального базису. Сформульована перспективна і системна концепція високо-технологічного і ресурсозберігаючого відтворення автотранспортних послуг, а також запропонована математична модель цільової функції стратегічного і технологічно-інноваційного управління на автотранспорті.

1.2 Інновації в транспортних системах: сутність, класифікація та механізми реалізації

Інновації є безальтернативним шляхом розвитку для досягнення та утримання параметрів функціонування ТС. Їх реалізація є об'єктивною вимогою сьогодення для ефективного забезпечення потреб громадян, національної економіки та ефективного виходу на світові транспортні ринки. Зазначені цілі визначають основну цінність процесу інноваційного розвитку для ТС. Основною задачею реалізації інноваційних рішень є підвищення якості послуг, а також підвищення таких важливих параметрів ТС, як ефективність, гнучкість, надійність, живучість. Цей комплекс в результаті дозволяє максимізувати рівень забезпечення потреб надсистемного рівня.

Таким чином, «інноваційна транспортна система» – структурний елемент єдиної транспортної системи, що відрізняється застосуванням технічних рішень вищого рівня технізації порівняно з іншими, які використовуються на поточному етапі розвитку транспортних систем.

Поняття «інноваційний розвиток» є комплексним міждисциплінарним поняттям, і для відображення його сутності потрібно розглянути його з множини точок зору різних дисциплін з урахуванням наявного в них інструментарію наукового аналізу. Слово «інноваційний» походить з латинської мови, *in novatio*, перекладається як «запровадження новацій», при цьому дефініція визначає не лише стан, а й процес [31].

Не зважаючи на те, що поняття інновацій в широкий вжиток увійшло відносно недавно, науці воно відомо вже давно, адже введено воно було ще Й. Шумпеттером [32] і розглядалось тоді як новаторське поєднання капіталу і засобів виробництва у п'яти інваріантах:

- новий продукт;
- нова технологія;
- нові ринки;
- нові джерела ресурсів;
- нові промислові структури.

Відповідно до переконань Й. Шумпеттера, інновації були обов'язковою складовою виробничих підприємств.

В основу досліджень Й. Шумпеттера лягли праці видатного українського вченого М. Туган-Барановського [33], який досліджував різні підходи до пояснення циклічного характеру економічного розвитку і дійшов висновку, що попит на капітал залежить від стану технічного прогресу [34]. Відсутність чіткого пояснення причин інтересу підприємців до нових технологій у певні періоди та мотивації залучення нововведень до виробничої діяльності підприємства в механізмі циклічних коливань економічного розвитку спонукала до подальших досліджень, результатом чого стали теорії інноваційних технологічних змін, основу якої заклали Й. Шумпеттер, В. Зомбарт і У. К. Мітчелл. Зазначена теорія базувалася на ключовій ролі підприємця для синтезу та реалізації науково-технічних новинок, націлених на одержання прибутку.

Акцент подальших теорій інновацій поступово зміщувався в напрямку ключової ролі людини та необхідності, у зв'язку з цим, створення мотиваційних

інструментів стимулювання інноваційної діяльності. В цей період американський дослідник П. Друкер виявив та формалізував процес формування інформаційного суспільства, що відбувався одночасно з формуванням інноваційної економіки. Як наслідок – інновації охопили значну частину суспільства, ставши щоденним явищем [35].

На сьогодні відомі фундаментальні дослідження процесу породження та реалізації інновацій в різних галузях, зокрема і на транспорті [36, 37]. Загалом їх можна визначити двома характеристиками: «від ринку» і «до ринку» [38] (рис. 1.5). Одночасно потрібно звернути увагу на той факт, що ТС є масштабним добре зрегульованим утворенням, в якому хоч і присутні та діють ринкові механізми, однак повністю покладатись на ринкове породження інноваційного розвитку неможливо, оскільки цей ринок є досить специфічним.

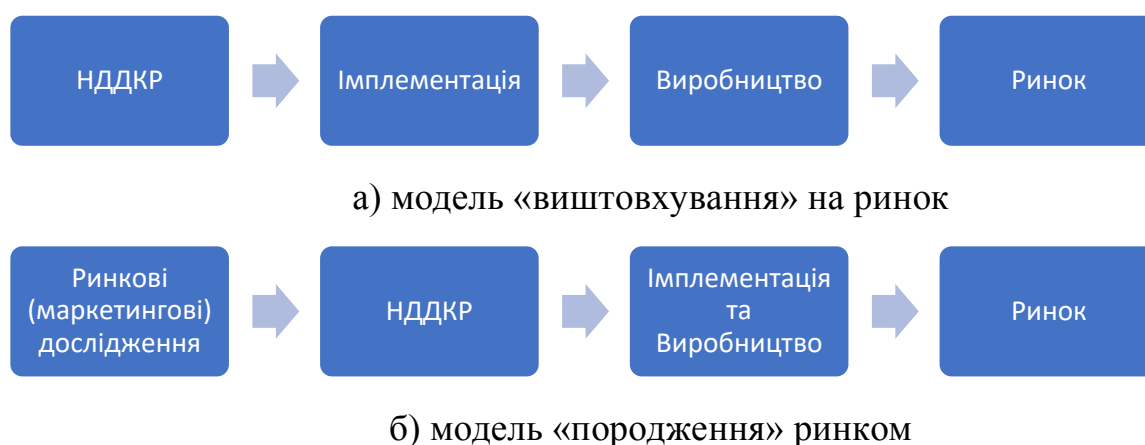


Рисунок 1.5 – Лінійні моделі інноваційного розвитку

Проблемним є і той факт, що впродовж тривалого часу вченими, що проводили дослідження інноваційних процесів, не приділялась достатня увага дослідженню інновацій в сфері послуг, розглядаючи цю сферу лише в контексті забезпечення процесів виробництва. Водночас з розвитком сфери послуг в глобальному контексті, окремі науковці-дослідники почали відповідні дослідження в напрямку вивчення процесів інноваційного розвитку відповідних сфер [40, 41].

Законом України «Про інноваційну діяльність» [41] визначено, що інновації – новостворені (застосовані) і/або вдосконалені – конкурентоспроможні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру істотно поліпшують структуру та якість виробництва і/або соціальної сфери.

Тут же дано означення інноваційної діяльності: діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоспроможних товарів і послуг.

Інноваційна інфраструктура – сукупність підприємств, організацій, установ, їх об'єднань, асоціацій, що надають послуги з забезпечення інноваційної діяльності (фінансові, консалтингові, маркетингові, інформаційно-комунікативні, юридичні, освітні тощо).

Організація економічного співробітництва та розвитку (OECD) досі приділяє недостатньо уваги інноваційному розвитку сфери послуг, водночас наголошує на тому, що цей напрям здобуває все більше визнання з-поміж дослідників процесів інноваційного розвитку [42]. Більш того, особливістю діяльності в сфері послуг є відсутність чітко визначеної межі між процесом і продуктом, оскільки часто процес є водночас продуктом.

Вітчизняна наука має значні напрацювання в напрямку вивчення та систематизації інноваційного розвитку. Найпотужніший вклад зробили дослідники: О. М. Ложачевська [19], Т. В. Гринько [43, 44], О. С. Максимчук [44] та інші. Дослідження інноваційного розвитку в сфері транспорту проводили М. Ф. Дмитриченко [45], В. П. Ільчук [46], Є. М. Сич [47], В. Л. Дикань [48], М. І. Данько [5], О. Ю. Палант [49]. Серед зарубіжних дослідників в цій сфері найбільший внесок зробили К. Ванс, А. Тріго [50], Р. Кумбс [51], Є. Майлз [51, 52], Дж. Сундбо [53], Ф. Галлуа [54], Р. Баррас [55], К. Певвіт [56], Б. Тетер [57].

В останні десятиріччя спостерігаються зміни у поглядах науковців до розгляду інновацій в сфері послуг, що створює поле для подальших предметних досліджень в цьому напрямку та для подальшого формування й розвитку економічної думки у цій сфері. Так, дослідженнями К. Ванса та А. Тріго [50] встановлено факт різного рівня інноваційної активності серед підприємств різних галузей сфери послуг. Відповідно до проведених досліджень, найбільш інноваційно активними є бізнес-послуги, при цьому транспортні підприємства віднесені до категорії з відносно низькою інноваційною активністю. Водночас кожна галузь має власний рівень наукоємності, при цьому вона навіть вища, ніж у промислових підприємств. В цьому контексті слід наголосити, що впровадження інноваційних технологій та рішень в сфері транспорту має перспективи призвести до більш відчутних результатів у зв'язку з масштабом бізнесу та розвиненою мережею користувачів.

В розрізі транспортної галузі також відчутна різниця в рівні наукоємності транспортного процесу. Так, безумовним лідером є авіаційний транспорт, при цьому залізничний транспорт лише починає рух до свого інноваційного розвитку. Також потрібно зазначити, що підприємства, задіяні в перевезеннях пасажирів, часто інноваційні продукти та рішення запроваджують більш динамічно, ніж компанії, що здійснюють вантажні перевезення. Хоча бувають і винятки.

Сьогодні в умовах глибокої інтеграції всіх видів транспорту і ТС різних рівнів заради підвищення ефективності їх спільного функціонування потрібно більш чітко обґрунтувати суть теоретичних положень, якими керується практика в умовах стрімкої глобалізації.

Однією з важливих задач дослідження є розвиток інноваційних транспортних продуктів, техніки, технологій та процесів управління, реалізація яких відкриває нові можливості для [58]:

- зростання ефективності виробництва, обміну та споживання товарів і послуг;
- вирівнювання та гармонізації розвитку різних регіонів світу;

- вирішення демографічних проблем та пом'якшення диспропорцій в розміщенні та рівні життя населення, зокрема завдяки кардинальному збільшенню рівня мобільності;
- вирішення екологічних проблем і мінімізація ризиків для здоров'я та безпеки людей і людства;
- мінімізації енерговитрат на одиницю перевезень й збереження невідновних джерел енергії.

Транспортні послуги мають окремі особливості та значні відмінності від продуктів інших галузей матеріального та нематеріального виробництва, а саме:

1. Діяльність ТС спрямована на переміщення людей і вантажів. Продуктом її діяльності є транспортні послуги, в яких і полягає їх додана вартість;

2. Нематеріальна форма результатів діяльності ТС визначає місце, час, обсяги надання і споживання послуг, при цьому транспортні послуги споживаються під час виробничого процесу;

3. Послуги ТС характеризуються множиною критеріїв, більшість яких притаманна лише цим продуктам;

4. Попит та послуги ТС носять вторинний характер і залежать від надсистемного рівня: продукти і потреби національної та глобальної економіки, а також суспільства. При цьому сама ТС здатна на відтворення попиту;

5. Структура собівартості в межах ТС має свою унікальну будову;

6. Номенклатура послуг ТС носить індивідуальний характер.

На сьогодні кількість наукових праць в напрямку інноваційного розвитку ТС є недостатньою. За даними С. Вагнера [47] в Німеччині впродовж 40 років лише 6 праць було присвячено інноваціям в діяльності транспорту та логістиці. Економічна глобалізація та глобальна конкуренція створили стимули для пошуку нових шляхів оптимізації витрат і підвищення клієнт-орієнтованості, також за рахунок оптимізації логістики, що стала розглядатися як дієвий інструмент досягнення конкурентних переваг. Це породило конкуренцію

всередині ТС, що стало стимулом для переходу до інноваційного розвитку як одного зі складових успіху.

Автори праці [61] за допомогою математичного моделювання провели аналіз статистичних даних транспортно-експедиційних і логістичних підприємств Туреччини, і виявили фактори, які впливають на інновації, а саме:

- відкритість даних та зовнішніх джерел інформації,
- ефективне внутрішнє використання та оброблення інформації,
- витрати на НДДКР,
- кооперація в напрямку розвитку логістичної мережі,
- фінансове забезпечення розвитку,
- ринкова частка,
- величина штату працівників.

Організацією співробітництва та розвитку в Європі (OECD) [42] визначено, що інноваційна діяльність містить наукову, технічну, організаційно-правову, фінансову, маркетингову складові, які задіяні у створенні та реалізації продуктових і процесних інновацій (рис. 1.6). Однією з головних задач інноваційного розвитку ТС є забезпечення задоволення потреб у перевезеннях в умовах загострення дефіциту ресурсів і посилення регуляторних обмежень. З метою більш повного використання ресурсів, інновації мають бути спрямовані на вдосконалення рухомого складу, інфраструктури, забезпечувальних, управлінських підсистем маркетингової діяльності, підсистеми фінансового забезпечення ТС тощо.

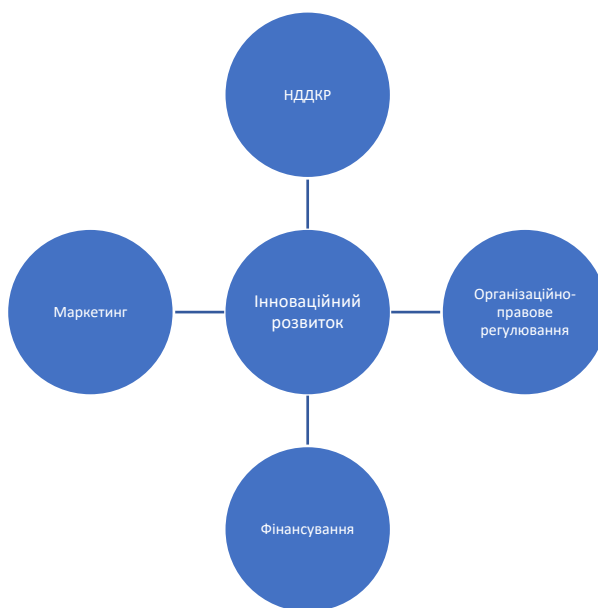


Рисунок 1.6 – Складові процесу інноваційного розвитку ТС

Базуючись на проведеному аналізі існуючих праць та підходів до вивчення явища інноваційного розвитку ТС, вбачається можливим формулювання поняття інноваційного розвитку ТС як комплексу спрямованих дій на запровадження нових технічних засобів, підходів і процесів, що приводять до оптимізації параметрів і результатів діяльності ТС з метою максимізації ефективності реалізації її цільових функцій на всіх етапах життєвого циклу системи.

Розрізняють такі основні типи інновацій:

- технологічні (продуктові і процесні);
- нетехнологічні (маркетингові і організаційні).

З урахуванням особливостей функціонування ТС, окреслених вище, продуктом діяльності ТС є транспортний процес, тому продуктовою інновацією в сфері послуг є імплементація принципово нових послуг, вдосконалення існуючих послуг шляхом підвищення одного або кількох параметрів чи показників ефективності, додавання нових функцій тощо. До процесних інновацій сфери послуг можна віднести розробку і впровадження виробництва й надання послуг.

Продуктові інновації ТС можуть, зокрема, містити принципово нові або значно удосконалені процеси перевезень пасажирів та/або вантажів, що відображається в підвищенні ефективності або розширенні функціонала.

До процесних інновацій ТС можна віднести нові або значно удосконалені процеси, що приводять до підвищення якості та ефективності перевезень, більш повного задоволення умов та обмежень.

Організаційні інновації в ТС – це нові підходи до реалізації організації та управління, спрямовані на оптимізацію реалізації управлінських функцій.

Маркетингові інновації в ТС полягають в удосконаленні функції продажу та популяризації транспортних послуг. Це нові канали продажу, збирання та обліку виручки, інформаційної підтримки користувачів тощо.

Значну увагу приділено класифікації інновацій, в результаті чого запропоновано значну кількість їх типів. Так, першу, з-поміж відомих, класифікацію інновацій запропонував Й. Шумпетер [32], виділивши види інновацій: новий продукт, новий спосіб отримання продукту, новий ринок збуту, нове джерело ресурсів, додатково розділивши інновації на первинні та похідні. Г. Менш в своїй праці [62] визначає три різновиди інновацій: базові, що створюють нові галузі (підсистеми), поліпшувальні і псевдоінновації (що принципово не змінюють рівня технізації виробництва). Близьку до попередньої класифікацію запропонував і К. Фрімен [63].

С. Маєрс та Д. Маркіз [64] запропонували класифікацію інновацій за інтенсивністю, глибиною та масштабністю змін: радикальні, поступові та системні. Саме ця класифікація лягла в основу поділу інновацій на продуктові та процесні. С. Онквисит і Дж. Шо [65] запропонували розгляд інновації з продуктової точки зору та звернули увагу на їх вплив на споживчі звички. Зокрема, запропоновано поділ на безперервні, динамічно безперервні та дискретні інновації.

До первинних інновацій прийнято відносити абсолютно новий продукт з абсолютно новими функціями та параметрами, що приводить до зміни моделей споживання у споживачів.

Оцінюванню рівня інноваційного потенціалу транспортної галузі приділено увагу у роботах [66, 67]. Зокрема, авторами запропоновано математичну модель оцінки інноваційного потенціалу та визначено роль факторів та критеріїв, які впливають на зазначений показник.

Потрібно звернути увагу на запропоновану Ю. Бажалом [68] класифікацію, в якій поряд з продуктовими, технологічними, сировинними, організаційними і маркетинговими інноваціями виділяє ще й інфраструктурні, що особливо цінно з погляду на інноваційний розвиток ТС. Під інфраструктурними розглядаються інновації, що виникають в інфраструктурних галузях: ТС, зв'язок тощо.

П. Завлін зі співавторами визначає класифікаційні ознаки інновацій [69] за:

- застосуванням: управлінські, організаційні, соціальні, промислові;
- науково-технічним рівнем: наукові, технічні, технологічні, конструкторські, виробничі, інформаційні;
- інтенсивністю: вибухові: «бум», слабкі, масові;
- швидкістю реалізації: швидкі, уповільнені, згасальні, наростальні, рівномірні, стрибкоподібні;
- масштабом: трансконтинентальні, транснаціональні, національні, регіональні, локальні;
- очікуваним ефектом: високоефективні, середні, малоефективні;
- спрямованістю: економічні, соціальні, екологічні.

Проведений аналіз класифікації інновацій дозволяє робити спробу інтегральної класифікації інновацій, яка схематично зображена на рис. 1.7.

Турбулентне зовнішнє середовище впливає на поточний стан ТС України. Різноманітні фактори зовнішнього середовища можуть мати як негативний, так і позитивний (стимулювальний) вплив на інноваційні процеси розвитку. Розвиток ТС безпосередньо залежить від інновацій та їх підтримки з боку держави. З іншого боку, інновації залежать від ефективних логістичних потоків і збалансованого розвитку транспортних вузлів. У такому розумінні постає

важливість своєчасного оцінювання інновацій у ТС, що дозволить своєчасно діагностувати потреби та проблеми цього сектора економіки.

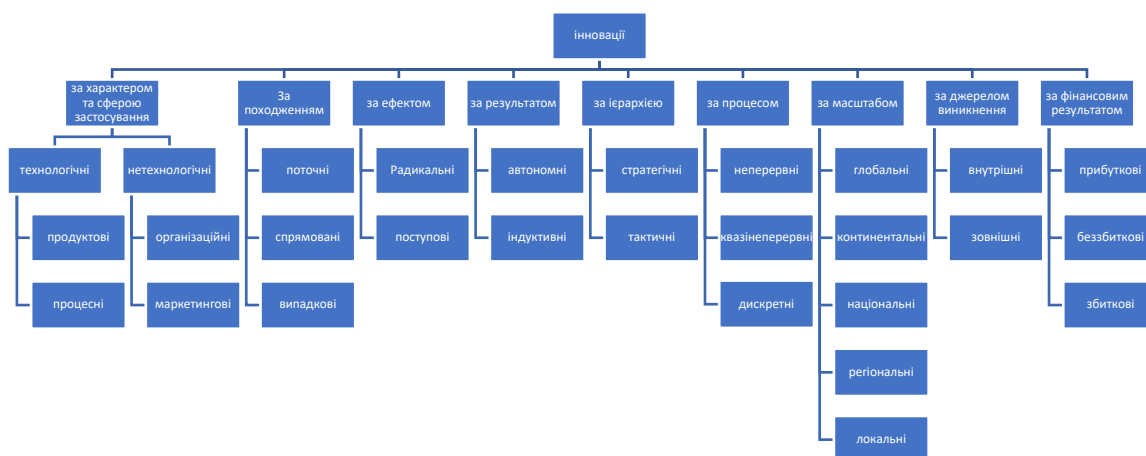


Рисунок 1.7 – Інтегральна класифікація інновацій

Крім того, така діагностика дозволить зменшити негативний вплив зовнішнього середовища на транспортні процеси. В роботі [70] запропоновано методологію оцінювання ефективності управління технологічними інноваціями в ТС.

Запропонованою методологією передбачено визначення критеріїв (індикаторів) оцінювання технологічного менеджменту в ТС, а саме:

- частка інноваційно активних операторів у їх загальній кількості;
- частка операторів, які впровадили інновації, у загальній їх кількості;
- кількість впроваджених видів інноваційних продуктів, які можуть бути використані в ТС;
- кількість впроваджених інноваційних продуктів, які є новими для ТС;
- кількість впроваджених нових машин і обладнання, які можна використовувати в ТС;
- частка реалізованого інноваційного продукту в загальному обсязі.

Динаміка цих показників характеризується частою зміною періодів зростання та спаду. Іншою особливістю є значний розрив між максимальними та

мінімальними значеннями цих показників протягом обраного ретроспективного періоду. Тому для прогнозування динаміки цих показників запропоновано використовувати адаптивні методи, параметри яких змінюються залежно від зміни реальних значень показника в ретроспективному періоді. Для комплексного оцінювання технологічного менеджменту інновацій у ТС запропоновано інтегральне оцінювання, що об'єднує всі розглянуті показники.

На основі аналізу стану інноваційного розвитку ТС зроблено висновок про потребу активізації державної підтримки інновацій у ТС, оскільки такий підхід є безальтернативним для забезпечення належного розвитку технологій в ТС. Запропонована методологія дозволить публічним менеджерам в сфері транспорту та інфраструктури аналізувати стан технологічного менеджменту та інновацій у ТС.

Пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні визначені законодавством. Так, Законом України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності» [71] серед стратегічних напрямів інноваційної діяльності в Україні на 2011–2023 роки визначено освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку ТС.

ТС є фундаментом національної економіки, виконуючи роль забезпечувальної системи виробничої та соціальної інфраструктури. Від її функціонування залежить нормальна робота та розвиток всіх галузей економіки, а також якість життя населення та реалізація прав людей на вільне переміщення, яке є одним із фундаментальних прав. Водночас, ТС є одним з найбільших (а для багатьох підприємств – єдиним) споживачем продукції та послуг важливих галузей промисловості. Головна мета ТС – своєчасне, безпечне та якісне задоволення потреб суспільства і національної економіки в перевезеннях пасажирів і вантажів, захист економічних інтересів й забезпечення безпеки країни [2].

Інноваційні рішення все більше наповнюють ТС, в основному на рівні забезпечувальних та управлінських функцій: взаємопов'язаних систем забезпечення, систем відслідковування та управління маршрутами перевезень,

систем збирання та обліку виручки, радіочастотних ідентифікаторів, нових видів та джерел енергії тощо.

Постійний пошук і запровадження інноваційних рішень робить неможливим формування вичерпного переліку інновацій, що мають місце в ТС. Окрім того, часто виникають складнощі з прийняттям рішення про віднесення певної технології чи розробки до категорії інновації в розумінні класифікації OECD [42], також із визначенням типу інновацій. Це пов'язано з особливістю будови та функцій ТС: основним атрибутом послуг є нематеріальність, окрім того присутній певний ступінь взаємного проникнення певних видів інновацій. Більш того, імплементація одних інноваційних рішень часто тягне за собою необхідність впровадження інших, пов'язаних рішень, що значно ускладнює задачу відшукування меж між інноваціями.

Комплексним параметром оцінювання спроможності галузі до інноваційного розвитку прийнято вважати інноваційний потенціал [60], який слугує свого роду концептуальним відображенням спроможності до генерування та імплементації інновацій. Беручи до уваги значущість розвитку інноваційного потенціалу для ТС, постає питання дослідження проблеми його сутності, формування та управління не лише з точки зору економіки та управління, а й з позиції технічного розвитку ТС як складної великої людино-технічної системи.

Дослідниками [72] визначено низку основних підходів до визначення інноваційного потенціалу галузі (рис. 1.8).

Важливими з точки зору формування інноваційного потенціалу ТС, є ресурсні та технічні складові, які носять, в основному, нематеріальний характер: інформаційно-знаннява, науково-технічна, кадрова, організаційно-управлінська, маркетингова, ринкова компоненти. Сукупність цих компонент доцільно об'єднати в категорію інтелектуального потенціалу галузі, що містить в собі накопичені знання, досвід, навички, наявні резерви для накопичення та використання інтелектуальної власності, які в сукупності створюють передумови для інноваційного розвитку ТС.



Рисунок 1.8 – Підходи до визначення інноваційного потенціалу ТС

Важливим, з точки зору забезпечення інноваційного розвитку ТС, є інтелектуальний капітал, який можна умовно поділити на три складові: людський капітал, організаційний капітал та реляційний (соціальний) капітал. *Людський капітал* характеризує належне кадрове забезпечення інноваційного розвитку ТС. *Організаційний капітал* ТС охоплює інформаційні системи, інтелектуальну власність, інструкції, положення, а також належним чином організовану систему стимулювання породження інновацій та ефективного управління їх реалізацією. *Реляційний капітал* ТС формується на основі побудови системи відносин між операторами ринку, державними органами, науковими установами, закладами освіти, громадськими організаціями тощо.

Інноваційний потенціал ТС тісно пов'язаний з ресурсною базою, потрібною для інноваційної діяльності, і є запорукою інноваційного розвитку системи. Таким чином, інноваційний потенціал ТС складають ресурси і система їх використання з метою створення нових чи значно удосконалених продуктів і процесів. Результатом реалізації інноваційного потенціалу ТС мають вважатись кількісні і якісні інноваційні зміни, які є цільовою характеристикою

інноваційного потенціалу, оскільки відображають кінцевий результат використання наявних ресурсів.

Таким чином, інноваційний потенціал ТС формується під впливом наявних матеріальних і фінансових ресурсів, інтелектуального капіталу, відображає вже досягнутий рівень інноваційних результатів й характеризує потенційну спроможність ТС до інноваційного розвитку за рахунок реалізації досяжних для нього інноваційних рішень.

Важливим питанням є кількісне оцінювання інноваційного потенціалу ТС. Вітчизняні та зарубіжні джерела наукової літератури та періодики містять достатню кількість методик та підходів до оцінювання інноваційного потенціалу галузей економіки. Однак більшість з них стосується оцінювання в промисловості та на рівні підприємств, що обмежує безпосереднє їх використання для оцінювання ТС в цілому через особливості інноваційної діяльності в ТС, описані вище.

Досить розповсюдженим та популярним серед науковців є підхід до оцінювання інноваційного потенціалу галузі шляхом розрахунку узагальненого інтегрального показника, базуючись на основі інтегральних оцінок його складових з використанням вагових коефіцієнтів [72]:

$$I_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} q_j \quad (1.1)$$

де I_i – інтегральна оцінка i -ї складової інноваційного потенціалу галузі;
 a_{ij} - значення j -го показника i -ї складової інноваційного потенціалу галузі;
 q_j – ваговий коефіцієнт j -го показника;
 m – кількість показників i -ї складової.

В роботі [73] запропонована модель, яка, окрім поточного значення інноваційного потенціалу, дозволяє оцінювати зміни цього інтегрального показника в часі, що відкриває шлях до динамічного оцінювання та прогнозування,

$$\Delta I = \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{I_i^0} \delta_i \quad (1.2)$$

де ΔI – показник зміни інноваційного потенціалу галузі;

I_i – значення i -ї складової інноваційного потенціалу галузі в поточному періоді;

i_i^0 – значення i -ї складової інноваційного потенціалу галузі в періоді, прийнятому за базу порівняння;

δ_i – ваговий коефіцієнт i -ї складової інноваційного потенціалу галузі;

n – кількість складових інноваційного потенціалу галузі.

Відносно новим є метод таксономії, який є одним з методів багатовимірного статистичного аналізу, який передбачає в загальному вигляді подання інноваційного потенціалу у вигляді функції від його основних складових

$$I = f\{I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n\}, \quad (1.3)$$

де I – рівень інноваційного потенціалу галузі;

I_i – значення i -ї складової інноваційного потенціалу галузі;

n – кількість складових інноваційного потенціалу галузі;

Для кожної складової формується своя функція

$$I_i = f\{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{im}\}, \quad (1.4)$$

де I_i – значення i -ї складової інноваційного потенціалу;

a_{ij} – значення j -го показника i -ї складової інноваційного потенціалу;

m – кількість показників i -ї складової.

Використання методології оцінювання інноваційного потенціалу, що базується на основі таксономічного аналізу, є достатньо аргументованим та є менш суб'єктивним, однак є достатньо тривалим та затратним, що часто призводить до складностей його використання в умовах швидкості зміни ситуації. Поточні умови вимагають швидкості аналізу для своєчасного ухвалення рішень.

Ефективність реалізації інноваційних проєктів значною мірою залежить від науково-технічного рівня, глибини та деталізації опрацювання, також від

рівня підготовленості до реалізації. Окремим важливим фактором є рівень підготовленості персоналу та його мотивації.

Таким чином, розв'язання задач інноваційного розвитку ТС пов'язано з удосконаленням аналізу впливу їх реалізації на всі складові елементи цього процесу, головним чином, на умови і показники функціонування системи.

До проблем, що уповільнюють інноваційний розвиток ТС України, потрібно віднести:

- відсутність інституційної вертикалі управління інноваційним розвитком, створення та тиражування інновацій;
- нестабільні горизонтальні зв'язки між потенційними суб'єктами інноваційної діяльності (органи управління, наукові установи, ЗВО, інноваційні центри тощо);
- деградація галузевої системи заохочення винахідництва і раціоналізаторства;
- брак доступу до зовнішніх джерел інновацій.

Вирішення зазначених проблем дозволить прискорити процеси інноваційного розвитку ТС країни.

1.3 Принципи формування стратегії інноваційного розвитку транспортних систем

Управління інноваційним розвитком можна реалізовувати шляхом використання трьох моделей (способів) управління: ситуативна, адміністративна та стратегічна. Основною ідеєю є формування цільового підходу до розв'язання будь-яких задач управління та організації системи управління в цілому. В теорії стратегічного управління наявність стратегії, здатної забезпечити можливість системи, якою керують, пристосовуватись до змін середовища та досягати заявленої мети, є центральним поняттям.

Один із поширених поглядів на стратегію полягає у визначенні кінцевого (цільового) стану, якого, за результатами реалізації, через визначений (певний)

проміжок часу має досягти керована система. Наступним етапом є створення плану дій з визначенням чітких строків виконання, і виконання цього плану має привести систему до досягнення цільового стану. Таким чином, за цим підходом, стратегія – це довгостроковий план дій для досягнення в довгостроковій перспективі значної, за масштабами системи, стратегічної мети.

Ф. Котлер розглядає стратегію як план досягнення мети, оскільки кожна система має забезпечити моделювання стратегії досягнення визначених цілей [74]. Дослідники Ф. Хедоурі, М. Мескон, М. Альберт визначають стратегію як комплексний, всебічний, детальний план, спрямований на реалізацію місії системи та досягнення її цілей. З точки зору Д. Г. Кліланда та У. Кінга стратегія – це основний напрямок, в межах якого потрібно шукати можливості для досягнення цілей системи. При цьому цілі системи відіграють ключову роль при формуванні стратегії у двох відношеннях. З одного боку, на основі цілей визначаються критерії відносної ефективності реалізації стратегії та порівняння різних стратегій. З іншого боку, цілі є базою для формування відповідних стратегій. При цьому, кожна стратегія може бути спрямована на досягнення однієї або декількох (множини) цілей. Водночас, в складних системах можуть створюватись та реалізовуватись комплексні стратегії, які складаються з певної множини стратегій більш низького рівня. Для прикладу, стратегія розвитку ТС мати вигляд сукупності стратегій розвитку окремих видів транспорту.

В той же час стратегія конкретного виду транспорту також може складатись з декількох стратегій. Наприклад, стратегія розвитку залізничного транспорту має містити, з-поміж іншого, стратегії розвитку інфраструктури, тягового рухомого складу, парку вантажних та пасажирських вагонів, рухомого складу для приміського сполучення. При цьому, ці стратегії мають бути тісно пов'язані та скоординовані між собою. Для прикладу, стратегія електрифікації залізниць має мати прямий тісний зв'язок із стратегіями розвитку тягового та приміського рухомого складу відповідно.

П. Хаггерті розуміє під стратегією загальний напрямок дій, якого має дотримуватись система для досягнення своїх цілей. Під тактикою цей же автор

розглядає програми, які потрібно реалізувати для досягнення стратегічних цілей системи.

Інше розуміння стратегії, яке найбільш часто застосовується в стратегічному управлінні, визначає її як довгостроковий якісно пропрацьований напрямок розвитку системи, який стосується сфери, форм і засобів, для яких її створено, й дотримання якого приводить систему до стану відповідно до обраних цілей.

Однозначного означення поняття стратегії розвитку досі не сформульовано, і різні дослідники мають своє бачення цього поняття. Так, на думку Дж. Б. Квіна [75], стратегія має містити: розумні (доцільні та реалістичні) цілі, досягнення яких є визначальним для досягнення стратегічної мети, концентрувати зусилля у визначений час у потрібному напрямку, демонструвати достатню гнучкість для витрачання мінімальної кількості ресурсів з метою досягнення максимального результату, мати єдиний центр прийняття рішень та добре скоординоване управління, забезпечити необхідні для реалізації стратегічних цілей ресурси.

Водночас Г. Мінцберг [76] запроваджує поняття «5П»: план дій, порядок дій, перекриття ризиків, позиція в надсистемному оточенні, перспектива, тобто визначення стратегічних цілей та цільового стану системи, до якого вона має прагнути.

З позиції В. І. Щелкунова [77] стратегія є багатозадачною категорією, до якої входять: план, принцип поводження, визначення цілей та перспектив тощо.

Потрібно звернути увагу на означення стратегії, запропоноване А. Чендлером [78], яке полягає у визначенні основних довгострокових цілей та задач системи, визначенні відповідного напрямку розвитку та у розподілі ресурсів, необхідних для реалізації запланованих заходів. К. Омайє застосовує поняття стратегії для визначення дій, які зосереджені безпосередньо на зміні та посилення сильних сторін системи.

Стратегію як набір певних правил ухвалення рішень, що спрямовують систему до необхідних змін, розглядають такі вчені, як І. Ансоф, А. Томпсон, А.

Стрікленд. Для прикладу, І. Ансоф [74] розподілив цю сукупність правил на чотири категорії:

1. Правила оцінювання функціонування системи в поточному стані;
2. Правила взаємодії системи з зовнішнім (надсистемним) середовищем;
3. Правила внутрішньосистемної взаємодії;
4. Правила поточного функціонування системи.

Таким чином, автор робить висновок про те, що стратегія є системним підходом до збалансованого руху системи до розвитку та зростання.

А. Дж. Стрікленд та А. А. Томпсон визначають стратегію як набір правил ухвалення рішень, якими керується система. Зокрема, автори виділяють 4 підходи до формування стратегії:

- 1) *стратегічний*: найвища ланка управління системою бере участь у формуванні стратегії;
- 2) *делегування повноважень*;
- 3) *сумісний*: розробники стратегії несуть відповідальність за її імплементацію;
- 4) *ініціативний*: вищий ієрархічний рівень керування системою стимулює нижчі рівні до імплементації ініціатив.

Формування стратегії дає можливість системі забезпечити вибір напрямку та способу руху до мети, реалізація стратегії створює умови досягнення визначених цілей розвитку.

Базуючись на даних аналізу початкового стану розвитку галузі та узагальнення уявлень і цілей розвитку галузі в напрямку реалізації моделі бажаного майбутнього формуються стратегічні цілі, які є елементами довгострокового планування розвитку системи.

Стратегічні цілі акумулюють в собі різносторонній оптимістичний погляд на розвиток ТС в майбутньому і є основою тих завдань і заходів, виконання яких буде визначено стратегією інноваційного розвитку ТС [79].

В процесі формування інноваційного розвитку ТС потрібно чітко диференціювати горизонти стратегічного планування. Так, відповідно до [79], з

урахуванням особливостей процесу розвитку ТС (характеризуються масштабністю, інертністю, великою вартістю тощо), доцільно визначити три горизонти планування:

- Оперативні цілі – короткостроковий горизонт – до 5 років;
- Середньостроковий горизонт – 5–10 років;
- Довгостроковий горизонт – 10–15 і більше років.

Важливо звернути увагу на такий важливий факт, що стратегії розвитку систем мають можливість змінюватись залежно від мінливих зовнішніх і надсистемних умов, науково-технічного прогресу та інших факторів, що мають вплив на процес й цілі розвитку системи. Відповідно і процеси формування стратегії є неперервними, тобто мають перманентний характер, ніколи не припиняючись. В цьому процесі потрібно враховувати основні фактори, що впливають на розвиток системи, взаємодію та послідовність змін [80].

Відома значна кількість підходів до визначення типових стратегій, при чому різні автори приділяють увагу різним типам стратегій. Для прикладу, П. Лоранж наголошує на необхідності розгляду трьох типів стратегій, що мають місце в системі: системна стратегія, що розглядає розвиток системи як єдиного цілого; стратегія розвитку кожної самостійної підсистеми (в розгляді єдиної ТС – тут розуміється кожен окремий вид транспорту), функціональні стратегії – стратегії розвитку організаційно-управлінських функцій, персоналу, фінансової стійкості тощо. Важливість наявності функціональних стратегій підтримує і відомий український дослідник В. І. Щелкунов. При цьому різні типи стратегій, які присутні в системі, мають бути відповідним чином взаємопов'язані.

А. Томсон, А. Дж. Стрікленл та А. Артур [74] вважають, що великі системи мають розробляти стратегії розвитку на чотирьох рівнях. Перший рівень – загальносистемна стратегія розвитку. Другий рівень – стратегія окремих функціональних підсистем (в нашому випадку – стратегії розвитку окремих видів транспорту). Третій рівень – функціональні стратегії, для прикладу – стратегія цифровізації та інтелектуалізації, стратегія екологічної безпеки тощо.

Четвертий рівень – операційні стратегії, спрямовані на підвищення операційної ефективності окремих підсистем.

В будь-якій великій системі можна виявити певну стратегію операційної діяльності, що відображається в методиках прийняття рішень, які впливають на кінцевий результат діяльності даної системи, в підходах до розподілу ресурсів, у визначенні пріоритетів розвитку, пріоритетів діяльності, в принципах координації та розв'язання потенційних конфліктів інтересів. Стратегія розвитку системи – комплекс спрямованих дій, який зумовлює відносно визначену та досить стійку лінію поведінки системи в тривалому періоді її функціонування та розвитку.

В сучасних принципах управління системою важливе місце посідає стратегія розвитку, важливою частиною якої є стратегія фінансового забезпечення такого розвитку. Вона виступає в ролі економічної категорії, що характеризує відношення різних підсистем у фінансовій сфері. Формування та реалізація інновацій в процесі розвитку системи становлять одну з найважливіших підсистем фінансової стратегії. Інновації в даному випадку відіграють роль інструментів, важелів, завдяки яким система рухається в напрямку найбільш ефективного функціонування.

Доцільно розглянути найбільш поширені структури розвитку систем, які мають назву базисних або еталонних. Вони відображають чотири індивідуальних підходи до розвитку системи та передбачають зміну стану одного або комплексу елементів системи: 1) реалізація цільових функцій; 2) взаємодія з надсистемними утвореннями; 3) розвиток системи; 4) технологічний розвиток. Кожен з перерахованих елементів розглядається в двох станах: поточному та цільовому.

Стратегії концентрованого розвитку полягають у зміні продукту чи послуг, які пропонуються ринку, та не впливають на інші елементи.

До стратегій інтегрованого розвитку належать ті стратегії розвитку системи, які пов'язані з розширенням системи, створенням нових структур, при цьому змінюється загальна структура системи. Прийнято розрізняти два

основних типи стратегій інтегрованого розвитку: стратегія оберненої вертикальної інтеграції зосереджена на зростанні системи за рахунок інтеграції до системи структур, що її реалізують допоміжні (забезпечувальні) функції; стратегія прогресивної вертикальної інтеграції, яка полягає у інтеграції структур, що знаходяться між елементами системи та кінцевими споживачами її послуг, для прикладу – інтеграція експедиторських функцій тощо.

Стратегія диверсифікованого розвитку реалізується у випадках наявності в системі додаткових резервів, які з певних причин не реалізуються за напрямками основного виду діяльності. Основними стратегіями диверсифікованого розвитку є такі: стратегія доцентрової диверсифікації, що базується на відшукуванні та реалізації додаткових можливостей для виготовлення нової продукції або запровадження нових послуг; стратегія горизонтальної диверсифікації передбачає пошук нових можливостей розвитку за рахунок запровадження нових технологій; стратегія конгломеративної диверсифікації передбачає розширення системи за рахунок нових видів виробничої діяльності, що технологічно не пов'язана з тими, що вже реалізуються.

Існують і стратегії скорочення, до яких вдаються в тих випадках, коли виникає потреба у перегрупованні ресурсів системи після довгого періоду бурхливого розвитку, або коли виникають значні ресурси системи, які впродовж тривалого часу не використовуються й перспективи їх використання невідомі. Часто це виникає внаслідок значних системних змін в надсистемних утвореннях, для прикладу, економічна стагнація та скорочення промислового виробництва. В цьому випадку відмічається значний та тривалий спад попиту на перевезення. В таких випадках вдаються до стратегій скорочення, що передбачають планомірне цілеспрямоване скорочення виробничих потужностей системи. Стратегії скорочення потрібно реалізовувати з особливою обережністю та продуманістю з огляду на перспективи подальшого відновлення та зростання.

Особливістю функціонування ТС є її виключна важливість для розвитку держави, регіонів, економіки та суспільства в цілому. У сучасному світі наявність добре розвиненої та такої ТС, що ефективно функціонує належним

чином, визначає не лише рівень розвитку країни та регіону, але й можливості та перспективи їх подальшого розвитку. Окремі види транспорту займають монопольне або домінуюче становище (фактично є природними монополіями). Система не може змінити вид своєї діяльності та призначення, при цьому можливості для диверсифікації діяльності певним чином обмежені. Такі особливості ТС обмежують перелік вибору стратегій розвитку, вимагають особливої глибини опрацювання обраних напрямків розвитку та посилюють значення власне етапу реалізації обраної стратегії розвитку.

Розробка стратегії інноваційного розвитку ТС має базуватись на стратегії розвитку національної економіки, враховувати стратегії регіонального розвитку та загальносвітові тенденції розвитку ТС з метою забезпечення органічної інтеграції до глобальної та регіональних ТС. Стратегія інноваційного розвитку ТС має будуватись з урахуванням особливостей її функціонування. До таких особливостей доцільно віднести значення ТС для суспільства та національної економіки, монопольне (домінуюче) становище окремих видів транспорту, необхідність значних та, як правило, необоротних капіталовкладень, необхідність загальномережного запровадження інноваційних рішень. Таким чином, вибір стратегії інноваційного розвитку ТС країни є комплексним, масштабним і складним завданням, що вимагає наявності відповідно опрацьованої та науково обґрунтованої методології.

При плануванні стратегій розвитку окремих видів транспорту в межах загальної стратегії розвитку ТС країни вони не можуть бути єдиними та мають мати різні напрямки розробки.

В роботі [66] проаналізовано моделі та методи імплементації стратегічних ініціатив розвитку виробничих систем залізничного транспорту для підвищення їх продуктивності та ефективності.

Технологічні інновації та методи оптимізації систем доставки вантажів розглянуті авторами в роботі [81].

На вибір стратегії інноваційного розвитку ТС впливає великий комплекс факторів зовнішнього середовища та внутрішньосистемних факторів. Фактори впливу зовнішнього середовища можна розподілити на такі групи:

1. Міжнародні фактори. ТС країни є складовою глобальної ТС, яка чинить відповідний вплив шляхом формування умов та обмежень;
2. Політичні фактори. ТС – важлива частина національної економіки країни. Вона має стратегічне значення для розвитку суспільства, економіки та безпеки держави. Значимість ТС визначає необхідність її ефективного функціонування, а фінансове забезпечення її інноваційного розвитку є, перш за все, завданням держави. Функціонування ТС тісно пов'язане з суспільним розвитком, напрямком розвитку політичної системи країни;
3. Економічні фактори: рівень розвитку національної економіки, її потреби в перевезеннях за обсягами, номенклатурою, іншими параметрами, характеристики та темпи розвитку зовнішньоекономічних зв'язків тощо;
4. Соціально-демографічні фактори: параметри народонаселення, рівень життя громадян, мобільність населення тощо;
5. Нормативно-правове регулювання:
 - законодавче поле;
 - нормативне регулювання;
 - стандарти, конвенції та процедури;
6. Екологічні фактори: це виконання жорстких вимог до зменшення негативного впливу ТС на довкілля;
7. Науково-технічні фактори: останні досягнення вітчизняної та світової науки, науково-технічний прогрес та його тенденції;
8. Соціокультурні фактори: рівень освіти, світосприйняття суспільством, тенденції у сфері культурного розвитку.

Така класифікація факторів, що впливають на формування стратегії інноваційного розвитку ТС країни, дозволить більш чітко та точно визначити головні стратегічні пріоритети та цілі, а також спланувати шляхи реалізації стратегії та потрібні для цього ресурси. Аналіз зовнішнього середовища

відкриває можливість виділення тієї частини надсистемного оточення, яка безпосередньо впливає на функціонування та розвиток ТС.

Для вибору та формалізації стратегії інноваційного розвитку ТС важливо також визначити комплекс показників оцінювання.

Важливим елементом формування та реалізації інноваційного розвитку ТС є план реалізації стратегії. Формування плану є не менш важливим, ніж власне сама стратегія.

Автором на основі критичного аналізу сучасних підходів до формування планів реалізації стратегій розвитку, запропоновано перелік основних факторів, які потрібно врахувати при формуванні плану реалізації стратегії інноваційного розвитку ТС:

- Планування строків: порядок (паралельне та послідовне виконання) та строки реалізації заходів мають в результаті їх реалізації привести до належного та своєчасного досягнення визначених у стратегії цілей;
- Планування ресурсів: ресурси, потрібні для виконання заходів реалізації мають бути сплановані та наявні на час виконання відповідних заходів;
- Науково-технічне забезпечення: наявний науковий потенціал, відповідний рівень знань (світовий поріг знань) та можливість їх імплементації мають бути наявні на момент реалізації стратегії;
- Кадрове забезпечення: план дій з реалізації стратегії інноваційного розвитку ТС має враховувати наявність кадрового забезпечення, передбачати відповідну підготовку та перепідготовку кадрів на всіх задіяних ієрархічних рівнях ТС;
- Інституціональне забезпечення: важливим моментом є визначення інституцій (органи влади та місцевого самоврядування, наукові та освітні установи, оператори ринку, міжнародні та неурядові організації тощо), що задіяні в процесі інноваційного розвитку ТС, а також порядок їх взаємодії на всіх етапах реалізації стратегії;

- Нормативне та правове забезпечення: інноваційний розвиток ТС передбачає формування (удосконалення) системи нормативного забезпечення. Ці заходи мають стати складовою частиною плану реалізації стратегії;
- Ітераційний перегляд цілей реалізації стратегії: в ході реалізації стратегії виникає потреба уточнення стратегічних цілей. План реалізації стратегії має містити порядок таких дій.

Належним чином підготовлений план реалізації стратегії гарантуватиме своєчасне та належне досягнення цілей стратегічного розвитку, повноту та всеосяжність отриманих результатів.

1.4 Дослідження інтелектуалізації як одного з напрямків інноваційного розвитку ТС

В Україні проведено ряд досліджень в напрямку інтелектуалізації транспортних систем. Зокрема, в системах управління рухом.

Так, в роботах [82,83] проведено дослідження інтелектуальної системи збору, систематизації та обробки інформації з метою її подальшого використання в процесі управління транспортними потоками в містах, а також використання інтелектуалізованих систем для ефективного адаптивного управління дорожнім рухом в містах.

В роботі [83] досліджено питання інтелектуалізації виробничих процесів залізничних перевезень. Встановлено, що використання інтелектуальних технологій дозволяє суттєво підвищувати ефективність виробничих процесів за інших рівних умов, а також скоротити витрати часу та ресурсів на реалізацію допоміжних функцій.

Архітектура інтелектуальної ТС є концептуальним визначенням структури та форми її організації. Зазначена концептуальна структура має визначати побудову системи в загальному і визначати детально окремі її структурні елементи. Для кожного міста, регіону або країни структура

інтелектуальної ТС є індивідуальною та має враховувати їх особливості. Структура інтелектуальної ТС має враховувати особливості та містити такі важливі атрибути:

- детальний опис базової транспортної інфраструктури, а також відповідні вимоги і стандарти;
- визначення вимог і стандартів до компонентів інтелектуальної ТС;
- організаційні особливості, зокрема політики і процедури захисту інформації, персональних даних тощо;
- аналіз і оцінювання ризиків;
- економічне обґрунтування;
- прогноз часових рамок реалізації.

З метою досягнення описаних вище вимог при реалізації проєктів інтелектуалізації ТС розвинуті країни прагнуть до багат шарової (багаторівневої) архітектури, описаної відносно великих складних систем. Кожен рівень (шар) описується, виходячи з потреб відповідних користувачів і можливостей відповідних програмно-апаратних комплексів. Зазначена архітектура зазвичай має:

- відповідати сучасному рівню технізації, розвитку ТС, а також законодавчим вимогам та нормативним актам;
- забезпечувати розвиток інтелектуальної ТС на національному або регіональному (місцевому) рівні залежно від потреби;
- реалізовувати функцію стандарту для користувачів і розробників;
- визначати вимоги до проєкту та інші вимоги;
- забезпечувати максимальне використання універсальних (стандартизованих) компонентів і рішень, визначати процеси взаємодії;
- визначати мінімальні вимоги до компонентів, процесів і підсистем для гарантованого забезпечення інтероперабельності та сумісності.

Структура інтелектуальної ТС має повністю відповідати потребам (або вимогам) всієї множини її користувачів: центральні та місцеві органи влади, оператори транспортного ринку, користувачі тощо. Тому при плануванні

багатошарової структури інтелектуальної ТС потрібно врахувати всі ці потреби (вимоги) та врахувати їх на відповідному рівні (шарі) у такому форматі:

- загальна або концептуальна структура: містить схеми верхнього рівня та визначення, які ілюструють всю систему та її принцип роботи;
- функціональна (логічна) схема: процеси, функціональні зв'язки;
- фізична структура: визначення фізичних компонентів системи;
- структура передачі (обміну) даних в рамках фізичної структури;
- організаційна структура;
- структура інформаційної взаємодії: визначення базових наборів даних, місця та умов їх зберігання і захисту;
- операційна структура: визначення підходів до функціонування та адміністрування системи.

Без інтелектуалізації ТС та постійного запровадження на транспорті новітніх інноваційних технологій і рішень неможливо досягти значного підвищення безпеки, ефективності та екологічності ТС загалом. Тому однією з пріоритетних задач інноваційного розвитку ТС є широке запровадження новітніх інформаційних і комунікаційних технологій з метою належного вирішення складних проблем: зменшення втрат внаслідок транспортних подій, зниження рівня шкідливих викидів, підвищення мобільності тощо. Для досягнення цих цілей велику роль відіграють, з-поміж іншого, системи управління міською мобільністю, системи збирання та обліку виручки, інтелектуальні системи інтеграції видів транспорту, автономні транспортні засоби тощо.

У зв'язку з урбанізацією, збільшенням кількості та щільності міського населення розвинені країни змушені шукати шляхи підвищення ефективності управління пасажирськими та вантажними перевезеннями, підвищення економічності та ефективності останніх. Інтелектуалізація ТС є правильним дієвим способом на шляху до досягнення цих результатів.

Повномасштабне використання інформаційних і комунікаційних технологій приведе до досягнення зазначених вище цілей. В даному процесі важливу роль відіграють мобільні технології передачі даних. Запровадження

зв'язку формату 5G зменшить час відгуку менше 10 мілісекунд, що створить можливість передачі даних в режимі реального часу та відкриє можливість повноцінного розвитку автоматичних транспортних засобів по всьому світу. Розвиток штучного інтелекту та машинного навчання сприятиме цьому процесові. Окрім того, розвиток зазначених систем і технологій сприятиме підвищенню безпеки руху за рахунок розвитку систем допомоги особам, що керують транспортними засобами. Системи обміну даними між транспортними засобами, інфраструктурою та центрами керування та координації руху сприятимуть підвищенню ефективності, комфорту й безпеки перевезень.

Різні розвинуті країни обирають індивідуальний шлях інтелектуалізації своїх ТС. Їх короткий аналіз дозволяє зробити певні висновки з метою формування оптимального шляху інноваційного розвитку ТС України.

Для прикладу, в Європейському Союзі консолідовані зусилля в напрямку інтелектуалізації ТС розпочаті з реалізації проєкту KAREN (Keystone Architecture Required for European Networks – Ключова інфраструктура для Європейської мережі) [84], цей процес тривав в період 1998–2000 років. Головними завданнями реалізації зазначеного проєкту було запровадження загальної структури інтелектуальної ТС, спільне запровадження рішень з інтелектуалізації ТС в усіх країнах Європи, а також забезпечення інтероперабельності систем.

На прикінцевих етапах реалізації проєкту KAREN була розроблена типова архітектура FRAME [85–87]. Пізніше, в рамках роботи з інтелектуалізації ТС, були розроблені проєкти FRAME-NET, FRAME-S, E-FRAME, в рамках яких була розроблена функціональна структура, яка базується на потребах та очікуваннях користувачів і учасників транспортного ринку. Визначено порядок використання архітектури FRAME для інтелектуалізації ТС в рамках Директиви ЄС щодо інтелектуальної ТС (EU ITS Directive (2010), [88, 89]). На основі зазначеної архітектури багато країн ЄС створили власні програми інтелектуалізації ТС:

- Франція – АСТІФ [90];

- Італія – ARTIST;
- Австрія – TTS-A;
- Чехія – TEAM;
- Угорщина – HITS;
- Румунія – NARITS.

Окрім того, архітектура FRAME також була використана в таких європейських проєктах НДДКР, як VIKING [91] і COOPERS [92].

З іншого боку, розвиток у сфері інтелектуалізації ТС та необхідність оновлення відповідної архітектури вимагали створення сталої архітектури. Тому програмні додатки, де можна легко побачити всю архітектуру ІТС, а компоненти системи та їх взаємозв'язок можна контролювати для планування.

Архітектура інтелектуальної ТС Сполучених Штатів Америки створена відповідно до стандарту ISO/IEC/IEEE 42010:2011 «Опис архітектури системної та програмної інженерії» («Systems and Software Engineering-Architecture Description»). Швидка інтелектуалізація ТС створила необхідності розробки потребу у розробці транспортних засобів, здатних до інформаційного обміну в рамках інтелектуальної ТС, а також відповідних пристроїв та алгоритмів. Тому архітектуру інтелектуальної ТС було видозмінено та визначено платформу «Архітектура еталонної реалізації системно зв'язаного транспортного засобу» («Connected Vehicle Reference Implementation Architecture (CVRIA)») [93]. На основі зазначеної платформи було створено чотирирівневу архітектуру, за структурою дещо подібну до створеної в Європейському Союзі. Схематично зазначена архітектура зображена на рисунку 1.9.

Архітектура інтелектуальної ТС США була об'єднана з платформою CVRIA, і це об'єднання дістало назву «Архітектурний довідник для системного та інтелектуального транспорту» (ARC-IT – «Architecture Reference for Cooperative and Intelligent Transportation») [94–96]. Зазначена архітектура має два важливі складові напрямки:

- механізм розвитку регіональної архітектури для інтелектуального транспорту (RAD-IT – Regional Architecture Development Tool for Intelligent

Transportation) [97]. Зазначений інструмент дозволяє планувати архітектуру верхнього рівня;

- інструмент програмного забезпечення системної інженерії для інтелектуального транспорту (SET-IT – Systems Engineering Software Tool for Intelligent Transportation)”) [98, 99]. SET-IT дозволяє зробити більш детальний проєкт для реалізації системи з проєктуванням високого рівня.

Архітектура CVRIA також визначає та класифікує всіх учасників, залучених до процесу, які використовуватимуть цю архітектуру. Це дозволяє визначити відповідальність і, таким чином, запобігти виникненню організаційних ускладнень.

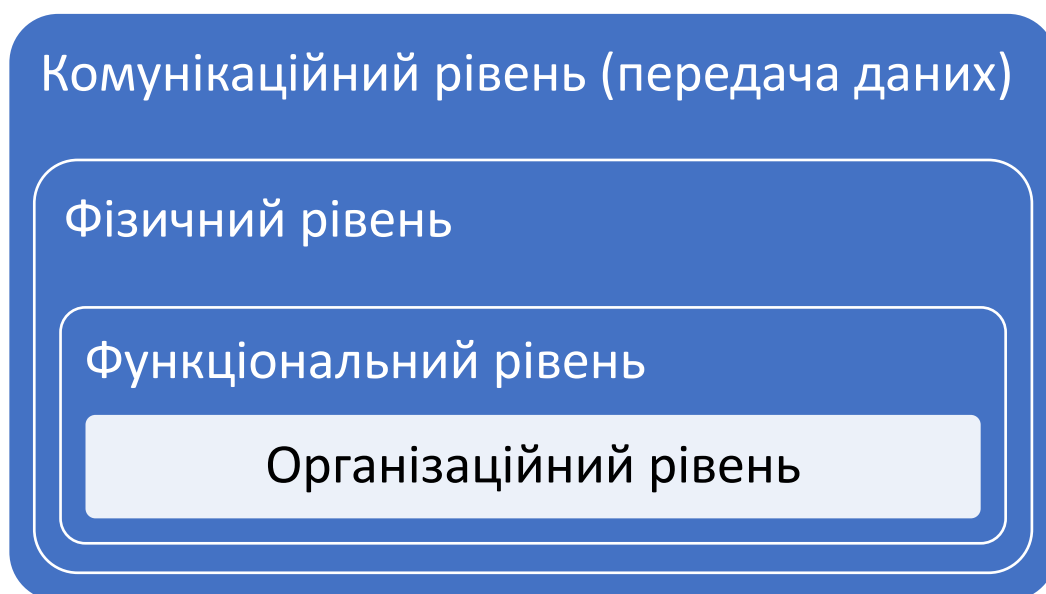


Рисунок 1.9 – Структура чотирирівневої архітектури інтелектуальної ТС США

Напрямки інтелектуалізації ТС в США згруповані в 12 груп за напрямками, схематично зображеними на рисунку 1.10.

Як одна з країн-лідерів в напрямку інтелектуалізації ТС, США забезпечили значну інвестиційну підтримку подальших плавнів розвитку цього напрямку. Прийнятий в грудні 2015 році закон про розвиток наземного транспорту в Америці визначив, що Департамент транспорту уряду США має координувати зусилля в напрямку планування, досліджень і визначення

пріоритетів для забезпечення мультимодальності ТС. Департамент транспорту уряду США визначив своє бачення інтелектуалізації ТС в документі «Трансформація шляхів поступу суспільства». А місія інтелектуалізації ТС визначена як «проведення досліджень, забезпечення розвитку та освітніх заходів з метою інтеграції інформаційних і комунікаційних технологій з тим, щоб суспільні перевезення були безпечними та ефективними». Було визначено пріоритети, стратегії, плани та заходи, зокрема дослідження, розробка та запровадження заходів заплановано в періоди 2014–2018, 2015–2019 та 2017–2021 роки та мало бути реалізовано по всій країні. Зміст стратегії та основні кроки по періодах наведено на рисунку 1.11.

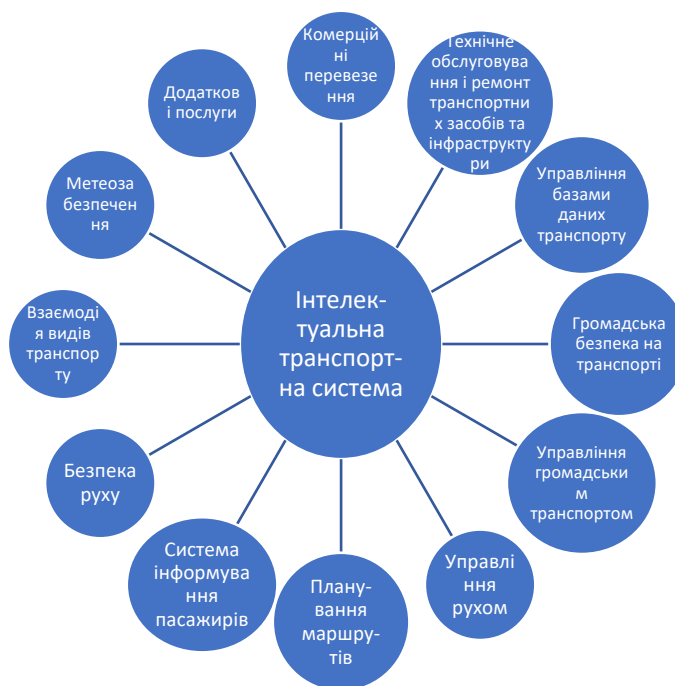


Рисунок 1.10 – Напрямки інтелектуалізації ТС в США

Зв'язок між стратегічними напрямками інтелектуалізації ТС США на 2015-2019 роки і загальними стратегічними цілями, визначеними департаментом транспорту США, наведено в таблиці 1.8.



Рисунок 1.11 – Структура стратегії інтелектуалізації ТС США

Таблиця 1.8 – Зв'язок між стратегічними напрямками інтелектуалізації ТС США на 2015–2019 роки і загальними стратегічними цілями

	Стратегічні цілі, визначені департаментом транспорту США					
	Безпека	ТО і Р	Економ. Ефективність	Життєзабезпечення	Безпечність користування	Екологічна безпечність
Підвищення безпеки ТЗ і інфраструктури	X	x	x	X	X	
Підвищення мобільності	X	x	x	X	X	X
Зменшення негативного впливу на середовище			x	X		X
Застосування інновацій	X		x		X	X
Інформаційна підтримка транспортного процесу	X	x	x	X	X	

Департамент транспорту визначив основні критичні питання розвитку транспорту, які увійшли до Стратегічного плану досліджень та технологічного розвитку (2017–2021). Зокрема, це нижченаведені питання.

- Сприяння безпеці: охоплює питання безпеки (в усіх розуміннях), що стосуються всіх видів транспорту, а також розробку та застосування заходів запобігання, спрямованих на вирішення цих проблем. Метою департаменту

транспорту є покращення охорони здоров'я та безпеки населення шляхом зменшення кількості смертей і травм, пов'язаних із транспортом.

- Покращення мобільності: відповідно до графічних, економічних, географічних, культурних і технологічних тенденцій, що впливають на потребу у транспортуванні, особисту та комерційну мобільність усіма видами транспорту, а також вплив цих тенденцій на якість життя та доступ до економічних і освітніх можливостей. Метою департаменту транспорту є покращення мобільності людей і товарів, зменшення заторів і розширення доступу до можливостей для всіх.

- Удосконалення інфраструктури: охоплює питання, що стосуються стану, вартості, фінансування та створення об'єктів транспортної інфраструктури, а також методів і технологій для підвищення її довговічності та стійкості. Мета департаменту транспорту США полягає в тому, щоб підвищити довговічність і подовжити термін служби транспортної інфраструктури, а також забезпечити завчасне збереження критичної транспортної інфраструктури.

- Захист навколишнього середовища: охоплює вплив транспорту на зміну клімату та навколишнє середовище, а також зумовлює підходи до уникнення або пом'якшення цих наслідків. Метою департаменту транспорту є просування екологічно стійкої політики та інвестицій, які зменшують викиди шкідливих газів, зокрема CO₂.

Стратегічний план з інтелектуалізації ТС США на 201–2021 рр. охоплює чотири основні тематичні сфери досліджень. Це дослідження політики інтелектуалізації, застосування новітніх технологій, посилення координації досліджень та управління великими даними. Короткострокові та довгострокові стратегічні цілі наведено в таблиці 1.9.

США, встановлюючи власну архітектуру інтелектуалізації ТС, забезпечують ефективне поширення цього досвіду по всій країні. У той же час США зосереджуються на зусиллях створення комунікативної інтелектуальної ТС і, відповідно, оновлюють свою архітектуру. США зберігають позиції лідера у виробництві та використанні електромобілів. Що стосується технології

підключених транспортних засобів, США досягають безпечнішого водіння та економії часу, розробляючи технологію DSRC (Dedicated Short-Range Communications) і забезпечуючи зв'язок між транспортними засобами та придорожньою інфраструктурою. США зменшили кількість травм і смертність водіїв у ДТП на 57% завдяки технологіям запобігання зіткненням. Системи змінного обмеження швидкості (VSL), які використовуються протягом останніх двадцяти років, зменшили ймовірність зіткнення на 8–30%. DLMS (Dynamic Lane Merge Systems) покращує продуктивність на дорозі та не допускає агресивні маневри водіння.

Крім того, США надають великого значення розвитку автономних транспортних засобів і відповідно адаптують свої законодавчі норми. Причина полягає в тому, що США передбачають, що це може допомогти врятувати понад 1000 життів на рік, а споживання палива та викиди зменшаться на 50%, якщо автономні транспортні засоби стануть поширеними.

Таблиця 1.9 – Короткострокові та довгострокові цілі стратегії інтелектуалізації ТС США

Короткострокові цілі	Довгострокові цілі
1	2
Забезпечення безпеки руху	Підготовка переходу до напівавтоматичного управління ТЗ
Економічна ефективність	Забезпечення інвестиційної привабливості проєктів інтелектуалізації ТС, створення ринку досліджень та НДДКР в галузі
Доступність транспорту	Інтеграція систем транспорту
Сталий розвиток	Поширення електричних ТЗ
Стала мобільність	Запровадження єдиних стандартів оплати за послуги транспорту

Одним із світових лідерів в питанні інтелектуалізації ТС є Японія, яка на всіх рівнях забезпечує інтенсивне використання інтелектуальних рішень в галузі транспорту. Головні цілі цієї роботи: зменшення дорожніх заторів і аварійних ситуацій, зменшення викидів CO₂, підвищення економічності та екологічності.

Також країна досягла значного прогресу щодо поширення програмних продуктів і засобів інтелектуалізації ТС. Зусилля з реалізації цих ініціатив стартували ще в 1990-х роках, і цей процес постійно триває. Архітектура інноваційної ТС зображена на рис. 1.12.

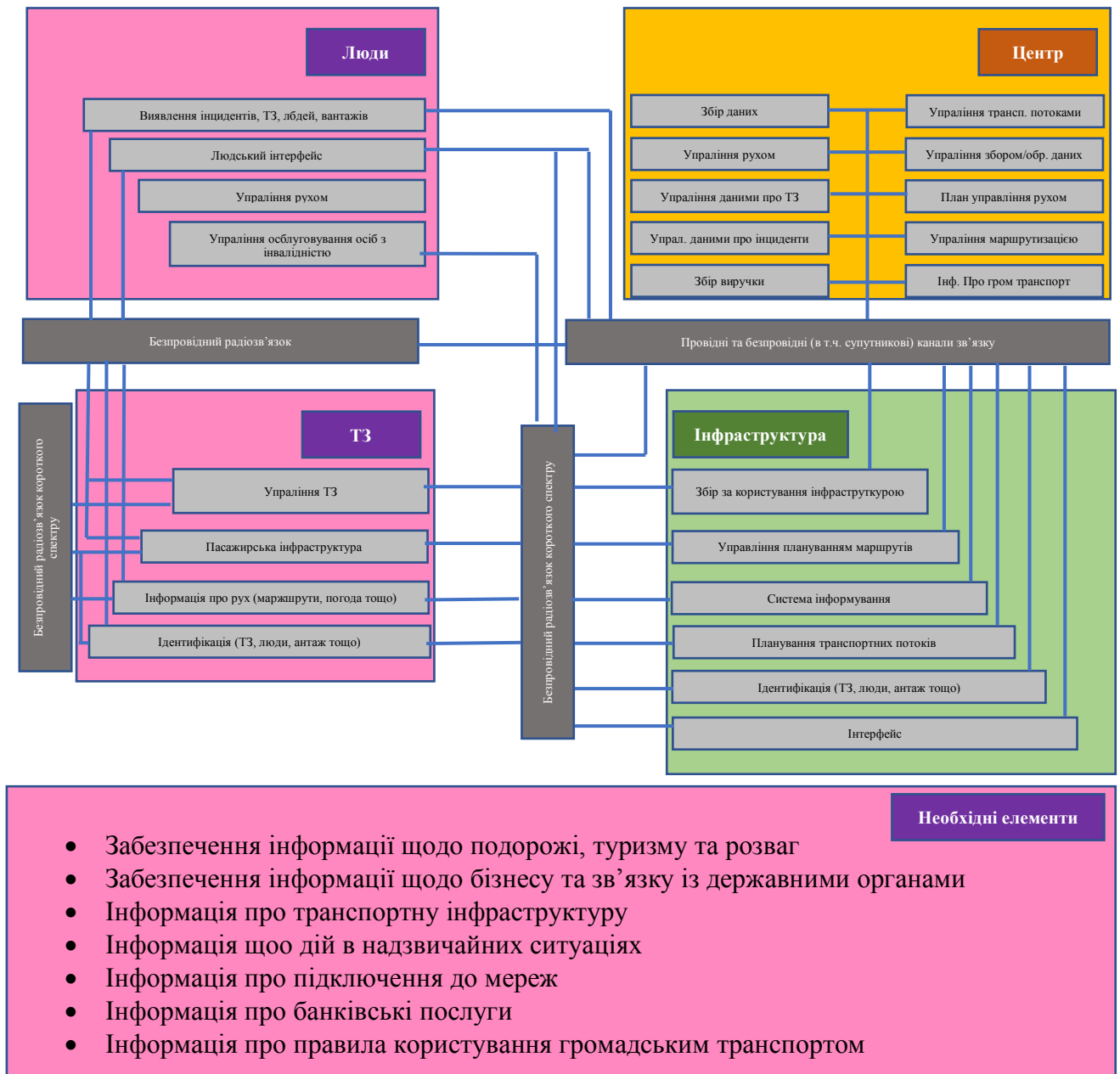


Рисунок 1.12 – Архітектура інтелектуальної ТС Японії

Одним із ключових факторів, які роблять Японію передовою країною в напрямку інтелектуалізації її ТС, є чітка стандартизація рішень та обладнання,

які запроваджуються по всій країні. Архітектура інтелектуальної ТС Японії містить три ключових елементів:

- люди;
- транспортні засоби та інфраструктура;
- зовнішні центри.

Між зазначеними елементами встановлено чітку і надійну комунікацію, що відповідає визначеним стандартам.

Запровадження технологій виділеного зв'язку малого радіусу дії (DSRC), що є основою зв'язку для транспортних засобів (V2X) у Японії, збільшило різноманітність та якість послуг у реальному часі. Однак дуже раннє впровадження цієї технології, що постійно розвивається в усьому світі, також спричинило певні проблеми. У процесі стандартизації технології DSRC Японія встановила власні стандарти, які відрізняються від світових. Той факт, що зв'язок V2X незабаром пошириться по всьому світу та вплине на існуючі стандарти інтелектуалізації ТС, спонукав Японію до міжнародної співпраці. Зокрема, зусилля зі стандартизації нових розробок, які принесе стандарт передачі даних V2X, спрямовані на сумісність із усім світом. Комунікація V2X позитивно вплине на існуючі послуги, а також призведе до розробки нових послуг. Для забезпечення міжнародної сумісності та стабільності Японія налагодила співпрацю з країнами (США та ЄС) для координації та гармонізації архітектури інтелектуальних ТС.

Японія, як одна з найбільших економік у світі, запровадила стратегічні цілі інтелектуалізації своєї ТС. З цією метою в країні створена організація «Інтелектуальна ТС Японії», яка організовує відповідні НДДКР в напрямку інтелектуалізації ТС та залучення відповідних інвестицій. Також до функцій організації відносять координацію зусиль з боку урядових організацій, залучення до процесу Міністерства комунікацій, Міністерства економіки, торгівлі та індустрії, Міністерства розвитку територій, інфраструктури і транспорту, управління Національної поліції, університети та учасників ринку.

За рахунок інтелектуалізації своєї ТС Японія ставить перед собою цілі отримати найбезпечнішу транспортну інфраструктуру в світі. Для досягнення цієї цілі як пріоритети в напрямку інтелектуалізації ТС визначено заходи щодо мінімізації кількості інцидентів на транспорті, зменшення втрат від таких інцидентів, підвищення рівня безпеки на транспорті захист життя людини, а також реалізація заходів задля забезпечення стійкого розвитку ТС. Всі зазначені заходи реалізовувались за затвердженим планом дій на 1995–2013 роки (рис. 1.13).

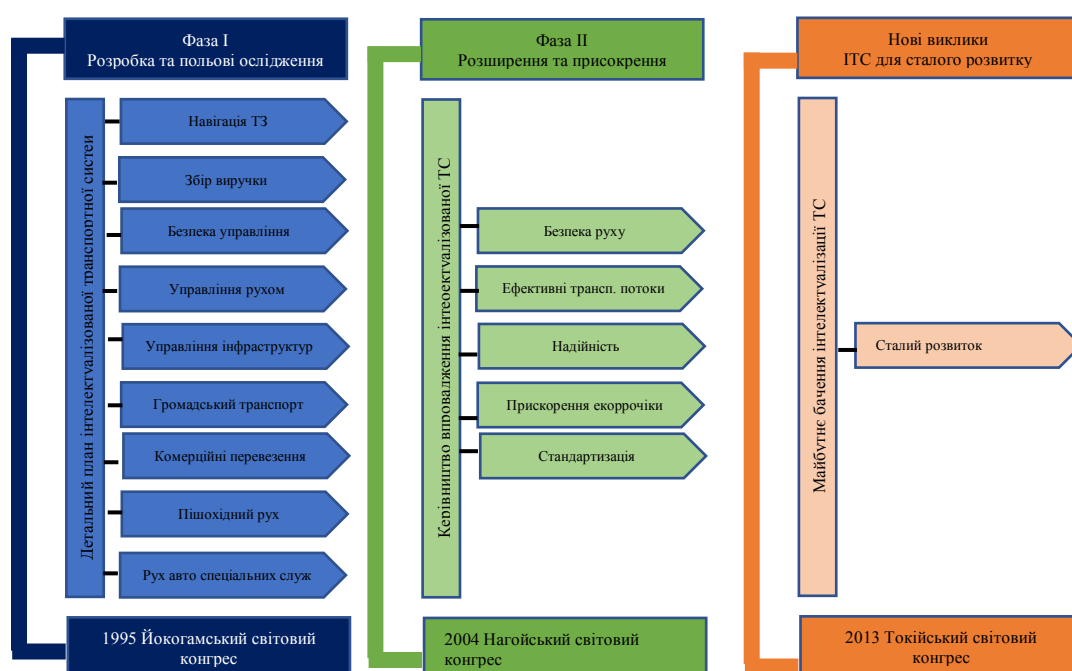


Рисунок 1.13 – План дій з інтелектуалізації ТС Японії

Головні пріоритетні завдання, що були визначені на 2013 і подальші роки, зображені на рисунку 1.14. Першим пріоритетом є організація системи роботи з великими масивами даних транспорту, а другим головним пріоритетом є створення автоматичних систем управління транспортними засобами.

В 2011 році на національному рівні було ініційовано розвиток системи комунікації транспортних засобів з інфраструктурою, в рамках чого на автомагістралях по всій країні встановлено 1600 напольних точок обміну інформацією. Зазначені пристрої забезпечують обмін інформацією з

транспортними засобами в форматі Спрямованого зв'язку малого радіусу дії (Dedicated Short-Range Communication – DSRC). Автомобілі, обладнані адаптивним круїз-контролем, продовжують рух, приводячи швидкість руху до параметрів, отриманих від передавальних станцій, не створюючи при цьому ускладнень у русі. До того ж, за рахунок такої функції водії своєчасно отримують всю необхідну оновлену інформацію, що сприяє підвищенню якості навігації та покращенню рівня безпеки руху. Окрім того, передбачалося, що обладнання транспортних засобів адаптивним круїз-контролем з функцією обміну інформацією дозволить об'єднати окремі ТЗ у єдину, з точки зору управління, систему, що зменшить вірогідність та рівень ускладнень в русі.

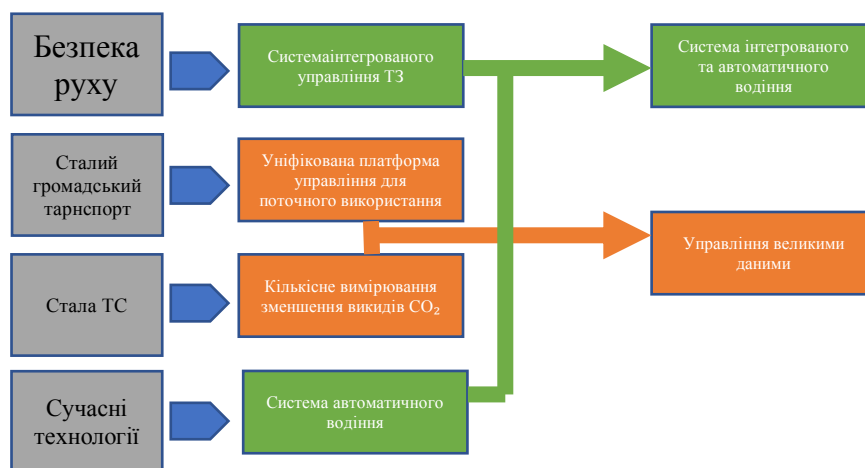


Рисунок 1.14 – Головні пріоритетні напрямки інтелектуалізації ТС Японії на 1995–2013 рр.

Система обміну інформацією ТЗ є однією з найпоширеніших інтелектуальних систем на транспорті в Японії, яка забезпечує інформаційну підтримку водіїв через обмін інформацією за допомогою навігаційної системи. Зазначена система допомагає створити оптимальний маршрут, що дозволяє, з одного боку, максимально швидко дістатись пункту призначення, а з іншого – мінімізує кількість ускладнень в дорожньому русі. Більш того, завдяки широкому використанню системи за 2009 рік вдалось знизити викиди CO₂ на 2,4 млн т. Система набувала популярності і вже в станом на 2016 рік 78% з

35 млн автомобілів в країні були обладнані нею. В тому ж році було випущено нову версію систем сплати за користування платними дорогами., відповідні пристрої були встановлені на 87% автомобілів в країні, що сприяло зменшенню транспортних заторів на пунктах контролю платних доріг на 30%. Стратегічний план дій з інтелектуалізації ТС Японії створено з урахуванням зростання кількості населення країни, географічного розташування та проблем з екологією країни. Таким чином, Японія прагне забезпечити доступність і зручність своєї ТС для свого населення, яке постійно старіє, будувати сейсмостійкі об'єкти транспортної інфраструктури (дороги, мости, тунелі, залізниці тощо), удосконалювати систему управління ТС та інтегрування різних видів транспорту у єдину мультимодальну ТС. Узагальнено у стратегії поставлено такі завдання:

- Актуалізувати плани підвищення безпеки перевезень для всіх верств суспільства та секторів економіки, особливо для маломобільних груп, до яких належать, зокрема, люди похилого віку та люди з інвалідністю;
- Забезпечити підвищення мобільності для досягнення чітких цілей щодо навколишнього середовища, захисту людей та енергоефективності;
- Підготувати інфраструктуру, потрібну для полегшення переходу на автономне управління транспортними засобами відповідно до головної мети – підвищення безпеки руху;
- Підтримувати НДДКР, інновації та наукову діяльність для досягнення конкурентоспроможності на ринку та інтелектуалізації ТС;
- Проводити дослідження для зберігання, захисту, аналізу та відкритого доступу до всіх масивів великих даних транспорту;
- Сприяти підвищенню індивідуальної мобільності, скороченню часу перебування в дорозі та покращенню задоволення потреб суспільства шляхом забезпечення інтеграції між видами транспорту.

Довгострокові та короткострокові стратегічні цілі наведені в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Довгострокові та короткострокові стратегічні цілі з інтелектуалізації ТС Японії

Короткострокові цілі	Довгострокові цілі
1	2
Безпека руху	Напіваавтоматичні системи ведення
Збирання даних	Обмін даними з ТЗ
Перехід до комунікаційної інтелектуальної ТС	Адаптація інфраструктури до автоведення
Стала мобільність	Керування великими даними
Інноваційна активність	Доступний та комфортний транспорт

Фундаментальними принципами розвитку інтелектуальної ТС Південної Кореї є:

- Створення інфраструктури, необхідної для забезпечення інтероперабельності та комфортності;
- Комплексний підхід до інтелектуалізації;
- Покриття всіх сфер ТС та уникнення надлишкових інвестицій.

Логічний рівень визначає функції для реалізації ідентифікованих на рівні функціонального аналізу, а також забезпечення зв'язків між цими функціями. Для кожної функції підготовлена схема. Фізична структура визначає фізичні компоненти, взаємозв'язки між цими компонентами та спосіб виконання функцій у логічній структурі. Фізична основа складається з архітектурних схем потоку, характеристик фізичних компонентів і характеристик Human Center External Elements потоку даних. Структура проєкту містить зв'язки, які дозволяють реалізувати функції, що складаються з багатьох компонентів, і функції з використанням тих самих компонентів одночасно. Крім того, були також визначені міжінституційні відносини.

Функції інтелектуальної ТС Південної Кореї розподілені за групами:

- Системи збирання та обліку виручки для:
 - громадського транспорту.
 - платних доріг;
- Управління рухом:
 - моніторинг стану дорожнього руху,

- управління рухом у випадку виникнення ДТП,
- адаптивне управління сигналами,
- електронна система управління;
- Громадський транспорт:
 - система управління перевезеннями,
 - управління швидкісними автобусними перевезеннями,
 - управління пріоритетним пропусканням громадського транспорту;
- Система інформування про стан транспорту:
 - система збирання та управління даними,
 - моніторинг стану руху у реальному часі,
 - інформаційне забезпечення учасників руху,
 - обмін даними між центрами управління рухом;
- Автономні транспортні засоби та «розумні дороги»:
 - комунікативні інтелектуальні ТС,
 - системи автоведення;
- Системи перевезень:
 - управління парком транспортних засобів,
 - контроль за перевезенням небезпечних вантажів;
- Система інформаційного забезпечення водіїв і пасажирів:
 - навігаційна система;
 - система інформування пасажирів.

Водночас існує тенденція до об'єднання зусиль розвинених країн та країн, що розвиваються, в напрямку створення глобальної інтелектуалізації ТС на глобальному рівні. Японія і Південна Корея впродовж багатьох років займали позиції лідерів у цьому процесі. Інші країни, які усвідомлювали потребу у інтелектуалізації транспортних питань, працювали спільно задля уніфікації стандартів і підходів. Додатковим стимулом для спільних зусиль було розширення комунікативної інтелектуальної ТС по всьому світу. ЄС, США і Японія стоять на чолі процесу НДДКР в питанні створення автономних

транспортних засобів, що є ключовою ланкою створення комунікативної інтелектуальної ТС. Водночас різні підходи та технологічні рішення, що використовувались в процесі цих досліджень, призвели до складнощів інтеграції на етапі реалізації.

США і ЄС, розуміючи зазначені складнощі, порушили питання стосовно гармонізації та стандартизації й висунули пропозиції щодо створення спільної архітектури. З цією метою була створена Робоча група з гармонізації, участь у діяльності якої взяли також інші країни. Головним завданням її стала діяльність з подолання розбіжностей в підходах і технологічних рішеннях з метою створення спільної життєздатної архітектури інтелектуальної ТС.

Водночас, низка країн азійсько-тихоокеанського регіону проводили спільні дослідження в напрямку створення. Результати цих досліджень опубліковані Комісією ООН з економічного і соціального розвитку азійсько-тихоокеанського регіону (ESCAP – The United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). Аналогічно до Робочої групи з гармонізації, очолюваної США і ЄС, ESCAP також визнає необхідність та працює над створенням глобальної архітектури інтелектуальної ТС і рекомендує запровадити цю єдину архітектуру на національному рівні країн-учасниць.

Архітектура, розроблена Робочою групою з гармонізації, використовує програмні інструменти для створення архітектури інтелектуальної ТС, створені в США та ЄС, що мають назву Довідник гармонізованої архітектури для технічних стандартів (HARTS – Harmonized Architecture Reference for Technical Standards). Зазначена архітектура створена шляхом інтеграції стандартів країн ЄС (FRAME) і США (CVRIA). Підхід до створення такого розвитку схематично зображено на рис. 1.15. Пріоритетами в цьому напрямку визначено створення функціональної, фізичної та комунікаційної сутностей (як інтерпретація виконання основних, забезпечувальних й управлінських функцій). Однозначно визначені та описані потоки даних.

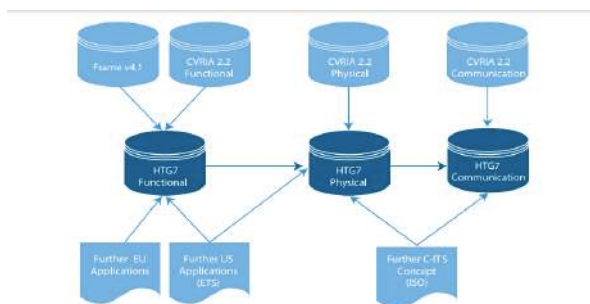


Рисунок 1.15 – Підхід глобальної архітектури інтелектуальної ТС

Стрибкоподібний індустріальний розвиток в останні десятиріччя зробив Південну Корею однією з країн Азії з найпотужнішою економікою. Південна Корея, завдяки своїм інноваційним рішенням в IT-секторі та транспортних технологіях, успішно конкурує на ринку інтелектуальних транспортних технологій нарівні з передовими країнами в цій галузі. Окрім того, Південна Корея є одним з найпотужніших лідерів у світі в галузі виробництва транспортних засобів (автомобільний, залізничний, водний транспорт). Перші кроки, які дозволили підійти до вирішення проблеми, розпочались ще на початку 1990-х років минулого століття. Було вжито заходів щодо забезпечення координації між державним, приватним секторами та науковою спільнотою в напрямку інтелектуалізації ТС Південної Кореї. Країна стала одним зі світових лідерів в напрямках інтелектуалізації ТС, забезпечення інформації про транспортну ситуацію в режимі он-лайн, передових IT-систем для громадського транспорту та систем збирання виручки. Інтелектуалізація ТС країни здійснювалась в 4 етапи, зображені на рисунку 1.16.

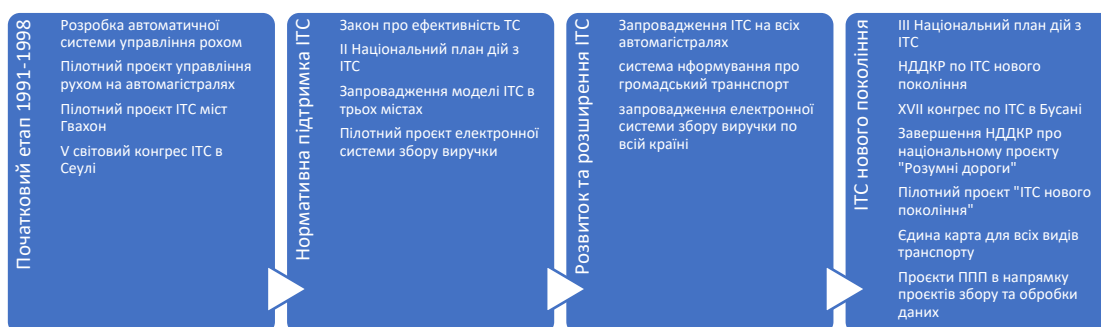


Рисунок 1.16 – Етапи інтелектуалізації ТС Південної Кореї

В країні було презентовано три плани дій з інтелектуалізації ТС. Перший з них опубліковано в 1997 році, другий – в 2000 році, і нарешті третій – в 2009 році з оновленням у 2011 році. На реалізацію цих заходів заплановано виділити 3,2 мільярда доларів.

Південна Корея заощадила 11 млрд дол. США та запобігла викиду 0,81 млн тонн CO₂ за рахунок зменшення дорожніх заторів й оптимізації перевезень на основі аналізу та управління великими транспортними даними. Також в країні введено спеціальні електронні квазі-гроші (Т-гроші) в громадському транспорті, за допомогою яких здійснювали до 30 млн транзакцій на добу. Система оплати за користування платними дорогами наявна на 70% автомагістралей і 31% транспортних засобів країни.

Уряд Південної Кореї забезпечує і забезпечуватиме в подальшому неперервну роботу з досягнення поставлених цілей за напрямками електрифікації, автоматизації та інтегрованої мобільності до 2030 року. План було створено з розбиттям цілей по періодах: короткострокові (2014–2020), середньострокові (2021–2025) та довгострокові (2026–2030), які схематично зображені на рисунку 1.17.



Рисунок 1.17 – стратегічні напрямки інтелектуалізації ТС Південної Кореї в довгостроковій перспективі

Інтелектуалізація ТС Південної Кореї за рахунок створення інтелектуальної транспортної екосистеми забезпечує передумови для створення комфортабельних, безпечних, екологічних міст зі сталою мобільністю людей та товарів, метою яких є максимізація суспільного блага. Довгострокові цілі підпорядковані досягнення цієї глобальної стратегічної мети.

Основні кроки передбачаються такими:

- Стандартизація параметрів і процедур обміну даними між інфраструктурою і транспортними засобами (рухомими одиницями);
- Організація процедур обміну даними між транспортними засобами;
- Запровадження вільних від викидів CO₂ міст та регіонів, де використовуватимуться виключно електричні та водневі транспортні засоби (для прикладу, острів Чеджу);
- Системна інтеграція всіх видів транспорту;
- Запровадження спрощених систем оплати в громадському транспорті;
- Реалізація функції автоведення та перехід до повністю автономного управління транспортними засобами;
- Перехід до комунікативної інтелектуалізації ТС;
- Оновлення та координація існуючої ТС з функціоналом та можливостями комунікативної інтелектуальної ТС;
- Поступовий перехід до обов'язкового встановлення бортових модулів оплати (OBU) на всі транспортні засоби;
- Завершення підготовки до впровадження автоматичного ведення Рівень 3 та Рівень 4 з 2015 та 2025 років, відповідно, та перехід до автономних транспортних засобів;
- Забезпечення інтеграції всіх засобів мобільності за допомогою передових IT-рішень;
- Забезпечення глибинної інтеграції зусиль державного сектора, приватних компаній та наукових в напрямку посилення взаємодії.

Короткострокові та довгострокові цілі Південної Кореї наведено в таблиці 1.11.

Інтелектуалізація ТС є важливою частиною транспортної стратегії Німеччини. Група радників з напрямку інтелектуалізації ТС під егідою Міністерства транспорту, будівництва та урбанізації підготувала план дій під назвою «Розумні ТС». У серпні 2011 року, відповідно до пункту 17(1) Директиви 2010/40/EU, опубліковано звіт «Стан реалізації і структура для інтелектуалізації ТС у Німеччині», який визначив рамки поточного плану дій з інтелектуалізації ТС. Цей план дій спрямований на підвищення безпеки та ефективності дорожнього руху й зменшення негативного впливу транспорту на навколишнє середовище. Він також спрямований на розвиток та інтелектуалізацію існуючої інфраструктури, яка стане основою для комунікативно інтелектуальної ТС і швидке поширення нових підходів до інтелектуалізації.

Таблиця 1.11 – Короткострокові та довгострокові цілі Південної Кореї

Короткострокові	Довгострокові
1	2
Стандарти наборів великих даних транспорту	Забезпечення безпеки ТС
Сталий розвиток суспільства та захист довкілля	Міста та регіони з нульовим викидом CO ₂
Комфортні та безпечні подорожі	Інтеграція всіх засобів мобільності
Автоматичні системи ведення та автономні транспортні засоби	Розширення систем автоведення по всій країні
Стала мобільність	Поширення комунікативної інтелектуалізації ТС

План інтелектуалізації ТС, підготовлений на виконання відповідної директиви ЄС, має такі цілі та пріоритети:

- Оптимізація використання інфраструктури, оптимізація транспортних потоків на основі інформації в реальному часі;
- Інтелектуалізація послуг в сфері управління рухом і інформаційного забезпечення в масштабах країни;
- Створення інтелектуалізованих рішень для підвищення ефективності перевізного процесу, безпеки руху та екологічності ТС.

Захід «Оптимізація використання інфраструктури, оптимізація транспортних потоків на основі інформації в реальному часі»: тут розглядаються заходи, які підвищують доступність і якість даних, створених державним і приватним секторами щодо автомобільного транспорту. Для досягнення цієї мети були визначені такі заходи:

- Інструкції по збиранню та аналізу інформації про події на транспорті;
- Запровадження якісної системи управління отриманням та обробкою даних інтелектуальної ТС в короткостроковій і довгостроковій перспективах;
- Запровадження ринку даних про мобільність;
- Оптимізація доступу до GIS-даних;
- Передача користувачам даних, які впливають на безпеку руху.

Захід «Інтелектуалізація послуг в сфері управління рухом і інформаційного забезпечення в масштабах країни»: розглядаються заходи інтеграції, потрібні для сумісності послуг інтелектуалізованої ТС. Метою є створення архітектури, яка організовує різні системні підходи та визнані інтерфейси. Для досягнення цієї мети були визначені такі підзаходи:

- Розробка комплексного плану розвитку та інтелектуалізації мультимодальних перевезень;
- Створення інтелектуалізованої структури автомобільних доріг;
- Створення інтелектуалізованої структури, що забезпечить розподіл відповідальності за управління рухом;
- Розробка інтелектуалізованої структури для управління перевезеннями;
- Визначення стратегічних транспортних коридорів;
- Розробка засобів управління виконанням робіт на інфраструктурі;
- Узгодження адаптованого контролю дорожнього руху з отриманою інформацією про параметри транспортного потоку;
- Прийняття за основу інвестиційного планування функціональних положень інтелектуалізованої ТС.

Захід «Створення інтелектуалізованих рішень для підвищення ефективності перевізного процесу, безпеки руху та екологічності ТС». Визначено заходи, потрібні для інтелектуалізації ТС. За цим напрямком були визначені такі заходи:

- Планування проєктів розвитку дорожньої телемеханіки;
- Запровадження та тестування систем обміну даними;
- Телемеханічні системи управління рухом та паркуванням.

Німеччина розробила подальші плани дій щодо інтелектуалізації ТС. Тут потрібно згадати:

- Створення бази даних, де будуть визначені поточні технології та їх потенційні сфери розгортання. Ця база даних важлива, оскільки вона показує, які технології можна використовувати та які переваги і недоліки вони принесуть.

- Забезпечення оптимального рівня інтелектуалізації ТС. Об'єднання архітектур інтелектуалізації всіх видів транспорту з метою формування інтермодальної (інтермодальний транспорт) каркасної архітектури.

- З урахуванням поточного стану інтелектуалізації ТС будуть створені нові типові архітектурні рішення:

- Адаптивна система моніторингу за дорожнім рухом поза житловою зоною;
- Інформація про параметри транспортного потоку;
- Взаємозв'язок;

- Створення чітких узгоджених планів підвищення кваліфікації ключового персоналу для підтримки сталого планування та реалізації інтелектуалізації ТС;

- Проведення системної роботи в напрямку розширення та удосконалення телематичних засобів в ТС.

Інтелектуалізація ТС потрібна і з точки зору підвищення ефективності перевезень та мобільності великовагових та великогабаритних вантажів. У цьому контексті увагу необхідно звернути на такі питання:

- Інформаційний портал звернення за дозволами та погодженнями;
- Он-лайн процедура отримання дозволів та погоджень;

- Планування маршрутів перевезень і технічних вимог з урахуванням поточного стану інфраструктури;
- Контроль та моніторинг перевезень.

Короткострокові та довгострокові стратегічні цілі Німеччини в напрямку інтелектуалізації ТС наведені в таблиці 1.12. Німеччина робить акцент на цифровій мобільності, при цьому країна приділяє велике значення подальшій цифровізації громадського транспорту в усіх своїх великих містах, зокрема в Гамбурзі, Мюнхені, Берліні та Штутгарті, і стимулює такий розвиток за допомогою мобільних додатків. Паралельно триває робота щодо оцифрування інфраструктури. Серед великих міст Німеччини Гамбург зберігає лідерство з оцифрування інфраструктури; Штутгарт – у сфері електронної мобільності; і Мюнхен – в системах спільного користування транспортними засобами.

Таблиця 1.12 – Стратегічні цілі інтелектуалізації ТС Німеччини

Короткострокові цілі	Довгострокові цілі
1	2
Оптимізація інформаційного забезпечення учасників перевізного процесу	Цифровий моніторинг
Прогресивні системи управління рухом	Поширення комунікативної інтелектуалізації в масштабах країни
Підвищення ефективності транспорту	Поглиблення використання мультимодальних систем
Сталий захист довкілля	Електромобілізація
Безпека руху	Автоведення (автономні ТЗ)

Процес інтелектуалізації ТС Великобританії розпочався в 1992 році та в ті часи полягав у підтримці запровадження телематики та інформатики в ТС. План дій з інтелектуалізації щороку зосереджувався на певній сфері, з урахуванням базових планів розвитку ТС країни, і полягав в нижчевикладеному:

- створення платформи для взаємодії та обміну інформацією між учасниками процесу для прискорення інтелектуалізації ТС;
- обговорення та пошук оптимальних рішень між всіма учасниками процесу;
- формування вмотивованого та зваженого впливу на політику та стратегії на національному, європейському та міжнародному рівнях;

- виведення на міжнародні ринки технологічних рішень Великобританії в частині інтелектуалізації ТС.

Інтеграція ТС за рахунок комунікативної інтеграції та навігації у Сполученому Королівстві забезпечує економію палива на 14%, або 2,9 мільйона барелів на рік. Розумні технології в дорожньому господарстві країни підвищили безпеку руху та пропускну спроможність, а також зменшили кількість аварій з травмами на 56%, час у дорозі у заторах – на 16%, і таким чином зробили час у дорозі більш передбачуваним. Крім того, було отримано зниження рівня шуму на 2,1 дБ і викидів вуглекислого газу на 4%.

Великобританія визначила показники ефективності та цілі для системи транспорту до 2020 року в шести категоріях, а саме: суспільство, економіка, навколишнє середовище, технології, політика та системна інтеграція. У цьому контексті деякі цілі та показники ефективності на 2020 рік підсумовувались таким чином:

- *Соціальні цілі:* досягнення рівня задоволеності користувачів на рівні 85% буде досягнута всіма видами транспорту. Зменшення шуму від дорожнього руху та транспортних засобів.

- *Економічні цілі:* витрати на розробку нових елементів ТС будуть знижені на 50%.

- *Екологічні цілі:* споживання всіх видів викопного палива буде зменшено на 20%. Викиди CO₂ будуть знижені до 90 г/км. Викиди CO₂, CH_x, NO_x в транспортних засобах, які споживають викопне паливо, будуть знижені до 50% від значення, визначеного стандартом ЄВРО 4;

- *Систематичні цілі:* 25% покращення доступності транспорту, недопустимість збільшення заторів, 50% збільшення доступності транспорту та 50% зменшення відхилення в розрахунку часу прибуття.

- *Технологічні цілі:*

- Підвищення ефективності транспортних засобів з дизельним двигуном до 55% відповідно до вдосконалення ефективності двигуна та трансмісії,

- Створення технології та інфраструктури для використання водневих паливних елементів;

- Продовження розробки програмного забезпечення, датчиків, електронних і телематичних технологій, які забезпечують покращення продуктивності автомобіля, керування, адаптивності, інтелектуалізованих рішень, мобільності та безпеки;

- Використання найсучасніших технологічних матеріалів, охоплюючи розумні матеріали, покриття поверхонь, нанотехнології та біотехнологічні продукти, а також матеріали, що підлягають переробці.

- Забезпечити заміну принаймні 5,75% викопного палива біопаливом. Щороку Великобританія оновлює стратегії та цілі попереднього року, розробляє плани подальшої інтелектуалізації своєї ТС і реалізує ці плани, оцінюючи їх з точки зору людських факторів, транспортних засобів та інфраструктурних факторів на основі потреб. З цієї причини наведені нижче стратегії Великобританії на 2020 рік і далі були розроблені з урахуванням планів дій на 2012–2017 роки:

- Забезпечення систем допомоги водієві, підготовка необхідної інфраструктури та розширення еко-водіння для безпечного, ефективного та чистого транспорту,

- Розвиток структури інтелектуалізації у межах державно-приватного та міжнародного співробітництва,

- Підвищення мобільності шляхом розробки електронних систем збирання плати, громадського транспорту, управління автопарком та мультимодальних ТС,

- Створення нових систем даних для збирання даних, обміну та безпеки,

- Створення зон із наднизьким рівнем викидів для життя середовища.

На відміну від передових країн, в Україні процес інтелектуалізації транспортної системи перебуває ще на початковому етапі. Так, останніми роками в країні досягнуто певного прогресу у запровадженні інтелектуальних технологій в різних галузях транспорту, а саме:

- Запровадження інтелектуалізованих систем збирання та обліку виручки в міському пасажирському транспорті;
- Системи контролю навантаження на осі в русі (WiM – weight in motion);
- Електронні черги (є-Черга);
- Системи електронних документів тощо.

Однак процес інтелектуалізації не носить системного характеру, а скоріше є спонтанним, слабо регульованим процесом.

Зазначене явище є наслідком низки факторів, з-поміж яких потрібно виділити:

- Відсутність єдиної погодженої та затвердженої архітектури інтелектуалізації ТС;
- Слабка координація учасників процесу;
- Відсутність єдиного чіткого бачення процесу, його цілей та етапів реалізації;
- Нестабільне та фрагментарне фінансування.

Для забезпечення прогресу окреслені проблеми мають бути вирішені.

Висновки до Розділу 1

1. На основі проведення аналізу наявних наукових досліджень в напрямку розвитку ТС встановлено, що підходи до визначення поняття ТС є дуже різними. В даній роботі пропонується досліджувати ТС як складну людино-машинну систему, що складається з інфраструктури, транспортних засобів, забезпечувальними та управлінськими підсистемами, які зв'язані між собою та з надсистемним рівнем відношеннями попиту, ресурсного забезпечення, техніко-технологічними регулюваннями та обмеженнями, економіко-організаційними потребами та правовим регулюванням, зокрема в напрямку безпеки та екології. Таке означення, з нашої точки зору, найбільш повно відповідає поняттю ТС та новітнім підходам до вирішення пріоритетних задач інноваційного розвитку ТС.

2. З урахуванням специфіки будови та функціонування ТС сформульовано базові гіпотези щодо особливостей інноваційного розвитку ТС, з-поміж яких: пріоритетність процесних та організаційних інновацій;

прив'язаність інновацій до життєвого циклу елементів системи; 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.

3. Виконано порівняння теоретичних досліджень взаємопов'язаних процесів стратегічного управління процесами інноваційного розвитку з урахуванням специфіки будови та функціонування ТС. Було систематизовано та доповнено класифікацію стратегій з точки зору їх формування та реалізації з метою забезпечення інноваційного розвитку ТС. Крім того, проаналізовано та обґрунтовано потребу розроблення стратегії інноваційного розвитку, залежної від впливу ієрархічних принципів.

4. Задача інноваційного розвитку ТС вимагає подальшого розвитку теорії ТС за рахунок виявлення, моделювання та дослідження закономірностей і розвитку таких систем з урахуванням історичного аспекту, надсистемних і підсистемних рівнів, та розробки спеціальних, не існуючих на час проведення дослідження, методів, зокрема методу їх спрямованого структурно-параметричного комплексно-оптимізаційного синтезу.

5. Поточний стан розвитку інформаційних і телекомунікаційних технологій відкриває широкі можливості для інтелектуалізації транспортної системи країни, що забезпечить управління транспортними процесами та рухом, забезпечить підвищення доступності послуг ТС для клієнтів, підвищить рівень безпеки. Виконаний аналіз практичного досвіду використання сучасних підходів до інтелектуалізації ТС в деяких країнах світу показав основні переваги інтелектуалізації ТС та підходи до її реалізації.

Таким чином, проведений аналіз стану наукових досліджень дозволив сформулювати концепцію побудови методології формування стратегії інноваційного розвитку ТС, а також сформулювати мету дослідження, яка полягає у розробці наукових основ формування стратегії інноваційного розвитку ТС країни з урахуванням поточних і прогнозованих потреб, світового порогу наукових знань і досвіду на основі комплексної структурно-параметричної оптимізації для забезпечення ефективності функціонування ТС.

Матеріали розділу подані в роботах [100–114].

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ КРАЇНИ

2.1 Генезис транспортних систем та ретроспективний огляд їх розвитку

Головним надсистемним атрибутом, на основі якого здійснюється передусім класифікація ТС, є сфери функціонування ТС. ТС забезпечили проникнення в усі відомі сфери.

Так, до кінця XIX століття ТС діяли в двох сферах: на землі та на воді. Наприкінці XIX століття відбулось проникнення ТС в підземний простір (почали створюватись підземні ТС для перевезення пасажирів – метрополітени). Згодом ці системи почали та продовжують використовуватись для перевезення вантажів (Барселона, Іспанія).

Початок XX століття ознаменувався проникненням ТС в повітряний простір – почав розвиватись авіаційний транспорт, який сягнув значного розвитку в напрямку перевезення пасажирів і швидкісного перевезення вантажу та особливо – пошти.

Друга половина XX століття стала відправною точкою спроб проникнення ТС у підводний простір. І хоча підводні ТС поки що не знайшли свого надширокого застосування, новітні наукові дослідження свідчать про наявність перспектив розвитку підводних ТС за умов використання локального модифікування простору.

Аналіз свідчить про монотонно висхідну (близьку до лінійної) залежність кількості сфер застосування з часом.

Розширення сфер застосування проникнення ТС пов'язано зі збільшенням кількості елементів як мобільних одиниць (транспортних засобів), інфраструктури, так і систем управління процесами перевезень. Зі збільшенням кількості структурних елементів збільшується структурна складність ТС, що

може негативно впливати на надійність. Останній факт змушує підходити до синтезу рішень зі створення елементів ТС з підвищеною надійністю для недопущення зниження інтегрального показника надійності ТС.

Знайдена закономірність знаходить своє підтвердження при аналізі ринку сучасних транспортних засобів і систем. Так, українська компанія Sherp [115] успішно виготовляє й експортує по всьому світу універсальні всюдиходи, які використовуються для створення систем транспортування вантажів і пасажирів у важкодоступних місцях. Особливістю транспортних засобів є той факт, що як рушій використовується колесо спеціальної конструкції (рис. 2.1 і 2.2) як при русі твердою поверхнею, так і при русі по воді.



Рисунок 2.1 – Транспортний засіб Sherp з причепом



Рисунок 2.2 – транспортний засіб Sherp з причепом на воді

Такі транспортні засоби є бісферними. Відомі три- та чотирисферні ТС.

Ця закономірність доводить тренд розвитку ТС проникнути в усі сфери, тож обмежувальним фактором для розвитку є кількість існуючих сфер. Розширення застосування сфер ТС вдається досягти шляхом підвищення рівня їх технізації. Результатом реалізації такої тенденції є підвищення продуктивності, ефективності та швидкодії, що позитивно впливає на економічні показники функціонування надсистеми.

Подібна тенденція спостерігається і в розвитку призначень та функціональності елементів ТС. Останній показник також належить до переліку базових атрибутів ТС. Як приклад – зростання кількості функцій елементів ТС,

зокрема рухомого складу та інфраструктури. Одним із дієвих механізмів досягнення цього є використання трансформерності.

Теоретично зміна значення цього атрибута не має технічно обмежувальних факторів. Водночас, обмеження на цю величину накладаються надсистемою в ході реалізації її інформаційно-управляльних функцій.

Ще один базовий атрибут – функції ТС, що характеризуються кількістю функцій, які реалізує один конкретний елемент системи. Беручи до уваги класифікацію функцій, що походить з її тріади (основні – N_{fo} , допоміжні – N_{fg} та управлінські – N_{fc}), графічна залежність закономірності зміни кількості функцій в часі з розвитком ТС має характер, близький до лінійного.

Доцільно звернути увагу на той факт, що основна функція ТС, єдина і незмінна, – це переміщення в просторі людей та вантажів. Разом із тим, забезпечувальні та управлінські функції отримують щоразу новий поштовх до розвитку.

Множина допоміжних (або забезпечувальних) функцій має дві великі підмножини:

- Допоміжні функції, що належать до фазового циклу або до циклів більш високого рівня. До цієї множини можуть належати такі, як модернізація, відновлення, переналагодження);
- Функції, що доповнюють систему до рівня антропоності й забезпечують локальну модифікацію середовища (наприклад, інформаційні та інтелектуальні функції, функції зміни локальної структури та параметрів середовища тощо).

Такі зміни кількості функцій відповідають закономірності підвищення рівня поліфункціональності ТС. Кількість функцій ТС лімітується кількістю відомих на момент розвитку поліантропних функцій.

Четвертим атрибутом ТС є кількість ефектів – фізичних, хімічних, біологічних, які використовуються в ТС. Закономірності їх зміни можна прослідкувати? за всіма трьома видами їх функцій. На рисунку 2.3 зображено

графік зміни загальної кількості (K_v) вказаних ефектів, а на рисунку 2.4 – діаграма зміни кількості видів цих ефектів залежно від часу.

Закономірність збільшення кількості фізичних, хімічних, біологічних ефектів та їх комбінацій, що використовуються в ТС, чітко підтверджуються відповідними діаграмами. Показники рівнів і характеристики видів відносяться до основних і допоміжних функцій.

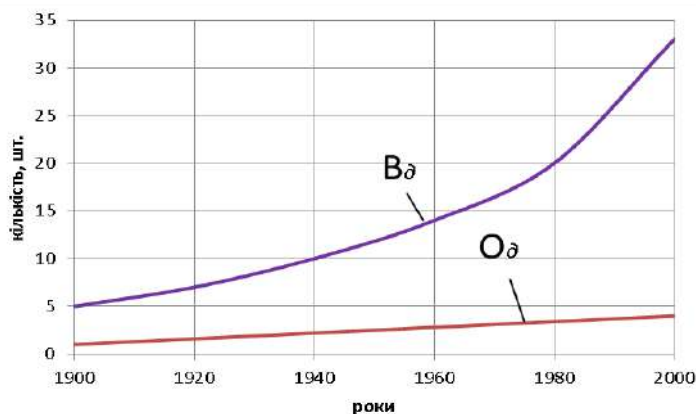


Рисунок 2.3 – закономірність зміни кількості ефектів, що застосовуються в ТС



Рисунок 2.4 – закономірність зміни груп ефектів, що застосовуються в ТС

З появою ЕОМ почала стрімко зростати кількість функцій інформаційного виду. На початку це була автоматизація певних процесів, яка поступово перейшла до інформатизації, що збільшувала своє значення в ТС. В XIX столітті ми почали спостерігати за процесом інтелектуалізації ТС та їх елементів. Така тенденція є наслідком реалізації загального закону розвитку засобів при

досягненні рівня поліантропності функцій засобів, а також впливає із загального закону прагнення характеристик до ідеальних значень [116].

Сучасна світова наука накопичила знання про понад 2000 фізичних, хімічних і біологічних ефектів, в той час як наукова думка не зупинилась, – тому ця кількість з року в рік зростає. Така кількість змушує групувати ефекти в кластери. Комбінування ефектів та їх кластерів дає фактично необмежену кількість комбінацій, і це призводить до того, що кількість принципів дії транспортних засобів за допоміжними та управлінськими функціями практично необмежена.

П'ятий за рахунком базовий атрибут – це види технологій, що знайшли реалізацію в ТС. Цей атрибут суттєво впливає на рівень продуктивності ТС в цілому. Окрім того, рівень продуктивності ТС залежить від виду циклограми, що реалізується ТС. Рисунок 2.5 ілюструє циклограми традиційної та оптимальної продуктивності за видами технології [117].

Трансфер від традиційної технології до оптимальної за продуктивністю забезпечуються за алгоритмами, передбаченими застосуванням вичерпного переліку способів підвищення продуктивності [118], які підлягають конкретизації в процесі синтезу ТС.

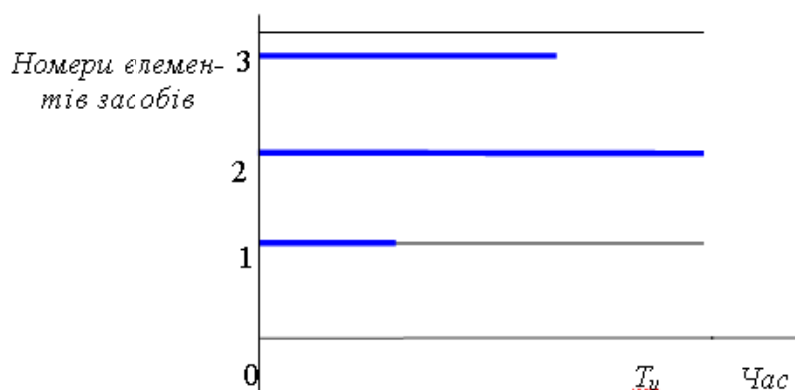
Розвиток ТС теоретично не має системних обмежень з технічної точки зору. Найчастіше обмежувальними ланками розвитку параметрів ТС є людина як елемент системи. Розвиток логістичних технологій, підвищення показників надійності. Завдяки розвитку логістики, підвищенню надійності, вдосконаленню навантажувально-розвантажувальних засобів та інших факторів відбувається перехід від традиційних до наближених до оптимальної технологій, про що свідчать статистичні дані про зростання показників загальної продуктивності автомобільного транспорту та відсутність системних обмежень на неї. На рис. 2.9 наведений графік, що ілюструє це [119].

Структура ТС є шостим атрибутом. Вона визначається перш за все збільшенням можливих шляхів забезпечення потрібних властивостей систем.

Зазначеним шляхам відповідають основні загальні структури кортежів підсистем ТС [119].



а)



б)

а – традиційна; б – оптимальна

Рисунок 2.5 – Циклограми роботи елементів ТЗ за рівнем продуктивності

Запропоновані структури ієрархічно розташовані відповідно до закону зростання ентропії [120] та відповідного системного принципу бритви Оккама [3]. Перехід відбувається від найпростішого в напрямку до складного. Гранично складними є структури ТС, які мають та можуть реалізувати функцію самоорганізації.

На рисунку 2.8 наведений графік зміни одного з найважливіших якісних показників – показника складності (Пс) структури з розвитком ТЗ і переходу від більш простих шляхів до більш складних.

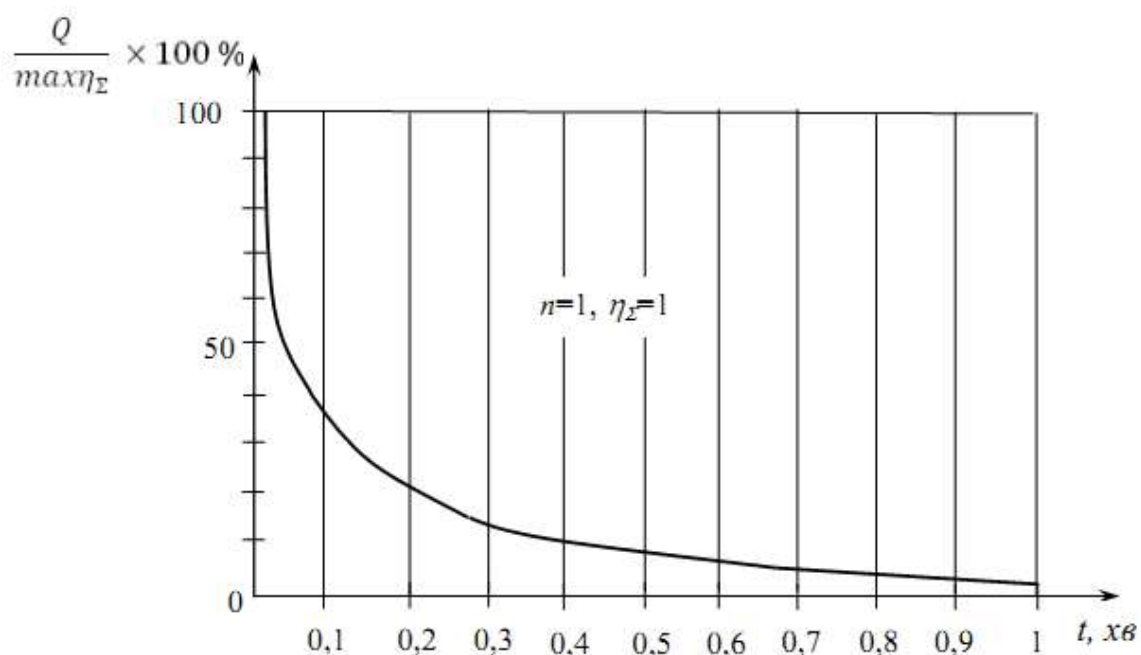


Рисунок 2.6 – Вплив оптимізації циклограми роботи ТС на реалізацію транспортного циклу (підвищення продуктивності) [121]

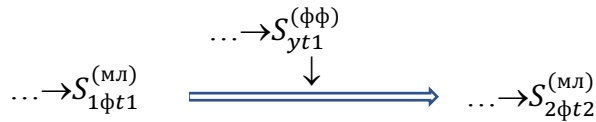
Параметр складності структури ТС (Π_c) визначається як кількість елементарних перетворювачів у її складі. З плином часу ускладнення структур ТС прискорюється.

Сьомий базовий атрибут ТС є комплексом її параметрів. Вивчення їх змін здійснюється окремо за їх видами – конструктивними, технологічними і управлінськими.

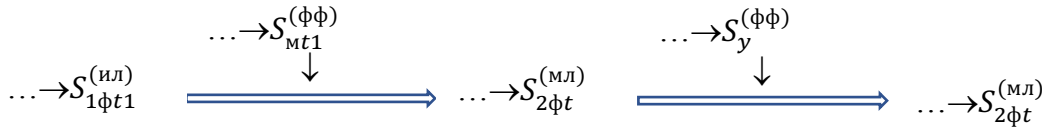
Рисунок 2.9 ілюструє закономірність зміни конструктивного параметра – питомої навантаженості лімітувальних ланок трьох видів елементів ТС: біооб'єкти (кінь), велосипед і вантажний автомобіль. Графічно зображено тренд удосконалення конструктивних параметрів системи шляхом їх прямування в напрямку ідеальних значень. До того ж, тут приховані значні резерви, які мають потенціал до розкриття, що істотно впливатиме на їх вартість, ефективність та вплив на соціально-економічні показники надсистеми.

Аналогічні тенденції спостерігаємо і за технологічними параметрами. Для прикладу (рис. 2.10) маємо тенденцію витрати енергії на виконання 1000 тонно-кілометрів транспортної роботи.

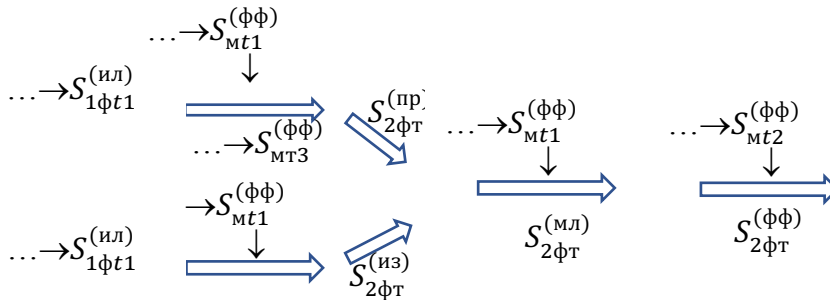
1. Використання існуючих засобів без переналагодження



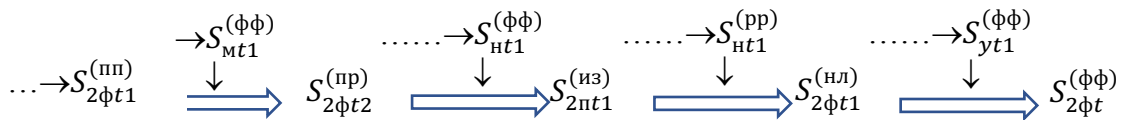
2. Використання існуючих засобів без переналагодження



3. Використання модернізованих засобів



4. Використання новостворених традиційних засобів



5. Використання новостворюваних інноваційних засобів:

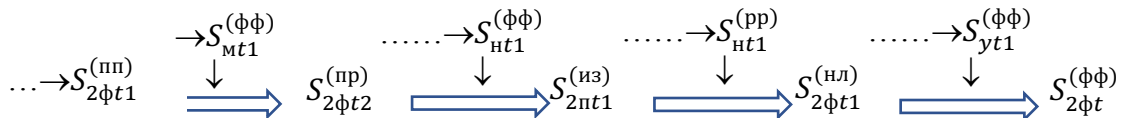


Рисунок 2.7 – Загальні структури кортежів підсистем ТС

Використання принципу максимуму Л.С.Понтрягіна [122] дозволяє оптимізувати наприклад графік зміни форми діаграми швидкості руху транспортних засобів в ТС залежно від пройденого шляху за критерієм оптимізації та досягнення гранично високої продуктивності в процесі еволюції (рисунок 2.11).

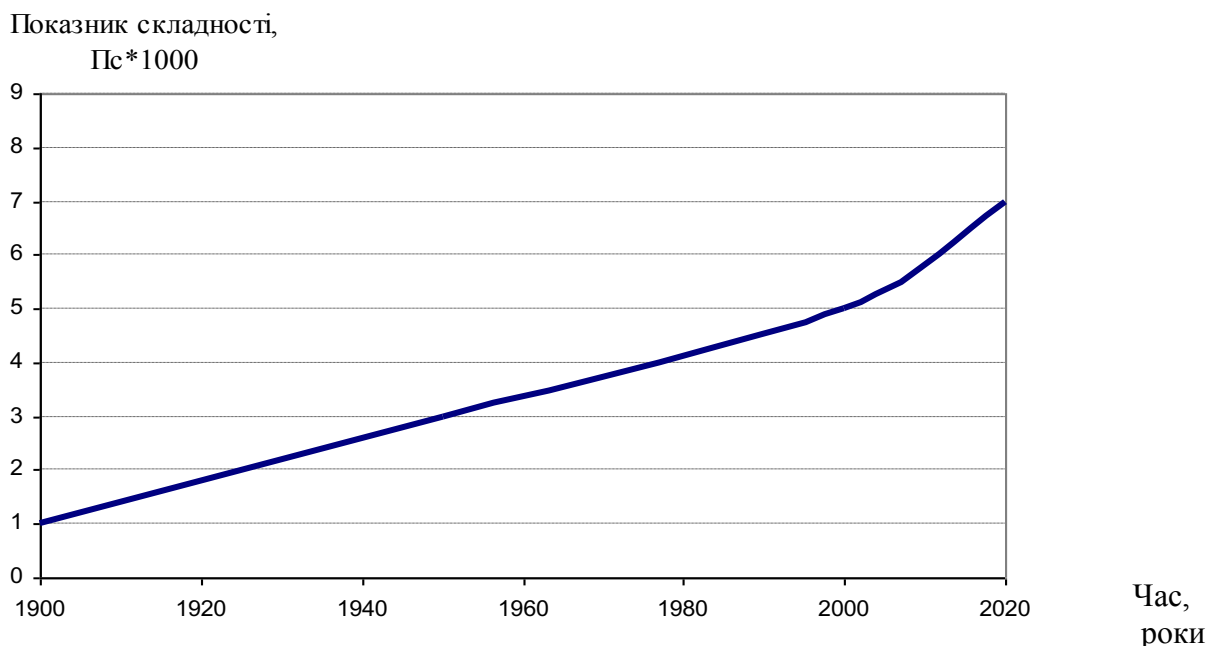


Рисунок 2.8 – Зміна в часі параметра складності структури ТС

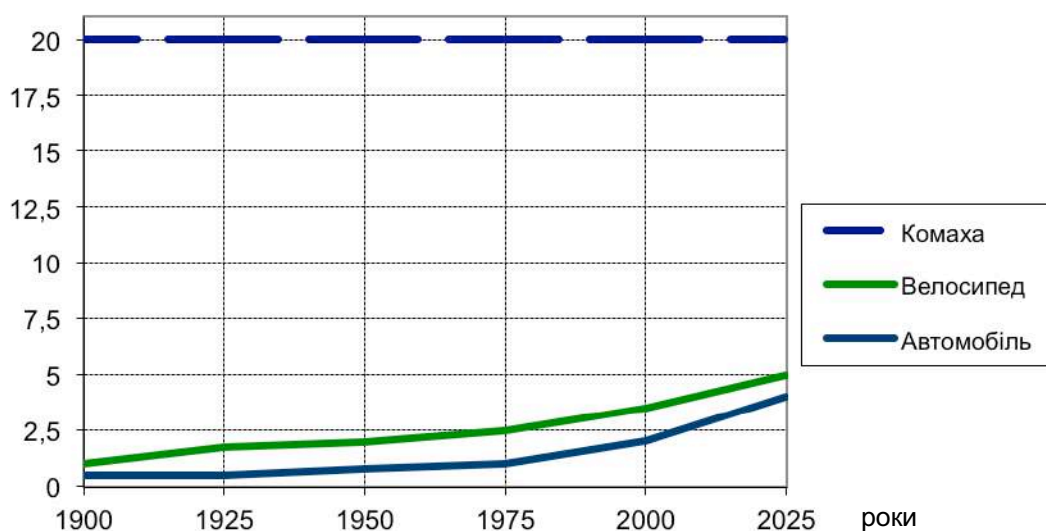


Рисунок 2.9 – Питома навантаженість елементів системи

На рисунку 2.12 показаний графік досягнення швидкостей руху серійними автомобілями [123].

Процес розвитку ТС супроводжується зміною стратегії ухвалення управлінських рішень. Зазначену тенденцію до підвищення їхнього рівня можна відобразити так, як показано на рис. 2.13.

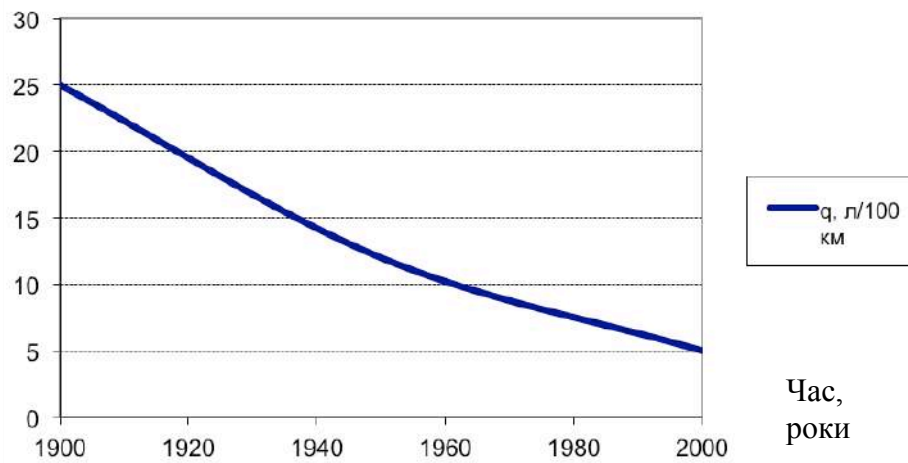


Рисунок 2.10 – Графік зміни питомої витрати енергії на виконання транспортної роботи

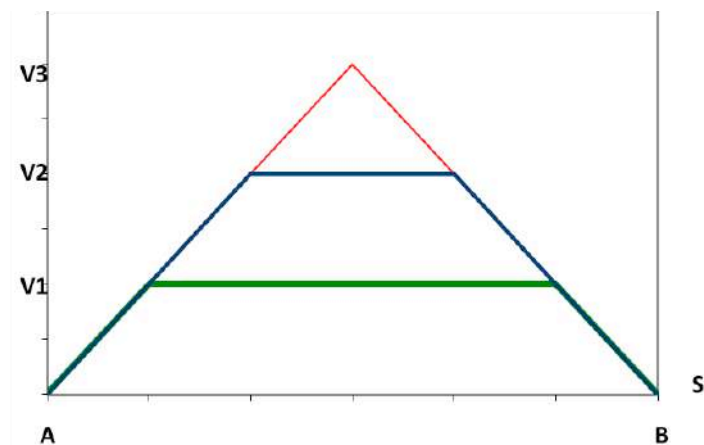


Рисунок 2.11 – Графік зміни форми діаграми швидкості руху транспортних засобів в ТС при зростанні їхньої швидкості

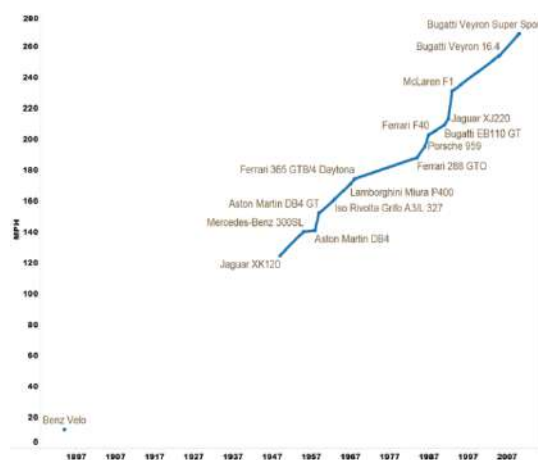


Рисунок 2.12 – Графік зростання граничної швидкості автомобілів-лідерів виставок

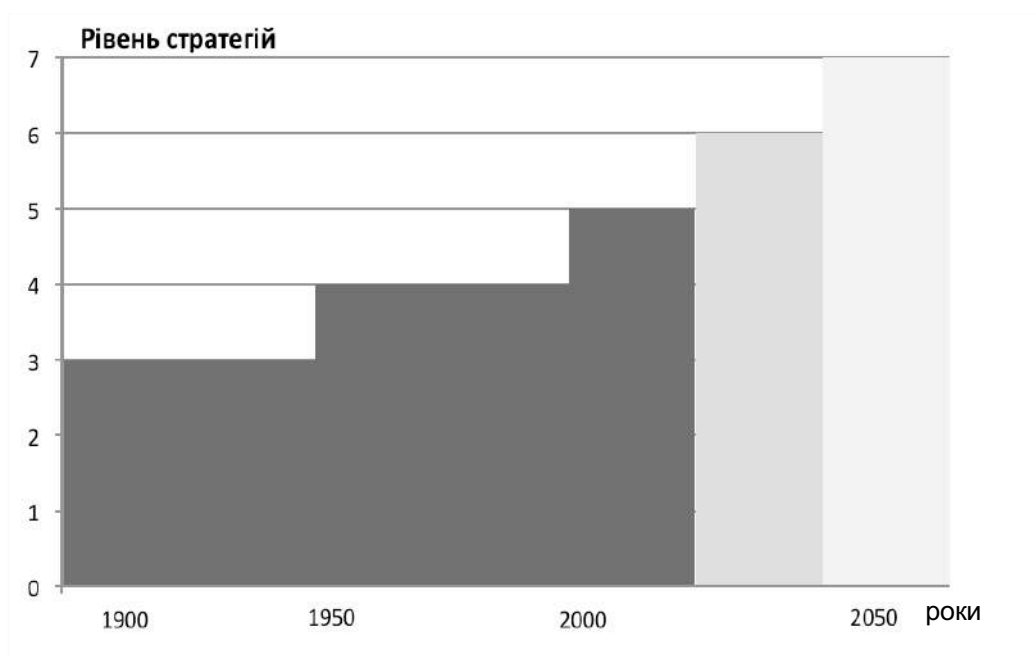


Рисунок 2.13 – Графік зростання рівня стратегій прийняття рішень щодо розвитку ТС

Найвищий можливий рівень – рівень поліантропності, який дозволяє виконувати завдання оптимізації управлінських рішень як шлях до інформатизації та інтелектуалізації ТС. Тому рисунок 2.13 фактично відображає тенденцію зростання інформатизації та інтелектуалізації ТС. Цей процес не має лімітувальних факторів, оскільки обсяг інформації, яка враховується при прийнятті рішень, не має обмежень.

З точки зору надсистеми – суспільства та народно-господарського комплексу – найважливішими на сьогодні є параметри продуктивності та енергоефективності ТС. Зростання цих показників здійснюється за рахунок застосування певних способів, які впорядковані загальними природними законами взаємодії речовинних, енергетичних та інформаційних субстанцій.

Типові способи забезпечення зростання енергоефективності та продуктивності ТС складають замкнені множини. Їх сукупність утворює одну з головних закономірностей розвитку ТС.

Типові способи забезпечення зростання енергоефективності та продуктивності ТС складають замкнені множини. Їх сукупність утворює одну з головних закономірностей розвитку ТС.

Сукупність цих способів складають нову інформаційно-знаннєву основу для управління основними показниками ефективності розвитку ТС.

Найбільш частовживані організаційні заходи отримані шляхом конкретизації даних, наведених у роботі [124]. Для реалізації кожного з типових способів підвищення енергоефективності ТС використовують заходи, відображені в таблиці 2.1, а способів підвищення продуктивності – у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Типові способи підвищення ефективності ТС [19]

Клас (Кс) способу	Прийом	Об'єкт	Організаційні заходи	Способи регулювання
1	2	3	4	5
1	Виключення	Енергія для ендо-процесів	Перехід на техноло-гії, які усувають потребу в подачі енергії	Стимулювання способів $I_c \times N$,
2		Енергія, що подається для ендпроцесів і втрачається у перетворювачах	Вилучення втрат при перетворенні енергії	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $I_c \times h$,
3		Простої	Усунення простоїв	Перехід до неперервних процесів, оптимізація використання робочого часу для $I_c \times P_p$
4		Допоміжні функції - ендпроцеси	Усунення допоміжних функцій	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $I_c \times B_o$
5	Скорочення	Енергія, що подається	Зменшення споживання енергії	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $U_m \times N$
6		Енергія, що втрачається у перетворювачах	Зменшення втрат при перетворенні енергії	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $U_m \times h$
7		Простої	Скорочення простоїв	Оптимізація використання робочого часу для $I_c \times P_p$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
8		Допоміжні функції – ендопроцеси	Зменшення тривалості допоміжних функцій (підвищення інтенсивності допоміжних функцій та скорочення обсягів перетворень)	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $U_m \times B_o$
9		Основні функції - ендопроцеси	Зменшення тривалості реалізації основних функцій (підвищення інтенсивності реалізації основних функцій і скорочення обсягів перетворень)	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $U_m \times O_o$
10	Суміщення	Енергія, що подається в ендопроцеси	Суміщення енергії, що споживається	Оптимізація організаційних структур, інституційних можливостей та режимів роботи, спрямованих на $C_m \times N$
11		Енергія для реалізації ендопроцесів і використовується у перетворювачах	Комбінування втрат при енергоперетворенні	Оптимізація організаційних структур, впровадження інновацій для забезпечення $C_m \times h$
12		Простої	Суміщення простоїв	Оптимізація режимів роботи
13		Допоміжні функції-ендопроцеси	Суміщення допоміжних функцій	Оптимізація організаційних структур, інституційних можливостей та режимів роботи, спрямованих на $C_m \times B_o$
14		Основні функції-ендопроцеси	Суміщення основних функцій	Оптимізація організаційних структур, інституційних можливостей і режимів роботи, спрямованих на $C_m \times B_o$
15	Додаток	Енергія екзопроцесів	Додавання джерел енергії екзопроцесів	Диверсифікація джерел енергії для забезпечення $D_o \times N$
16		Коефіцієнт корисної дії екзопроцесів	Додавання каналів подачі енергії від екзопроцесів	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $D_o \times h$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
17		Основні функції-екзопроцеси	Додавання основних функцій-екзопроцесів	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $D_c \times O_d^*$
18		Допоміжні функції-екзопроцеси	Додавання допоміжних функцій-екзопроцесів	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $D_c \times B_d^*$
19		Енергія, що подається з екзопроцесів	Збільшення подачі енергії з екзопроцесів	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $U_e \times N^*$
20	Збільшення	Коефіцієнт корисної дії перетворювачів енергії екзопроцесів	Підвищення коефіцієнта корисної дії перетворювачів енергії з екзопроцесів	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $U_e \times h^*$
21		Основні функції-екзопроцеси	Збільшення тривалості основних функцій-екзопроцесів (сповільнення основних функцій і збільшення їхніх обсягів)	Оптимізація організаційних структур, інституційних можливостей і режимів роботи, спрямованих на $U_e \times O_d^*$
22		Допоміжні функції-екзопроцеси	Збільшення тривалості допоміжних функцій-екзопроцесів (сповільнення допоміжних функцій і збільшення їхніх обсягів)	Оптимізація організаційних структур, інституційних можливостей і режимів роботи, спрямованих на $U_e \times B_d^*$
23	Розподіл	Енергія з екзопроцесів	Розподіл енергії з ендопроцесів	Диверсифікація структур, спрямована на $P_d \times N^*$
24		Коефіцієнт корисної дії екзопроцесів	Розподіл коефіцієнта корисної дії джерела екзопроцесів	Застосування інновацій, стимулювання розробок, спрямованих на $P_d \times h^*$
25		Основні функції-екзопроцеси	Розподіл основних функцій	Оптимізація організаційних структур, інституційних можливостей і режимів роботи, спрямованих на $P_d \times O_d^*$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
26		Допоміжні функції-екзопроцеси	Розподіл допоміжних функцій	Оптимізація організаційних структур, інституційних можливостей і режимів роботи, спрямованих на $P_{\partial} \times B_{\partial}^*$
27		Простої	Розподіл простоїв	Оптимізація організаційних структур, інституційних можливостей і режимів роботи, спрямованих на $P_{\partial} \times \Pi_p^*$

У таблиці 2.1 позначено:

N_i, T_i, h_i, A_i – показники потужності, тривалості циклу, ефективності використання (перетворення) енергії та обсягу перетворень відповідно;

$O_{\partial}, B_{\partial}, \Pi_p$ – основні, допоміжні дії (функції) та простої;

$I_c, U_m, C_m, D_{\partial}, U_{\partial}, P_{\partial}$ – прийоми виключення, зменшення, суміщення, додавання, збільшення та розподілу відповідно.

Таблиця 2.2 – Множина способів підвищення продуктивності ТС

Прийом	Об'єкт	Спосіб	Структурна формула
1	2	3	4
Вилучення	Простої	Вилучення простоїв	$I_c \times \Pi_p$
	Допоміжні функції	Вилучення допоміжних функцій	$I_c \times B_{\partial}$
Зменшення	Простої	Зменшення простоїв	$U_m \times \Pi_p$
	Допоміжні функції	Зменшення тривалості допоміжних функцій (підвищення інтенсивності допоміжних функцій і скорочення їх обсягу)	$U_m \times B_{\partial}$
	Основні функції	Зменшення тривалості основних функцій (підвищення інтенсивності основних функцій і скорочення їх обсягу)	$U_m \times O_{\partial}$
Суміщення	Простої	Суміщення простоїв	$C_m \times \Pi_p$
	Допоміжні функції	Суміщення допоміжних функцій	$C_m \times B_{\partial}$
	Основні функції	Суміщення основних функцій	$C_m \times O_{\partial}$

Для реалізації способів підвищення продуктивності ТС можна запропонувати типові приклади заходів (табл. 2.3).

Заходи, запропоновані в таблицях 2.1–2.3 виходять із загальних підходів теорії машин і механізмів, а також розвинуті, доповнені та адаптовані в наукових працях, присвячених розвитку ТС [92]. Конкретні умови та задачі розвитку визначають конкретні заходи і способи з запропонованого переліку для розв’язання конкретних завдань.

Таблиця 2.3 – Заходи, що застосовуються для реалізації способів підвищення продуктивності ТС

Клас способу	Заходи
1	2
1	Використання неперервних процесів замість дискретних
2	Використання нових технологій, що не вимагають допоміжних дій або самоорганізують ці дії
3	Підвищення надійності машин. Зменшення простоїв, пов’язаних із факторами організаційно-технологічного та інших характеристик
4.1	Збільшення швидкодії виконавчих органів, вузлів й агрегатів, які забезпечують реалізацію допоміжних функцій. Оптимізація статичних, кінематичних, динамічних та міцнісних властивостей елементів ТС. Оптимізація режимів реалізації допоміжних функцій
4.2	Зменшення кількості допоміжних функцій, мінімізація тривалості і дальності холостих пробігів. Інтенсифікація механізмів, вузлів й агрегатів, що реалізують допоміжні функції
5	Збільшення швидкодії механізмів, вузлів та агрегатів, що реалізують основні функції. Оптимізація статичних, кінематичних, динамічних і міцнісних параметрів елементів ТС. Адаптація режимів виконання основних функцій
6	Оптимізація циклів роботи системи
7	Максимізація паралельності та синхронності реалізація допоміжних функцій
8	Підвищення концентрованості операцій (вантажопідйомності, кількості машин) на перетворюваний об’єкт

Параметри ТС мають здатність еволюціонувати. При цьому еволюція зазвичай здійснюється в напрямку до ідеального значення кожного з параметрів. Досліджені у цьому підрозділі закономірності зміни з часом характеристик базових атрибутів – параметрів ТС – доводять це твердження. Зведений перелік закономірностей (законів) зміни значень базових атрибутів для різних поколінь техніки ТС наведений в таблиці 2.4.

Інформація про закономірності розвитку базових атрибутів ТС необхідна для планування і проектування розвитку ТС, їх підсистем і елементів, метою чого є досягнення гранично високого рівня технізації, ефективності, надійності, безпечності та якості.

Таблиця 2.4 – Зведений перелік закономірностей розвитку базових атрибутів для різних поколінь технічних засобів ТС

Ч.ч.	Назва закономірності розвитку атрибута	Значення атрибутів для поколінь техніки			
		Покоління n	Покоління $n + 1$	Покоління $n+2$	Покоління $n + m$
1	2	3	4	5	6
1	Сфера застосування	Моносферне	Двосферне	Трисферне	Багатосферне (полісферне)
2	Призначення	Спеціальне	Спеціалізоване	Розширене	Універсальне
3	Функції	Монофункціональне	Біфункціональне	Трифункціональне	Багатофункціональне (поліфункціональне)
4	Принципи дії (ефекти)	З одним визначальним ефектом	З двома визначальними ефектами	З трьома визначальними ефектами	З безліччю визначальних ефектів
5	Процеси	Дискретні	Дискретно неперервні	Неперервно дискретні	Неперервні (квазі-неперервні)
6	Структура	Постійна, найпростіша	Переналагоджується	Модернізується	Самоорганізується
7	Параметри	100%	120–150%	145–225%	$(1,2-1,5)^m \times 100\%$

Інформація про закономірності розвитку базових атрибутів ТС потрібна для планування і проектування розвитку ТС, їх підсистем і елементів, метою чого є досягнення гранично високого рівня технізації, ефективності, надійності, безпечності та якості.

Цей процес ініціюється надсистемою та супроводжується контролем та накладанням відповідних обмежень в процесі розвитку. Зазначені процеси потребують додаткового дослідження та формалізації.

2.2 Визначення поняття інноваційного розвитку транспортної системи країни

Для подальшої роботи з досягнення поставлених мети і задач дослідження, потрібно чітко і однозначно визначити та категоризувати поняття «розвиток» щодо поняття «ТС». При цьому потрібно врахувати, що за своєю суттю ТС є складною багаторівневою ієрархічною антропо-техніко-економічною системою, яка, до того ж, як завдяки власним масштабу та комплексності, так і завдяки широкій номенклатурі покладених на неї функцій, має складні взаємозв'язки зі своїми надсистемами, суміжними системами та підсистемами.

Національна транспортна стратегія України до 2030 року [125] оперує загальновідомим поняттям «сталий розвиток».

Як визначено ще у 1992 році у відповідних матеріалах Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку, сталим розвитком називається такий процес розвитку людства, який створює можливості для задоволення потреб людства на сучасному етапі без загрози для прийдешніх поколінь у задоволенні прогнозованих власних потреб. [126]

Дефініція «сталий розвиток» є перекладом з англійської sustainable development, має значення «розвиток, забезпечений підтримкою» (to sustain – підтримувати). Таким чином, сталий розвиток стосується не лише екологічної складової, а й економічної та соціальної граней питання.

Для кращого розуміння наведемо приклади реалізації концепції.

- Будівництво дорожньої залізничної інфраструктури (зокрема, будівель та споруд залізниці) в комплексі зі створенням зелених насаджень з метою мінімізації негативного впливу на стан довкілля.

- Збільшення врожаїв зернових за умови недопущення виснаження ґрунтів та відповідного зниження їх якості та родючості.

- Видобуток корисних копалин (нафта, вугілля, руди чорних та кольорових металів) супроводжується організацією виробництв, що не

перебувають в залежності від такого видобутку. Це дозволяє забезпечити, щоб після прогнозованого вичерпання відповідних родовищ прийдешні (а нерідко й поточні) покоління мали перспективи подальшого економічного розвитку відповідних територій.

З філософської точки зору концепція стійкого розвитку – це цілісна система соціально-філософських поглядів та ідей на напрямки та підходи до розвитку суспільства, що забезпечить досягнення узгодженості основоположних чинників розвитку людського суспільства [127]. Поняття «стійкість» тлумачиться як можливість уникнути дисбалансу соціальної динаміки, не допустити виникнення диспропорцій і дисфункцій, які за сучасних умов загрожують підвалинам існування людства. Ознака такої стійкості – життєспроможність суспільства, здатність підтримувати розвиток, запобігаючи виснаженню і стресовій напрузі.

Для глибокого розуміння та правильного подальшого моделювання потрібно чітко визначити зв'язки між поняттями «розвиток ТС» і «прогрес ТС». Так, відповідно до [128], прогрес – це якісні характеристики системи, які виходять з того, що внаслідок розвитку (інновацій) ТС може переходити від нижчих форм свого існування до вищих, більш досконалих. Прогрес в розумінні філософії є метою розвитку.

Розвиток – незворотна, спрямована, закономірна зміна матеріальних об'єктів або систем в напрямку ідеального стану або значення. Інноваційний розвиток ТС – зміна ТС під впливом досягнень науково-технічного прогресу в напрямку до ідеального її стану.

Схематично процес інноваційного розвитку ТС зображено на рис. 2.14.

Для моделювання розвитку ТС потрібно розпочати з означень «рівень техніки» (РТ) та «технічний рівень» (ТР).

У науково-технічній літературі традиційно застосовується інтегральне поняття «рівень техніки» (РТ). Можна встановити зв'язок РТ з поняттям розвитку техніки (ТР) [129].

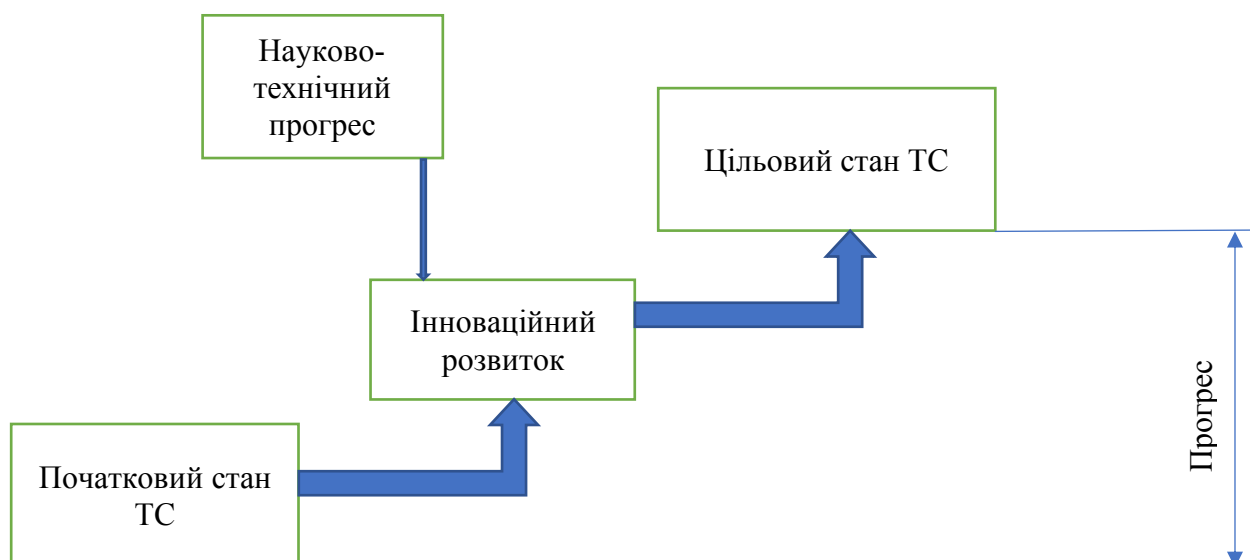


Рисунок 2.14 – Загальна графічна модель інноваційного розвитку ТС

Зміна рівня техніки ($3T$) є dPT/dt . Зміна TP в напрямку його приросту можна визначити умовою

$$\frac{dPT}{dt} = 3_T \text{ при } 3_T > 0 \quad (2.1)$$

де t – час.

Таким чином, нехай початковий рівень техніки дорівнював PT_1 . В результаті розвитку системи за проміжок часу t рівень техніки набув значення PT_2 . Тоді справедлива рівність

$$PT_2 = PT_1 + 3_T = PT_1 + \frac{dPT}{dt} \cdot t \quad (2.2)$$

Збільшення PT (підвищення рівня техніки) однозначно пов'язується з науково-технічним прогресом і, відповідно, з розвитком техніки – PT .

При тому, науково-технічний прогрес є лише інструментом підвищення рівня техніки. Так, в світі, зокрема в Україні, спостерігається постійний рух в напрямку розвитку ТС. При цьому рівень техніки хоча й поступово і повільно, але збільшується. Водночас, якщо зробити аналіз кожного такого підвищення, стає зрозумілим, що ці підвищення рівня техніки (за невеликим винятком)

відбувається за рахунок впровадження досягнень та наукових відкриттів, які були здійсненні ще в 20-му столітті. Ініціатором, або драйвером, цих змін є розвиток суспільства та соціальних відносин, а також економічні чинники й постійне загострення конкуренції на світовому транспортному ринку.

Однак відомі випадки, коли $Z_T < 0$. В цьому випадку ми говоримо про зворотний процес розвитку ТС – її деградацію. На жаль, в Україні такі випадки відомі, особливо в ТС міського пасажирського транспорту. Тому потрібно докладати вичерпних зусиль для недопущення таких явищ.

Потрібно зазначити, що зміна рівня техніки Z_T не є скалярною величиною, оскільки, окрім власне величини зміни рівня техніки, важливий також напрям такої зміни. Тобто, ми маємо справу з векторною величиною $\vec{Z}_T$.

За кожним напрямком розвитку ТС, за кожним параметром система прагне досягти ідеальних значень цих параметрів. При цьому ідеальні значення параметрів відрізняються. Так, якщо ми розглянемо такі параметри, як витрата енергії на переміщення, або безпека (в розумінні відношення кількості транспортних подій або інцидентів на одиницю транспортної роботи) – ідеальне значення цих параметрів дорівнює 0. Ідеальне значення надійності ТС – 100%.

Складніше з визначенням ідеальних значень таких величин, як пропускна або перевізна спроможність ТС. Через значну варіабельність показників різних систем транспорту однозначно визначити єдине ідеальне значення такої абсолютної величини неможливо. Тому за оцінку доцільно запропонувати відносну величину, яка є відношенням реальної досягнутої пропускної спроможності до відповідних потреб (попиту) у перевезеннях. Тоді її ідеальне значення дорівнюватиме 1 або 100%. Водночас при значному перевищенні пропускної спроможності над фактичними (прогнозованими у відповідному горизонті планування) з'являється інше негативне явище – надлишковість системи, яка тягне за собою низку негативних факторів, зокрема економічного характеру. Так, надлишкова інфраструктура, хоча і не задіяна у обслуговуванні перевезень, тягне за собою витрати на її утримання. Зменшуються такі важливі економічні показники, як фондівдача, окупність інвестицій тощо. Тому при

подальшому збільшенні відношення реальної досягнутої пропускної спроможності до відповідних потреб стає неідеальним і зменшується з його зростанням.

Величина (2.1) є недостатньою для визначення та моделювання розвитку, оскільки є скалярною величиною. Вона де дозволяє визначити та формалізувати напрямок розвитку як невід’ємний атрибут самого поняття «розвиток». Це можливо реалізувати, застосувавши антропний принцип і світоглядне розуміння розвитку як наближення до ідеалу на різних фазах розвитку.

Якщо $R1$ і $R2$ – відстані від точок, що характеризують рівень техніки РТ в моменти часу t_1 і t_2 , відповідно, то розвиток за цей час складе різницю відстаней

$$\int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{dYT}{dt} \right) dt = |R1| - |R2| \quad (2.3)$$

У випадку розвитку ТС ймовірність P події, що полягає у наближенні рівня системи до ідеального стану, дорівнює одиниці, тобто,

$$P\{|R1| - |R2| > 0\} = 1. \quad (2.4)$$

Залежності (2.3)–(2.4) відображають умови та сутність зміни технічного рівня системи, які можна визначити як розвиток. У протилежному випадку йтиметься про деградацію.

Досягнення науково-технічного прогресу є лише інструментами забезпечення інноваційного розвитку ТС. Водночас, існує певний перелік факторів, які сприяють ініціалізації процесу інноваційного розвитку ТС.

Як було зазначено вище, ТС є складною багаторівневою ієрархічною антропо-техніко-економічною системою. Тому ініціаторами розвитку можуть бути структуровані за певною ознакою матеріальні, енергетичні та інформаційні ресурси, які задіяні у потрібний час та у потрібному місці фазових циклів. Структурування необхідно з тієї точки зору, що мова йде про виконання тих етапів життєвого циклу ТС або її підсистем чи елементів, що зумовлюють поліпшення рівня техніки.

Відповідно до [124], головними алгоритмами, що забезпечують досягнення необхідних характеристик ТС, які є похідними складу підсистем, що реалізують кортежі фазових циклів ЖЦ, можуть бути шляхи у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Алгоритми досягнення бажаних характеристик ТС і відповідні фазові цикли

Ч.ч.	Алгоритм і його позначення	Фазові цикли ЖЦ	Назва
1	2	3	4
1	Застосування поточної системи без переналагодження – УП	$\Phi \otimes U_{\Phi}$	Керування
2	Застосування системи з відповідними переналагодженнями – ПН	$[(H \otimes U_H) \otimes (\Phi \otimes U_{\Phi})] \otimes U_{H\Phi}$	Переналагодження
3	Використання модернізованої системи – МД	$\left[\begin{array}{l} (D \otimes U_D) \otimes (P \otimes U_P) \otimes (L_b \otimes U_{Lb}) \otimes \\ (I \otimes U_I) \otimes (C \otimes U_C) \otimes (Z \otimes U_Z) \otimes \\ (H \otimes U_H) \otimes (\Phi \otimes U_{\Phi}) \end{array} \right] \otimes U_{H\Phi} \otimes U_{ЖЦ}$	Модернізація
4	Використання новоствореної традиційної системи – ТП	$\left[\begin{array}{l} (P \otimes U_P) \otimes (I \otimes U_I) \otimes (C \otimes U_C) \otimes \\ (Z \otimes U_Z) \otimes (H \otimes U_H) \otimes (\Phi \otimes U_{\Phi}) \otimes \\ (O \otimes U_O) \otimes (R \otimes U_R) \otimes (M \otimes U_M) \otimes \\ (L \otimes U_L) \end{array} \right] \otimes (C \otimes U_C) \otimes U_{ЖЦ}$	Перебудова
5	Використання заново синтезованої інноваційної системи – ІП	$\left[\begin{array}{l} (D \oplus U_D) \otimes (P \oplus U_P) \otimes (I \oplus U_I) \otimes \\ (C \oplus U_C) \otimes (Z \oplus U_Z) \otimes (H \oplus U_H) \otimes \\ (\Phi \oplus U_{\Phi}) \otimes (O \oplus U_O) \otimes \\ (R \oplus U_R) \otimes (M \oplus U_M) \otimes (L \oplus U_L) \end{array} \right] \otimes U_{ЖЦ}$	Інноваційна перебудова

Умовні позначення: U_i , $i \in \{д, п, и, с, з, н, ф, о, р, м, л, нф, жц\}$ – підсистеми управління для систем, метою яких є реалізація фазових циклів та життєвого циклу відповідно; «б» – колишній.

Реалізація кожного алгоритму вимагає наявності чітко визначеного ресурсу розвитку. У випадку визначення структурованої під певний алгоритм

досягнення заданих властивостей ТС сукупності матеріальних, енергетичних та інформаційних субстанцій як множини PEI_{ij} – ресурсів розвитку, $i \in \{1, n\}$, $j \in \{УП, ПН, МД, ТП, ІП\}$, то можна зазначити, що

$$dPT/dt = \sum_{i=1}^n k_{ij}(t) PEI_{ij} > 0, \quad (2.5)$$

де n – множина циклів додавання до системи необхідних для розвитку ресурсів;

$k_{ij}(t)$ – коефіцієнт реалізації ресурсів, що залежить від часу t .

В процесі визначення та вивчення законів розвитку ТС, які є похідними від законів розвитку техніки, всі фактори розвитку природного або штучного походження доцільно поділити на дві групи залежно від спрямованості їх дії на зміну стану технічної системи, тобто, на розвиток чи деградацію.

Перша група – фактори, що прискорюють розвиток ТС, *друга* – фактори, що сповільнюють розвиток або ведуть до її деградації.

Фактори другої групи можуть бути детермінованого або стохастичного характеру, а також лімітованими параметрами («вузькими місцями») та базовими обмеження природного та соціального характеру. Таблиця 2.6 містить відповідну класифікацію факторів протидії розвитку (ПТР), компенсувальних (нейтралізувальних) заходів – контрзаходів, а також рівні і види підсистем, що відпрацьовують ці заходи. Реалізація дії факторів другої групи, яка є кумулятивною, створює головний закон стримування розвитку ТС.

Таблиця 2.6 – Класифікація факторів протидії розвитку та заходів, що їх нейтралізують або компенсують

Клас фактора	Фактори протидії розвитку ТС і їх позначення	Заходи протидії	Рівень і вид підсистеми, що відпрацьовують компенсаторні заходи
1	2	3	4
1	Визначені фактори природного та соціального характеру – ДФ	Програмована варіація характеристик ТС	Підсистема управління вищого рівня ТС
2	Фактори стохастичної природи – СФ	Адаптація ТС	Підсистема управління вищого рівня ТС

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
3	«Вузькі місця» – ВМ	Реконструкція для «розширення вузьких місць»	Надсистема – народно-господарчий комплекс
4	Базові природні (фізичні, хімічні, біологічні та психологічні) обмеження – ПО	Зміна структури та/або параметрів ТС	Надсистема або система

Правильне визначення ролі цих факторів має стати основою та стартом для пошуку контрзаходів задля їх нейтралізації або зменшення впливу. Тому вказаний перелік умов та факторів розвитку – ресурсів розвитку – має бути збалансований переліком стримувальних факторів, які сповільняють або блокують розвиток та вимагають розробки та повноцінного впровадження контрзаходів.

Зазначена в таблиці 2.6 інформація вказує на те, що факторам стохастичної природи ТС здатна протидіяти самостійно з використанням внутрішніх резервів за умови забезпечення управління, контролю та координації підсистемою управління. Вирішення проблеми «вузьких місць» вимагає ресурсів із надсистеми, оскільки власних ресурсів для вирішення цієї задачі (проблеми) замало.

Функція прийняття рішення про перебудову ТС у випадку досягнення її параметрами значень, які асимптотично наближаються до значень базових природних обмежень належить до рівня самої ТС або її надсистеми – народногосподарського комплексу.

Беручи до уваги інформацію (2.2) залежність (2.3) може бути змінена, відобразивши вплив факторів, що стримують розвиток, в результаті логіко-математичний вираз для темпу розвитку ТС матиме вигляд

$$dPT/dt = \sum_{i=1}^n k_{ij}(t) \cdot PEI_{ij} - \sum_{i=1}^m [1 - K_{ij}(t)] \cdot ПТР_{ij}, \quad m \in \{\text{ДФ, СФ, ВМ, ПО}\}, \quad (2.6)$$

де $k_{ij}(t)$ – коефіцієнт компенсації факторів, що протидіють розвитку.

З врахуванням часу t_i , який необхідний для запровадження в дію ресурсів розвитку та реалізації протидійних факторів, модель розвитку ТС доцільно подати у вигляді

$$dPT/dt = \sum_{i=1}^n k_{ij}(t) \cdot PEI_{ij} \cdot U((t-t_i) - \sum_{i=1}^m [1 - K_{ij}(t)] \cdot ПТР_{ij} \cdot U(t-t_i), \quad (2.7)$$

де $U(t-t_i)$ – позитивно визначена одинична функція.

Кількісний показник рівня техніки є функцією базових атрибутів технічних об'єктів, наведених у таблиці 2.5:

$$PT = \sum_{i=1}^n q_i dk_i + Y_T i + n_{\epsilon} j + T_y k, \quad (2.8)$$

де k_i – нормативні показники ефективності та якості, що мають скалярну форму;

q_i – відповідні вагові коефіцієнти;

Y_T, n_{ϵ}, T_y – показники, які визначають рівень, відповідно, ієрархії, кількості об'єктів та рівень технізації в структурі ТС;

i, j, k – орти.

Відповідно до залежності (2.2) з урахуванням (2.8) загальну залежність розвитку техніки як зміни (підвищення) рівня техніки УТ транспортної систем можна подати моделлю

$$PT = \sum_{i=1}^n \frac{q_i dk_i}{dt} + \frac{dY_T i}{dt} + \frac{dn_{\epsilon} j}{dt} + \frac{dT_y k}{dt}. \quad (2.9)$$

Беручи до уваги особливість ТС як складної антропо-техніко-економічної системи – ергатичної, зміна (онтогенез) їх підсистем здійснюється, відповідно до [110],

- людьми – шляхом підвищення професійного рівня знань, умінь і компетенцій згідно зі зростанням рівня стратегій прийняття управлінських рішень відповідно до періодичної системи соціальних елементів;

- технікою – шляхом зміни структур згідно зі зростанням рівня технізації відповідно до періодів гомологічних рядів періодичної системи технічних елементів.

Модель (2.9) відображає феноменологічний розвиток систем.

Беручи до уваги той факт, що параметри є скалярними величинами, а структури – векторними, можна визначити, що феноменологічний закон розвитку техніки має кватерніонний вигляд. Зміна компонент вектора кватерніона РТ за трьома координатами схематично наведена на рис. 2.15 [108]. На цьому рисунку на координатних осях відкладені показники ієрархічного рівня (P_T), рівня технізації (T_y) і кількості однакових об'єктів (n_e) у структурі технічної системи.



Рисунок 2.15 – Схема координат вектора розвитку структури антропотехнічних систем

Зображений верхній рівень технізації, що дорівнює 118, відповідає граничному відомому на сьогоднішній день елементу періодичної структури технічних елементів.

Потрібно врахувати, що, згідно з загальним законом еволюції [130], філогенез транспортних, як і інших складних багаторівневих людино-машинних систем, здійснюється у напрямку покращання комунікації з суміжними сферами. Удосконалення комунікації можуть бути як дискретними (для прикладу – модифікація локального середовища), так і неперервними – шляхом параметричної оптимізації через перехід від протиріч (через обнулення) до взаємодії.

2.3 Виявлення та систематизація ієрархії транспортних багаторівневих систем

За означенням ТС є, перш за все, складними технічними системами, тому закони їх розвитку – це результат конкретизації загальних законів розвитку техніки [131, 132].

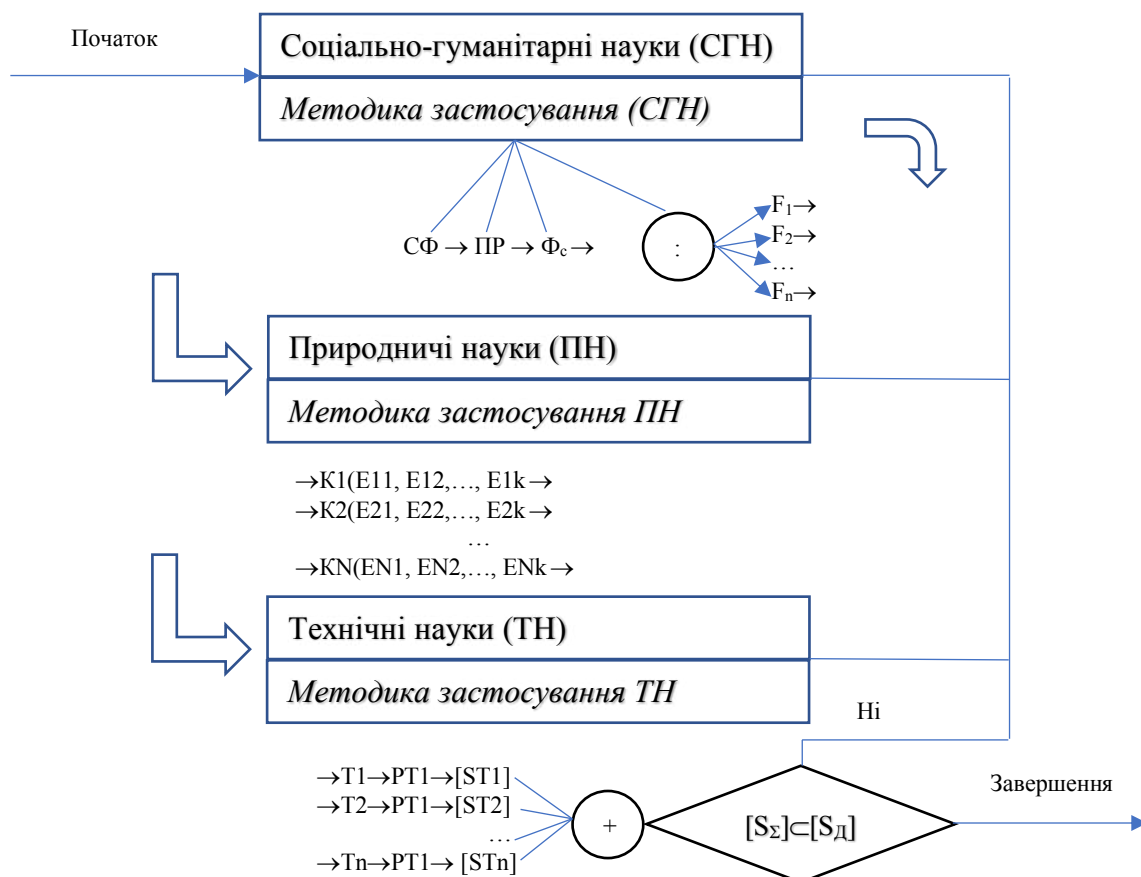


Рисунок 2.16 – Схема трирівневого підходу до проєктування технічних систем [132]

Наведена на рис. 2.16 схема трирівневого підходу до проєктування технічних систем дозволяє визначити надсистемний закон розвитку ТС як окремий випадок загального закону розвитку техніки.

Загальний закон розвитку техніки однозначно визначає та підтверджує факт розвитку ТС. Власне, наслідком цього закону може бути твердження про те, що ТС розвивається.

Зазначений закон може бути формалізований залежністю, яка доводить значення ймовірності цього факту, що дорівнює 1, а саме:

$$P_{\text{нз}} = 1, P_{\text{нз}} \in \{P_1, P_2, \dots, P_N\}. \quad (2.10)$$

Множина законів розвитку ТС має містити низку законів розвитку, а саме:

- породження ТС (розвиток від ідеї до створення, що реалізується на підготовчих фазових циклах ЖЦ),
- феноменологічний,
- онтологічний,
- філогенетичний,
- каузальний (причинно-наслідкових відносин).

Одним із формулювань закону породження ТС може бути такий: ТС створюються і розвиваються згідно з ізоморфними структурами поліхронного, ізохронного та життєвого циклів, породжуючи нові види, типи та зразки об'єктів [133].

Життєвий цикл інновації в ТС, її підсистемі починається від зародження ідеї або виникнення потреби у відповідному елементі розвитку системи й формалізується затвердженням завдання на проєктування. Власне потрібно звернути увагу на те, що завдання на проєктування є першим формальним документом, але не першим етапом. Першим же етапом є виникнення потреби або ідеї в реалізації інноваційного проєкту розвитку. Завершується життєвий цикл ліквідацією інноваційного продукту (підсистеми або системи). Життєвий цикл інновації містить у собі фазові цикли, які реалізують зазначені три фази розвитку, відрізняючись між собою характером функцій, що здійснюються відповідно до загальної закономірності появи, розвитку, функціонування та ліквідації технічних об'єктів. При цьому, під функцією розуміється діяльність, робота, зовнішній прояв властивостей об'єкта в цій системі відносин або явище, яке залежить від іншого і змінюється залежно від змін цього іншого явища [134].

Основні процеси та функції виконуються в рамках типових фазових циклів, на яких реалізуються: функції, пов'язані з: інтелектуальною діяльністю

(Д) – синтез ідей, наукові дослідження, маркетинг – розумовий простір; конструкторсько-технологічною розробкою об'єкта, проектуванням (П) – знаковий; виготовленням (В), сертифікацією (С), збутом (З), налагодженням і навчанням (Н), функціонуванням (Ф), а також ремонтом (Р), обслуговуванням (О), модернізацією (М) й утилізацією (Л) – фізичний простір. [129].

Основним і найважливішим фазовим циклом є цикл Ф, заради досягнення якого власне й проводиться процес створення й розвитку ТС (підсистеми, елемента тощо).

За умовами здійсненності речовинно-енергетично-інформаційних перетворень одночасно з основними діями реалізуються функції, що утворюють забезпечувальний цикл (ЗБ), на якому виконуються дії (роботи), названі допоміжними. Це пов'язано з потребами первинних витрат і поповненням ресурсів. Крім того, на всіх циклах проводиться управління (У) – реалізується інформаційно-управлінський цикл.

Беручи до уваги триетапність процесу розвитку ТС, загальну структуру циклу можна подати політріадою, при цьому загальна модель циклу формалізується таким чином:

$$\text{Ц} = (\text{НЕ} \oplus \text{ОЕ} \oplus \text{ЗЕ}) \otimes \text{У} \otimes \text{ОБ}, \quad (2.11)$$

де НЕ, ОЕ, ЗЕ – початковий (підготовчий), основний і підсумковий етапи цільового циклу;

знак $\oplus$ означає послідовне, а знак $\otimes$ – паралельне виконання циклів.

Кожен етап, як і цикл будь-якого ієрархічного рівня, в цілому має свою структуру, яка може конкретизуватись і деталізуватись відповідно до потреби вирішення конкретної задачі. Для ЖЦ фазові цикли П, Д, В, С, Н, З, а після ліквідації, ремонту та модернізації машини пари фазових циклів Р, Н і М, П становлять підготовчий етап. У межах цих циклів здійснюється перехід від задуму системи до її реально існуючих зразків у працездатному стані, послідовно у просторах мислення, семіотики та фізичному. Фазовий цикл Л є підсумковим. Його введення в модель відображає функціональну замкнутість ЖЦ.

Зазвичай цільовий фазовий цикл відносять до багаторазових. Решта фазових циклів можуть бути як багаторазовими (для прикладу М, Р, Н, О), так і одноразовими (наприклад, цикли С, Л). Структура (2.11) життєвого циклу відповідно до введених позначень може конкретизуватися такою залежністю:

$$\text{ЖЦ} = \left(\begin{matrix} \text{Д} \oplus \text{П} \oplus \text{В} \oplus \text{С} \oplus \text{З} \oplus \text{Н} \oplus \text{Ф} \oplus \text{О} \oplus \dots \\ \text{Ф} \oplus \text{Р} \oplus \text{Н} \oplus \text{Ф} \oplus \text{О} \dots \text{М} \oplus \text{Н} \oplus \text{Ф} \oplus \text{Л} \end{matrix} \right) \otimes \text{У} \otimes \text{ОБ}. \quad (2.11)$$

Символом ... позначені можливі повторення цілісних фрагментів життєвого циклу, наприклад, типу $\text{Р} \oplus \text{Н} \oplus \text{Ф}$.

З урахуванням того, що забезпечувальний і управлінський цикли на кожному з фазових циклів змінюють свій характер, залежність (2.11) можна деталізувати таким чином

$$\begin{aligned} \text{ЖЦ} = & (\text{Д} \otimes \text{ОБ}_\text{д} \otimes \text{У}_\text{д}) \oplus (\text{П} \otimes \text{ОБ}_\text{п} \otimes \text{У}_\text{п}) \oplus (\text{В} \otimes \text{ОБ}_\text{в} \otimes \text{У}_\text{в}) \oplus (\text{С} \otimes \text{ОБ}_\text{с} \otimes \text{У}_\text{с}) \oplus \\ & (\text{Н} \otimes \text{ОБ}_\text{н} \otimes \text{У}_\text{н}) \oplus (\text{Ф} \otimes \text{ОБ}_\text{ф} \otimes \text{У}_\text{ф}) \oplus \dots \oplus (\text{Ф} \otimes \text{ОБ}_\text{ф} \otimes \text{У}_\text{ф}) \oplus (\text{Р} \otimes \text{ОБ}_\text{р} \otimes \text{У}_\text{р}) \oplus \\ & (\text{Н} \otimes \text{ОБ}_\text{н} \otimes \text{У}_\text{н}) \oplus (\text{Ф} \otimes \text{ОБ}_\text{ф} \otimes \text{У}_\text{ф}) \oplus (\text{М} \otimes \text{ОБ}_\text{м} \otimes \text{У}_\text{м}) \oplus (\text{Н} \otimes \text{ОБ}_\text{н} \otimes \text{У}_\text{н}) \oplus \\ & (\text{Л} \otimes \text{ОБ}_\text{л} \otimes \text{У}_\text{л}). \end{aligned} \quad (2.12)$$

У залежності (2.12) складові цикли ОБ і У мають нижні індекси, що збігаються з маркуванням фазових циклів.

Цикл У, маючи тріадну структуру, може бути сегрегований множиною своїх складових циклів: визначенням цілей (критеріїв), керуванням станом і керуванням процесом. Цикл ОБ за своїм характером також може бути розділений на цикли нижнього відносно власного рівня в ієрархії. До цих циклів можуть увійти цикли сервісу, забезпечення необхідними ресурсами, оптимізації та інші.

Кожен із циклів на всіх ієрархічних рівнях має бути підготовлений до реалізації. З цього випливає, що кожному цільовому циклу передують підготовчий цикл, а кожному підготовчому циклу – свій підготовчий цикл і т. д.,

Цикл Ф є складовою частиною життєвого циклу (ЖЦ) інноваційної системи. Внаслідок цього він має належати до циклів розвитку. У той же час цей цикл є циклом функціонування системи. У його межах виділяється множина робочих циклів.

Основними логіко-математичними залежностями, що відображають цей закон, є залежності (2.11) та (2.12).

Закон породження ТС дозволяє зробити низку важливих висновків. З точки зору вирішення задачі розвитку найважливішим є множина структур та шляхів досягнення заданих властивостей ТС. Також цей закон дає можливість побудувати систематизовану множину можливих видів ТС, зокрема інноваційних.

Провідним законом групи законів, що реалізуються при розвитку ТЗ, можна вважати феноменологічний закон, аналогом якого є закон еволюції відкритих систем [135]. Його можна визначити таким чином: ТС розвиваються в напрямку покращання своїх базових атрибутів для задоволення потреб суспільства та середовища найбільш консервативним чином за рішенням підсистеми управління.

Дефініція «рівень техніки» в сукупності з дефініцією розвитку техніки дала можливість отримати моделі феноменологічного закону (2.9), який в сукупності з іншими законами створює базу для визначення напрямків і способів розвитку ТС.

Закон онтогенетичного розвитку ТС указує, що ТС онтогенетично здійснюють свій розвиток відповідно до змін періодів періодичних систем соціальних і технічних елементів. Ряди перших трьох періодів мають вигляд [136].

За допомогою закону онтогенетичного розвитку з'являється можливість вирішити питання ідентифікації та класифікації ТС за рівнями технізації функцій та за рівнями стратегій прийняття управлінських рішень. Це, своєю чергою, відкриває шлях до впровадження якісних змін цих систем.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{РО}; \\ \text{РО} + \text{ПРО}. \end{array} \right. \quad (2.13)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} PE \\ PE + PRE \\ PE + PRE + PKE \\ PE + PRE + PKE + KE \\ PE + PRE + PKE + KE + PNE \\ PE + PRE + PKE + KE + PNE + HE \\ PE + PRE + PKE + KE + PNE + HE + PUE \\ PE + PRE + PKE + KE + PNE + HE + PUE + UE \end{array} \right. \quad (2.14)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} PI; \\ PI + PRI; \\ PI + PRI + PKI; \\ PI + PRI + PKI + KI; \\ PI + PRI + PKI + KI + PNI; \\ PI + PRI + PKI + KI + PNI + HI; \\ PI + PRI + PKI + KI + PNI + HI + PK; \\ PI + PRI + PKI + KI + PNI + HI + PK + PKI. \end{array} \right. \quad (2.15)$$

де РО, РЕ, РІ – робочі органи;

ПРО, ПРЕ, ПРИ – перетворювачі робочих органів;

КЕ, КІ – концентратори;

ПКЕ, ПКІ – перетворювачі концентраторів;

НЕ, НІ – накопичувачі;

ПНЕ, ПНІ – перетворювачі накопичувачів;

УЕ, УІ – регулятори;

ПУЕ, ПУІ – перетворювачі регуляторів елементів гомологічних рядів речовинної (О), енергетичної (Е) та інформаційної (І) субстанцій відповідно.

Адитивність структур щодо складу елементів зумовлює лінійну залежність між кількістю елементів ТС та рівнем її технізації, яка реалізується при її модульній архітектурі. Реалізація різних функцій одним і тим самим елементом тягне за собою появу нелінійності.

Закон філогенезу підсистем ТС з суміжними сферами та системами має визначення: ТС філогенетично розвиваються у напрямку покращання комунікації з суміжними сферами та системами.

Розвиток може мати як дискретний характер, що продиктовано змінами структур (для прикладу, застосування нового ефекту або додавання нової сфери), так і неперервний, у випадку, якщо мова йде про параметричну оптимізацію, переходячи від протиріч через нейтральність до співробітництва.

Як відомо з [137, 138], однією з найбільш загальних структурних логіко-математичних моделей системи S_i є модель

$$S_i = \{|S_i|, \Pi_i\}, \quad (2.16)$$

де $|S_i|$, Π_i – структура та параметри i -ї системи.

Загальною структурно-елементною моделлю технічних і антропотехнічних (ергатичних [139]) систем, що відображає їх перетворювальні функції та перетворення, які відбуваються при зміні стану, служить модель [140]

$$\begin{array}{ccccc}
 & & S_{i \ t_x}^{(xx)} & & S_{i \ t_y}^{(yy)} \\
 & \swarrow & \downarrow & \nearrow & \swarrow \\
 S_{\xi \ t_m}^{(kk)} & & S_{p \ t_x} & & S_{p \ t_y} \\
 & \searrow & \downarrow & \swarrow & \searrow \\
 & & S_{j \ t_x}^{(vv)} \Rightarrow S_{j \ t_y}^{(ww)} & &
 \end{array} \quad (2.17)$$

де $S_{\xi \ t_m}^{(kk)}$, $\xi \in \{i, j\}$ – ξ -й стан системи (підсистеми) при значенні параметра часу t_T , $T \in \{x, y\}$, стан якої перебуває відповідно до верхнього індексу (kk), $kk \in \{xx, yy, vv, ww\}$;

S_p – позначення відповідного середовища.

Горизонтальна подвійна стрілка означає повторення цільової функції, а одинарна ламана позначає вимушене співвідношення, що виникає як результат зміни ресурсу системи, що забезпечує перетворення системи s_i при її впливі на перетворювальну систему s_j ; одинарні похилі прямі стрілки означають взаємодію системи (або її підсистеми) з відповідним середовищем.

Відображена співвідношенням (2.17) модель відображає загальну структуру систем (або їх підсистем), що перебувають у взаємодії, впродовж двох фаз: початкової (позначено індексами підсистем xx і vv) і завершальної (позначено індексами підсистем yy і ww). Для ТС до підсистем, що взаємодіють, відносять рухомий склад та інфраструктура, клієнтів, а також підсистеми ТС у взаємодії між собою.

Модель (2.17) може конкретизуватися на основі об'єктних і класифікаційних ієрархій [141].

Модель (2.17) є базовою загальною моделлю філогенетичного закону. Вона описує його загальну структуру, яка може зазнавати конкретизації та параметризації, що дозволить визначити фактичний рівень комунікації.

Причинно-наслідковий (каузальний) закон є наслідком закону ергатичних систем [142], до нього доцільно застосувати таке формулювання: причиною розвитку ТС є відповідне рішення надсистеми (загалом – це економіка країни в цілому) та/або підсистеми управління самої ТС. Для забезпечення розвитку мають бути забезпечені необхідні для цього ресурси: матеріальні, інформаційні, інтелектуальні, енергетичні, фінансові. При цьому розвиток стримується природними або соціальними обмежувальними факторами.

Результатом розвитку є створення інноваційного продукту. Для забезпечення успішного виведення інноваційного продукту потрібно провести відповідні маркетингові дослідження з метою визначення його економічних і ринкових перспектив в майбутньому. Зазначені дослідження внесуть свої вимоги до структури і параметрів інноваційного продукту для забезпечення його комерційної успішності в майбутньому.

Важливим аспектом розвитку техніки є аспект зміни їхніх базових атрибутів при комунікації інноваційної техніки з іншими сферами та надсистемою. Так, наприклад, основними елементами системи, які підлягають оптимізації на основі законів розвитку техніки, для формування нового виду інноваційної системи, відповідно до моделі СМД-комплексу, є: інституціоналізм, її структурованість, зокрема – системи управління; суб'єкти

інноваційної діяльності, системи команд (груп) суб'єктів інноваційної діяльності та методи їх роботи (синтез інновацій, формування портфеля інноваційних проєктів і програм); напрями та пріоритети інноваційної діяльності; форми, методи й алгоритми інноваційної діяльності. Зазначені елементи обумовлюють кількісні та якісні характеристики техніки, що відображається на її базових атрибутах.

Наведені закони забезпечують можливість визначити множину способів цільового розвитку ТС, повні множини способів керування головними показниками ефективності їх енергоємності та продуктивності, а також створити загальні моделі для дослідження закономірностей (зміни тенденцій).

Доказ дії виявлених законів може бути проведений шляхом аналізу загальних тенденцій історичного розвитку ТС, факти якого наведені в науково-технічній літературі.

Для ефективного інноваційного розвитку ТС країни потрібно створити звід законів розвитку ТС та запропонувати зручну систему їх класифікації. Від законів потрібно також перейти до закономірностей. З цією метою доцільно використати загальні класифікації видів законів розвитку [127] з урахуванням інформації про категоріальні субстанції та базові атрибути.

Звід – зібрані, зведені в єдине ціле і розташовані в ієрархічному порядку закони. Тому для формування зводу законів розвитку ТС потрібно визначити рівні та види законів і типи закономірностей й провести систематизацію чинників, використовуючи інформацію про категоріальні субстанції та базові атрибути.

Атрибути, які потрібно використати при побудові ієрархічного зводу законів і закономірностей розвитку ТС, знаходяться у чітко визначеному структурному зв'язку, який зображено на рис. 2.17.

Зазначені атрибути ТС є функціями категоріальних субстанцій. Для створення ієрархії залучено інформацію, що фактично використана у розроблених моделях і законах розвитку ТС.



Рисунок 2.17 – Структурна ієрархія атрибутів ТС

Першою структурно-класифікаційною ознакою є поширення дії відповідних законів. За цією ознакою закони розвитку ТС поділяються на категорії надзагального, загального, особливого й одиничного. З цього випливає, що на найвищому щаблі цієї ієрархії стоїть закон розвитку ТС категорії надзагального. Рівнем нижче знаходяться закони породження ТС, феноменології, онтології, філогенезу та причинно-наслідкових відносин. Третій ієрархічний рівень посідають закономірності, які кількісно характеризують зв'язок об'єктів законів – зміну базових атрибутів із часом. Це, наприклад, закономірності зміни в часі в процесах розвитку таких атрибутів, як кількість освоєних сфер, задіяних функцій, інформації в елементах техніки, зростання кількості одиниць техніки, додавання нових функціональних елементів і груп, підвищення продуктивності та енергоефективності техніки, види використовуваної енергії та її джерела, збалансованість екологічних показників та інші.

Далі йдуть рівні особливого й одиничного. Окремі групи (сектори) законів і закономірностей складають ті з них, які відображають особливості оптимізації процесу розвитку техніки. На рис. 2.18 показана загальна структура

зводу законів і закономірностей розвитку ТС, яка також реалізує функції класифікації законів і закономірностей.

Модель системно-мислєдїяльного комплексу дозволяє кожному ієрархічному рівню зводу законів і закономірностей розвитку ТС розгортатися в інформаційному плані.

Це дозволяє всебічно та комплексно розглянути ТС з усіх позицій у найбільш загальній постановці, що відкриває нові можливості для її комплексної оптимізації.

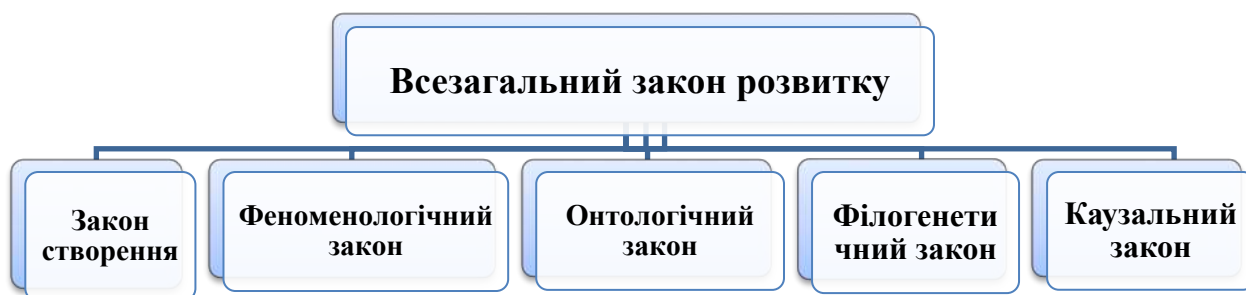


Рисунок 2.18 – Загальна структура зводу законів і закономірностей розвитку ТС

Отримані вище результати дозволяють виконати систематизацію та створити класифікацію інноваційних ТС, їх елементів і стратегій прийняття управлінських рішень залежно від рівня технізації процесів перетворення речовини, енергії та інформації.

Повна множина структурно різних видів і класифікація інноваційних транспортних систем залежно від рівнів технізації різних фаз життєвого циклу наведена в табл. 2.7.

Виходячи з цієї табл., з урахуванням структури елементів періодичної системи техніки, можна встановити, що мінімальна складність інноваційної ТС з елементами штучного інтелекту може бути забезпечена за інтелектуалізованого рівня технізації основної функції Φ та ручному рівні технізації всіх інших функцій, що реалізуються на підготовчому і завершальному етапах ЖЦ. Вищий рівень технізації мають системи, що відповідають рівню їх самоорганізації з самовідтворенням, у яких рівні реалізації всіх етапів ЖЦ відповідають самоорганізації з самовідтворенням.

Виявлена повна множина рівнів технізації інноваційних ТС дає можливість проводити її комплексну оптимізацію і синтез шляхом послідовного перебору від системи з мінімальним до максимального рівня технізації.

Таблиця 2.7 – Повна множина і класифікація можливих видів інноваційних ТС залежно від рівнів технізації різних фаз ЖЦ

Фази ЖЦ	Рівні технізації фаз ЖЦ (класи підсистем)						
	Ручний	Механізований	Автоматизований	Інтелектуалізований	Розумний	Антропний	Самовідтворюваний
1	2	3	4	5	6	7	8
Д	Д(Ру)	Д(Ме)	Д(Ав)	Д(Ин)	Д(Ра)	Д(Ан)	Д(Св)
П	П(Ру)	П(Ме)	П(Ав)	П(Ин)	П(Ра)	П(Ан)	П(Св)
И	И(Ру)	И(Ме)	И(Ав)	И(Ин)	И(Ра)	И(Ан)	И(Св)
С	С(Ру)	С(Ме)	С(Ав)	С(Ин)	С(Ра)	С(Ан)	С(Св)
З	З(Ру)	З(Ме)	З(Ав)	З(Ин)	З(Ра)	З(Ан)	З(Св)
Н	Н(Ру)	Н(Ме)	Н(Ав)	Н(Ин)	Н(Ра)	Н(Ан)	Н(Св)
Т	Т(Ру)	Т(Ме)	Т(Ав)	Т(Ин)	Т(Ра)	Т(Ан)	Т(Св)
Ф				Ф(Ин)	Ф(Ра)	Ф(Ан)	Ф(Св)
О	О(Ру)	О(Ме)	О(Ав)	О(Ин)	О(Ра)	О(Ан)	О(Св)
Р	Р(Ру)	Р(Ме)	Р(Ав)	Р(Ин)	Р(Ра)	Р(Ан)	Р(Св)
М	М(Ру)	М(Ме)	М(Ав)	М(Ин)	М(Ра)	М(Ан)	М(Св)
Л	Л(Ру)	Л(Ме)	Л(Ав)	Л(Ин)	Л(Ра)	Л(Ан)	Л(Св)

В табл. 2.8 наведені систематизованні за рівнем технізації класи видів систем, що відповідають періодичній системі технічних елементів [143].

Таблиця 2.8 – Класифікація інноваційних ТС за рівнем технізації функцій

Клас	Визначальні структурні ознаки	Найменування
1	2	3
1	Елементи I періоду системи технічних елементів	Ручний
2	Елементи II періоду системи технічних елементів	Механізований
3	Елементи III періоду системи технічних елементів	Автоматизований
4	Елементи IV періоду системи технічних елементів	Інтелектуалізований
5	Елементи V періоду системи технічних елементів	Розумний
6	Елементи VI періоду системи технічних елементів	Антропний
7	Елементи VII періоду системи технічних елементів	Антропний самовідтворювальний

Вказана в табл. 2.8 класифікація відображає структурні особливості надсистеми, цільової системи і підсистем інноваційної ТС. Вона дозволяє узгоджувати види підсистем з системою і надсистемами.

Використовуючи гомологічні ряди технічних елементів, а також принцип систематизації, заснований на врахуванні інтелектуальних можливостей кожної структури елементів, беручи до уваги, що обробка інформації починається в технічних системах, які містять елементи третього і більш високих періодів наведеної вище системи періодичних елементів, можна виділити класи засобів інтелектуалізації, а також відповідні їм гранично інтелектуалізовані стратегії прийняття управлінських рішень (поведінки) так, як показано в табл. 2.9.

Необхідність виділення гранично можливих інтелектуалізованих стратегій прийняття управлінських рішень (поведінки) з'являються у зв'язку з тим, що утворені з певним рівнем стратегії можуть реалізовувати стратегії більш низьких рівнів.

З урахуванням цього можна констатувати наявність закономірностей, що полягає в адитивному характері кожного елемента множини стратегії і збільшенні продуктивності цієї множини при зростанні рівня (класу) стратегій і рівня інтелектуалізації елементів системи.

Як видно з табл. 2.9, на відміну від даних, наведених в [144], фактична множина стратегій містить не чотири, а сім можливих стратегій. Відповідно до цього при синтезі інтелектуальних агентів (засобів автоматики з елементами штучного інтелекту) для ТС потрібно враховувати наявність множини стратегій, що дає можливість врахувати повну область можливих рішень, що потрібна для вирішення задачі комплексної оптимізації системи.

Таблиця 2.9 – Класифікація засобів штучного інтелекту і відповідні їй стратегії прийняття рішень

Клас	Визначальні структурні ознаки	Найменування виду засобів штучного інтелекту	Гранично інтелектуалізовані стратегії поведінки
1	2	3	4
1	Частина елементів III періоду системи технічних елементів, що містить елементи PI і PPI	Простий рефлексивний автомат	Найпростіша рефлексивна
2	Частина елементів III періоду системи технічних елементів, що містить елементи PI та PPI, HI і PHi	Рефлексивний автомат, заснований на моделі	Заснована на моделі (з пам'яттю)

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4
3	Елементи III періоду системи технічних елементів	Автомат, що діє з урахуванням локального ланцюга	Заснована на локальному ланцюзі
4	Елементи IV періоду системи технічних елементів	Автомат, що діє з урахуванням оптимізації шляхів досягнення локальних цілей	Заснована на оптимізації шляхів досягнення локальних цілей
5	Елементи V періоду системи технічних елементів	Автомат, що діє з урахуванням стратегічної цілі	Заснована на стратегічній цілі
6	Елементи VI періоду системи технічних елементів	Автомат, що діє з урахуванням оптимізації шляхів досягнення стратегічної цілі	Заснована на оптимізованій стратегічній цілі
7	Елементи VII періоду системи технічних елементів	Автомат, що реалізує антропні мислєдіяльнісні функції розвитку, також самовідтворення	Заснована на відображенні світостворення з урахуванням розвитку

Структура цих засобів вказана в табл. 2.9. Вона є системоутворювальним фактором, що дозволяє виділити класи інтелектуалізованих засобів автоматики для інноваційних ТС.

2.4 Системно-мислєдіяльнісний комплекс транспортної системи

Будь-який технічний об'єкт, від примітивних до таких надскладних багаторівневих технічних систем, як ТС, є наслідком мислєдіяльності, що проявляється у трьох взаємопов'язаних просторах: розумовому, знаковому (семіотичному) і реальному (фізичному) [145]. Особливістю перших двох просторів є можливість розгортання інформації про реальні та ідеальні об'єкти, будуючи відповідну ієрархію моделей. Верхні рівні цієї ієрархії комунікують із об'єктами інших систем (сфер), які не належать до ТС, нижні – з системою реалізації функцій у фізичному просторі.

ТС притаманні специфічні властивості, які визначаються напрямком їх діяльності. В загальній множині діяльностей вони виділяються тим, що пов'язані зі зміною координат простору, в якому знаходяться об'єкти транспортування –

пасажир або вантаж. Це їх головна функція-визначник. Крім того, в сучасних ТС реалізуються й інші функції. Вони пов'язані як зі створенням умов для життєдіяльності, виробництва і відтворення об'єктів транспортування, технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів, так і зі зміною загального та локального середовищ, в яких ці системи знаходяться і діють. Часто ці нехарактерні функції не мають нічого спільного з перевезеннями. Характеристики цих середовищ, а також внутрішні властивості самих систем і мислєдіяльність керівників істотно впливають на результати діяльності ТС.

Системно-мислєдіяльнісний комплекс (СМД-комплекс) є універсальним інструментом, який дозволяє створити модель ТС у найбільш загальному вигляді, яку можна задати набором шарів. Шари виникають як наслідок від процесу сегрегації функцій за категоріями: основні, управлінські та забезпечувальні. Загальна система шарів СМД-комплексу ТС зображена на рис. 2.19. Така сегрегація дозволяє спростити та зробити більш ефективним їх використання в процесі мислєдіяльності. Цільові функції в процесі реалізації утворюють шар практики. Процес управління побудований на загальноновизнаному наборі операцій зі збирання, узагальнення, обробки і конкретизації інформації відповідно до законів мислення з подальшою реалізацією управлінських рішень (сигналів, функцій). Таким чином, процес управління в цілому являє процес руху від загального до конкретного.

На вершині ієрархії СМД-комплексу перебуває світогляд. Світогляд найчастіше формується суспільством і є продуктом колективного мислення. Головні засади світоглядоутворення – це соціоцентричність: головна мета та головна цінність – колективний інтерес суспільства та людської популяції, та гуманоцентричність: головна ціль та головна цінність – життя людини та її інтерес. При цьому у випадку виникнення конфлікту інтересів між цими двома парадигмами перевагу надають інтересам соціуму – соціоцентричності. Цей шар задає найбільш загальні ціннісні установки та принципи будови (устрою) й діяльності системи. Цей шар визначає базові атрибути, а також призначення та

сферу застосування. Також тут визначається місце ТС в світовій ієрархії та знаходяться головні зв'язки з іншими суміжними системами.

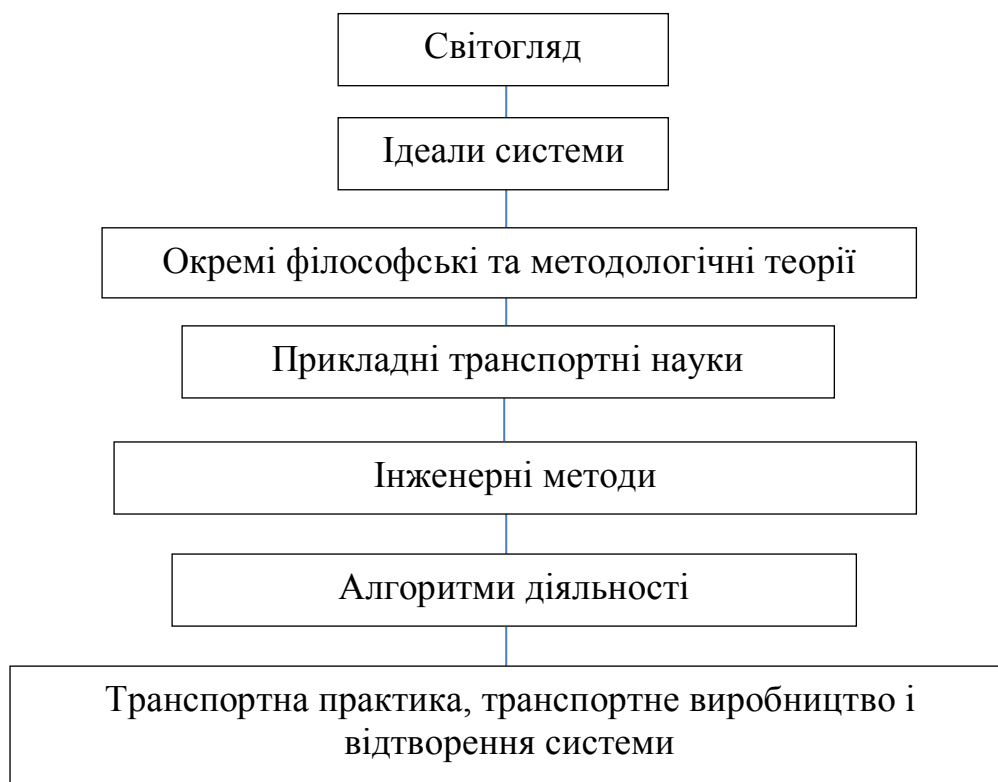


Рисунок 2.19 – Набір шарів структурної моделі СМД-комплексу ТС

На основі світоглядного шару формується другий шар – шар ідеології, ідей та зразків. На даному етапі формуються вимоги та критерії оптимізації загальні обмеження та установки.

Далі йде третій шар, що містить філософські теорії, методологію, призначені для обслуговування ТС. Елементи цього шару забезпечують цілісність та послідовність ТС.

В четвертому шарі розміщується прикладна транспортна наука, що робить його найбільш конкретизованим з-поміж усіх теоретичних шарів. На основі змісту цього шару формуються основні транспортні інституції, які безпосередньо задіяні в розвитку, функціонуванні та відтворенні ТС, завдяки чому власне і реалізуються транспортні та суміжні функції. Реалізація транспортних функцій власне і створює предметну область теорії ТС, що створена на основі філософських теорій та знань фундаментальних й прикладних

наук. Останні генерують потрібні знання та інформацію, необхідні для синтезу нових рішень та інноваційного розвитку ТС.

Шар архітектури та інженерії ТС посідає п'яту сходинку в загальній ієрархії. Він формується на основі алгоритмів функціонування ТС та її складових – елементів інфраструктури, рухомого складу, фахівців тощо, які утворюють шостий шар. Цей шар працює за певними алгоритмами – логістики та транспортних технологій, репрезентованих у шостому шарі. Найнижчий сьомий шар, що містить транспортні процеси, транспортне виробництво, відтворення, зокрема розширене відтворення та інноваційне самовідтворення ТС.

Фактично запропонований СМД-комплекс інноваційної ТС має всі головні ознаки поліантропної системи. За рахунок структурного та ізоморфного відтворень сутності ТС як складної багаторівневої антропо-технічної системи визначається структура та функції кожного шару, причому з плином часу з розвитком фундаментальних і прикладних наук зміст кожного шару зазнаватиме змін та відповідного розвитку. Проте загальна структура є базовою та незмінною структурою. Такий підхід дозволяє охопити розумінням та чітким баченням всю систему в цілому та забезпечити її збалансований інноваційний розвиток, враховуючи всі внутрішні та зовнішні взаємозв'язки, а також забезпечити оптимальний синтез структури та параметрів рішень в напрямку інноваційного розвитку ТС.

Абсолютну важливість має всезагальне світоглядне осмислення, результатом якого є загальна транспортна парадигма.

Загалом ТС у глобальній структурі виконує забезпечувальну функцію. Тому парадигма інноваційного розвитку ТС залежить від загальної доктрини розвитку суспільства, економіки та держави.

ТС через свої великі і всеохоплювальні масштаби, велику трудомісткість створення інфраструктури, трудомісткість і вартість цього процесу має надзвичайно великі життєві цикли. Так, основи транспортної парадигми, закладені в основі її сьогоdnішнього розвитку, закладались ще в ХІХ сторіччі, саме тоді закладались головні напрямки розвитку, засновані на прагматичності

та застосуванні останніх досягнень науки і техніки. Фактично, екскурс в історію розвитку ТС доводить, що вона постійно розвивалась з використанням знань і технологій, які свого часу перебували на межі світового порогу знань.

Рівень розвитку ТС диктувався рівнем розвитку суспільства та економіки держави. Саме тому останнім часом ми спостерігаємо ознаки деградації системи, певні з яких відбуваються внаслідок зміни парадигми економіки, а інші є результатом недбалого управління, що призводить до катастрофічних, з точки зору розвитку ТС, наслідків.

Власне, світова ТС, невід'ємною структурною одиницею якої є ТС країни, є ключовим елементом глобалізації світової економіки. Саме глобалізаційні процеси останнім часом створюють надпотужний вплив на розвиток ТС, без якої вони не мають шансів на існування та розвиток.

Розвиток суспільства і генерація нових наукових знань вимагають синхронної інтелектуальної діяльності великого кола фахівців і формування інтелектуально-мережної динамічної адаптивної структури. Але допоки що світ лише працює над її створенням.

Визначені підходи та ідеали утворюються внаслідок прагматизму та мотивації ТС й підлягають значним змінам внаслідок впливу зовнішніх умов. Результатом цього стали: розвиток власного інституціоналізму, зміни змісту діяльності та особливі підходи до організації та управління процесом перевезень. Це впливає і на зміну соціально-професійних стосунків: якщо раніше вони відбувались у форматі «суб'єкт-об'єкт», то на сьогодні ми спостерігаємо суб'єкт-суб'єктні стосунки, іншими словами – діалог рівноправних партнерів у спільній творчості. Однією з основних задач в даному випадку є створення чіткої системи управління ТС.

Головним ідеалом служіння ТС є суспільство. Інтереси суспільства є множинними. Тому структура та параметри функціонування ТС мають орієнтуватись на множинність інтересів своїх суб'єктів. Однак у зв'язку з тим, що у процесі та результатах функціонування ТС є велика кількість зацікавлених сторін, виникають певні протиріччя між учасниками транспортного процесу як

результат прагматичної орієнтації. Такі протиріччя досить складно вирішуються традиційними методами планування та проєктування ТС, однак запропоновані нами новітні підходи спрямованого синтезу структур і параметрів дають можливість впоратись і з цією задачею.

Ідея розвитку в ході процесу транспортування є новою ідеєю, яка пов'язана з сучасними ідеалами ТС. ТС дозволяє реалізувати одне з головних прагнень особистості й суспільства – прагнення до свободи, оволодіння нею дає простір для діяльності ТС. Категорії свободи має кожне місце простору, і можливість користуватись ними виникає лише у випадку, якщо зробити їх реально чи віртуально власними. Засвоєння процесу переміщення в просторі певним індивідом робить його суб'єктом транспорту, що тягне за собою тимчасове або постійне привласнення частини ТС. Іншими словами, категорія власності є однією з категорій існування категорії переміщення. Тому і ТС, їх підсистеми та складові елементи мають плануватись з урахуванням категорії власності. Цільовим продуктом функціонування ТС є послуга переміщення пасажирів чи вантажів в просторі. Дослідження в сфері надання послуг є однією з важливих наукових задач у зв'язку з тим, що процес і отримання послуг є важливою складовою фактично всіх форм суспільних відносин і діяльності людини. Власне, транспортну послугу неможливо побачити вживу. Тому результат діяльності можна реалізувати та формалізувати, зокрема привласнити, приватизувати, лише в уявній та семіотичній площинах. Таким чином, ТС породжують нову конфігурацію відповідних соціокультурних зв'язків.

- Транспортна доктрина є базою третього шару – шару філософських і методологічних теорій. Головна функція транспортної доктрини – формування стратегії її побудови, її типу. Також до задачі доктрини належить забезпечення сумісності з усіма ідеями з ідеологічного шару та забезпечення цілісності всього комплексу. Соціум, людська цивілізація, їх розвиток формують вимоги до характеристик ТС. Такими характеристиками є:

- безпека, надійність, швидкість, точність і прогнозованість процесу перевезення пасажирів й вантажів;

- повнота переліку доступних для виконання покладених завдань і функцій інструментів та засобів;
- узгодженість цілей, завдань і функцій з тенденціями функціонування надсистеми;
- спрямованість до випереджального розвитку;
- інтеграція та інтероперабельність;
- поліантропність.

На жаль, змушені констатувати на сьогоднішній день відсутність формалізованих і затверджених транспортних доктрин. Водночас транспортна наука не стоїть на місці та активно рухається в напрямку удосконалення їх структур і функцій. Так, в таблиці 2.10 наведено можливий варіант атрибутів інноваційної ТС. Поточна доктрина (яка не затверджена, однак фактично є базою поточного розвитку ТС країни) є застарілою, і на сьогодні відіграє радше роль фактора сповільнення розвитку, аніж фактора прогресу в розвитку.

Із порівняння наведених ознак можна встановити, що існуюча доктрина застаріла й вимагає зміни своїх головних підстав. Тому доцільно зробити спробу сформулювати вимоги до нової транспортної доктрини. Отже, транспортна доктрина має, в першу чергу, забезпечити відповідність ТС потребам суспільства в цілому.

У випадку виникнення неузгодженостей або конфліктів інтересів інтереси суспільства мають мати найвищий пріоритет. Важливо забезпечити повноту реалізації потреби у перевезеннях у прийнятний для надсистеми проміжок часу (тобто, забезпечення гранично необхідної продуктивності – провізної та пропускної спроможностей. ТС має мати адекватні параметри швидкості, швидкодії та прогнозованості. Важливим є постійна спрямованість до розвитку, зокрема до саморозвитку.

Критично важливим є забезпечення достатнього, всеосяжного та взаємного процесу обміну інформацією всіх рівнів із надсистемою, а також інтегрованість у світовий простір глобалізації економіки та суспільного життя.

Таблиця 2.10 – Основні ознаки галузевих доктрин

Ч.ч.	Назви ознак	Доктрини	
		Ознаки поточної	Ймовірна цільова
1	2	3	4
1	Рівень визначення мети	Економічна система, бізнес	Суспільство та економіка вцілому
2	Мета діяльності	Транспортування вантажів і пасажирів	Транспортування вантажів і пасажирів, а також створення умов для розвитку інновацій
3	Шляхи досягнення мети	Функціонування інфраструктури та транспортних засобів різних систем транспорту, слабо пов'язаних між собою	Створення умов для творчої реалізації особистості. Системний інноваційний розвиток ТС країни як єдиної системи добре інтегрованої з надсистемою та глобальною ТС
4	Метод досягнення мети	Вибір структур і параметрів ТЗ	Освоєння методу та засобів для випереджального розвитку системи з метою повного задоволення потреб у транспортуванні, творчої реалізації особистості. Формування інституційного складу ТС
5	Інструментарій	Механізми ринкового розвитку	Механізми спрямованого інноваційного розвитку систем з використанням спрямованого синтезу
6	Задіяні об'єкти	Статути, сфери діяльності, організаційні структури	Статути, сфери діяльності, інституції, інноваційні процеси
7	Зв'язки з суміжними галузями	Вузькі, статичні	Розширені, динамічні, двосторонні та адаптивні

Такі вимоги продиктовані нижчевказаними твердженнями та загальновідомими фактами:

- соціоцентричний характер ТС та потреба узгодженості транспортної доктрини з іншими доктринами держави: суспільно-політичною, соціально-економічною, промисловою та військовою;
- відповідність поточним тенденціям загального світового розвитку;
- історична природність;

- спрямованість на розвиток із встановленням відповідних обмежень на зростання та розвиток.

Транспортна доктрина за всіма пунктами має підпорядковуватись ідеї інноваційного її розвитку. При цьому нові види техніки та систем мають замішувати застарілі зразки. Разом із тим, беручи до уваги масштаби системи, її обсяги та вартість, необхідно забезпечити можливість співіснування на певному перехідному етапі старих і нових видів техніки з метою забезпечення неперервності процесу перевезень.

Головна мета прикладної транспортної науки, яка являє собою четвертий шар, – відстеження, відбір та імплементація досягнень світової науки в транспортну сферу з відповідним процесом адаптації та коригування вимог.

Інженерно-технічне забезпечення ТС складає п'ятий шар. Сюди входять основна, допоміжна (забезпечувальна) та управлінська інфраструктури, рухомий склад, кадровий потенціал – тобто сукупність об'єктів, що реалізують основну (цільову) функцію. З використанням технологій та алгоритмів (шостий шар) реалізується сьомий шар – транспортна практика. Причому, потрібно зазначити, що останні три шари на сьогодні не задовольняють суспільні потреби та потребують проривних технологій розвитку для забезпечення досягнення відповідностей.

В загальному можна розрізнити два драйвери інноваційного розвитку ТС:

- ринкові механізми саморегуляції – самоорганізація та розвиток ТС задля забезпечення задоволеності ринку з метою виконання економічних інтересів;
- керовані механізми розвитку, метою яких є кероване приведення характеристик, структури та параметрів ТС задля задоволення суспільних потреб.

Інструментами тут можуть бути як економічні механізми (ринкові та неринкові: для прикладу, засоби економічного стимулювання розвитку складної техніки), так і методи впливу держави як найвищого репрезентатора суспільних інтересів, як то законодавство, нормативно-правове регулювання тощо.

Головними сферами прикладання змін в процесі інноваційного розвитку ТС України є:

- Організаційні утворення в транспортних системах;
- Людський інтелектуальний ресурс і потенціал транспортної галузі;
- Підхід до організації надання транспортних послуг;
- Алгоритми та методика діяльності;
- Інфраструктура, рухомий склад та технології.

Застосування системно-мислєдіяльнїсного пїдходу і СМД-комплексу може складати основу для створення програм реформування та організації діяльності ТС нового покоління на всіх ієрархічних рівнях транспортної галузі [124].

Висновки до розділу 2

В розділі 2 розглянуто теоретико-методологічні основи інноваційного розвитку транспортної системи країни з точки зору системного пїдходу та застосування загальних законів розвитку техніки до питання розвитку ТС як складних багаторівневих антропо-техніко-економічних систем. Виконана робота дає пїдстави зробити нижчевикладені

1. Проведені дослідження генезису транспортних систем та ретроспективний огляд їх розвитку, а також аналіз закономірностей пїдвищення окремих параметрів елементів ТС виявили тенденції розвитку поліфункціональних ТС. На основі аналізу функціоналу транспортної системи, виділено три групи (тріади) функцій: основні (цільові), забезпечувальні та управлінські. Встановлено закономірності збільшення кількості фізичних, хімічних, біологічних ефектів та їх комбінацій, що використовуються в ТС.

2. Інноваційний розвиток транспортної системи є показником зміни рівня технізації транспортних систем. Сам процес розвитку транспортної системи є векторним параметром. Проведені дослідження дозволили визначити

вичерпний перелік з 27 класів способів підвищення ефективності елементів ТС з 8 базових заходів для їх реалізації.

3. Систематизація та створена на її основі класифікація інноваційних ТС, їх елементів і стратегій прийняття управлінських рішень залежно від рівня технізації процесів перетворення речовини, енергії та інформації дала можливість запропонувати структуру зводу законів і закономірностей розвитку ТС. Існують 7 рівнів технізації інноваційних ТС, зазначена класифікація дає можливість проводити комплексну оптимізацію ТС і синтез шляхом послідовного перебору від системи з мінімальним до системи з максимальним рівнем технізації. При цьому процентне співвідношення параметрів ефективності наступного покоління m становитиме $(1,2-1,5)^m \times 100\%$ від поточного значення граничних параметрів.

4. Системно-мислєдїяльнїсний комплекс транспортної системи є найбільш загальною моделлю, що дозволяє точно визначити межі дослідження розвитку та найбільш повно застосувати новїтнї знання до процесу інноваційного розвитку ТС.

5. Основний зміст розділу опубліковано в роботах автора [133, 146, 147].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

3.1 Загальний підхід до дослідження

Вирішення задач інноваційного розвитку ТС вимагає наявності системних знань про закономірності інноваційного розвитку ТС. Ці знання необхідні для прогнозування, а також мають бути використані при розв'язанні основних задач розробки нових методів проєктування, оцінювання 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 ТС, а також її зв'язки з надсистемами – народногосподарським комплексом та суспільством. Саме їх зміни в часі та зміни вимог до системи викликають і спричиняють конструктивні й 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 атрибуту чи роблять його недоцільним.

Дослідження закономірностей розвитку виконується на ретроспективних статистичних матеріалах відповідно до залежності (2.8), що фактично є факторним аналізом та дозволяє виявити вплив факторів розвитку на векторні та скалярні показники технічного рівня, ефективність і якість засобів

Реалізація досягнень науково-технічного прогресу в конструктивних рішеннях елементів ТС займає тривалий (іноді – десятиріччя) період. Беручи до уваги потребу в інформації щодо основних трендів варіабельності

параметрів базових атрибутів, з метою досягнення мети дослідження, до уваги брались середні значення показників.

Під базовими атрибутами ми розуміємо категоріальні субстанції матеріального світу, рис. 3.1.

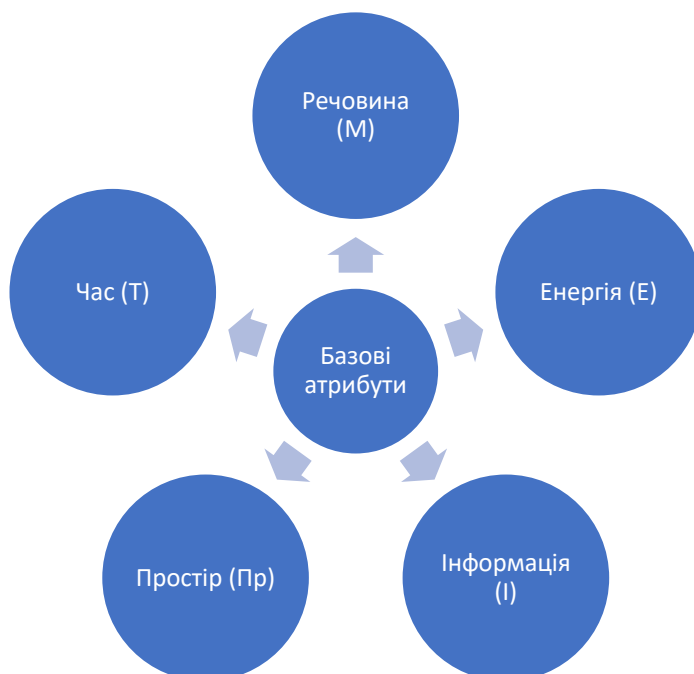


Рисунок 3.1. Базові атрибути матеріального світу

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

Дослідження зміни межових, оптимальних та ідеальних значень виконано за допомогою використання моделей і законів, описаних в Розділі 2, а також відповідних традиційних методів наукового пошуку вказаних характеристик.

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

$$k_i, i, \{1, m\}, [k_i, ud], \quad (3.1)$$

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

$$Y_T \Rightarrow Y_{mm}, \quad (3.2)$$

де Y_{mm} – рівень метатехносфери;

$$n_y \Rightarrow n_{yopt}, \quad (3.3)$$

де n_{yopt} – оптимальна кількість елементів засобів, що визначається надсистемою;

$$T_y \Rightarrow [T_y]_{118}, \quad (3.4)$$

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) [136].

Дослідження були здійснені для базових атрибутів надсистеми, ТС та підсистем.

3.2 Закономірності впливу надсистеми і середовища на розвиток транспортної системи

Як було зазначено вище, надсистемами для ТС є суспільство та народногосподарський комплекс. Відповідно, надсистеми відіграють винятково важливу роль у процесі розвитку ТС. Тут їх роль полягає, серед іншого, в такому:

- Ініціація процесу розвитку ТС. Власне надсистеми визначають потребу та дають старт цим процесам;
- Встановлення напрямків розвитку та бажаних досягнень щодо всіх параметрів;
- Встановлення умов та обмежень, зокрема технічних, безпекових, економічних тощо.

При цьому такий вплив структурований, і кожен елемент надсистеми впливає на параметри розвитку ТС, що відображається на фазових і більш високих циклах.

Беручи до уваги той факт, що ТС є підсистемою для систем більш високого ієрархічного рівня, загальні закони та закономірності розвитку систем справедливі і для надсистем. Тобто, тенденції до змін базових атрибутів надсистем ТС будуть аналогічними, як і для власне самої ТС.

Згідно з прийнятим поняттям системи можна встановити, що закони та закономірності категорії загального, що діють на ТЗ, будуть характерними і для надсистеми. Ці закони і закономірності є часткою або похідними загальних законів розвитку техносфери, а також природних, соціальних, економічних систем. Тому головними закономірностями розвитку технічних систем, також і транспортних, є:

- розширення інформатизації,
- підвищення структурної складності за рахунок зростання кількості об'єктів, що реалізують фазові цикли життєвого та більш високих циклів у напрямку здійснення поліантропних функцій,
- підвищення рівня інтелектуалізації та стратегій прийняття управлінських рішень.

Водночас, надсистеми володіють і власними закономірностями надсистемам характерні і власні закономірності в частині взаємодії з ТС. Сюди можна віднести твердження:

- розвиток ТС напряму залежить і є похідним від розвитку суспільства, народногосподарського комплексу та техніки;
- ієрархічний рівень надсистеми визначає масштаб сфери впливу;
- зі зростанням ієрархічного рівня збільшується питома вага управлінських функцій в загальній номенклатурі функцій, що реалізуються системою. Це зумовлено зменшенням ваги речовинно-енергетичних перетворень зі зростанням ієрархічного рівня об'єкта;

– зменшення рівня домінантності у забезпеченні ефективності функціонування конкретних ТС при зростанні кількості останніх у зв'язку зі зменшенням ролі кожної конкретної системи серед інших систем, що знаходяться під впливом надсистеми. Це впливає зі зменшення інформаційної цінності транспортної системи у структурі інформації надсистеми та монотонного зв'язку між інформаційними й економічними та екологічними показниками.

Надсистема впливає на показники функціонування і розвитку ТС через можливість інтегральної та локальної модифікації середовища, у якому функціонує та розвивається ТС. Закономірності такого впливу є похідними загальних законів розвитку техніки [148] та ергатичних засобів [149].

Структуризованість надсистеми вимагає структуризації відповідних закономірностей. Найважливішим є завдання виділення закономірностей, які стосуються інформаційних, енергетичних і речовинних субстанцій надсистеми.

Управлінські можливості ТС на різних фазових циклах життєвого циклу є похідним від інформаційних субстанцій на цих фазах. Процес прийняття рішень в ТС рознесений по ієрархічних рівнях: від найвищого рівня системи до рівня систем і агрегатів таких елементів ТС, як рухомий склад. В той же час, ці процеси упорядковані за допомогою загального закону періодичних систем [150]. Інформаційні субстанції мають головну закономірність, що враховує ієрархічну будову та закони перетворення інформації в ТС. Формулюється вона так: підвищення якості та адекватності управління ТС можна забезпечити лише за умови підвищення обсягів та якості корисної інформації, що надходить до системи.

З іншого боку, надлишкова інформація, навпаки, шкодить якості та адекватності управління ТС, оскільки вимагає додаткових операцій з її обробки, фільтрації та пріоритизації. Задля уникнення цього потрібно забезпечити приведення процесу зростання обсягів інформації до порядку заповнення шарів СМД-комплексу, починаючи з нижнього. Виконання даної умови гарантуватиме системність й узгоджену підпорядкованість інформації,

а також забезпечить можливість прогнозування потреб в інформації при розв'язанні задач синтезу ТС та їх елементів.

Головним процесом в ТС є рух, тобто переміщення в просторі з плином часу. Реалізація процесу руху потребує рушійної сили. Роль рушійної сили в будь-якій ТС виконує енергетична субстанція. Разом із тим, енергетична субстанція забезпечує реалізацію й інших функцій ТС: управлінських та забезпечувальних. З точки зору основної функції, енергозатрати на виконання цих функцій можемо умовно вважати втратами енергії. Енергетичні перетворення в ТС відбуваються у суворій відповідності з законом збереження та перетворення енергії. З урахуванням останнього можемо помітити закономірність: загальна кількість і потужність енергетичних потоків ТС, її підсистем та елементів мають перевищувати відповідні енергетичні потреби на виконання заданих (цільових, допоміжних й управлінських) функцій впродовж фазових, життєвого та більш високих за ієрархією циклів.

Ця закономірність відображає загальний закон збереження та перетворення енергії у кожен період часу діяльності ТС. Вона визначає загальне співвідношення енергій, що потрібне для вирішення завдань проєктування ТС та розрахунку потреб у енергоносіях для забезпечення сталого енергобалансу системи.

Ще однією субстанцією, яка впливає на перераховані вище субстанції, є речовинна. Вона визначає основні конструктивні та експлуатаційні параметри інноваційної ТС, створює передумови до побудови системи управління. Тому елементи та підсистеми інноваційної ТС мають відповідати вимогам надсистеми та функціям самої системи та її елементів.

Проаналізовані закономірності дозволяють правильно врахувати світові знання в галузі ТС, теорії управління, інформаційних технологій, комп'ютерної інженерії та інших, дозволяють сформулювати положення, потрібні для вирішення завдань оптимізації ТС.

1. Умовою оптимізації ТС є чітке детермінування їх функцій та сфер застосування.

2. Потрібні обсяги та види обробки управлінської інформації мають бути чітко визначеними, Бажано допускати інформаційної надлишковості. Складність і знаннєвий рівень підсистем управління ТС мають відповідати потрібним обсягам і видам переробки управляльної інформації. Це твердження формує вимоги до кадрового складу та рівня технізації підсистем управління ТС .

3. Розподіл ресурсів розвитку за функціями ТС має відповідати рівню домінантності конкретної функції в структурі ТС. Ця умова є базовою для забезпечення оптимальності й збалансованості розвитку інноваційної ТС та відповідності темпів її розвитку відповідним темпам розвитку надсистеми.

4. Цілісність та надійність функціонування ТС забезпечуються, головним чином, за рахунок забезпечення речовинної стійкості в надсистемному середовищі елементами ТС без додаткових дій щодо їхнього захисту впродовж визначеного часу.

5. Підвищення ефективності функціонування ТС багато в чому може бути досягнуто за рахунок локальної модифікації середовища як на речовинному, так і на енергетичному (зміна концентрованості енергетичних потоків, їх спрямованості) та інформаційному (для прикладу, розширення інформаційного поля, підвищення якості, повноти і достовірності інформації, надійність її надходження тощо, що сприятиме підвищенню якості прийнятих управлінських рішень) рівнях. Речовинний рівень допускає зміну матеріалів засобів, що забезпечують локальну модифікацію простору (наприклад, зміну матеріалу дорожнього покриття, формування магнітного поля для функціонування транспортних засобів з підвіскою за допомогою ефектів магнітної левітації, створення вакууму в середовищі тунельних споруд швидкісної ТС типу Hyperloop). Всі ці ефекти дають можливість змінити характер руху транспортних засобів та оптимізувати як енергетичні потреби ТС у цілому, так і значно підвищити інші параметри – безпеки, плавності, екологічних показників тощо. Прикладами цього можуть бути: рух твердого тіла у рідині з утворенням по фронту цього засобу повітряної каверни;

використання плазмодів для зміни руху літальних апаратів; рух ТЗ у вакуумованому просторі космосу [129].

6. Управлінські взаємодії між надсистемою і ТС мають бути чітко визначені та формалізовані на всіх етапах життєвого циклу останньої: проєктування, створення, експлуатація, модернізація, переналагодження тощо. Потрібно забезпечити чітке та однозначне сприйняття управлінської інформації відповідними елементами системи. Це необхідно для забезпечення виконання надсистемою регулювальних дій у межах її впливу з метою досягнення необхідного стану ТС у цілому за напрямками руху (основна функція), його безпекою та іншими показниками.

7. Параметри продуктивності всіх підсистем ТС мають бути збалансованими. Цим забезпечується недопущення виникнення дефіциту «вузьких місць» та профіциту (надлишковості) за показниками продуктивності ТС.

3.3 Основні види розвитку інноваційних транспортних систем

Процеси розвитку ТС можна умовно поділити на декілька видів. Види розвитку ТС можна визначити на основі загальної моделі. Ця 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 ТС:

- перший вид – розвиток, що зумовлений зміною кількісних характеристик засобів ($\frac{dn_j}{dt} > 0$) – екстенсивний розвиток,
- другий вид – розвиток, що пов'язаний зі зміною якісних і структурних рівневих характеристик засобів ($\sum_{i=1}^n \frac{dk_i}{dt}, \frac{dY_{Ti}}{dt}, \frac{dT_{yk}}{dt} > 0$) – інтенсивний (інноваційний) розвиток.

Екстенсивний вид розвитку характерний для початкового етапу розвитку видів та типів ТС. Він полягає у кількісному нарощуванні елементів (підсистем) ТС. Через це його можливості завжди обмежені, тому його використання можливе лише тимчасово в межах одного елемента життєвого циклу системи. Для підвищення технічного рівня системи або стрибкоподібного підвищення параметрів системи його використання неможливе.

На відміну від екстенсивного виду розвитку, інноваційний розвиток фактично не має технічних обмежень для свого розвитку. Зростання рівня техніки та ієрархічного рівня ТС дозволяє стрибкоподібно підвищувати такі важливі параметри, як ефективність, надійність, безпечність й екологічність. Також інноваційний вид розвитку ТС дозволяє вживати заходів для зменшення ресурсоємності ТС, що в перспективі позитивно впливає на техніко-економічні показники.

Аналізуючи структуру моделі феноменологічного закону розвитку ТС, можна встановити такі головні напрямки їх інтенсивного розвитку:

- підвищення параметрів якості елементів ТС ($\sum_{i=1}^n \frac{dk_i}{dt} > 0$);
- підвищення ієрархічного рівня ТС ($\sum_{i=1}^n \frac{dY_{Ti}}{dt} > 0$) згідно з загальною ієрархією техносфери;
- підвищення рівня технізації (організованості – механізації, автоматизації, інтелектуалізації, антропогенізації) ТС ($\sum_{i=1}^n \frac{dT_{yk}}{dt} > 0$).

Інноваційний розвиток ТС дозволяє використовувати будь-які комбінації цих напрямків.

При інноваційному розвитку ТС просліджується така закономірність: підвищення рівня розвитку ТС здійснюється за рахунок зміни поколінь технічних засобів, зростання ієрархічного рівня ТС, розширення їхніх функцій, рівнів технізації й показників ефективності та якості підсистем.

Кожен вид розвитку ТС вимагає різних ресурсних та часових витрат, а також веде до різних варіантів отриманого результату. Це висуває потребу в оптимізації процесу розвитку.

3.4 Інструментарій інноваційного розвитку транспортних систем

Загальний моделювальний блок дозволяє визначити основні об'єкти способів:

- субстанції елементів ТС і середовища;
- кількісні та якісні показники цих елементів відносно базових атрибутів засобів.

В цьому процесі потрібно звертати увагу на такі визначальні характеристики способів, як керованість об'єктів і міра їхньої дифузії у просторі. Істотною є також інформація про межі можливої зміни характеристик об'єктів розвитку. Межі визначаються, виходячи з основних законів розвитку ТС, законів природи, економіки, розвитку суспільства, наявних інших обмежень, що діють на них.

У зв'язку з цим, способи розвитку ТС можуть бути подані у вигляді, як це показано в табл. 3.1. Таким чином, основними способами розвитку ТС є:

1. Зміна кількості задіяних субстанцій (та підсистем), які мають розвиватися від одиничного до множинного та від некерованого – до керованого, від речовинної – до енергетичної та інформаційної субстанцій і відповідних їм підсистем, а також кількості та видів фізичних, хімічних і біологічних ефектів – принципів дії підсистем, які мають розвиватись у напрямку покращання внутрішніх і комунікаційних показників ТС.

2. Локальна модифікація простору (одинарна, бінарна, n -арна) – від некерованої до керованої (частково чи повністю), тимчасової чи постійної, тотальної чи обмеженої.

3. Підвищення параметрів ефективності, надійності, безпечності та якості за рахунок реалізації зазначених вище способів, що дає можливість

досягти зростання параметрів, та за рахунок зміни принципів дії підзасобів (кластерів фізичних, хімічних і біологічних ефектів, що в них реалізуються), які змінюють ці способи, способи комунікації ТС із суміжними системами, загальним і локальним середовищем.

4. Розширення функціонального потенціалу та кількості виконавчих органів і елементів, що забезпечують таке розширення, дозволяють в кінцевому випадку досягти зростання ієрархічного рівня інноваційних ТС.

5. Застосування елементів ТС, що належать до вищого порядкового номера технічних елементів в періодичній системі технічних елементів, веде до підвищення рівня її технізації.

6. Дивергентно-конвергентні процеси [151] дають можливість розширення функціональних можливостей ТС.

7. Розширення сфер застосування ТС дає підстави для процесу дифузії їх у просторі.

Таблиця 3.1. – Основні способи розвитку ТС

Ч.ч.	Назва	Модель	Межі змін
1	Зміна кількості задіяних субстанцій		$0 \leq (B, \text{Э}, И) \leq \infty$
2	Локальна модифікація простору		$0 \leq (П_{рв}, П_{рэ}, П_{ри}) \leq \infty$
3	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 $\rightarrow M \rightarrow A \rightarrow И \rightarrow \dots$	$P_T \rightarrow 1$

Продовження таблиці 3.1.

5	Зростання організованості системи	$\frac{dT_y}{dt} > 0 \quad i \rightarrow i+1$	$i+1 = 23$
6	Розширення функціональності системи	$\Phi_o \rightarrow \sum \Phi_{oi}; \quad \Phi_y \rightarrow \sum \Phi_{yi};$ $\Phi_b \rightarrow \sum \Phi_{bi}$	$\sum (\Phi_{oi} + \Phi_{yi} + \Phi_{bi}) \rightarrow \Phi_{ПА}$
7	Дифузія системи	$ S \rightarrow \sum S _i; \quad i \in \{1, N\}$	$N \rightarrow N_{opt}$

Оптимізаційний синтез інноваційних ТС визначає послідовність застосування зазначених способів.

3.5 Комплекс показників ефективності та якості транспортної системи

Ефективність та якість транспортної системи є ключовими поняттями з точки зору оцінки її інноваційного розвитку, оскільки з їх допомогою конкретизуються мета розвитку системи. На сьогоднішній день не знайдено єдиного методологічного підходу до оцінювання ефективності та якості ТС.

Критерії ефективності та якості ТС є досить щільно пов'язаними, більшість з них знаходяться у взаємній залежності, а часто – в протиріччі. В той же час цей зв'язок при усій його логічності є досить складним, оскільки оцінка ефективності завжди суб'єктивна і залежить від того, в чийх інтересах і з точки зору якого учасника перевезень вона здійснюється. Оцінювання якості завжди здійснюється з точки зору споживача транспортних послуг, а надійність є об'єктивною характеристикою, що оцінюється вірогідністю безвідмовної роботи. Детально опис груп критеріїв наведено в табл. 3.2.

На сьогоднішній день транспортна система України функціонує в умовах широкомасштабної збройної агресії з боку росії. В цих умовах транспортна система виконує низку життєво важливих функцій як з точки зору оборони, так і критично важливих для забезпечення стійкості економіки та реалізації соціальних функцій.

Таблиця 3.2 – Групи критеріїв ефективності та якості ТС

Група критеріїв	Основні критерії	Вектор підвищення ефективності та якості (ідеальне значення)
1	2	3
Екологічні	Викиди CO ₂ Викиди NO _x Шумове навантаження (поточне та інтегральне) Інші викиди, швідливі фактори	Прямує до мінімуму
Економічні	Операційні витрати Тарифи Вартість доступу до інфраструктури Вартість перевення	Прямує до мінімуму
Енергоефективність	Витрати енергії на виконання транспортної роботи	Прямує до мінімуму
Часові	Витрати часу на перевезення	Прямує до мінімуму
Продуктивність	Здатність системи забезпечити потреби у перевезеннях у визначені надсистемою проміжки часу	Перевищує надсистемні потреби
Соціальні	Комфорт, швидкість та регулярність сполучення	Відповідно до надсистемних потреб
Доступність	Фізична, часова, технічна, географічна, економічна доступність функцій транспортної системи для споживачів	Відповідно до надсистемних потреб
Безпека	Безпека руху Безпека перевезень Громадський порядок Кібербезпека Економічна безпека Пожежна безпека Санітарна безпека	Відповідно до надсистемних потреб
Мобілізаційна готовність	Здатність системи до переналаштування з метою виконання завдань в особливий період	Відповідно до надсистемних потреб
Живучість	Здатність системи до виконання функцій в умовах спрямованої дії факторів ураження	Відповідно до надсистемних потреб

Зростання інтенсивності бойового застосування засобів повітряно-космічного нападу та зміни в поглядах противника на ведення війни, зокрема використання терористичних методів нападу на об'єкти цивільної транспортної інфраструктури з метою навмисного завдання шкоди та перешкоджання функціонуванню транспортної системи потребують суттєвого перегляду питань щодо реалізації основних транспортних функцій та забезпечення безперервного транспортного процесу. Потребують також додаткового вивчення питання переліку заходів щодо підвищення захищеності та живучості транспортної системи, що належить до складних систем, забезпечення її стійкості і, зокрема, живучості.

В загальному випадку поняття живучість відносять до комплексних властивостей складних систем. Комплексний характер цієї властивості визначається тим, що вона проявляється через можливість зберігати чи відновлювати стан спроможності при впливі вражаючих факторів. Ряд джерел надають свої визначення поняття живучості систем, які дещо відрізняються між собою. Однак практично в усіх означеннях їх суть зводиться до двох основних характеристик, які є основою і визначаються основними характеристики живучості:

- зберігати функціональну спроможність;
- відновлювати її.

Іншими словами, головними характеристиками складної системи з точки зору її живучості є:

- *невразливість* – здатність системи зберігати функціональність при впливі факторів ураження, до яких зокрема, але не виключно, відносять ураження фізичною дією: повітряна ударна хвиля; хвиля тиску; сейсмічна вибухова хвиля; хвиля прориву гідротехнічних споруд; уламки; екстремальний нагрів середовища; теплове випромінювання; іонізуюче випромінювання. Також до факторів ураження може бути віднесено спрямований вплив радіоелектронних засобів тощо;

- *адаптивність* – здатність системи в разі ураження зупинити деструктивні процеси на максимально ранній стадії та забезпечити функціональність за рахунок елементів системи, що залишилися неушкодженими. До деструктивних процесів в розрізі транспортної систем можуть бути віднесені зокрема, але не виключно: руйнування елементів інфраструктури, автомобільних доріг, верхньої будови колій (ВБК), штучних споруд, центрів управління рухом, кабелів зв'язку тощо;
- *відновлюваність* – здатність системи відновити функціонування на повному (або необхідному на певному етапі) рівні за рахунок внутрішніх ресурсів та у терміни, які прийнятні для вирішення головних задач. Як приклад відновлюваності є відновлення перевізного процесу за рахунок використання рухомого складу з баз запасу замість знищених, або відновлення елементів ВБК за рахунок незнижувальних резервів елементів інфраструктури, що перебувають на зберіганні тощо.

Зазначені характеристики можуть бути використані при дослідженні, аналізі та синтезі транспортних систем і їх елементів як незалежні. В той же час, для повного оцінювання параметрів живучості транспортної системи необхідно використовувати інтегральний комплексний показник, який враховує всі три характеристики, що дозволить отримати повну та всебічну оцінку живучості системи.

Узагальненим показником живучості транспортної системи може стати коефіцієнт, що відображає частку елементів транспортної системи, які залишаються у стані, що дозволяє їм виконувати основну функцію системи. На відміну від складних систем іншого призначення (військового, ІТ, промислового тощо), при дослідженні живучості транспортної системи потрібно брати до уваги неперервність перевізного процесу та, в більшості випадків, послідовність під'єднання елементів у систему. Особливо це стосується інфраструктури: при втраті спроможності певного критичного елемента інфраструктури нездатність виконувати функцію набуває весь

транспортний коридор, незважаючи на те, дістали ушкодження інші елементи системи, чи залишилися неушкодженими [152]

$$K_{\text{ж}} = 1 - \frac{N_{\text{ур}} - N_{\text{в}} - N_{\text{а}}}{N_0}, \quad (3.5)$$

де $K_{\text{ж}}$ – коефіцієнт живучості системи;

$N_{\text{ур}}$ – кількість елементів транспортної системи, які були уражені засобами ураження ворога;

$N_{\text{в}}$ – кількість елементів транспортної системи, що були відновлені у проміжок часу, прийнятний для виконання її завдань;

$N_{\text{а}}$ – кількість елементів транспортної системи, що відновили свої функціональні властивості у достатній мірі за рахунок адаптаційних властивостей;

N_0 – загальна кількість елементів системи.

З урахуванням того, що неможливо уразити більше елементів системи, ніж до неї входять, тобто $N_{\text{ур}} \leq N_0$, а також з урахуванням того, що кількість елементів, що відновлюються та адаптуються, завжди рівна або менша за кількість уражених об'єктів, тобто $N_{\text{ур}} \geq N_{\text{в}} + N_{\text{а}}$, значення коефіцієнта живучості перебувають в межах $0 \leq K_{\text{ж}} \leq 1$. При цьому чим вищим є коефіцієнт живучості, тим краще: при значенні $K_{\text{ж}} = 0$ система повністю вразлива та нездатна до відновлення й адаптації, а при $K_{\text{ж}} = 1$ система є абсолютно живучою, тобто вона має здатність повністю відновити своє повноцінне (потрібне) функціонування впродовж заданого проміжку часу після впливу фактора (-ів) ураження. При цьому потрібно врахувати, що в реальному житті не існує абсолютно живучих систем, а заходи щодо підвищення живучості мають бути спрямовані на забезпечення $K_{\text{ж}} \rightarrow \max$.

Виходячи з вищевикладених залежностей доходимо висновку про те, що існує певна множина комплексів заходів, що здатні досягти необхідного показника живучості транспортної системи за рахунок: 1 – підвищення показників невразливості (захищеності), 2 – відповідної спроможності до відновлюваності і 3 – оптимального рівня адаптивності. Беручи до уваги, що

часто зазначені властивості знаходяться у залежності й підвищення одних характеристик може знижувати інші. Тому для прийняття виважених рішень доцільно запровадити критерій оптимальності. Наприклад, процес відновлення доцільно розглядати з точки зору придатності, а процес адаптації має базуватись на неперервному процесі аналізу та прийняття рішень.

Транспортна система характеризується тим, що всі елементи перебувають у достатньо жорстких, контрольованих та чітко регламентованих залежностях. Тобто, елементи системи впорядковані. Цей факт значно полегшує процес моделювання та напрацювання рішень щодо підвищення рівня живучості.

Задача аналізу та оцінювання живучості носить комплексний характер, що робить неможливим прийняття рішень, базуючись лише на одному параметрі. Це створює необхідність розгляду багатокритеріальних показників. При цьому розгляд і визначення критеріїв необхідно здійснювати на етапі до початку планування створення, модернізації та розвитку системи. Критерії мають брати до уваги конструктивно-технологічні аспекти транспортної системи, потенційні фактори ураження її елементів, фактори та підходи до підвищення живучості. Наприклад, для транспортних систем можна застосувати такі критерії:

- критерії відповідності системи необхідним показникам продуктивності та реалізації параметрів якості функціонування в сукупності з оцінюванням ступеня деградації елементів системи;
- критерії ефективності реконфігурації і перерозподілу ресурсів;
- критерії оцінювання рівня відновлення системи після уражень та збоїв;
- критерії, що характеризують динаміку функціональності та продуктивності системи в умовах деградації окремих елементів (підсистем);
- критерії адаптабельності системи до факторів ураження, зовнішніх і внутрішніх змін;
- критерії економічної ефективності використання різних підходів і методів підвищення живучості системи.

На сьогодні сформувалась певна система поглядів і принципів досягнення позитивного ефекту в напрямку підвищення живучості систем. Ці принципи можуть бути формалізовані на основі аналізу матриці спроможності системи та алгоритму переходу від логічних функцій станів спроможності до імовірнісних функцій під час процесу моделювання адаптивності транспортної системи як чітко структурованої системи

На основі визначених вище підходів можна запропонувати такі принципи:

- 1) Елементи транспортної системи мають прагнути до мінімізації структурної значимості при збільшенні стійкості;
- 2) структура системи має забезпечувати максимальну або достатню кількість станів спроможності;
- 3) система має прагнути до забезпечення спроможності за умови найменшої можливої кількості елементів;
- 4) стани спроможності системи мають відповідати різним елементам системи.

Реалізація перерахованих вище принципів матиме наслідком підвищення коефіцієнта $K_{ж}$, а отже така реалізація приведе до підвищення живучості системи.

Окремо необхідно наголосити на важливості фактора часу при розгляді адаптації та відновлення систем, оскільки в критичних умовах час відіграє вирішальне значення для досягнення цілей функціонування системи.

Зазначені принципи мають стати основоположними при вирішенні задач аналізу та синтезу заходів для підвищення живучості системи. Способами забезпечення живучості системи доцільно вважати реалізацію одного або одночасно декількох принципів. Відомі в теорії живучості систем способи забезпечення даної властивості реалізуються на різних ієрархічних рівнях: на рівні елементів, на рівні підсистем або на системному рівні [152]:

Спосіб вибіркового захисту елементів системи реалізується без будь-яких структурних перетворень. Дії, що застосовуються для забезпечення

живучості, спрямовані на найбільш значущі (критично важливі) елементи. При правильній реалізації способу його ефективність вища, ніж при дублюванні, іншими словами, даний спосіб більш ефективний, ніж дублювання.

Спосіб дублювання полягає у реалізації принципів, передбачає реалізацію принципів 1 і 2. Даний спосіб базується на розвитку, підвищенні надлишковостей ключових елементів.

Спосіб автономізації елементів системи фактично є реалізацією третього принципу, при якому забезпечення потрібного рівня живучості досягається шляхом внесення в структуру універсальних (або трансформерних) за функціональним призначенням елементів модульної побудови.

Спосіб розукрупнення або розподілу елементів системи фактично реалізує принцип 1. Практика останніх років довела його ефективність. Особливим є його значення для тих випадків, коли в структурі системи наявні елементи, що мають такі характеристики:

- наявні критичні елементи, які мають критичну значущість та відносно низьку стійкість (для прикладу елементи підсистеми диспетчеризації та управління);
- існує технічна та технологічна можливість розділення елементів на складові частини з метою їх розосередження за умови збереження функціональної спроможності системи.

Спосіб ешелонування полягає в забезпеченні надлишковості на рівні всієї системи, або її критичних ланок (підсистем). Фактично, він забезпечує реалізацію принципів 1 та 2.

Спосіб чередування залучення елементів системи, що передбачає почерговість їх залучення до процесу і чередування з проведенням профілактичних, підтримувальних та відновних робіт. Завдяки застосуванню такого підходу зменшуються технологічні простої, що сприяє підвищенню продуктивності системи.

Всі ці способи підпорядковані одній меті: підвищенню коефіцієнта $K_{ж}$, тобто живучості транспортної системи.

Питання забезпечення живучості транспортної системи має бути в полі постійної уваги на всіх етапах життєвого циклу системи (її елементів, підсистем), починаючи від задуму і закінчуючи утилізацією. В цьому контексті можливо сформулювати рекомендації щодо підвищення живучості транспортної системи:

Як уже зазначалось вище, фактор часу відіграє вирішальну роль в питаннях живучості транспортної системи. Тому для підвищення цього показника потрібно забезпечити на етапі експлуатації мінімізацію часу на прийняття рішень, що, своєю чергою, висуває необхідність забезпечення чіткого орієнтування на всіх рівнях відповідальних осіб в особливостях роботи системи, її підсистем та елементів. Для цього важливо прагнути до найменшого складу системи, яка забезпечує її спроможний стан. Забезпечення можливості функціонального переорієнтування дозволяє підвищити живучість системи.

Розосередження та розукрупнення критичних елементів транспортної системи доцільно провести шляхом розосередження основних і дублювальних елементів таким чином, щоб гарантувати їх безпеку та недопустимість ураження в ході одного акту ураження. Особливу увагу необхідно звернути на забезпечення живучості і захищеності критичних елементів системи, ураження яких зробить неможливим подальше забезпечення функції перевезення транспортною системою.

Моделювання та розробка заходів підвищення живучості транспортної системи мають бути проведені заздалегідь. Ці заходи потрібно реалізовувати з урахуванням потенційних дій противника (або прогнозними сценаріями розвитку подій надзвичайного стану).

Час відновлення працездатності системи залежить від засобів та ступеня ураження. Разом із тим, для мінімізації цього часу елементи системи (в першу чергу критичні) потрібно обладнати засобами діагностики

(оптимально – дистанційної), що дозволить зменшити час прийняття рішення про спосіб та послідовність дій щодо відновлення працездатності системи. Одночасно, підвищення швидкості та ефективності системи потрібно досягати оптимальним плануванням і розміщенням ремонтних комплектів та команд для їх негайного задіяння.

Висновки до розділу 3

Матеріал третього розділу присвячено формуванню методології дослідження процесів розвитку транспортних систем.

1. На основі закономірностей зміни базових атрибутів і параметрів технічного рівня, показників ефективності та якості встановлені зміни граничних, оптимальних та ідеальних значень кількісних показників атрибутів, які можуть бути об'єктивно вимірними, визначено види розвитку транспортних систем.

2. Закони та закономірності впливу надсистемного середовища на розвиток транспортних систем дозволили встановити закономірності взаємодії з надсистемою та впливу середовища на розвиток ТС. Виявлені закономірності дозволяють правильно врахувати світові знання в галузі ТС, теорії управління, інформаційних технологій, комп'ютерної інженерії та інших, дозволяють сформулювати положення, потрібні для вирішення завдань оптимізації ТС.

3. Дослідження дали можливість встановити той факт, що системної межі збільшення продуктивності та енергоефективності ТС не існує, що створює підґрунтя до постійного підвищення показників ефективності ТС аж до моменту досягнення ідеальних значень.

4. Результати досліджень опубліковані в роботах [19, 133, 153, 154–157].

РОЗДІЛ 4

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЙНОГО СИНТЕЗУ ЕЛЕМЕНТІВ ІННОВАЦІЙНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

4.1 Загальна модель формалізованої постановки задачі комплексного структурно-параметричного оптимізаційного синтезу інноваційної транспортної системи

Гранично ефективні значення характеристик інноваційної ТС можуть бути отримані при постановці і розв’язанні дедуктивним методом задачі спрямованого синтезу у постановці завдання для комплексної структурно-параметричної оптимізації.

Грунтуючись на результатах, отриманих в загальній теорії систем [158–160] і теорії оптимізації [161], загальну схему вирішення задачі комплексної оптимізації складних систем можна подати у вигляді, показаному на рис. 4.1.

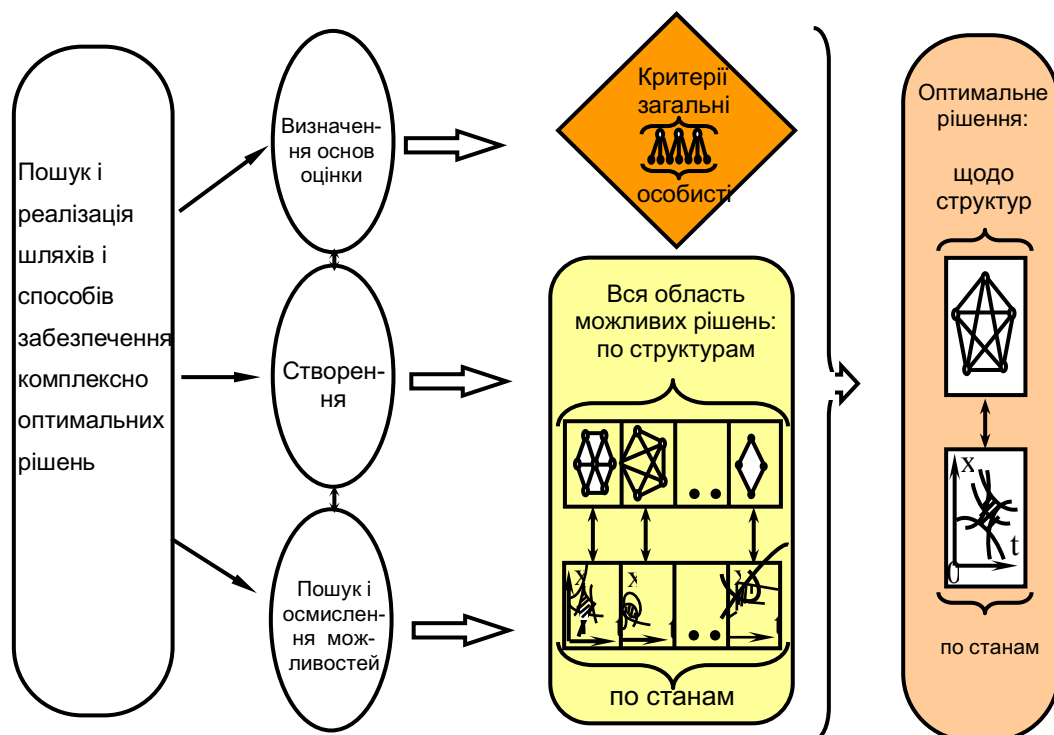


Рисунок 4.1 – Загальна схема отримання гранично ефективних рішень

На рис. 4.1 структури зображені графами, а зміни параметрів у часі – діаграмами. Зв'язки позначені лініями і стрілками. Тут характеризується унікальність методу, який призначений для розв'язання задач комплексної структурно-параметричної оптимізації систем з урахуванням меж всього життєвого циклу і циклів більш високих порядків ієрархії. Зазначені особливості характеризують значну відміну цього методу від існуючих методів вирішення задач розвитку таких систем, які мають у своїй основі підхід локальної оптимізації.

Процес синтезу інноваційних ТС, що характеризуються комплексною оптимальністю, потрібно забезпечити:

а) можливістю ідентифікації повної (тобто повної множини, а не обмеженої її частини) області можливих рішень як за структурами, так і за параметрами з урахуванням надсистемних, системних і підсистемних відносин;

б) розгляд системи в процесі розвитку в межах усіх етапів її ЖЦ і більш високих циклів, іншими словами, потрібно взяти до уваги минуле, теперішнє і майбутнє системи;

в) застосування достатньо загальні моделі і алгоритми з метою досягнення повної області можливих рішень за структурою та параметрами за основними, допоміжними та управлінськими видами функцій. А вже з неї з'являється можливість обрати комплексно оптимальне (тобто одне найвдаліше з усіх можливих) рішення в заданому сенсі.

Вказані заходи дадуть можливість досягти глобального, а не локального екстремуму критерію оптимальності.

Виходячи з результатів, опублікованих в роботах з галузі системного аналізу [124, 162, 163], у найбільш загальному вигляді можна визначити базові принципи вирішення завдання комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних ТС та формалізувати вимоги до їх реалізації (див. таблицю 4.1).

Таблиця 4.1 – Базові принципи вирішення завдання комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних ТС та вимоги до їх реалізації

Ч.ч.	Назва принципу	Вимоги щодо реалізації принципу
1	2	3
1	Прицип системної цілісності (системності)	Потрібно забезпечити врахування 3 рівнів ієрархії: надсистемного (суспільство, народногосподарський комплекс), системного і підсистемного. Можливість зміни характеристик транспортних і технологічних процесів, їх підсистем та надсистеми (ринкові вимоги, потреби макроекономічного рівня, регуляторної діяльності та інших). Орієнтація на стратегічний курс розширеного відтворення з підвищенням ефективності.
2.	Принцип поширення алгоритмів (алгоритмічності)	З причини відсутності чіткого аналітичного розв'язання виникає потреба в поетапному отриманні конкретизованого розв'язання з використанням методу дедукції, беручи початок з найбільш загального, що задане дефініцією системи чи рекомендаціями, що поширені в галузі.
3.	Принцип 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 спрямоване на покращення показників ефективності на кожній ітерації пошуку.
5.	Принцип врахування повноти області можливих рішень	Передбачає формування повної області можливих рішень за структурами та параметрами. Зазначене гарантує вихід в область глобального екстремуму.
6.	Принцип неперервності	Потрібно забезпечити неперервність всіх процесів. Це дає більш високі значення продуктивності.
7.	Принцип взаємної відповідності методів і алгоритмів дій підсистем завданням системи	Вимагає ієрархічної підпорядкованості систем і підсистем.
8.	Принцип вичерпності забезпечення інформацією	Зумовлює необхідність системного інформаційного забезпечення, зокрема, про світовий поріг знань зі сфери знань обраної системи.
9.	Принцип повноцінного забезпечення персоналом	Передбачає забезпечення належної та своєчасної підготовки кадрового резерву та підбору персоналу, що має необхідні світоглядні якості та передбачене набором знань.

Вищенаведене вказує на неможливість використання наявних методів синтезу, що зорієнтовані в більшості на локальну параметричну оптимізацію складних систем, а також на необхідність створення нових, що мають в основі інший теоретичний підхід та власні принципи організації.

Обґрунтування запропонованих принципів, що мають лягти в основу методів для комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних ТС, впливає з нижченаведеного.

Використання методології системно-процесного підходу [164] пов'язано з тим, що досліджувані об'єкти відносять до категорії складних людино-машинних систем і реалізують широкий спектр функцій та технологічних операцій.

Використання теоретичних методів, фундаментом яких є математичне моделювання, зумовлене неможливістю експериментального визначення повної області можливих рішень через їх масштабність, технічну складність та високу вартість елементів системи.

Для того, щоб досягти оптимуму якнайближче до його глобального значення екстремуму, потрібно забезпечити повноту наявної інформації про область можливих рішень і місце розташування в ній екстремуму з метою забезпечення комплексно-оптимального рішення.

Відповідно до наведеного на рис. 4.1 алгоритму розв'язання задачі синтезу високоефективної ТС може виконуватись з використанням шляхом поетапного системно-алгоритмічного відшукування рішень. На початку здійснюється відшукування та реалізація шляхів забезпечення комплексно-оптимальних рішень, зокрема визначення основних підходів до оцінювання, формулювання методик синтезу, реалізації відшукування та осмислення можливостей. На наступному етапі здійснюється вибір загальних і часткових критеріїв оптимальності, а також синтез повної області можливих рішень за структурами та параметрами. З отриманої області методом порівняння критеріїв оптимальності за різних рішень при врахуванні обмежень отримується потрібне оптимальне рішення.

Повнота області можливих рішень і спосіб визначення міри повноти області можливих рішень є принциповими питаннями при здійсненні комплексної оптимізації.

Міра повноти враховується введенням коефіцієнта K_i . Значення цього коефіцієнта варіюється в межах від 0 до 1 та визначається, наприклад, за параметрами тривалості або трудомісткості охоплення функції, що фактично є відношенням фактичних показників до теоретично повних значень.

Залежно від значень $K_i, i \in \{a, н, ф, к, т, с, п\}$, де індекси $a, н, ф, к, т, с, п$ вказують на відношення до базових атрибутів: сфери застосування, призначень, функцій, принципів дії, технології, структур і параметрів відповідно, можна сформулювати найбільш загальну ієрархію оптимізаційних методів за показником комплексності (повноти врахування) областей можливих рішень (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Класифікація методів оптимізації інноваційних ТС залежно від повноти охоплення області можливих значень об'єкта, що оптимізується

	Коефіцієнт K_{zij}	Метод
1	2	3
1.	$K_{zij} = 1$	Повне охоплення області можливих значень
2.	$0 < K_{zij} < 1$	Часткове охоплення області можливих значень
3.	$K_{zij} = 0$	Без комплексності

За умови $K_{об} = 1$ для $\forall K_{zij}$ ($z \in \{y, o, v\}$; $i \in \{a, н, ф, к, т, с, п\}$; $j \in \{Д, П, І, Н, С, З, Р, М, Л\}$) отримуємо повну комплексну оптимізацію. Тут $\forall$ – квантор загальності – індекс, що визначає відношення коефіцієнта до загальної оцінки; індекси y, o, v відображають відношення до управлальної, основної та допоміжної підсистем комплексу, що розглядається. Останню множину утворюють позначення відповідних етапів життєвого циклу, на яких забезпечується реалізація функції:

- інтелектуальної діяльності (Д) (синтез ідей, наукові дослідження,);
- конструкторсько-технологічної розробки об'єкта – проектування (П); виробництво (В); сертифікація та гомологація (С); збут (З); налагодження

і навчання (Н); функціонування (Ф), ремонт (Р); технічне обслуговування (О); модернізація (М) і ліквідація (Л).

Системи, що зустрічаються в реальному житті, завжди мають $K_{об} < 1$.

Різні методи оптимізації відрізняються залежно від різних атрибутів системи, зокрема за сферами застосування, призначенням і функціями, кластерами фізичних (хімічних, біологічних) ефектів, що застосовуються в ній, технологічними укладами, рівнями технізації функцій, нерегульованими та регульованими параметрами системи. а також за алгоритмами її поведінки. В рамках запропонованих методів, що відрізняються за об'єктом оптимізації, можуть бути виділені методи за рівнем покриття області можливих рішень.

Однозначно можна стверджувати, що використання методів пошуку області можливих рішень може призводити до отримання різних результатів. Базовими методами, які знайшли широке використання в процесі аналітичного проектування пошуку рішень, є:

- евристичний,
- композиційний,
- еволюційний,
- інші спеціальні методи.

Останні зі згаданих методів засновані на регулярних процедурах, які враховують особливості будови і розвитку технічних систем [164, 165]. Існують також змішані методи, які полягають у використанні різних комбінацій зазначених вище методів.

Перераховані вище методи відрізняються один від одного своїми можливостями. При цьому, з метою проведення оптимізації з частковим охопленням області можливих рішень (тобто для випадків, коли $0 < K_{об} < 1$) можуть застосовуватись всі перераховані методи. Тобто, для оптимізації з частковим охопленням області можливих рішень можуть застосовуватися всі зазначені методи. Для випадку повної комплексної оптимізації, відповідної $K_{об} = 1$, потрібні повні множини структурних і повні області можливих параметричних рішень.

З метою охоплення повної області можливих рішень більшість можливостей та обмежень підлягає евристичному оцінюванню, без застосування формалізованої постановки задачі системної комплексної оптимізації, що необхідно враховувати при практичному розв'язанні задачі. Останнього можна досягти шляхом апріорного вибору можливих варіантів розв'язання, особливо, в розрізі комплектації підсистем – елементів проєктуваного комплексу, – починаючи з аналізу досвіду їх використання або здійснення порівняльного техніко-економічного аналізу.

Наявними науковими працями [165] встановлено, що використання підходу, який базується на процедурі поетапного спрямованого системно-алгоритмічного пошуку рішень, може бути найбільш загальним підходом до розв'язання задачі спрямованого оптимізаційного синтезу складної інноваційної ТС (яка належить до ієрархічних систем). Схема запропонованого підходу як послідовність інформаційно та логічно поєднаних етапів обробки інформації в загальному випадку зображена на рис. 4.2.

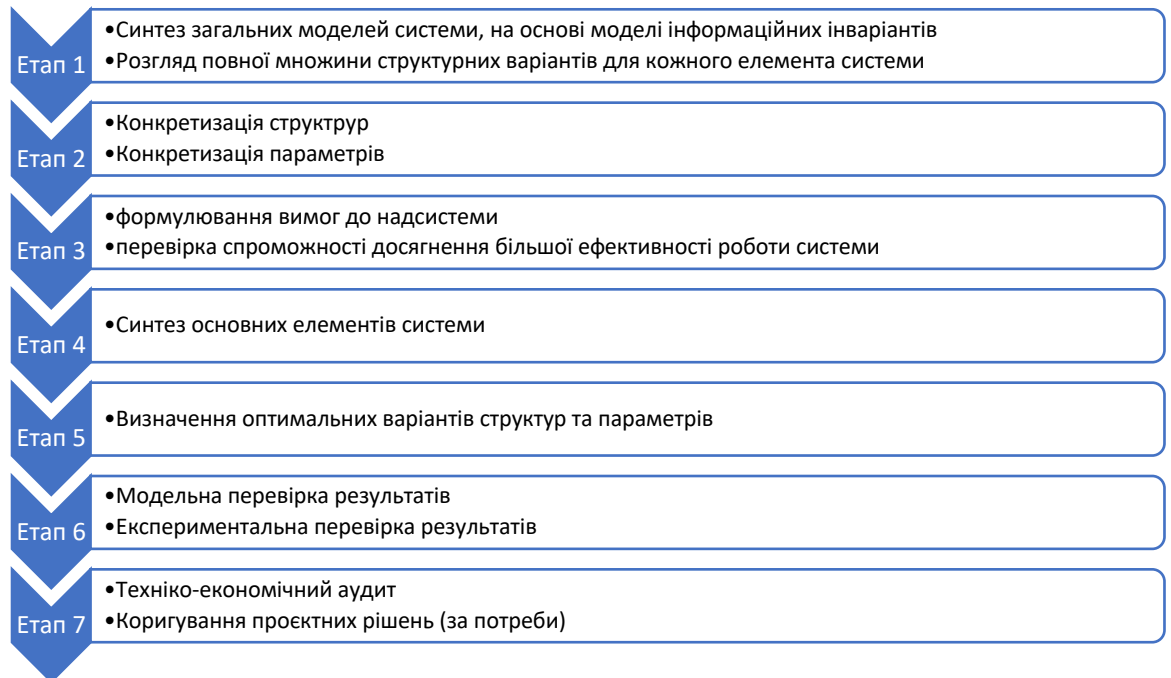


Рисунок 4.2. Схема підходу етапів обробки інформації

Після здійснення параметризації й параметричної оптимізації системи та її елементів в рамках обраних структур можна проводити вибір найбільш

ефективних варіантів структур. Цього можна досягти різними методами, міра доцільності використання яких залежить від типів логіко-математичних залежностей, що описують речовинні, енергетичні та інформаційні перетворення в системі.

Формалізовані методи структурно-параметричного синтезу систем з урахуванням принципу інформаційної підпорядкованості етапів може бути основою для створення процедури синтезу структур інноваційної ТС [166, 167]. Виходячи з принципу системності, варто використовувати стандартизовані рішення, які мають назву інформаційних інваріантів.

Всі етапи алгоритмічного синтезу передбачають вирішення логіко-аналітичних завдань, що дають можливість визначати загальні характеристики системи, а також критерії оптимальності та параметричні обмеження.

При синтезі інноваційних ТС потрібно врахувати низку їх особливостей, що пов'язані з процесами їх взаємодії з середовищем та надсистемою.

Особливість I відображається у впливі на синтез процесу інноваційного розвитку [168]. Вона відіграє часто вирішальну роль в процесі вибору принципів дії системи та її підсистем.

Особливість II – вплив геополітичних, макроекономічних, природних середовищ на процес прийняття рішень. Це, зокрема, широко проявляється в процесах погодження ТЕО, проєктів, а також в рамках сертифікаційних дій.

Особливість III – комплексність та багатовимірність управлінської підсистеми на всіх рівнях ієрархії.

Особливість IV – високий темп варіативності параметрів підсистем і підсистем в рамках модернізації та створення нових елементів системи.

Особливість V – роль держави (зокрема, санкційної політики) та принципів ринкової самоорганізації.

Для забезпечення найвищої ефективності системи, виходячи з першої особливості, потрібно використовувати інноваційні рішення світового рівня.

Більш того, враховувати тенденції розвитку світового ІТ-ринку, матеріалознавства, штучного інтелекту тощо.

Роль державного регулювання не лише у визначенні правил поведінки суб'єктів ринку, а й у захисті інноваційних розробок, визначає п'яту особливість. Відмінності традиційного підходу та підходу, побудованого на визначених принципах, можна диференціювати відповідно до табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Основні відмінності запропонованого і традиційного підходів зі створення та реалізації інноваційних ТС

Об'єкти	Характеристики підходів	
	Традиційного	Запропонованого
1	2	3
Структура	Сукупність пов'язаних підсистем в спонтанно утвореному середовищі	Сукупність адаптивно змінюваних пов'язаних підсистем в модифікованому середовищі
Середовище: вид і особливості	Стаціонарне та неієрархічне	Ієрархічне, адаптивне, потокове зі здатністю до локальної модифікації
Оптимізаційна область	Локальна	Повна
Множини рішень	Обмежені наявними варіантами	Комплексно оптимізовані відповідно до рівня в межах системи
Управлінські технології	Системно неоптимізовані, незмінні впродовж ЖЦ	Варіабельні, адаптивні відносно фаз інноваційно-інвестиційного циклу з урахуванням динаміки середовища
Інформаційно-знаннява структура	Локальна	Універсальна, адаптована до повного циклу, здатна до саморозвитку системи
Кадрове забезпечення	Стохастичне, некероване	Оптимізоване та адаптоване

Розміщення інноваційних систем в стимулювальному демонополізованому макроекономічному середовищі визначає другу особливість. При цьому в умовах спрямованості стимулів в напрямку мети управління є перевагою відповідного середовища. Часто краща ефективність діяльності системи вимагає часткової модифікації середовища в напрямку її

забезпечення. Нерідко це пов'язано з необхідністю вдосконалення нормативно-технічної та правової баз.

Застосовування системно-процесного підходу потрібно для врахування четвертої особливості. Застосування модульного принципу конструювання та використання кращої елементної бази світових виробників може суттєво доповнювати цю особливість.

Третя особливість полягає у потребі комплексної оптимізації підсистем на всіх ієрархічних рівнях з урахуванням результатів зазначеної оптимізації параметрів та ефективності системи в цілому.

4.2 Загальні положення методу оптимізаційного синтезу інноваційних транспортних систем

Формалізована постановка задачі комплексної параметричної оптимізації інноваційної ТС може бути здійснена з використанням підходу з застосуванням комплексної системи зв'язків для інновацій [124]

$$\begin{aligned} W_1(z), W_2(z), \dots, W_n(z) \\ |S_\Sigma| \in [D_S] \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} & w(t, z_k, u_k) \Rightarrow w(t)_{opt}, \\ & u_k = \sum_{\xi}^l f_k(\delta_{\xi} u_{o\xi}^*), \\ & z = \Phi_c(t, y, u), \\ & u_o = \sum_{\eta}^m f_o(\delta_{\eta} u_{n\eta}^*), \\ & u_n = \sum_{\tau}^n f_n(\delta_{\tau} u_{\tau}^*), \\ & \delta_g(t) \in \{0, 1\}, \\ & g \in \{\xi, \eta, \tau\}, \\ & Al_i^-(|S_\Sigma|, \Pi, t) \leq Al_i(|S_\Sigma|, \Pi, t) \leq Al_i^+(|S_\Sigma|, \Pi, t), \\ & i \in \{1, l\}; \\ & \Phi_j^-(|S_\Sigma|, \Pi, t) \leq \Phi_j(|S_\Sigma|, \Pi, t) \leq \Phi_j^+(|S_\Sigma|, \Pi, t), \\ & j \in \{1, m\}; \\ & \Pi_{ijk}^- \leq \Pi_{ijk} \leq \Pi_{ijk}^+, \\ & k \in \{1, n\} \\ & \Pi \in \{x, y, z\}. \end{aligned} \right. \quad (4.2)$$

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 ведення управлінських дій;

позначення AI 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;

$\ddot{I}$ – 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 народного господарства. Ці обмеження зумовлені необхідністю мати параметри техніки, що впливають на показники діяльності надсистеми, а також забезпечують необхідні показники безпечності, безпеки, екологічності у певних, наперед заданих діапазонах.

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

4.3 Інформаційні інваріанти для пошуку області можливих рішень

Під інформаційними інваріантами розуміються предикатні та графові моделі об'єктів – складних систем типу «предмет» і «процес», які зберігають свою, відповідну природі об'єкта, незмінність протягом певного відрізка часу - циклу.

Оскільки цикли мають свою ієрархію, то поняття інформаційного інваріанта є відносним. Поліхронний цикл за шкалою ієрархії на два рівні вищий від життєвого циклу об'єкта.

Основні призначення інформаційних інваріантів – спрямувати формування загальних структурних моделей, упорядкувати процедуру параметризації структур, забезпечити формалізоване подання загальної постановки задачі комплексної оптимізації, ранжувати можливі структурні рішення та спростити пошук оптимуму.

Інформаційні інваріанти можуть бути структурними і параметричними. Їх типи та інші класифікаційні рівні утворюють свої ієрархії. Визначення структурних інформаційних інваріантів можна здійснити на основі загальних моделей складної системи та системного комплексу.

Система (S), яка знаходиться в певному стані, може моделюватись залежністю

$$S = \{|S|, \Pi\}, \quad (4.3)$$

де $|S|$ – структура, Π – вектор параметрів системи.

Системний комплекс, який поєднує дві взаємодійні у середовищі системи, подається моделлю-графом (2.17).

Модель у залежності (2.17) ілюструє структуру взаємозалежних систем та підсистем у комплексі впродовж двох фаз: початкової (позначеної індексами xx та vv) і завершальної (індекси uu и ww).

Саме з загальної моделі (2.17) витікає, що система може структурувати параметричні інформаційні інваріанти.

Відповідно до моделі (2.18), структурні інваріанти мають визначати відносно сталі складові, які належать до атрибутів не лише власне людини, а й пов'язаних з нею явищ.

Інформаційні інваріанти, що належать до параметричних, моделюють стабільні впродовж певних циклів характеристики Світобудови, а саме: різноманітні закономірності та параметри. Останні стосуються прискорення вільного падіння, швидкості звуку в різних середовищах, сталої Планка, інших фізичних сталих, що широко відомі сучасній науці.

В процесі конкретизації моделі (2.17) на основі функціонального аналізу загальними структурними інваріантами ТС визначаються три її базові іпостасі: цільова, забезпечувальна та інформаційно-управляльна.

Структура ТС – фізична іпостась – має свої структурні інваріанти – структурні елементи ієрархічної будови, що охоплюють транспортні засоби та їх складові, елементи інфраструктури та їх елементи. Аналогічно, у забезпечувальній та інформаційно-управляльній іпостасях виділяються свої структурні інваріанти.

Оскільки ТС, що може моделюватись системою $S_{\xi t_m}^{(kk)}$, $kk \in \{xx, yy\}$, $\xi = i$, має розглядатись впродовж проміжків часу t_m у контексті взаємодії з природними об'єктами, зокрема, «альтернативної природи» – техносфери, соціуму і Космосу, які формально відображаються системою $S_{\xi t_m}^{(kk)}$, $kk \in \{vv, ww\}$, $\xi = j$. Інформаційні інваріанти можуть належати до глобальних, поліхромних, ізохронних, життєвих, фазових та більш коротких циклів.

Часові проміжки, впродовж яких змінюються космічні явища, наприклад, період обертання Сонячної системи навколо центра Галактики, називаються космічними циклами. Періоди, впродовж яких людина є незмінною як вид істоти (наприклад, Homo), називаються поліхронними

циклами. При чому поліхронні цикли інтегрують в собі ізохронні цикли, впродовж яких реалізуються життєві цикли, які складаються з фазових циклів, а ті, у свою чергу, з ще менших. Такий поділ триває аж до досягнення неподільного «кванта» часу.

Загальна модель інформаційних інваріантів, які належать до часових характеристик – циклів, можна подати формулою:

$$\mathcal{C}_z^{(k)} = \sum_{i=1}^n \mathcal{C}_z i^{(k)}, \quad (4.4)$$

де $\mathcal{C}_z^{(k)}$, $\mathcal{C}_z i^{(k)}$ – загальний та фазові цикли, що реалізуються системою на відповідному ієрархічному рівні.

Знання є інформаційними об'єктами, вони мають власні структури і параметри, що не завжди збігаються з об'єктовими та які реалізують відмінні від об'єктових поліхромні, ізохронні, життєві та інші цикли.

При синтезі інноваційних ТС потрібно враховувати, окрім фундаментальних законів фізики, хімії та біології, ще й основні інформаційні інваріанти загального виду, до яких можна віднести:

- 1) основні атрибути системи та закономірності їх розвитку, що визначені в табл. 3.4;
- 2) показники стану системи (конструкція, походження, функціонування, розвиток, взаємозв'язки, управління та перетворення) [124];
- 3) атрибути для репрезентативного подання комплексу як системи;
- 4) періодична система технічних елементів [150];
- 5) загальні закони розвитку техніки;
- 6) загальна множина способів об'єднання структур [124];
- 7) формалізоване визначення задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації системи, що задане залежностями (2.17);
- 8) шляхи забезпечення потрібних властивостей системи [150];
- 9) структура ієрархічної системи циклів: поліхромного, ізохронного, життєвого [150];
- 10) структура ЖЦ і множина підсистем S_i , S_{yi} и S_{vi} , $i \in \{\text{Д, П, И, С, З,}$

Н, Ф, О, Р, М, Л}, які реалізують систему на усіх етапах її ЖЦ;

- 11) множини структур способів підвищення продуктивності монофункціональних та поліфункціональних комплексів [150];
- 12) множина структур способів забезпечення високої енергоефективності комплексів [169];
- 13) дедуктивний метод як комплексний інваріант, що спрямовує пошук рішення;
- 14) Принцип інформаційної підпорядкованості етапів пошуку рішення [124];
- 15) Загальна схема пошуку комплексно-оптимального рішення [170];
- 16) Зв'язок функцій та структур, які їх реалізують [124, 150];
- 17) Загальна система зв'язків між принципами дії, функціями, структурами комплексу та рівнями їх технізації [150].

Порядок використання інформаційних інваріантів наведено на рис. 4.3.

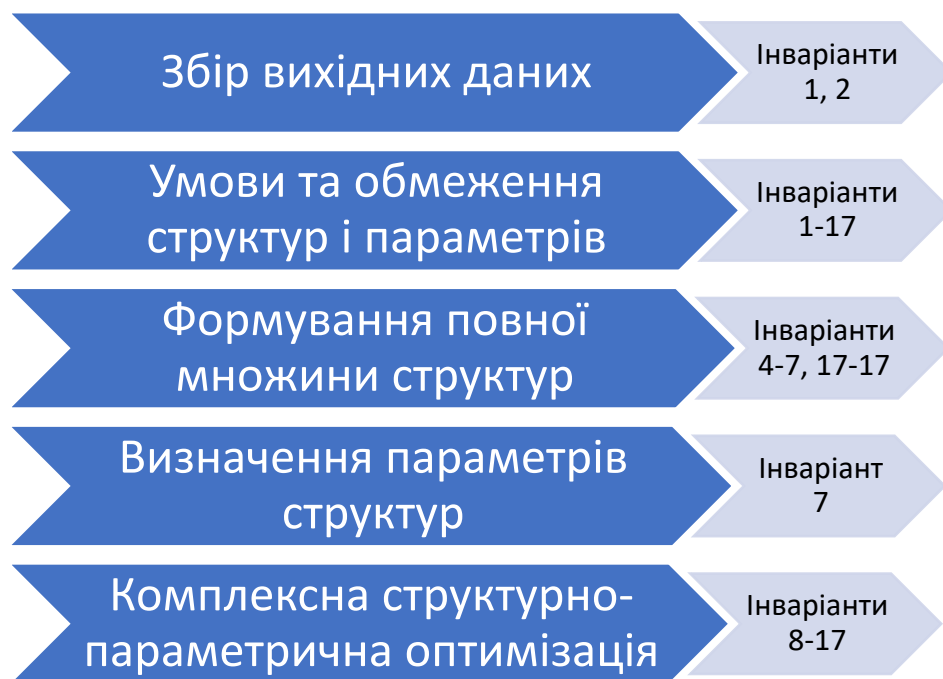


Рисунок 4.3. Порядок використання інформаційних інваріантів

Для цілей синтезу комплексно-оптимізованої інноваційної ТС може бути використаний загальний алгоритмічний зв'язок між окремими

функціями, відповідними принципами дії, застосованими рівнями технізації та отриманими структурами системи – як цілісний інформаційний інваріант [171]. Цей зв'язок наведений на рис. 2.3.

Принциповою відмінністю наведеного на рис. 2.3 загального зв'язку є запровадження соціально-гуманітарного етапу синтезу, що є визначальним, а тому обов'язковим в процесі розв'язання завдань створення ТС як людино-машинної системи. Більш того, він ілюструє вплив на загальну структуру системи функцій та рівень їх технізації.

Наведений на рис. 2.3 зв'язок відповідає принципу інформаційної підпорядкованості етапів синтезу ТС. Він передбачає на першому етапі створення комплексу виконання його соціально-гуманітарного синтезу. На цьому етапі визначаються: сфера застосування ТС, її призначення, інтегральна (загальна) функція, критерій оптимальності та необхідні обмеження, які мають забезпечувати ефективне функціонування системи.

Наступні кроки – визначення множини фізичних, хімічних і біологічних ефектів, що будуть використані в інноваційній ТС, та синтез її структур і параметрів, що можуть вирішуватись різними методами.

Використання інформаційних інваріантів дає можливість не лише значно спростувати проведення синтезу через спрямованість відповідних процедур, а й є способом, який має на меті перехід до принципово нової якості оптимізаційних процесів за рахунок охоплення вичерпної множини структурних і параметричних рішень.

Напрацювання, що містяться в загальній теорії технічних систем [150, 124, 172] дають можливість, з задіянням інформаційних інваріантів, використовувати для цілей формування області допустимих структурних рішень достатньо формалізований підхід. З цією метою для визначення можливих варіантів структур можна вдатись до використання інформаційного інваріанта 16 – за допомогою постановки відповідно до кожної елементарної функції, яку реалізує відповідна підсистема, та на подальших етапах забезпечувати об'єднання підсистем у цілісну систему за допомогою

використання інформаційного інваріанта 6 [124]. В цьому випадку потрібно застосовувати структури підсистем, які відповідають структурам елементарних підсистем, які утворюють гомологічні ряди періодичної системи технічних елементів, що належить до інформаційних інваріантів 7 та 8 та у сукупності відображає закони розвитку техніки [148]. Основна перевага тут визначається в тому, що відповідні елементарні підсистеми, які утворюють систему, є впорядкованими, а це, своєю чергою, відкриває можливість до проведення спрямованого синтезу.

При такому підході в основу процедури синтезу може бути покладена можливість досить повного подання системи її фрагментом на основі теорії тріади тріад [119].

Перша тріада належить до області функцій. Вона виділяється на основі третього означення поняття системи [173] і є основою для моделювання об'єктів на зазначених раніше трьох ієрархічних рівнях системи. Кожна з умов системи, заданої умовами (4.2), має свої функції і своє управління. Вироблення необхідних функцій і дій керування проводиться на основі вирішення часткових завдань оптимізації.

Друга тріада забезпечує першу тріаду структуризацією згідно з циклом розвитку з виділенням трьох етапів: початкового, основного та підсумкового.

При комплексній оптимізації структур і параметрів системи потрібно реалізувати початкові, основні та підсумкові етапи життєвого і більш високих циклів інноваційних систем. Функції та структури для кожного етапу можуть визначатися з урахуванням бажаного рівня технізації підсистем.

Третя тріада функцій враховує повноту перетворюваних субстанцій. Для розглянутого комплексу вона означає необхідність наявності в системі трьох підсистем, що працюють паралельно й реалізують основні, допоміжні та інформаційно-управлінські функції.

Отримані в кожній тріаді структури об'єднатися в загальну структуру з використанням інформаційного інваріанта 6 і пройти конкретизацію.

Надалі конкретизація кожної структури на всіх ієрархічних рівнях може проводитися на основі застосування класифікації та ієрархії класифікацій об'єктів.

Першочергово потрібно визначити можливі шляхи забезпечення потрібних властивостей складних систем.

З цією метою формується матриця (M_{sh}) можливих структурних рішень для шляхів [143] забезпечення потрібних властивостей комплексу:

$$M_{sh} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & T & F \\ 0 & 0 & 0 & 0 & N & T & F \\ 0 & 0 & 0 & M & N & T & F \\ D & P & I & S & N & T & F \\ D^* & P & I & S & N & T & F \end{vmatrix}, \quad (4.5)$$

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 і параметрам) можна послідовно сформувати ієрархії, що мають вигляд прямих декартових добутків відповідних рядків матриць об'єктів на транспоновані вектори допустимих прийомів. В цьому випадку:

$$M_{ij} = M_{(i-1)j} \times r_j^T, \quad (4.6)$$

тут M_{ij} – матриця допустимих структурних реалізацій для об'єктів з матриці $M_{(i1)j}$ за допустимих прийомів дії, які задані вектором g_j . Застосований індекс «т» позначає функцію транспонування.

Так можуть бути сформовані матриці–рядки (вектори) g_{ij} можливих способів підвищення продуктивності та енергоефективності. Зокрема, згідно з даними [117] вектор-рядок способів підвищення продуктивності довільної складної повнофункціональної системи, зокрема, інноваційної ТС, може бути детермінованим у загальному вигляді, придатному для використання дедуктивного підходу, враховуючи нижчевказані дії.

Перш за все потрібно забезпечити систематизацію функцій. Спочатку потрібно систематизувати функції. З цією метою потрібно виділити тріаду, до якої входять об'єкти-функції, які детермінують тривалість циклу. До таких функцій належать:

- *цільові* $O_{di}, i \in \overline{\{1, k\}}$ O_{di} , які є варіативними за хараткером 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} .

Зрозуміло, що між функціями або їх елементами можуть виникати простої $P_{pj}, j \in \overline{\{1, m\}}$, 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,

$$M_{об} = \{O_{d1}, O_{d2}, \dots, O_{dk}, B_{d1}, B_{d2}, \dots, B_{dk}, P_{d1}, P_{d2}, \dots, P_{dk}\}. \quad (4.7)$$

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

$$M_{np} = \{I_c, Y_m, C_m\}. \quad (4.8)$$

При застосуванні нескінченної множини прийомів відносно нескінченної множини об'єктів (4.5), для випадку багатofункціональних систем ($k = m = l$), можна отримати множину структур способів підвищення продуктивності (швидкодії) таких систем, використавши топологічні похідні елементів цих множин [117]

$$M_{cn} = M_{np} \times M_{ob} = \{I_c \times O_d, Y_m \times O_d, C_m \times O_d, I_c \times B_d, Y_m \times B_d, C_m \times B_d, I_c \times P_p, Y_m \times P_p, C_m \times P_p\}. \quad (4.9)$$

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 $|M_{ob}|$ і $|M_{np}|$ указаних множин за винятком одного елемента, тобто,

$$K_{cn} = |M_{ob}| \times |M_{np}| - 1 = 3 \times 3 - 1 = 8. \quad (4.10)$$

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

$$t = \int_{S_n}^{S_k} \frac{dS}{V}, \quad (4.11)$$

де V – швидкість дії (реалізації функції); S_n – стартовий, S_k – фінальний обсяги функції; dS – приріст обсягу.

Відповідно до (4.11) в способах, які пов'язанні зі скороченням тривалості основних і допоміжних функцій, потрібно виокремлювати 2 напрямки: перший – за рахунок підвищення швидкодії, а другий – шляхом скорочення приросту значення dS обсягу функцій.

В табл. 4.4 наведено перелік заходів, що забезпечують реалізацію способів. При цьому позначення класів способів в таблицях 3.1, 3.2 і 4.4 збігаються.

Способи з табл. 3.2 належать до виду простих, які не мають між собою причинно-наслідкових залежностей. Вони слугують базою для побудови складних способів для забезпечення зростання продуктивності та швидкодії ТС. До їх складу входять способи, що утворюються внаслідок об'єднання двох або більшої кількості об'єктів або прийомів. В цьому контексті необхідно мати на увазі, що застосування прийому I_c до одного і того ж об'єкта робить неможливим застосування до цього ж об'єкта інших прийомів.

Аналогічним чином можна визначити множину способів, за допомогою яких можна досягти зменшення $T_{\text{ц}}$ для багатофункціональних технічних систем, зокрема і ТС, при $k > 1, m > 1$. Цього можна досягти шляхом розповсюдження дії прийомів на всі об'єкти та їх об'єднання при врахування простих способів для всієї множини $i \in \{1, k\}, j \in \{1, m\}$.

Виходячи з цього, можна отримати наступну множину стосовно інноваційних ТС:

$$M_{\text{сн}} = M_{\text{пр}} \times M_{\text{об}} = \{U_m \times O_{d1}, U_m \times O_{d2}, \dots, U_m \times O_{di}, C_m \times O_{d1}, C_m \times O_{d2}, \dots, C_m \times O_{di}, I_c \times B_{d1}, I_c \times B_{d2}, \dots, I_c \times B_{dj}, U_m \times B_{d1}, U_m \times B_{d2}, \dots, U_m \times B_{dj}, C_m \times B_{d1}, C_m \times B_{d2}, \dots, C_m \times B_{dj}, I_c \times P_{p1}, I_c \times P_{p2}, \dots, I_c \times P_{pk}, U_m \times P_{p1}, U_m \times P_{p2}, \dots, U_m \times P_{pk}, C_m \times P_{p1}, C_m \times P_{p2}, \dots, C_m \times P_{pk}, I_c \times (B_{d1} + B_{d2}) + \dots + C_m \times (O_{d1} + O_{d2} + \dots + P_{pk})\}. \quad (4.12)$$

Перелік частини способів як прикладів підвищення продуктивності систем, що впливають із залежності (4.12), наведено в табл. 4.5. Таблиця 4.6 містить комбіновані та поєднані способи. Комбіновані способи базуються на використанні різних прийомів (однорідних або різнорідних), кількість яких має перевищувати 2.

У випадку об'єднання способів з'являється можливість для застосування будь-якого з прийомів для двох та більшої кількості об'єктів.

Аналогічно до першого випадку, елементи $I_c \times O_d, I_c \times O_{d2} \dots I_c \times O_{di}$ вступають у протиріччя з метою створення системи, у зв'язку з цим їх недоцільно розглядати.

Таблиця 4.4 – Заходи, що застосовуються для реалізації способів підвищення продуктивності складних систем

Клас способу	Заходи
1	2
1	Перехід від дискретних до неперервних процесів.
2	Використання нових технологій, що позбавлені необхідності виконання допоміжних функцій, або які самоорганізують ці функції.
3	Збільшення надійності. Мінімізація простоїв, викликаних організаційно-технічними та іншими причинами.
4.1	Збільшення швидкодії виконавчих органів, які виконують допоміжні функції. Оптимізація основних (електричних, геометричних, кінематичних, динамічних, міцнісних тощо) параметрів техніки. Оптимізація режимів реалізації допоміжних дій.
4.2	Скорочення допоміжних функцій, тривалості холостих ходів.
5.1	Прискорення виконавчих органів (систем), які реалізують основні функції. Оптимізація основних параметрів і показників техніки. Оптимізація режимів реалізації основних функцій.
5.2	Мінімізація кривизни траєкторій робочих органів техніки. Використання робочих траєкторій мінімальної протяжності для органів, що реалізують основні функції
6	Оптимізація циклів функціонування техніки
7	Паралельна реалізація допоміжних функцій
8	Збільшення рівня концентрації впливу органів машини на об'єкт, що зазнає перетворень

Співвідношення (4.12) і таблиця 4.5 показують, що множина способів підвищення продуктивності складних систем є варіативною з точки зору можливих їх структур. Існують способи, що мають найпростішу структуру. Ці способи характерні для монофункціональних систем, що складаються лише з одного елемента. При цьому найбільш структурно складний спосіб містить в собі $L \times M \times N$ елементів.

Для забезпечення можливості розрізнення способів необхідне використання їх систематизації, заснованої на двох ознаках. Перша ознака характеризує комплексність структури способу, тобто кількість елементів, задіяних в структурі способу. Інша характеризує їх якісні відмінності.

Таблиця 4.5 – Перелік частини способів як прикладів підвищення продуктивності ТС, що впливають із залежності (4.12)

Позначення прийомів	Позначення об'єктів	Структурні формули способів
1	2	3
Комбінування способів		
I_c	$P_p + B_d$	$I_c(P_p + B_d)$
Y_m	$P_p + B_d$ $P_p + O_d$ $B_d + O_d$ $P_p + B_d + O_d$	$Y_m(P_p + B_d)$ $Y_m(P_p + O_d)$ $Y_m(B_d + O_d)$ $Y_m(P_p + B_d + O_d)$
C_m	$P_p + B_d$ $P_p + O_d$ $B_d + O_d$ $P_p + B_d + O_d$	$C_m(P_p + B_d)$ $C_m(P_p + O_d)$ $C_m(B_d + O_d)$ $C_m(P_p + B_d + O_d)$
$Y_m + C_m$	P_p B_d O_d $P_p + B_d$ $P_p + O_d$ $B_d + O_d$ $P_p + B_d + O_d$	$(Y_m + C_m)P_p$ $(Y_m + C_m)B_d$ $(Y_m + C_m)O_d$ $(Y_m + C_m) \times (P_p + B_d)$ $(Y_m + C_m) \times (P_p + O_d)$ $(Y_m + C_m) \times (B_d + O_d)$ $(Y_m + C_m) \times (P_p + B_d + O_d)$
Об'єднання способів		
I_c, Y_m, C_m	O_d, B_d, P_p	$(I_c + P_p) + (Y_m + O_d)$ $(I_c + P_p) + (C_m + B_d)$ $(I_c + P_p) + (C_m + O_d)$ $(I_c + B_d) + (C_m + P_p)$ $(I_c + B_d) + (C_m + P_p)$ $(I_c + B_d) + (C_m + O_d)$ $(Y_m + P_p) + (I_c + B_d)$ $(Y_m + P_p) + (C_m + B_d)$ $(Y_m + P_p) + (C_m + O_d)$ $(Y_m + B_d) + (I_c + P_p)$ $(Y_m + B_d) + (C_m + P_p)$ $(Y_m + B_d) + (C_m + O_d)$ $(Y_m + O_d) + (I_c + P_p)$ $(Y_m + O_d) + (I_c + O_d)$ $(Y_m + O_d) + (C_m + P_p)$

Продовження таблиці 4.5

1	2	3
		$(Y_m + O_d) + (C_m + B_d)$ $(C_m + P_p) + (I_c + B_d)$ $(C_m + P_p) + (Y_m + B_d)$ $(C_m + B_d) + (I_c + P_p)$ $(C_m + B_d) + (Y_m + P_p)$ $(C_m + B_d) + (Y_m + O_d)$ $(C_m + B_d) + (I_c + P_p)$ $(C_m + O_d) + (I_c + P_p)$ $(C_m + O_d) + (I_c + B_d)$ $(C_m + O_d) + (Y_m + P_p)$ $(C_m + O_d) + (Y_m + B_d)$

Способи можуть бути класифіковані, виходячи з першої ознаки, на 1, 2, ..., $L \times M \times N$ -елементні. Класифікація, заснована на виділенні комбінованих і об'єднаних способів, може бути найбільш простою, виходячи з другої ознаки.

Способи, які можуть розглядатись як приклади одноелементних способів, мають структури: $I_c \times B_d$, $I_c \times P_p$, $Y_m \times O_d$, $I_c \times B_d$, $Y_m \times B_d$, $Y_m \times P_p$, $C_m \times O_d$, $C_m \times B_d$, $C_m \times P_p$. Приклади двоелементних об'єднаних способів: $I_c \times (B_d + P_p)$; $Y_m \times (B_d + P_p)$; $C_m (O_d + B_d)$. Приклади двоелементних комбінованих способів: $\{I_c \times B_d + Y_m \times O_d\}$; $\{I_c \times P_p + Y_m \times O_d\}$. Прикладами триелементних комбінованих способів будуть: $\{I_c \times B_d + Y_m \times O_d + I_c \times P_p\}$; $\{I_c (B_d + P_p) + Y_m \times O_d\}$.

Повний перелік способів, які мають вплив на T_u , складається з простих та складних способів. Відповідно до запропонованої класифікації, множини M_{np} і M_{ob} належать до категорії повних і передбачають охоплення всіх етапів підготовки та функціонування системи. Виконанням цієї умови забезпечується повнота отриманої множини способів підвищення продуктивності та ефективності ТС.

Стосовно позациклових втрат часу t_j , $j \in \{t, o, n, p\}$, що пов'язані з підготовкою робіт (т), їх недосконалою організацією (о), переналагодженням (н) і відновленням (р) техніки, які визначають величину коефіцієнта використання техніки η_Σ , може застосовуватись множина способів зменшення

T_u . Підходи відрізняються лише в підході до конкретизації об'єктів O_{di} , B_{di} , P_{pj} відносно відповідних циклів.

Аналогічним чином знаходиться вичерпна множина підходів до підвищення енергоефективності технічних систем [169]. З цією метою розглядаються залежності, що відображають взаємозв'язки між параметрами енергоефективності, часом та параметрами енергії.

Формула для розрахунку збільшення енергоефективності можна отримати через обчислення диференціала змінних складових у формулі (4.13)

$$d\epsilon\phi = 2 \sum_{i=1}^n (Ni * Ti * hj) dAA / \left[\sum_{i=1}^m (Ai) \right]^2 + \sum_{i=1}^n (dNi * Ti * hi + dTi * Ni * hi + dhi * Ni * Ti) / \sum_{i=1}^m Ai \quad (4.14)$$

З метою визначення структурних моделей потрібно визначити множини об'єктів і підходів, що впливають на показник $d\epsilon\phi$. Цього можна досягти на основі аналізу залежності (4.14) та циклограми (графічного зображення) перетворення енергії в системі з урахуванням спрямованого впливу на неї елементів системи.

Враховуючи те, що кожен елемент є споживачем або постачальником енергії, множина прийомів визначається за циклограмою як за графічним зображенням періодів функціонування та простоїв елементів системи.

Зразок циклограми узагальненого вигляду, що містить 3 елементи системи, наведений на рис. 4.4. На ній горизонтальними жирними лініями зображені відрізки часу функціонування елементів та місця цих проміжків на осі часу. Тонкі лінії відображають простої.

Відповідно до запропонованої циклограми, скорочення тривалості функціонування I, II та III елементів системи і простоїв I елемента здатне до забезпечення скорочення T_u . Внаслідок аналізу цієї циклограми отримуємо висновок про нелінійний характер впливу елементів системи на параметр T_u . останнє визначає необхідність відшукування критичного шляху, а також визначення енергетичних потоків в розрізі кожного елемента.

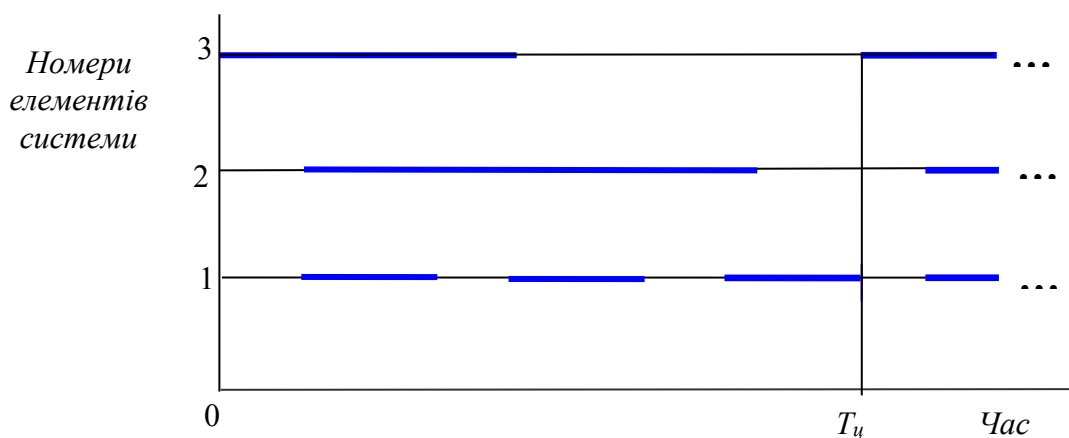


Рисунок 4.4 – Приклад циклограми з трьома елементами системи

Величини N_i , T_i , h_i та A_i належать до атрибутів і слугують для їх ідентифікації. Подальше формування структур способів підвищення енергоефективності з використанням функцій потребує їхньої систематизації.

Відповідно до визначеної на попередніх етапах тріади з двох видів функцій і простоїв, що складаються з функції основних O_{oi} , $i \in \{\overline{1, k}\}$, які можуть бути за тривалістю t_{O_i} ; k – кількість цільових функцій, які реалізуються впродовж циклу; забезпечувальні (підготовчі та завершальні) функції B_{oi} , $i \in \{\overline{1, k}\}$ (їх тривалість позначається t_{B_i}). Простої Π_{pj} , $j \in \{\overline{1, m}\}$ мають тривалість, що позначається t_{Π_j} , а m – простої.

За спрямованістю впливу на показники енергозабезпечення системи можна виокремити три основні класи функцій, які:

- потребують енергії (ендопроцеси);
- віддають енергію (екзопроцеси);
- нейтральні (збалансовані за енергією, як правило, самоорганізовані).

Два з зазначених вище класів функцій з характеристиками потужності і простоями складають загальну множину M_{cob} , що формується з множини M_{ob} та M_{ob}^* об'єктів, які характеризують енергоспоживальні і енергогенерувальні параметри системи в рамках циклу

$$M_{cob} = M_{ob} + M_{ob}^*. \quad (4.15)$$

При цьому:

$$\begin{aligned}
 M_{об} &= \{N_1, N_2, \dots, N_k, h_1, h_2, \dots, h_k, O_{\partial 1}, O_{\partial 2}, \dots, \\
 &\quad O_{\partial k}, B_{\partial 1}, B_{\partial 2}, \dots, B_{\partial k}, \Pi_{p1}, \Pi_{p2}, \dots, \Pi_{pm1}\}; \\
 M_{об}^* &= \{N_1^*, N_2^*, \dots, N_n^*, h_1^*, h_2^*, \dots, h_n^*, O_{\partial 1}^*, O_{\partial 2}^*, \dots, \\
 &\quad O_{\partial n}^*, B_{\partial 1}^*, B_{\partial 2}^*, \dots, B_{\partial n}^*, \Pi_{p1}^*, \Pi_{p2}^*, \dots, \Pi_{pm2}^*\}. \quad (4.16)
 \end{aligned}$$

Окрім запроваджених раніше позначень тут використовуються: параметри з відсутністю верхнього індексу – належать до функцій класу енергоспоживання, а при наявності верхнього індексу «*» – клас енерговіддавальних; n – кількість основних і допоміжних функцій, що належать до класу енерговіддавальних; $m1, m2$ – кількості простоїв. Відповідно до циклограми, повною множиною прийомів M_{np} , що дозволяють мінімізувати енергоспоживання, мінімізуючи протяжність відрізка $T_{\text{ц}}$ та показники споживання потужності на різних етапах циклу, є множина M_{np} , яка складається з прийомів виключення I_c , зменшення U_m і суміщення C_m .

Для енергозабезпечувальних функцій симетричну множину M_{np}^* , прийомів, які спрямовані на забезпечення енергією системи, можна сформувати у вигляді

$$M_{np}^* = \{D_o, U_v, P_d\}. \quad (4.17)$$

До елементів множин (4.17) відносять прийоми: D_o, U_v, P_d – додавання, збільшення і розподіл відповідно.

Використовуючи зазначені множини прийомів до відповідних об'єктів (4.16), з урахуванням спрямованості дії, у випадку монофункціональних систем ($k = l = m = n = 1$) можна отримати загальну множину $M_{\text{сп}}$ (вектор r_{ij}) структур можливих способів підвищення енергоефективності ТС як топологічні відображення елементів зазначених множин:

$$\begin{aligned}
 M_{\text{сп}} &= M_{np} \times M_{об} + M_{np}^* \times M_{об}^* = \{I_c \times N, U_m \times N, C_m \times N, I_c \times h, U_m \times h, C_m \times h, \\
 &\quad I_c \times O_{\partial}, U_m \times O_{\partial}, C_m \times O_{\partial}, I_c \times B_{\partial}, U_m \times B_{\partial}, C_m \times B_{\partial}, I_c \times \Pi_p, U_m \times \Pi_p, C_m \times \Pi_p, D_o \times N^*, U_v \times N^*,
 \end{aligned}$$

$$P_{\partial} \times N^*, D_{\partial} \times h^*, U_{\partial} \times h^*, P_{\partial} \times h^*, D_c \times O_{\partial}^*, U_{\partial} \times O_{\partial}^*, P_{\partial} \times O_{\partial}^*, D_c \times B_{\partial}^*, U_{\partial} \times B_{\partial}^*, P_{\partial} \times B_{\partial}^*, D_c \times P_p^*, U_{\partial} \times P_p^*, P_{\partial} \times P_p^* \}. \quad (4.18)$$

Наявність елементів $I_c \times O_d$, $D_c \times P_p^*$ та $U_{\partial} \times P_p^*$ суперечать меті створення системи, оскільки за умови відсутності виконання цільових функцій система позбавлена цільового використання, а з урахуванням збільшення простоїв, які використовують енергію підсистем, вона втрачає свою ефективність. У зв'язку з цим загальна кількість $K_{\text{сп}}$ способів підвищення енергоефективності систем визначається відворненням потужностей $|M_{\text{об}}|$ і $|M_{\text{пр}}|$ зазначених множин, а саме:

$$K_{\text{сп}} = |M_{\text{об}}| \times |M_{\text{пр}}| + |M_{\text{об}}^*| \times |M_{\text{пр}}^*| - 3 = 5 \times 3 + 5 \times 3 - 3 = 27 \quad (4.19)$$

В процесі розробки заходів потрібно врахувати той факт, що, згідно з залежністю (4.14), енергоефективність залежить від двох основних складових: повного споживання енергії, що є похідним показником від споживаної потужності і часу її споживання, а також загальним обсягом необхідних перетворень.

Перелік типових способів, які найбільш часто використовуються для реалізації кожної зі структур, наведених в залежності (4.18), перераховані в табл. 4.6.

В табл. 4.7 наведено перелік класів заходів, які використовуються для реалізації способів підвищення ефективності ТС.

Способи, наведені в табл. (4.6), належать до виду так званих простих, які не є наслідком кожного з них.

Таблиця 4.6 – Множина способів підвищення енергоефективності монофункціональних систем

Прийом	Об'єкт	Спосіб	Структурна формула	Клас способу
1	2	3	4	5
Ліквідація	Енергія для використання у ендопроцесах	Використання технологій, що не потребують енергії	$I_c \times N$	1
	Енергія, що втрачається у перетворювачах	Зменшення втрат при перетворенні	$I_c \times h$	2
	Простої	Зменшення (усунення) простоїв	$I_c \times P_p$	3
	Допоміжні функції – ендопроцеси	Відмова від допоміжних функцій	$I_c \times B_d$	4
Скорочення	Використовувана енергія	Зменшення споживання енергії	$U_m \times N$	5
	Втрачувана у перетворювачах енергія	Зменшення втрат при перетворенні	$U_m \times h$	6
	Простої	Зменшення простоїв	$U_m \times P_p$	7
	Допоміжні функції – ендопроцеси	Скорочення тривалості допоміжних функцій (інтенсифікація допоміжних функцій і зменшення обсягу перетворень)	$U_m \times B_o$	8 (8.1 + 8.2)
	Основні функції – ендопроцеси	Скорочення тривалості основних функцій (інтенсифікація основних функцій і зменшення обсягу перетворень)	$U_m \times O_o$	9 (9.1 + 9.2)
Об'єднання	Енергія для ендопроцесів	Об'єднання споживаної енергії	$C_m \times N$	10
	Енергія для ендопроцесів	Об'єднання втрат при перетворенні	$C_m \times h$	11
	Простої	Об'єднання простоїв	$C_m \times P_p$	12
	Забезпечувальні функції – ендопроцеси	Об'єднання забезпечувальних функцій	$C_m \times B_d$	13
	Цільві функції – ендопроцеси	Об'єднання цільвих функцій	$C_m \times O_d$	14
Додавання	Енергія екзопроцесів	Додавання джерел енергії ендопроцесів	$D_o \times N^*$	15
	ККД екзопроцесів	Використання додаткових каналів отримання енергії від екзопроцесів	$D_o \times h^*$	16
	Цільві функції – екзопроцеси	Додавання цільових функцій – екзопроцесів	$D_c \times O_d^*$	17
	Забезпечувальні функції – екзопроцеси	Додавання забезпечувальних функцій – екзопроцесів	$D_c \times B_d^*$	18

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4	5
Збільшення	Енергія екзопроцесів	Збільшення енергії , що подається з ендопроцесів	$Y_B \times N^*$	19
	ККД перетворювачів енергії	Збільшення ККД перетворювача енергії	$Y_B \times h^*$	20
	Основні функції – екзопроцеси	Збільшення тривалості основних функцій-екзопроцесів	$Y_B \times O_d^*$	21 (21.1 +21.2)
	Допоміжні функції –екзопроцеси	Збільшення тривалості допоміжних функцій – ендопроцесів	$Y_B \times B_d^*$	22 (22.1 +22.2)
Сепарація	Енергія екзопроцесів	Сепарація енергії ендопроцесів	$P_d \times N^*$	23
	ККД екзопроцесів	Сепарація ККД джерела екзопроцесів	$P_d \times h^*$	24
	Основні функції – екзопроцеси	Сепарація основних функцій	$P_d \times O_p^*$	25
	Допоміжні функції –екзопроцеси	Сепарація допоміжних функцій	$P_d \times B_p^*$	26
	Простої	Сепарація	$P_d \times P_p^*$	27

Аналогічно до процедури визначення M_{cn} для монофункціональних систем можна знайти множину способів підвищення ефективності багатфункціональних систем за умови $k>1$, $l>1$, $m>1$, $n>1$. Цього можна досягти шляхом поширення дії підходів (4.8) і (4.17) на всі об'єкти множини (4.18) і формування комплексних утворень з урахуванням виокремлення кожного з простих способів для всіх $i \in \{\overline{1, k}\}$, $j \in \{\overline{1, m}\}$, $q \in \{\overline{1, l}\}$, $p \in \{\overline{1, n}\}$. В цьому випадку враховується, що підхід I_c при використанні його до одного і того ж об'єкта передбачає застосування до нього інших підходів.

Маючи множину (4.18), можна сформувати повну множину M_{sh} можливих структурних рішень щодо продуктивності та ефективності для кожного з можливих шляхів досягнення необхідних властивостей системи

$$M_{nsh} = M_{sh} \times r_{ij}. \quad (4.20)$$

Таблиця 4.7 – Класи заходів, які використовуються для реалізації способів підвищення ефективності систем

Номер класу	Заходи в межах класу
1	2
1	Перехід до енергонезалежних процесів
2	Зменшення використання перетворення енергії
3	Перехід від дискретних до безперервних процесів
4	Застосування нових технологій, які не вимагають допоміжних дій або систем, які самоорганізують ці дії
5	Використання енергозберігаючих технологій
6	Використання перетворювачів з підвищеним ККД
7	Підвищення показників надійності та живучості систем. Скорочення простоїв
8	Підвищення швидкості виконавчих механізмів, агрегатів і вузлів, що забезпечують виконання допоміжних функцій. Оптимізація всіх істотних параметрів (кінематичних, динамічних і міцнісних) елементів систем. Оптимізація режимів реалізації допоміжних функцій. Мінімізація допоміжних дій, скорочення тривалості холостих ходів.
9	Підвищення продуктивності та швидкодії механізмів, агрегатів і вузлів, які реалізують основні функції. Оптимізація всіх істотних параметрів (кінематичних, динамічних і міцнісних) елементів систем. Оптимізація режимів реалізації основних функцій.
10	Уніфікація енергоджерел для кожного споживача
11	Використання інтегрованих перетворювачів
12	Оптимізація робочих циклів агрегатів та систем
13	Паралелізація допоміжних функцій
14	Паралелізація основних функцій.
15	Збільшення сфери використання екзопроцесів у системі
16	Створення додаткового каналу передачі енергії від джерела екзопроцесів, застосування накопичувачів енергії і теплових насосів
17	Розширення основних функцій-екзопроцесів. Диверсифікація технологій основного виробництва
18	Додавання допоміжних функцій-екзопроцесів. Розширення технологій допоміжного виробництва
19	Підвищення рівня використання вторинної (надлишкової) енергії, що утворюється внаслідок екзопроцесів
20	Застосування перетворювачів енергії від джерела екзопроцесів з підвищеним ККД
21.1	Збільшення тривалості основних функцій-екзопроцесів (уповільнення основних функцій-екзопроцесів).
21.2.	Збільшення обсягу основних функцій-екзопроцесів
22.1	Пролонгування допоміжних функцій-екзопроцесів
22.2.	Розширення обсягу допоміжних функцій -екзопроцесів

Продовження таблиці 4.7

1	2
23	Оптимізація процесу отримання й використання енергії з екзопроцесів
24	Підвищення ефективності джерел енергії з екзопроцесів.
25	Підвищення ефективності основних функцій-екзопроцесів
26	Оптимізація екзопроцесних функціональних структур
27	Мінімізація простоїв

Для кожного елемента множини $M_{\text{пш}}$, який розглядається як один із можливих структурних рішень, мають бути створені можливості для забезпечення його параметричної оптимізації. Зазначені моделі створюють можливість здійснювати конкретизацію цих моделей та розв'язувати задачу комплексного структурно-параметричного оптимізаційного синтезу інноваційної ТС або окремих її елементів з виконанням опційної процедури на основі аналітичного технологічного аналізу.

4.4 Математичне моделювання процесів створення інноваційної транспортної системи надвисокої продуктивності

Розв'язання задачі моделювання процесів створення технічної системи з використанням дедуктивного підходу та інформаційних інваріантів можна здійснити методом конкретизації загальних моделей.

Основними загальними структурними моделями, використання яких дозволяє обґрунтувати побудову структури системи, можуть бути:

1. Моделі шляхів забезпечення потрібних властивостей системи, наведені у табл. 4.8. Позначення типових фазових циклів, або, іншими словами, структурних інформаційних інваріантів, що є складовими життєвого циклу, відповідають запровадженним раніше.

У табл. 4.8 Індекс «б» означає належність до старої (колишньої) системи; $Y_{\text{ні}}$, $i \in \{\text{Д, П, В, С, З, Н, Ф, Р, О, М, Л}\}$, $Y_{\text{жц}}$ – системи керування для фазових підсистем, що реалізують фазові цикли та життєвий цикл загалом. Знак $\oplus$ вказує на паралельне виконання функцій, а знак $\otimes$ – на послідовне.

Інноваційна ТС, що підлягає розробці, може бути реалізована за

- сфера застосування ;
- призначення;
- функції;
- принципи дії;
- процеси (технології);
- структури;
- параметри.

7. Загальні закономірності розвитку систем в процесі їх еволюції [176].

До надсистемних відносять перші дві ознаки – сферу застосування та призначення (призначеного), які не можуть бути визначені при безпосередньому розгляді системи і мають задаватися на рівні надсистеми. Решту відносять до системних, властивих власне конструкції (пристрою) системи та з властивостями, що проявляється при її експлуатації.

8. Загальна класифікація об'єктів.

При систематизації структур можна використовувати два види класифікацій. Перша з них передбачає виділення ієрархічних рівнів елементів систем на основі принципу внесення.

Згідно з цим принципом кожен елемент нижчого ієрархічного рівня є частиною відповідного елемента вищого ієрархічного рівня. Така класифікація носить назву елементної [5]. Вона дозволяє конкретизувати ієрархію та субординацію елементів. Альтернативна класифікація базується на ранжируванні об'єктів за класами. В цьому випадку рівень класу визначається, виходячи з принципу інформаційної підпорядкованості, при якому об'єкти в даному випадку виступають складовими елементами визначених класів. Така класифікація носить назву ієрархії класів. Метою застосування ієрархії класів є конкретизація типів елементів в загальній структурі елементів.

В межах запропонованої ієрархії класів їх вищий рівень відповідає вищому рівню ієрархії елементів. Наступний рівень посідають елементи, що належать до класу видів, далі – до класу типів, четвертий – до класу груп тощо.

На основі інформації про призначення системи утворюється клас видів об'єкта залежно від субстанції, що ним перетворюється.

На базі диференціації за принципами дії в рамках кожного виду можна визначити клас типів об'єктів. Інші класи нижчих рівнів ієрархії, зокрема, клас груп, визначаються окремо для кожного виду та типу підсистем відповідно до їх властивостей. В цьому процесі використовується інформація про особливості побудови об'єктів, їх належності до певного виробника тощо. Такий підхід дозволяє чітко ідентифікувати кожну конкретну систему: вид – людино-технічна, тип – транспортна, клас – комплексна, підклас – інтелектуалізована, група – з самоналагодженням.

Сфера використання, призначення та функції системи в сукупності визначають її вид, використані ефекти та принципи дії – тип, процеси та технології – відповідний клас, структури – групу, а параметри – експлуатаційні показники та ознаки.

Поняттям «функція» визначається діяльність, виконання певної роботи чи реалізація процесу в заданій системі відносин. Реалізація функцій можлива в різних просторах внаслідок загальних закономірностей утворення штучних об'єктів, що передбачають послідовну реалізацію процесів мислення, формалізацію цих процесів та їх результатів у формі знакових моделей, зокрема, технічної документації, побудову моделей об'єкта за допомогою знакових моделей тощо. Типовими для ТС є зазначені вище фазові цикли, які в сукупності формують життєвий цикл системи.

Види систем можуть бути визначені залежно від виду перетворення системою субстанції (речовини, енергії, інформації) при реалізації її функцій, розрізняють такі види систем: транспортні, транспортно-логістичні та транспортно-логістично-виробничі.

Відповідно до існуючої системи атрибутів (табл. 4.1) види фізичних ефектів і структурні ознаки, за якими визначається рівень автоматизації системи, створюють ознаки відмінності систем між собою. За зазначеною

ознакою в ТС виділяють, наприклад, рухомий склад з альтернативними джерелами енергії з різними рівнями технізації.

Технології та процеси є визначальною характеристикою класів систем.

Так, групи систем визначають їх структуру. Ці структури належать до відомих об'єктів типів «процес» і «предмет». За ознакою функцій та рівня технізації будується дворівнева класифікація систем. Перший рівень передбачає виділення груп простих і складних систем, а другий – виділення їх підгруп залежно від структур та відповідних рівнів реалізації антропних функцій. Виділення антропних функцій передбачається у зв'язку з тим, що технічні системи реалізують функції, подібні до людських функцій [150].

Внаслідок зазначеного вище, системи, що не мають в собі елементів, здатних забезпечувати процес прийняття рішень, відносять до груп простих систем. Група простих систем, своєю чергою, утворює дві підгрупи: ручних та механізованих систем. Останні відрізняються від перших наявністю джерела енергії.

Системи, що містять елементи (підсистеми), створені для прийняття рішень (системи (блоки) управління), відносять до групи складних. Зокрема, в групі складних систем виділяють підгрупи автоматизованих (комп'ютеризованих), інтелектуалізованих, розумних, самоорганізованих і самовідтворювальних систем [150].

Водночас, визначені класифікаційні ознаки можна застосовувати як до відносно цільових функцій системи, так і стосовно допоміжних або керівних.

Значення параметрів несуть важливу інформацію, необхідну для класифікації, насамперед, з експлуатаційної точки зору. Вони дають можливість визначити конкретні значення характеристик, за допомогою яких можна оцінити можливість, доцільність і перспективу використання системи в певних конкретних умовах експлуатації. Сюди відносять ті з параметрів, які визначають значення важливих атрибутів: простору (габарити), речовини (вага), часу (швидкодія), енергії, інформації. Важливо правильно оцінювати інтегральні показники: достовірність, вартість, надійність, екологічність тощо.

Визначення параметрів може здійснюватись не лише щодо експлуатаційного, а й щодо решти фазових циклів – етапів ЖЦ техніки.

Наприклад, до таких параметрів належать: час проектування системи, час доведення її до експлуатаційного стану, рівень технологічності та інші.

Цикли відносять до базових показників об'єктів типу «процес». Цикл являє собою сукупність процесів в системі, які є циклічними, при яких об'єкт, який зазнає змін в певній послідовності, періодично повертається до початкового стану.

Дефініція циклу створює можливість забезпечити структурування тимчасових інтервалів, визначити залежності між характеристиками циклу і характеристиками результатів таких змін. Час між початком і завершенням циклу визначає його тривалість – $T_{\text{ц}}$. Складні системи передбачають два основних види циклів, характерні для них. Перший – це цикл функціонування, а другий – цикл розвитку, причому обидва мають ієрархічну будову. Потрібно звернути увагу, що об'єкти нижчого ієрархічного рівня входять складовими частинами до об'єктів вищого рівня.

Структури циклів можна подати так, як зображено на рис. 4.5. Індеси позначають, відповідно, підготовчий, основний і завершальний цикли.

Потреба у використанні ізохронних циклів зумовлена тим, що метод синтезу, запропонований в цій роботі, потребує використання нових типів систем, що реалізують такі цикли

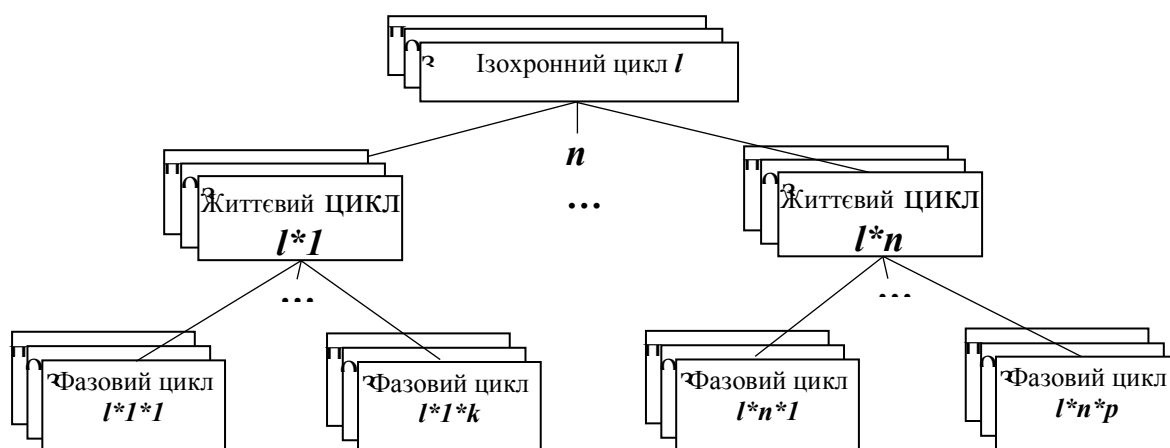


Рисунок 4.5 – Загальна модель структури циклів складних систем

В рамках кожного ізохронного циклу виділяються життєві цикли конкретних систем. Типовий ЖЦ складної технічної системи – це проміжок часу, що починається від моменту визначення потреби в системі, видачі технічного завдання на проектування і закінчується її ліквідацією [119]. Життєвий цикл характеризується проміжком часу Тжц, впродовж якого утворюються, розвиваються, функціонують, модернізуються і ліквідуються складні системи.

Фазові цикли є складовими частинами життєвого циклу, що відрізняються між собою за характером функцій, які реалізуються впродовж них відповідно до загальної закономірності утворення, розвитку, функціонування та ліквідації систем.

Цикл Ф є цільовим фазовим циклом, і його реалізація забезпечує реалізацію мети створення системи.

Інформаційний інваріант є системоутворювальним для циклів і являє собою структуру процесу формування штучних об'єктів на базі принципу інформаційної підпорядкованості відповідних етапів. Зазначений принцип проявляється в тому, що інформація, яка формується на попередньому циклі, має бути вичерпною для реалізації наступного відповідного циклу.

З метою забезпечення технічної системи ресурсами потрібно, щоб одночасно з основними діями було забезпечено реалізацію функцій, які формують забезпечувальний цикл (ЗЦ). Більш того, впродовж всіх циклів здійснюється управління, тобто, реалізується управлінський цикл (У).

Наслідком зазначеного вище є те, що в процесах, характерних для ТС, цикли мають тріадну структуру, суть якої є відображенням матеріально-енерго-інформаційних перетворень.

Наведена нижче модель є одним із можливих варіантів опису загальної структури цільового циклу Ф [119].

$$\Phi = (PE \oplus OE \oplus ZE) \otimes ZC \otimes U, \quad (4.21)$$

де ПЕ, ОЕ, ЗЕ – початковий, основний і завершальний етапи фазового циклу. Знак $\oplus$ – послідовна, а знак $\otimes$ – паралельна реалізація циклів.

Модель (4.21) показує загальний принцип поєднання матеріальних, енергетичних та інформаційних процесів і субстанцій при штучних перетвореннях.

Структура кожного етапу чи циклу будь-якого ієрархічного рівня загалом може підлягати деталізації. Структура мінімально детального життєвого циклу, відповідно до прийнятих позначень, може мати вигляд [119]

$$\begin{aligned} \text{ЖЦ} = & (\text{Д} \oplus \text{П} \oplus \text{В} \oplus \text{С} \oplus \text{З} \oplus \text{Н} \oplus \text{Ф} \oplus \text{О} \oplus \dots \oplus \text{Ф} \oplus \text{Р} \oplus \text{Н} \oplus \text{Ф} \oplus \text{О} \oplus \dots \\ & \oplus \text{М} \oplus \text{Н} \oplus \text{Ф} \oplus \text{О} \oplus \text{Л}) \otimes \text{У} \otimes \text{Л} \end{aligned} \quad (4.22)$$

Символом ... відзначені допустимі повторення цілісних фрагментів етапів життєвого циклу, для прикладу, $\text{Р} \oplus \text{Н} \oplus \text{Ф}$.

Беручи до уваги те, що забезпечувальні та управлінські цикли кожного фазового циклу мають варіативний характер, залежність (4.22) підлягає деталізації таким чином:

$$\begin{aligned} \text{ЖЦ} = & (\text{Д} \otimes \text{ЗЦ}_\text{д} \otimes \text{У}_\text{д}) \oplus (\text{П} \otimes \text{ЗЦ}_\text{п} \otimes \text{У}_\text{п}) \oplus (\text{В} \otimes \text{ЗЦ}_\text{в} \otimes \text{У}_\text{в}) \oplus (\text{С} \otimes \text{ЗЦ}_\text{с} \otimes \text{У}_\text{с}) \oplus (\text{З} \otimes \text{ЗЦ}_\text{з} \otimes \text{У}) \\ & \oplus (\text{Н} \otimes \text{ЗЦ}_\text{н} \otimes \text{У}_\text{н}) \oplus (\text{Ф} \otimes \text{ЗЦ}_\text{ф} \otimes \text{У}_\text{ф}) \oplus (\text{О} \otimes \text{ЗЦ}_\text{о} \otimes \text{У}_\text{о}) \oplus \dots \oplus (\text{Ф} \otimes \text{ЗЦ}_\text{ф} \otimes \text{У}_\text{ф}) \oplus (\text{Р} \otimes \text{ЗЦ}_\text{р} \\ & \otimes \text{У}_\text{р}) \oplus (\text{Н} \otimes \text{ЗЦ}_\text{н} \otimes \text{У}_\text{н}) \oplus (\text{Ф} \otimes \text{ЗЦ}_\text{ф} \otimes \text{У}_\text{ф}) \oplus (\text{О} \otimes \text{ЗЦ}_\text{о} \otimes \text{У}_\text{о}) \oplus \dots \oplus (\text{М} \otimes \text{ЗЦ}_\text{м} \otimes \text{У}_\text{м}) \oplus \\ & (\text{Н} \otimes \text{ЗЦ}_\text{н} \otimes \text{У}_\text{н}) \oplus (\text{Ф} \otimes \text{ЗЦ}_\text{ф} \otimes \text{У}_\text{ф}) \oplus (\text{Л} \otimes \text{ЗЦ}_\text{л} \otimes \text{У}_\text{л}). \end{aligned} \quad (4.23)$$

В залежності (4.23) складові циклів життєвого циклу та управління позначені нижніми індексами, що збігаються з позначеннями відповідних фазових циклів.

Виходячи з тріадної структури циклу У, він може бути поділений на низку складових циклів: формування критеріїв керування, керування станом та процесом.

Життєвий цикл може бути розділений на цикли більш нижчого ієрархічного рівня. До їх складу можуть бути внесені цикли технічного обслуговування, забезпечення ресурсами, оптимізації тощо.

Цим визначається структуризаційний аспект, який належить до прояву підготовчих функцій.

Кожен цикл на всіх ієрархічних рівнях потрібно попередньо підготувати до реалізації, а саме: привести його структуру відповідно до залежності (4.21). Її наслідком є те, що кожному цільовому циклу передують підготовчий. Кожному підготовчому циклу – свій і т. д.

Цикли Д, П, В, Н, С, З, а після ліквідації, ремонту та модернізації цикли Р, Н і М, Н реалізують підготовчий етап для цільового фазового циклу Ф. В їх межах відбувається перехід від задуму системи до її реально існуючого зразка у стані функціонування. Цикл Л є завершальним, що забезпечує функціональну замкненість життєвого циклу.

Цільовий фазовий цикл Ф у ТС є повторюваним. Інші фазові цикли системи можуть бути як повторюваними (для прикладу Н, М, Р), так і одноразовими (для прикладу С, Л).

Цикл Ф, який є складовою життєвого циклу, належить до циклів розвитку. Водночас зазначений цикл є циклом функціонування системи.

У межах циклу Ф (як циклу функціонування) виділяється безліч робочих циклів. Протягом кожного робочого циклу виконується закінчений обсяг роботи – цільової функції.

Відповідно до залежності (4.21) система функцій складається з тріадних ланцюгів, які містять по 3 групи складових: підготовчі, основні і заверш функції. Фрагмент такої системи наведений на рис. 4.6.

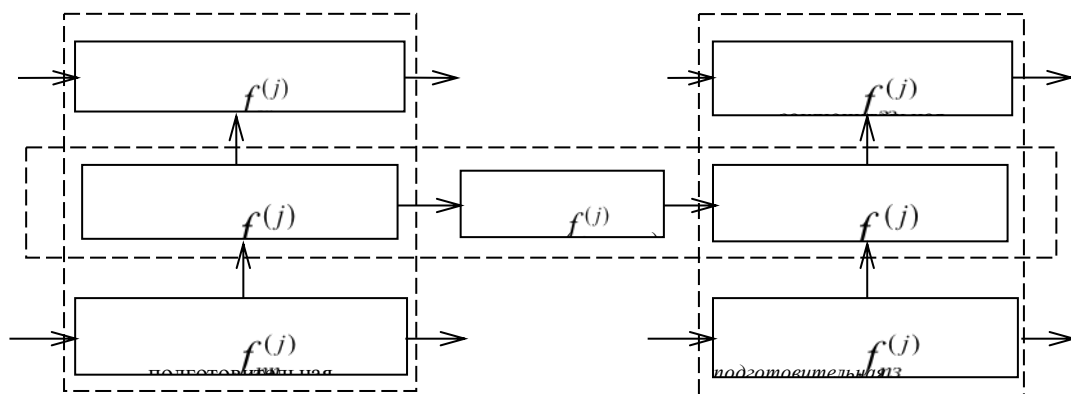


Рисунок 4.6 – Фрагмент структури системи функцій

На цьому рисунку пунктирними лініями виділяються тріадні ланцюги для основної функції $f_o^{(j)}$, пов'язані між собою умовою безперервності циклів, які відносять до j -го ієрархічного рівня. Попередні, підготовчі та завершальні, функції та цикли позначені стрілками, відповідно, входів і виходів.

Кожна функція з множини $f_i^{(j)}$ $i \in \{1, N\}$, де N – кількість функцій на кожному ієрархічному рівні j має складну структуру. Це є наслідком можливості об'єднання функцій одним з трьох можливих способів [7]:

$$\text{- послідовним} \quad f_i^{(j+1)} = f_{i1}^j \oplus f_{i2}^j; \quad (4.24)$$

$$\text{- паралельним:} \quad f_i^{(j+1)} = f_{i1}^j \otimes f_{i2}^j; \quad (4.25)$$

$$\text{- мережним:} \quad f_i^{(j+1)} = f_1^{(j)} \Theta f_2^{(j)} \dots \Theta f_n^{(j)}, \quad \Theta \in \{\oplus, \otimes\}. \quad (4.26)$$

Тобто, кожна з зображених на рис. 4.6 функцій може містити більш прості функції, які, своєю чергою, ще більше прості і в такій послідовності аж до елементарних, які при цьому утворюють свою власну ієрархію.

Виділення елементарних функцій може здійснюватись відповідно до понять елементарних математичних функцій, що застосовуються до скалярних і векторних величин. З-поміж них [177]: зміна положення в просторі, зміна властивостей, зміна та напрямку обертання тощо. До особливостей елементарних функцій, які виділені зазначеним методом, можна віднести те, що вони є парними (для прикладу, накопичення – розсіювання, прискорення – уповільнення). Зображена на рис. 4.6 структура може належати як до цільових, так і до керівних і забезпечувальних. Вона є інформаційним інваріантом будь-якої штучно створеної системи.

На рівні складних транспортних систем можна виділити структури, що реалізують всі етапи життєвого циклу при підготовці та реалізації однієї або декількох функцій. Синтез цих структур здійснюється за допомогою постановки у відповідність кожному фазовому циклу відокремленої частини життєвого циклу власної системи (підсистеми). Такі комплексні системи відносять до категорії функціонально повних систем.

У складі системи, відповідно до етапів життєвого циклу (4.22), можна виділити підсистеми одного і того ж ієрархічного рівня: S_D – інтелектуальної діяльності (дослідницьку, аналітичну), S_P – проєктувальну, S_{II} – виготовляльну, S_C – випробувально-сертифікаційну, S_Z – збутову, S_H – налагоджувально-навчальну, S_Φ – цільового функціонування (робочу); S_O – обслуговувальну; S_P – ремонтну, S_M – модернізаційну та S_L – ліквідувальну. Така система має містити власну підсистему керування S_y та підсистеми, що реалізують допоміжні (забезпечувальні) функції S_b (наприклад, подачу енергії, витратних матеріалів). На базі розділення S_y и S_b можна виділити підсистеми нижчого ієрархічного рівня, що реалізують управлінські та допоміжні функції на відповідних фазових циклах.

Кожну підсистему з переліку S_i , S_{yi} та S_{bi} , $i \in \{D, P, II, C, Z, H, \Phi, O, P, M, L\}$, де i відповідає індексам, які запроваджені раніше при позначенні підсистем, можна розглядати як систему, що складається з набору власних підсистем, які спеціалізуються на реалізації певних функцій, однієї або набору операцій чи її складових. Наприклад, проєктувальна система може бути розділена на підсистеми з проєктування об'єктів інфраструктури. Своєю чергою, кожна з наведених підсистем має можливість далі розділятися на підсистеми ще більш низьких ієрархічних рівнів. Такі підсистеми можна розділити на підсистеми ще нижчого рівня. Цей процес триває до досягнення найнижчого рівня, на якому можлива реалізація потрібної функції, іншими словами, до рівня елементарної повнофункціональної системи [150]. Аналогічно поділяються на підсистеми цільова (робоча) та інші підсистеми даної системи.

В ієрархії класів вищий рівень збігається з вищим рівнем ієрархії елементів. Другий рівень займають елементи, які належать до класу видів, третій – до класу типів, четвертий – до класу груп і т. д. Клас видів ТС утворюється на основі інформації про призначення системи залежно від субстанції, яка ними перетворюється.

Клас типів об'єктів визначається на основі їх диференціації за принципом дії в межах кожного виду. Клас груп і інші класи нижчих рівнів ієрархії визначаються для кожного виду і типу систем. При цьому використовується інформація про особливості будови об'єктів як перетворень, належності техніки до виробника та ін. Це дозволяє ідентифікувати кожен зразок системи з необхідним заходом однозначності.

На базі комплексу структур проводиться синтез конкретизованої моделі системи згідно з загальною схемою, наведеною на рис. 4.7 [124, 150], за допомогою послідовного збільшення обсягів інформації внаслідок використання відповідного інформаційного інваріанта 14).

Наведена на рис. 4.6 схема дає можливість отримувати достатньо деталізовану модель системи, яка забезпечує можливість створення структур у вигляді креслеників, програм виготовлення або застосування 3D-принтерів при створенні складових, а також визначення конкретизованих параметрів.

На рисунок 4.8 зображена загальна типова схема процедури конкретизації структур.

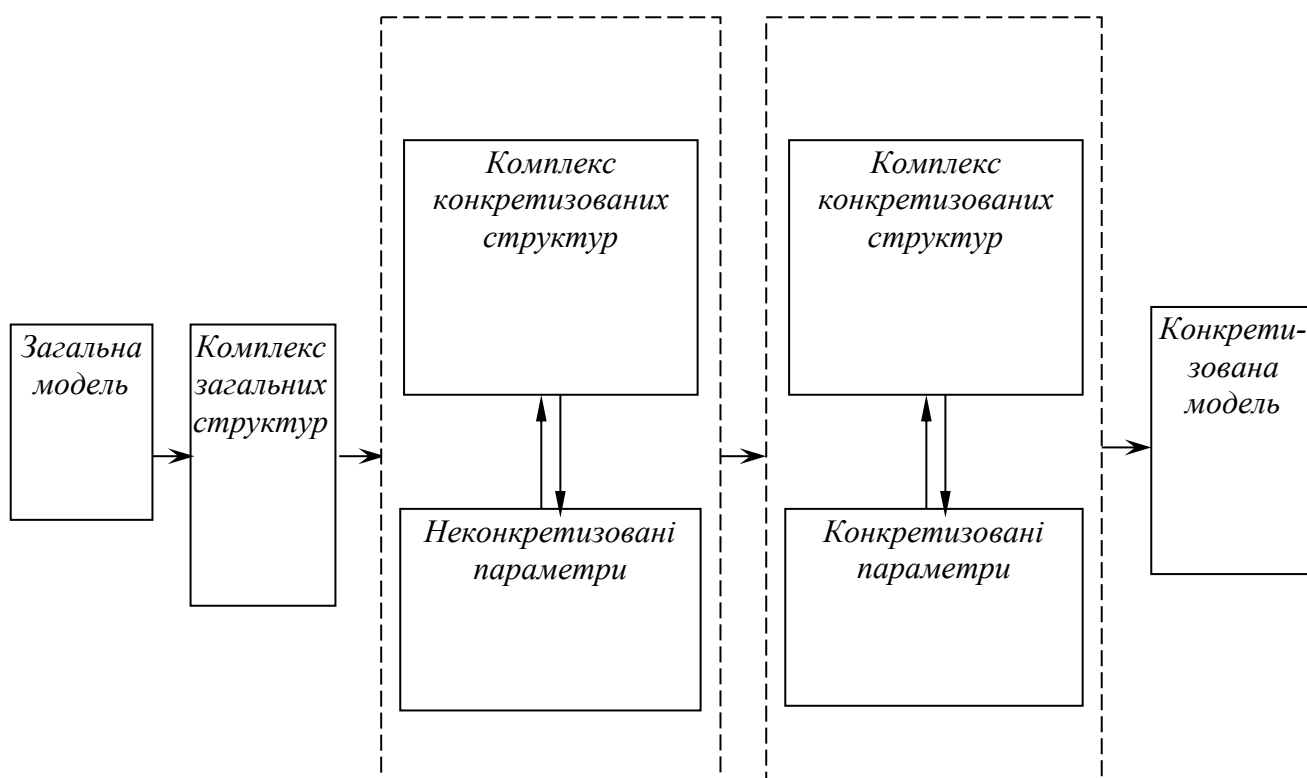


Рисунок 4.7 – Схема синтезу конкретизованої моделі інноваційної ТС

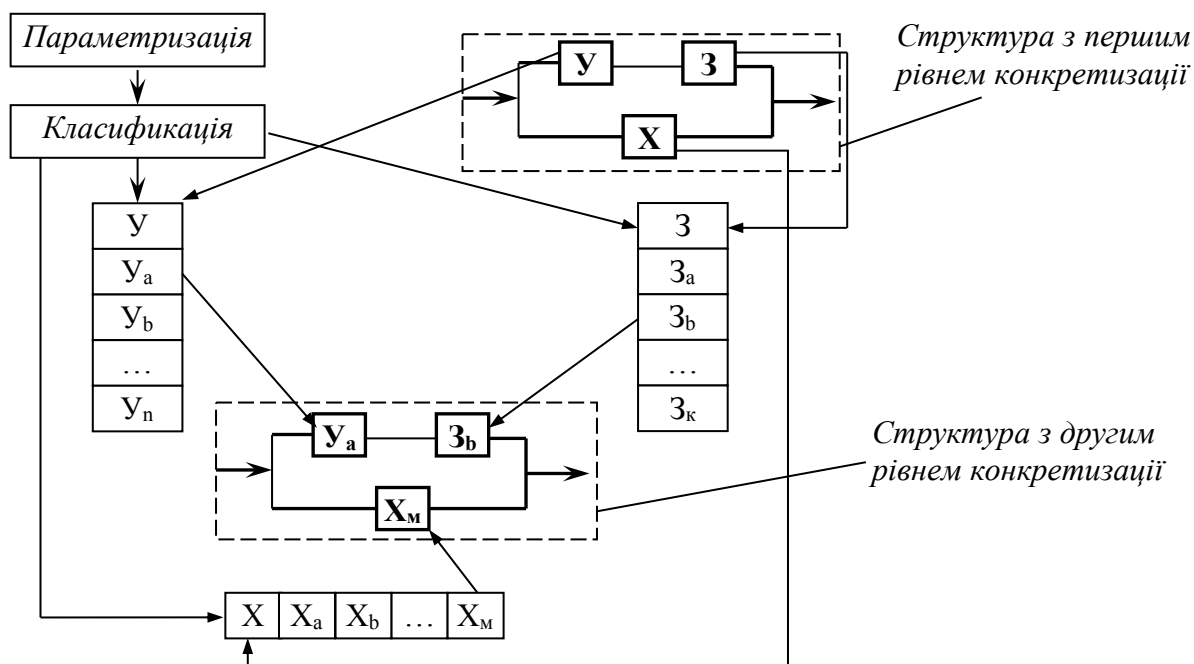


Рисунок 4.8 – Загальна схема процедури конкретизації структур

Зазначена послідовність відображається стрілками. Суть її в покроковому переведенні неконкретизованої структури до конкретизованої за допомогою використання ієрархій елементів. З цією метою на кожній ітерації конкретизації до елементів структури додають інформацію про селекцію з можливих варіантів типів, груп, підгруп та інших ознак класифікації відповідно до раніше прийнятої класифікації. Зазначена процедура повторюється до моменту досягнення потрібного рівня конкретизації та створює базу для подальшої реалізації відповідних етапів синтезу систем.

Параметризація може здійснюватись з використанням різних способів, в основу яких покладено процедуру підстановки необхідних параметрів згідно з атрибутами відповідних елементів структур, які відображають їх сутнісні властивості. Приклад такого способу – використання диференціальних рівнянь при здійсненні оптимізації систем.

Одним з ефективних способів вирішення задач моделювання геометричних і кінематичних властивостей є спосіб багатопараметричних відображень, який знайшов розвиток завдяки працям Б. А. Перепелиці [178].

Моделювання енергетичних, кінематичних, динамічних, міцнісних та інших властивостей може також здійснюватись за допомогою багатопараметричного відображення. Зазначених груп параметрів, зазвичай, достатньо для забезпечення проектування інноваційних ТС.

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 [124]. Загальна схема конкретизації параметрів може мати вигляд, наведений на рис. 4.9.

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

$$M = \prod_{i=1}^n \overline{M}_i \overline{R}_0 \cap \left(\bigcap_{k=1}^m \Pi_k \right) \cap \left(\bigcap_{f=1}^p \Pi_f \right) \dots \cap \left(\bigcap_{l=1}^q \Pi_l \right), \quad (4.27)$$

де $\prod_{i=1}^n \overline{M}_i$ – сукупність матриць, що пов'язують геометричні, геометро-кінематичні та кінематичні параметри об'єктів; $\overline{R}_0$ – прообраз; $\bigcap_{k=1}^m \Pi_k$, $\bigcap_{f=1}^p \Pi_f \dots \bigcap_{l=1}^q \Pi_l$ – групи пов'язаних між собою параметрів, які відображають міцнісні, динамічні, енергетичні та інші властивості механізмів.

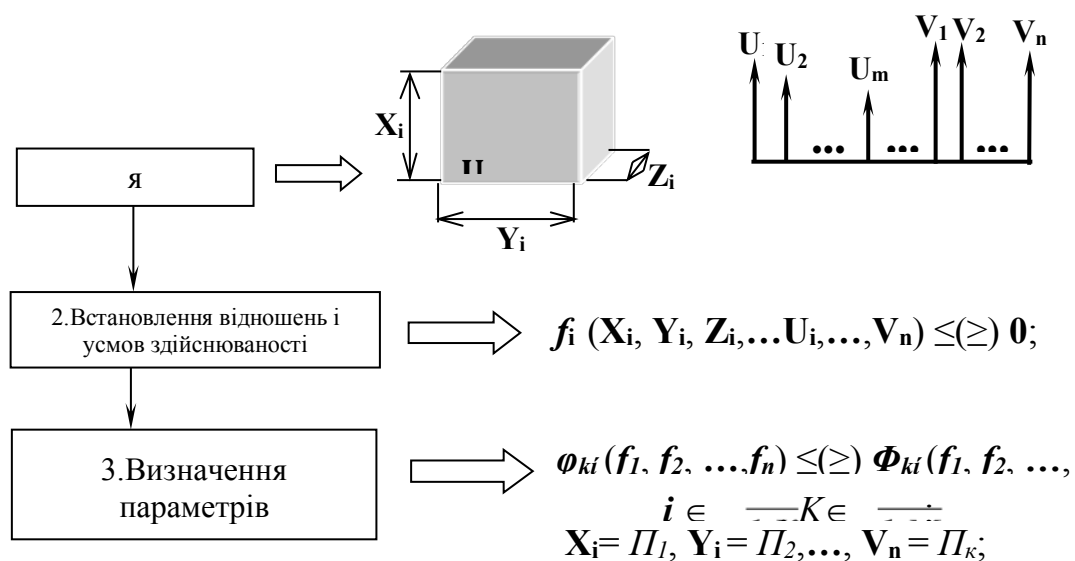


Рисунок 4.9 – Схема конкретизації параметрів об'єктів систем

На наступному етапі визначаються умови та відношення здійсненності: фізичні, технічні, економічні, організаційні, часові тощо.

Подібні співвідношення визначаються й для решти умов реалізованості. Внаслідок цього виникає система рівнянь.

На етапі 3 визначаємо параметри шляхом розв'язання отриманої системи.

Для отримання вичерпної множини залежностей, які створюють можливість однозначно провести розрахунки чисельних параметрів, потрібно відобразити існуючі взаємні співвідношення елементів системи, а також між елементами системи та середовищем з урахуванням реалістичності параметрів системи.

Здійсненність системи визначається умовами, котрі конкретизуються вимогами до структури і параметрів комплексу.

Розглядаючи конкретизацію параметрів систем, потрібно мати на увазі, що, по-перше, існує значний вплив структур елементів, які складають систему, на значення її параметрів, які підлягають оптимізації, і, по-друге, – на значну залежність параметрів від умов, для яких проєктується об'єкт. Тому виконувати оптимізацію параметрів підсистем в рамках прийнятої структури з забезпеченням досягнення глобального екстремуму можна тільки за умови розгляду підсистеми у складі відповідної системи, а самої системи – в складі її надсистеми.

Метод урахування реакцій є одним із ефективних методів вирішення цього завдання. Досвід використання цього методу засвідчив можливість прийняття Практика застосування даного методу показала можливість прийняття рішень в більшості випадків, не вдаючись безпосередньо до формального розрахунку критеріїв ефективності [124]. Зазначений метод базується на відомих і достатньо апробованих закономірностях впливу різних параметрів системи на економічні показники, продуктивність, тривалість підготовки виробництва та інші, що мають виражений монотонний характер. Для прикладу, використавши монотонну залежність вартості елемента

системи залежно від масштабу випуску, виникає можливість, збільшуючи обсяг випуску з експлуатаційних міркувань, з великою мірою ймовірності прогнозувати зниження собівартості послуги.

Метою критерію оптимальності (4.1) є забезпечення вибору найкращого рішення з множини можливих рішень.

Для ТС одним з основних критеріїв може бути критерій продуктивності та швидкодії системи. Це є наслідком того, що в процесі розв'язання задачі синтезу та структурно-параметричної оптимізації система має задовольняти всі умови, які визначені технічним завданням, і зберігати при цьому конкурентоспроможність. Сюди належать ті з вимог, які визначають значення відповідних категоріальних атрибутів: простору (габаритні розміри), речовини (вага, густина), часу (швидкодія), енергії (потужність, енергоспоживання), інформації (обчислювальна здатність, потужність, пам'ять тощо). Інтегральними показниками є показники безпеки, швидкості, продуктивності, вартості, надійності, екологічності. З цих показників формується кластер обов'язкових обмежень, наявність яких звужує допустимі варіанти рішень.

Зазвичай, розглядаються такі групи обмежувальних умов:

- фізичні, хімічні, біологічні, які зумовлюють вимагати несуперечності законам природи створюваної системи;
- технічні, які є наслідком із суті інформаційних інваріантів;
- за використання (організаційною здійсненністю), що зумовлені необхідністю здійснення синтезу системи виключно з тих елементів, що доступні для використання в кожному конкретному випадку;
- комунікаційні (зі зв'язків і можливостей впливу на інші об'єкти, зокрема на людину, середовище, природу);
- похідні від них та тимчасові, які відображають необхідність обмеження строків на етапи створення та функціонування відповідних систем;
- вартісні, які зумовлені обмеженими ресурсами, що можуть бути спрямовані на розвиток системи.

Вищевизначені обмеження мають бути конкретизовані та моделюватися функціональними, алгоритмічними чи монопараметрівними монопараметричними моделями з метою формування відповідного інформаційного інваріанта, заданого умовами (4.9).

Доведено [124], що загальна задача синтезу комплексно-оптимізованої інноваційної ТС не може мати аналітичного розв'язання. У зв'язку з цим єдиним можливим її вирішенням є алгоритмічний варіант. З використанням принципу інформаційного підпорядкування всіх етапів синтезу – інформаційний інваріант – можна підійти до алгоритму її розв'язання. Рис. 4.10 ілюструє схему одного з варіантів загального алгоритму синтезу, який дає можливість проведення комплексної структурно-параметричної оптимізації інноваційних ТС.

Внаслідок того, що алгоритмом передбачено здійснення ітеративного відшукування рішення з метою одержання початкових рішень, має місце використання традиційних підходів для застосування типових рішень високої ефективності в сфері елементної бази системи. Зазначене є фактором, який має значний вплив на набір алгоритмів синтезу складних технічних систем внаслідок того, що вже на першій ітерації процесу синтезу системи дають можливість потрапити в зону, що близька до оптимуму, а отже це дозволяє суттєво скоротити набір варіантів структур і параметрів системи, що підлягають аналізу.

В процесі визначення допусків на параметри та інтегральні характеристики елементів системи застосовується інформація, що міститься у нормативно-технічній документації і довідниках.

Суть цього підходу полягає в тому, що загальний показник – інтегральний критерій оптимальності – визначається розрахунковим методом для всіх можливих структурних та параметричних рішень, що знаходяться в межах блокувальних контурів, які формуються обмеженнями на всі параметри.

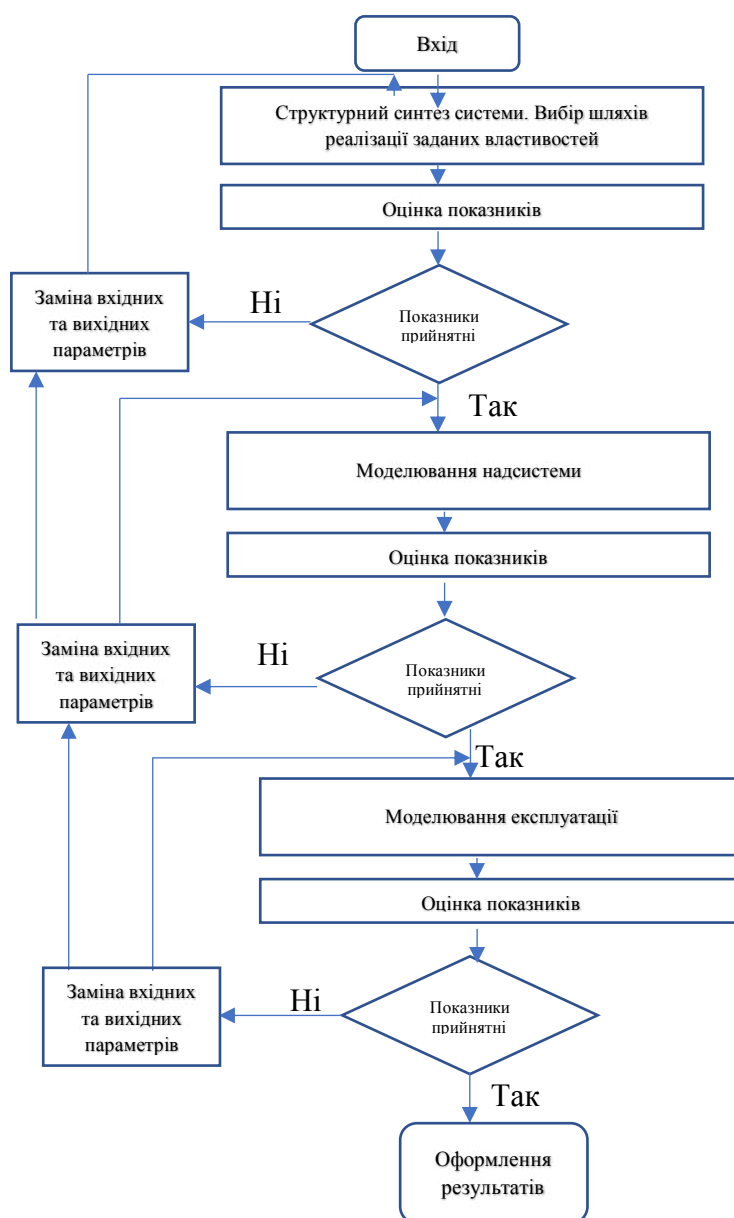


Рисунок 4.10 – Схема базового алгоритму вирішення задачі, який забезпечує комплексну оптимізацію системи

Запропонований алгоритм забезпечує розв’язання задачі синтезу з урахуванням відомих способів підвищення продуктивності та енергоефективності систем на всіх стадіях для всіх напрямків забезпечення потрібних характеристик системи.

Зазначеним забезпечується врахування повної області можливих рішень, що вимагає методологія комплексної структурно-параметричної оптимізації системи.

Використання спеціальних логіко-алгоритмічних процедур, які здійснюються поетапно, зумовлюється особливими вимогами до повноти області можливих рішень. Згідно з запропонованим алгоритмом на початковому етапі створюються загальні основні моделі системи, які мають здатність у яких є спроможність визначати повні множини можливих структурних варіантів на всіх ієрархічних рівнях системи. На наступному етапі здійснюється конкретизація структури і параметризація її елементів. Третій етап передбачає розробку вимог до надсистемного рівня. Четвертий етап полягає у проведенні синтезу основних елементів системи. На п'ятому етапі здійснюється оптимізація елементів і визначення оптимальних значень параметрів. Шостий етап передбачає виконання експертної та (за потреби) експериментальної перевірки отриманих результатів та визначення ступеня їх ефективності. На завершальному етапі, в разі необхідності, здійснюються необхідні корективи.

В цьому випадку обрання найбільш ефективних структур здійснюється після виконання параметризації та параметричної оптимізації всієї системи та окремих її елементів. Останнє здійснюється різними методами параметричної оптимізації, доцільність використання яких залежить від видів і типів логіко-математичних залежностей, що описують речовинні, енергетичні та інформаційні перетворення, які відбуваються в системі.

Сучасні комп'ютерні технології та застосування інструментів штучного інтелекту дозволяють забезпечувати обчислювальні процедури, що необхідні при такому пошукові.

4.5 Побудова загальних моделей інноваційних транспортних систем з елементами штучного інтелекту

Перш за все необхідно забезпечити побудову найбільш загальних структурно-функціональних та структурно-елементних моделей інноваційних ТС з елементами штучного інтелекту.

Загальний підхід до синтезу інноваційних ТС передбачає виконання їх комплексної структурно-параметричної оптимізації з застосуванням елементів штучного інтелекту при технізації основних, допоміжних і управлінських функцій.

Конкретизація в процесі оптимізації розв'язання задачі комплексної інноваційної ТС має здійснюватись, виходячи з двох основних умов:

1 – максимально оцінити резерви підвищення техніко-економічної ефективності системи за рахунок комплексної оптимізації, підвищення рівня технізації та автоматизації;

2 – продемонструвати можливості запропонованої методології для розв'язання максимальної кількості задач в рамках синтезу рішень для інноваційних ТС.

Таким чином, за об'єкти конкретизації пропонується обрати елементи інноваційних ТС з елементами штучного інтелекту для реалізації в рамках системи трьох видів функцій: основних, допоміжних та управлінських.

За основну функцію доцільно прийняти головну функцію ТС – переміщення в просторі пасажирів та вантажів з урахуванням мінімізації часу такого переміщення, відповідних витрат на його здійснення та негативного впливу на навколишнє природне середовище за його результатами, враховуючи задоволення необхідних (встановлених) рівнів безпеки.

Головні принципові положення структури інноваційних ТС можна сформулювати, виходячи з інформації, викладеної в попередніх розділах даної дисертаційної роботи.

1. Структура має розглядати систему в трьох ієрархічних рівнях: підсистемному, системному і надсистемному.
2. Відносно інноваційної ТС країни насистемний рівень може мати такий ієрархічний вигляд:
 - Економіка країни;
 - Соціальне середовище країни;
 - Міжнародні та глобальні ТС;

- Міжнародна економіка;
- Людська популяція.

3. На підсистемному рівні ієрархія може мати такий ієрархічний вигляд:

- Підсистеми інноваційної ТС, що забезпечують реалізацію основних, забезпечувальних та управлінських функцій на відповідних етапах життєвого циклу системи;
- Галузі транспорту;
- Учасники транспортного ринку – оператори ринку;
- Інфраструктура та рухомий склад;
- Елементи інфраструктури та рухомого складу.

4. Сама транспортна система, її надсистемний на підсистемний рівні мають розглядатись з позицій трьох базових станів відповідно до часових характеристик: минулого, теперішнього (поточний стан) та майбутнього (бажаний перспективний стан);

5. В основі структури підсистем мають бути уніфіковані структури елементарних повнофункціональних систем [143, 150].

Одним з основних постулатів є те, що структура об'єкта визначається, виходячи з функцій, для реалізації яких його створено. Виходячи з цього постулату можливим є визначення множини загальних структур інноваційної ТС, а також її підсистем. При цьому співвідношення між їх функціями і структурами є поліваріантним. На структуру функцій, що реалізуються системою, впливають використовувані ефекти. При цьому на структури підсистем впливають рівні технізації. Існують переліки типових структур функцій і типові структури елементарних підсистем. Вони дозволяють синтезувати системи будь-якої складності.

До складу функцій, що реалізуються інноваційною ТС впродовж життєвого циклу, входять функції, які утворюють тріаду д функцій, а саме:

- функції тріади повного циклу транспортних процесів, що містить у собі основні, допоміжні та інформаційно-управлінські функції: f_{io} , $i \in \{\overline{1, n}\}$;

$f_{jz}, j \in \{\overline{1, m}\}; f_{ky}, k \in \{\overline{1, l}\}$, де n, m, l – кількість основних, допоміжних та інформаційно-управлінських функцій відповідно;

- триада функцій циклу розвитку, що містить у собі підготовчі f_{in} , основні (цільові) f_{io} та завершальні f_{iz} функції;

- функції триади ієрархії, що містять функції надсистеми, системи та підсистеми.

На рис. 4.11 наведено модель загальної структури функцій інноваційної ТС, яка враховує запроваджені вище позначення.

Верхні індекси $(n), (c), (p)$ відображають відношення функції до системи (відповідно, надсистемні, системні, підсистемні), а нижні індекси $\phi(o), (\phi), (y)$ – основні, допоміжні та інформаційно-управлінські відповідно. За визначенням, основні функції відносять до періоду (етапу) експлуатації життєвого циклу системи. Основні функції, за визначенням, належать до етапу (циклу) експлуатації.

Для випадку, коли кожна функція реалізується окремою підсистемою, загальна структурна модель системи матиме вигляд, аналогічний вигляду моделі структури функцій. Така структура характерна при побудові системи за модульним принципом. Беручи підхід з використанням системно-мислительного комплексу, а також системної загальної функції ТС, забезпечивши зіставлення кожній функції відповідні елементи (сукупності елементів), що їх реалізують (підсистеми), можна отримати загальну ієрархічну структурно-елементну модель інноваційної транспортної системи, а також її підсистем. Зазначена модель відображає ієрархію до рівня глобальної ТС включно.

Скорочення позначень видів функцій, використані на рис. 4.9, були введені у попередніх розділах. Стрілками позначені взаємозв'язки підсистем загальної системи по вертикалі, а також взаємозв'язок із середовищами, які мають свою специфіку для кожного ієрархічного рівня відповідної підсистеми відносно розглядуваної системи.

В окремих випадках, в яких кожна окрема функція реалізується окремою підсистемою, загальна структурна модель системи матиме вигляд, аналогічний вигляду моделі структури функцій. Така структура характеран при побудові системи за модульним принципом.

На основі систематики загальних функцій інноваційних ТС, а також з урахуванням методології структурно-миследіяльнісного комплексу можна отримати загальну ієрархічну структурно-елементарну модель інноваційної ТС та її підсистем, поставивши у відповідність кожній функції частини (елементи) що її реалізують. Отриманий результат зображено на рис. 4.12.

Тут використані запропоновані раніше скорочені позначення видів функцій та підсистем, що їх реалізують. Стрілки вказують на взаємозв'язки підсистем загальної системи за вертикалями, а також відображені комунікації з середовищами, що мають свою специфіку для кожного ієрархічного рівня системи (підсистеми) загальної системи.

В межах кожного виду техніки наявні різні функціональні структури підсистем, що їх реалізують, на кожному ієрархічному рівні. Це вимагає застосування різних інтелектуальних платформ на кожному ієрархічному рівні. Наприклад, на рівні країни основними діями інтелектуалізованої системи є формування і реалізація відповідної транспортної політики, що є скоординованою з відповідною міжнародною транспортною системою та міжнародними правовими актами в сфері транспорту. У цьому зв'язку інтелектуальна платформа цього рівня має містити системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень, системи збирання, аналізу інформації та синтезу рішень на їх основі.

Інтелектуалізована система управління на цьому рівні має містити динамічно адаптивну систему організації перевезень та розвитку ТС залежно від надсистемних умов і потреб.

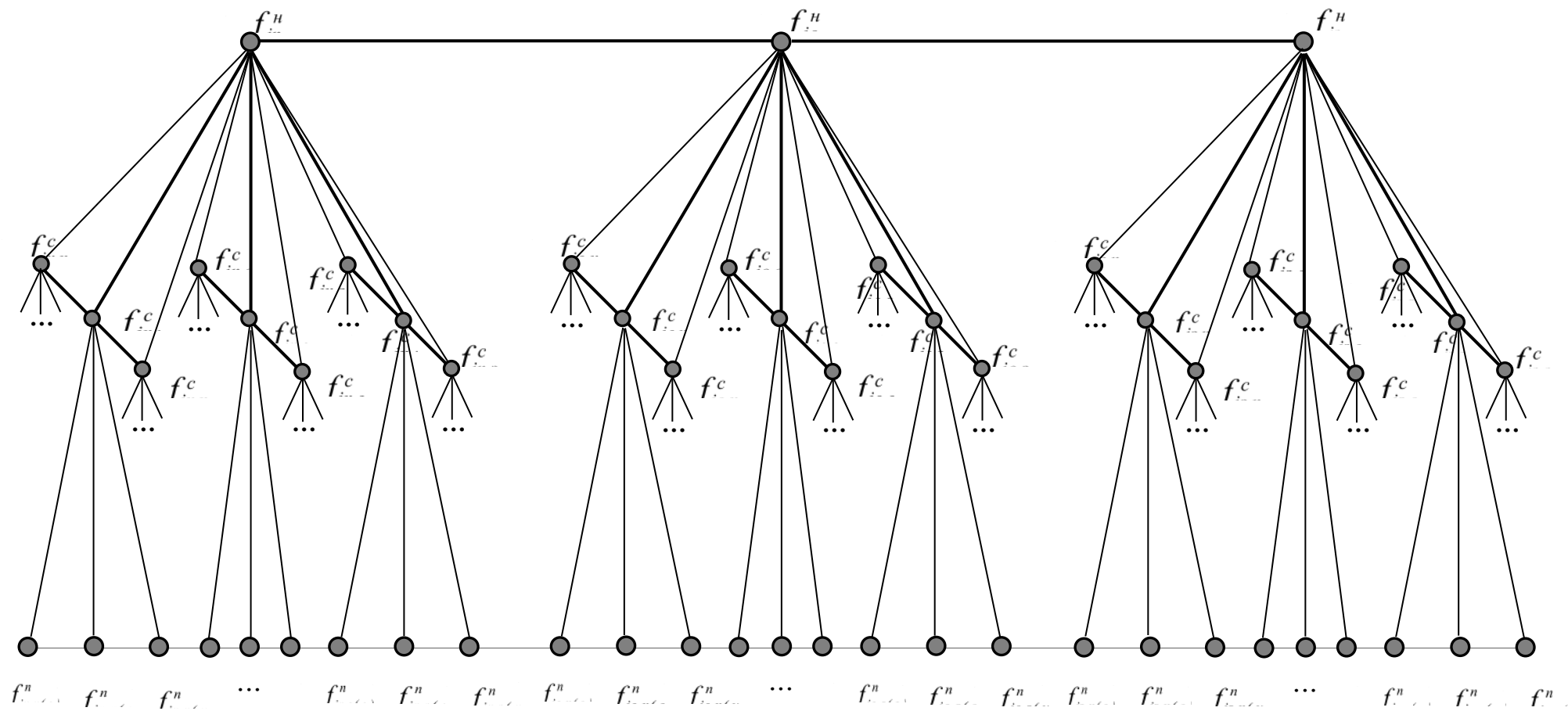


Рисунок 4.11 – Фрагмент загальної елементарної функціональної структури інноваційної ТС

На рівні галузі транспорту основні функції інтелектуалізованої системи полягають у забезпеченні ефективного функціонування інфраструктури, рухомого складу та організації перевезень згідно з задачами, які ці галузі отримують від надсистемного рівня. Тут основну роль мають відігравати інтелектуалізовані інформаційні системи підтримки прийняття рішень, а також інтелектуалізовані системи управління рухом, перевезеннями, що в сукупності реалізують повний інноваційно-інвестиційний цикл.

Більш того, інтелектуалізована інформаційно-керівна система на цьому рівні має забезпечувати реалізацію задач підготовчої роботи (роботи з планування та прогнозування), матеріально-технічного та інформаційно-аналітичного забезпечення тощо.

У цьому зв'язку тут доцільним є застосування спеціалізованих інтелектуалізованих комплексів підтримки прийняття рішень, а також інтелектуалізованих засобів автоматизації виконання допоміжних функцій. Аналогічно на вказаному ієрархічному рівні є змога вирішувати задачі інтелектуалізації реалізації допоміжних функцій, що пов'язані з експлуатацією рухомого складу (заправлення паливом, ТО, ремонт тощо).

Елементи штучного інтелекту, відповідно до загальноприйнятої класифікації, можуть бути бортовими (мобільними), стаціонарними (напольними) та комбінованими. Важливо забезпечити належний зв'язок та інформаційний обмін між ними. При цьому перший вид елементів штучного інтелекту застосовується на рівні рухомого складу (експлуатаційний рівень), а інші – на більш високих (вищих) ієрархічних рівнях.

Запропонована дисертаційна робота відповідно до її тематики основну увагу спрямовує на ТС на рівні країни. При цьому елементи інтелектуалізації ТС можуть значно підвищити свою ефективність і функціональність при інформаційній взаємодії з інтелектуальними системами вищого ієрархічного рівня. Зокрема, це необхідно з точки зору коректного встановлення цілей розвитку, оптимізації та корекції цілей в процесі розвитку тощо.

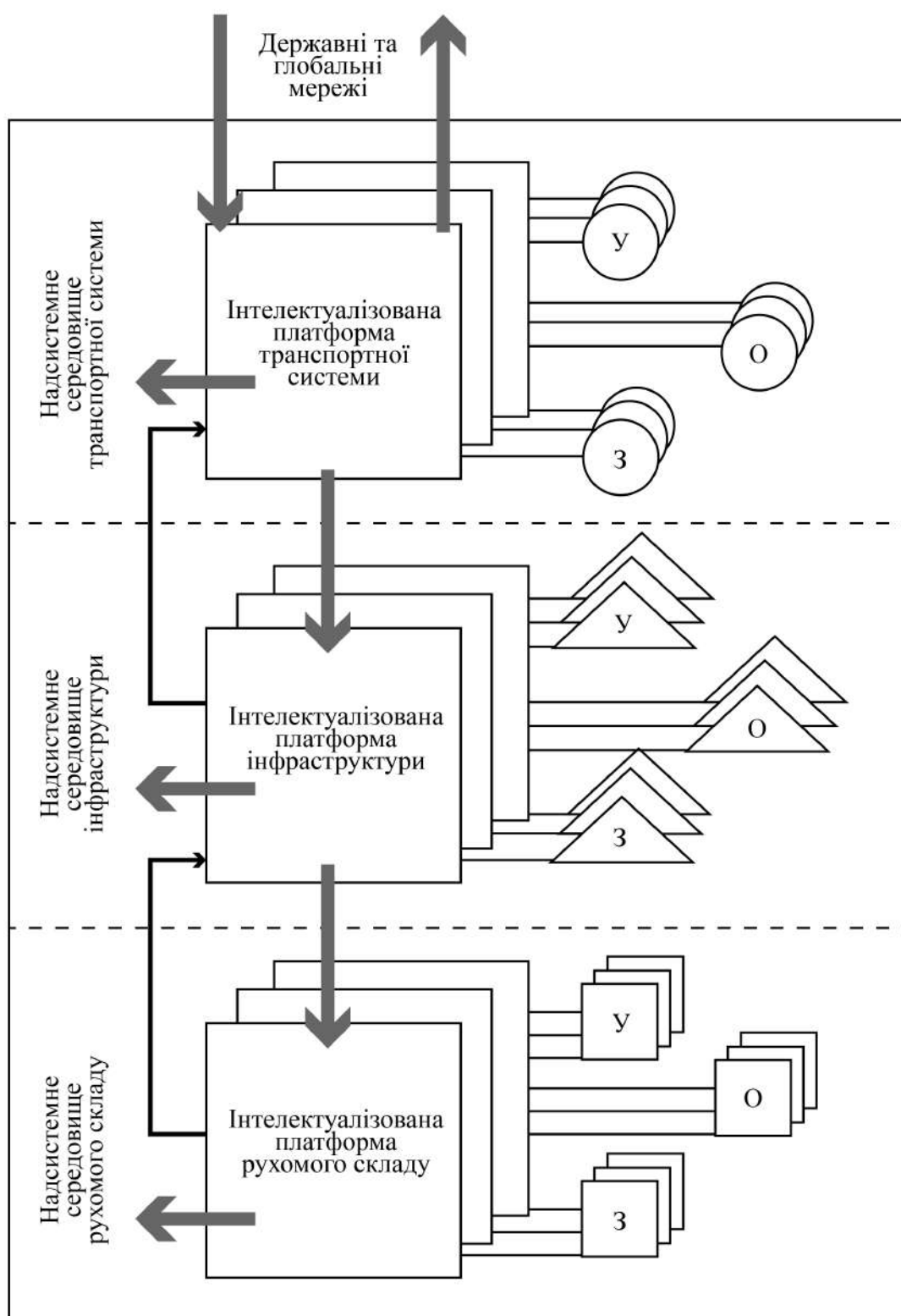


Рисунок 4.12 – Загальна структурна структурно-елементна модель інтелектуалізованої ТС країни

При конкретизації умов, що визначають спроможність технічних засобів реалізовувати свої функції, потрібно мати на увазі, що ці засоби є штучно створеними матеріальними об'єктами з вичерпним ресурсом, що мають циклічний характер функціонування. Перший з перелічених фактів створює необхідність виконання системою періодичних підготовчих робіт до функціонування технічних засобів. Другий факт визначає необхідність реалізації завершальних циклічних функцій цієї ж системи.

При конкретизації елементів моделі системи потрібно враховувати, що сучасні системи загального вигляду є поліконтурними системами. Вони містять спеціалізовані входи та виходи, які відображають речовину (матерію) (М), енергію (Е) та інформацію (І), які беруть участь в процесах перетворень.

У випадках бінарного розподілу об'єктів моделі системи, графові конкретизовані моделі функціонуючої системи (підсистеми) $S_{\xi tm}^{(kk)}$ цільового призначення, що функціонує, з урахуванням умови її повноти (самодостатності), можуть бути подані у такому вигляді, що зображено на рис. 4.13 та 4.14.

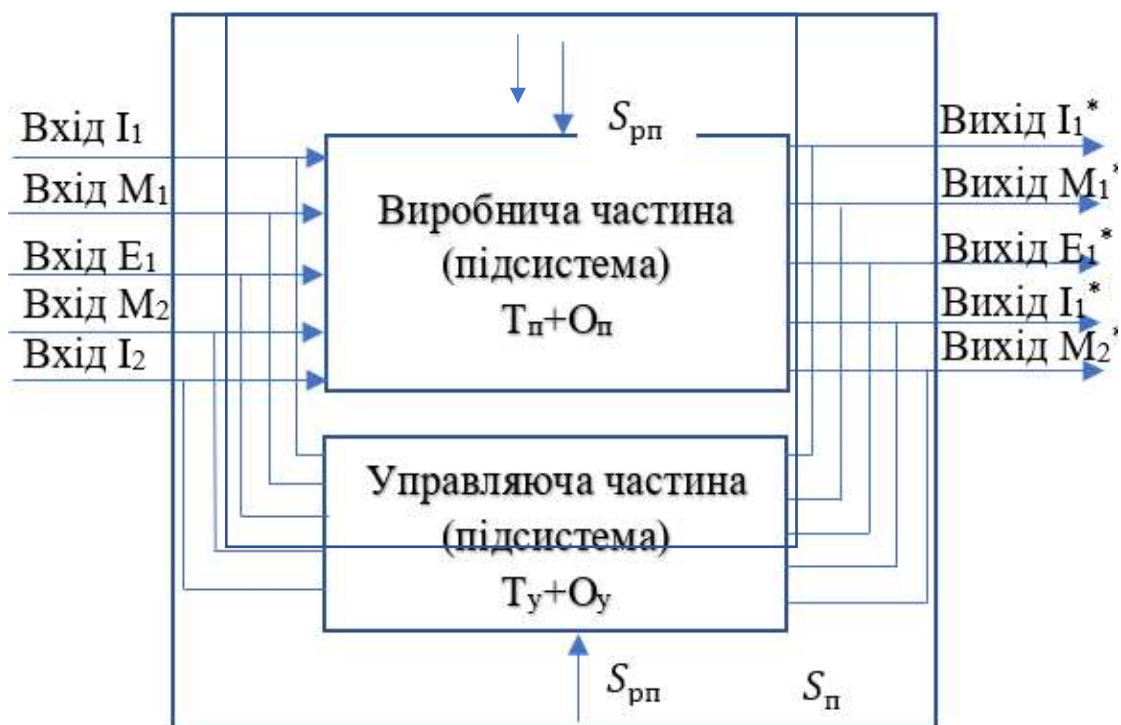
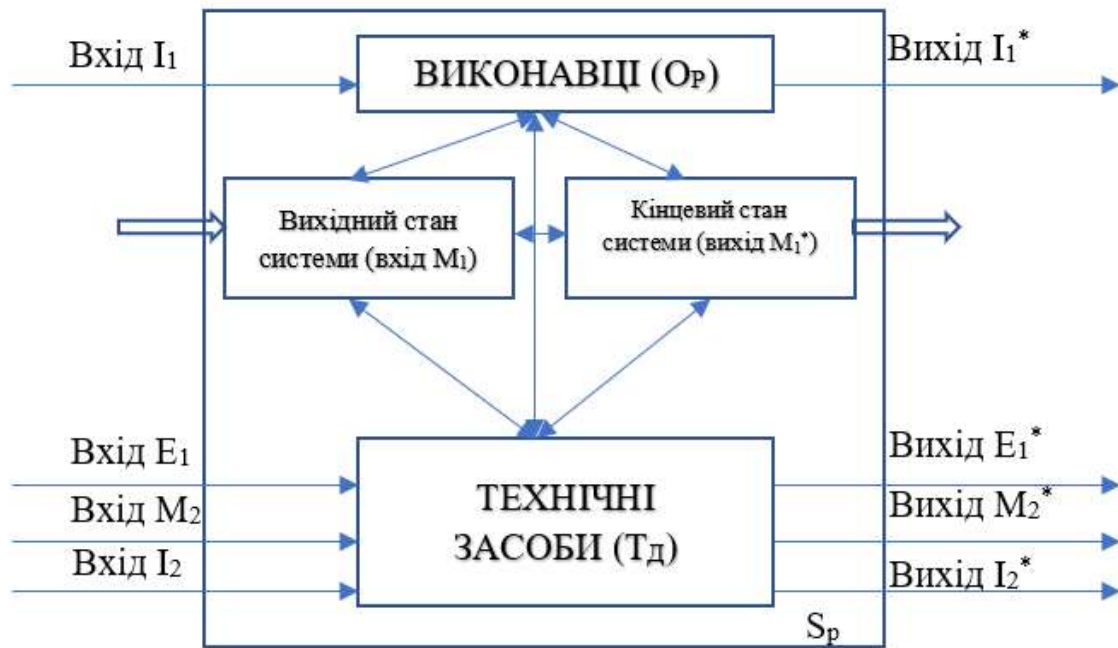


Рисунок 4.13 – Модель системи з функціональним розподілом елементів



Ы

Рисунок 4.14 – Конкретизована модель системи

Рисунок 4.13 містить зображення моделі системи з функціональним розділенням її елементів на інформаційно-керівну (Y) та виробничо-керовану (індекс Π) частини без виокремлення основної і допоміжної частин. Рисунок 4.13 конкретизує функціональні елементи мети за їх видами з урахуванням фактору часу.

Елементами системи є люди та їх сукупності O_δ та технічні засоби T_δ , $\delta \in \{n, y\}$. Верхній індекс (*) відображає належність параметра до виходу системи.

Наведена на рис. 4.14 модель враховує, що в загальному випадку ТС має два типи матеріальних виходів: основний M_1^* та допоміжний M_2^* , що відображають побічні (нецільові) продукти або відходи транспортного виробництва. Вихід M_2^* може мати власний зворотний зв'язок, не дивлячись на те, що його параметри корельовані з величиною виходу M_1^* . Внаслідок цього, а також виходячи з залежності інформації I_1^* та I_2^* від входу M_1^* , речовинні (M_1^* , M_2^*), енергетичний (E_1^*) та інформаційні (I_1^* , I_2^*) виходи системи не є автономними.

Частина технічних засобів $T_p \in T$ віднесена до технічних засобів об'єкта управління, які безпосередньо виконують перетворення (функції, що реалізують транспортну роботу). Інша частина $T_u \in T$ – до інформаційно-керівних технічних засобів. Аналогічно розділені виконавці на $O_p \in O$ та $O_u \in O$. Очевидно, що $T_p + T_u = T$ та $O_p + O_u = O$. При другому виді розділення елементи системи виділені з урахуванням двох етапів (початкового і кінцевого): виконавці (O_p) і технічні засоби (T_o). Варто також врахувати, що для належного функціонування та розвитку системи потрібно, щоб виконавці були відповідним чином навчені, інформовані, мотивовані та здатні виконувати відповідні функції, а технічні засоби були підготовлені та мали мати відповідний технічний ресурс.

Наведені на рисунках 4.13 та 4.14 моделі системи дозволяють забезпечити спеціалізацію технічних засобів і виконавців, а також застосувати добре розвинений універсальний апарат теорії управління з розширення специфічних задач синтезу та управління комплексно оптимізованими системами експлуатації ТС з елементами штучного інтелекту. З урахуванням необхідності розвитку структури за ієрархічною координатою, структури систем мають мати власні конкретизації за підсистемами.

За загальні неконкретизовані уніфіковані структури підсистем інноваційної транспортної системи візьмемо структури, які відповідають елементам періодичної системи технічних елементів [143]. При цьому потрібно врахувати, що первинними елементами структур всіх видів техніки є функціональні перетворювачі. Потрібно зазначити, що об'єднана в систему група перетворювачів певного виду є перетворювачем того ж виду.

Рівень технізації функцій, як і відношення кількості технізованих елементарних функцій до загальної кількості елементарних функцій в антропній системі, прямо пропорційний порядковому номеру елемента в системі технічних елементів. Кількість видів функціональних перетворювачів-елементів обмежена призначенням елементів.

Аналогічний підхід використовується для побудови моделей структур технічних елементів, що реалізують інформаційні та інші цикли з більш високим рівнем технізації. При цьому має враховуватись спрямованість потоків субстанцій при виконанні перетворень.

Наприклад, робочим органом в підсистемі інформаційних процесів в ТС є датчик (рецептор, орган «технічного зору») PI . Цей елемент має перетворювач (в розрізі простору, часу, параметрів) Pri , який з'єднано з перетворювачем-концентратором KI та його перетворювачем-обчислювачем PKi . З іншого напрямку, від програмоносія HI з перетворювачем PHi при реалізації функції інфоомаційного циклу надходить оперативна інформація для інтеграції з інформацією, що надходить з KI . Інтегрована інформація, що надходить з двох напрямків, перетворюється належним чином завдяки наявності PKi , надходить до елемента-регулятора енергетичног циклу. Процес подачі інформації погоджується елементами PUi та VI .

Виходячи з вищенаведеного очевидно, що технічні структури для реалізації інфоомаційного (керівного) циклу за складом елементів подібні технічним структурам для реалізації енергетичного циклу. В моделях елементів інформаційного циклу символ E змінюється на символ I . Технічна структура для реалізації інформаційного циклу є також зірчастоподібно-лінійною у зв'язку з вказаною раніше спрямованістю потоків інформації. Пов'язані елементи PI , Pri , KI , PKi , а в променях $-HI$, PHi , VI , та PUi .

На рис. 4.15 зображено варіант найбільш загальної структури автоматизованої системи. Стрілками позначені входи: керівний, інформаційний, енергетичний та речовинний. З цього рисунка стає зрозумілим, що елементи речовинного, енергетичного і інформаційного циклів об'єднуються між собою шляхом утворення мережного контуру з замкненим ланцюгом. Замикання здійснюється через елементи, які безпосередньо реалізують і контролюють процес перетворень, а також забезпечують управління системою за станом. Структура автоматизованої системи реалізує головні функції системи з граничним рівнем технізації.

Структури, які ізоморфні структурі, наведеній на рис. 4.11, при об'єднанні між собою можуть утворювати розгалужені структури сучасних транспортних систем та їх відповідних підсистем.

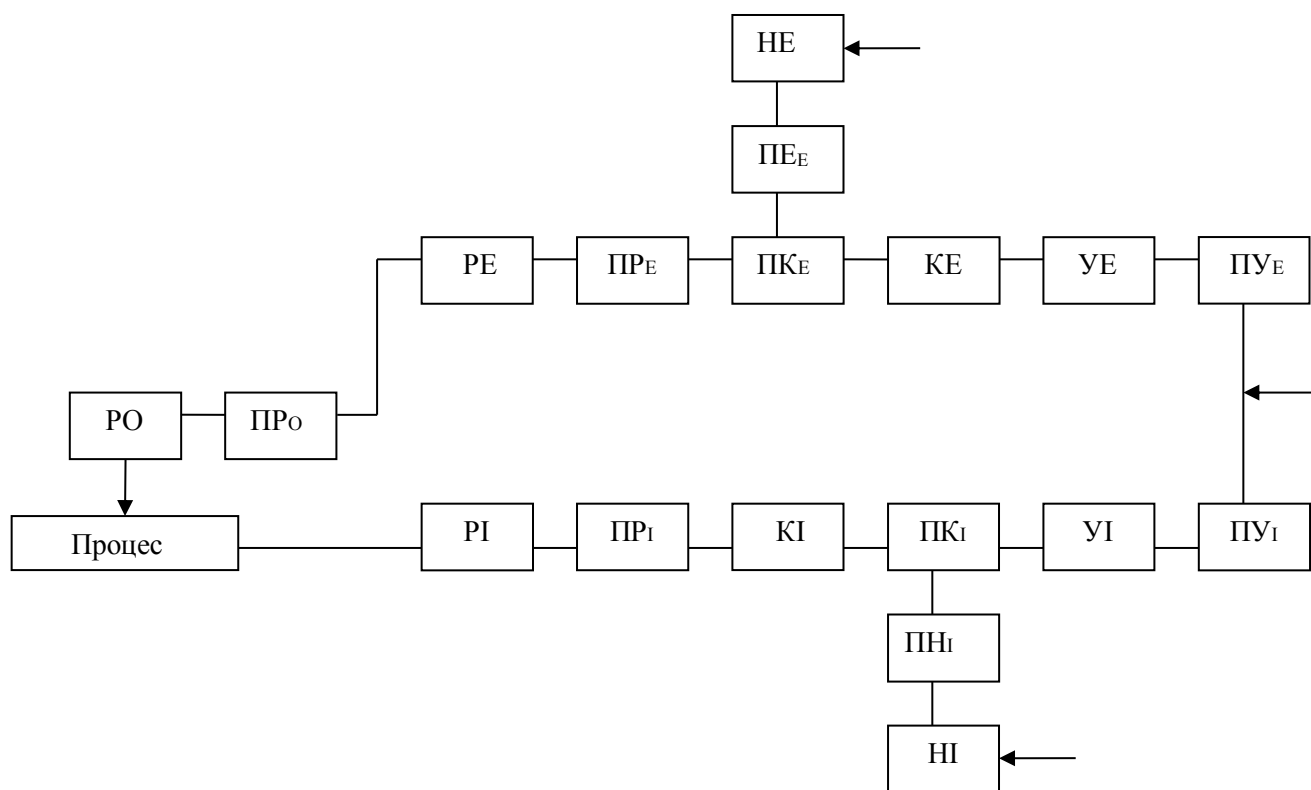


Рисунок 4.15 – Загальна структура автоматизованої системи

В окремих випадках виникає необхідність здійснювати суміщення підсистем за схемами, які показані на рис. 4.15. Наслідком цього є поява нових видів елементів, що спрощує загальну структуру, підвищує надійність системи.

З метою цілісності системи до її складу, за необхідності, вносяться один або декілька з'єднувальних елементів-перетворювачів. Структура функцій, що є її фрагментами, цих з'єднувальних елементів також відповідає наведеній на рис. 4.16.

В табл. 4.10 наведені приклади конкретизованих видів технічних елементів-перетворювачів, що реалізують речовинний, енергетичний та інформаційний цикли в сучасних системах експлуатації засобів транспорту.

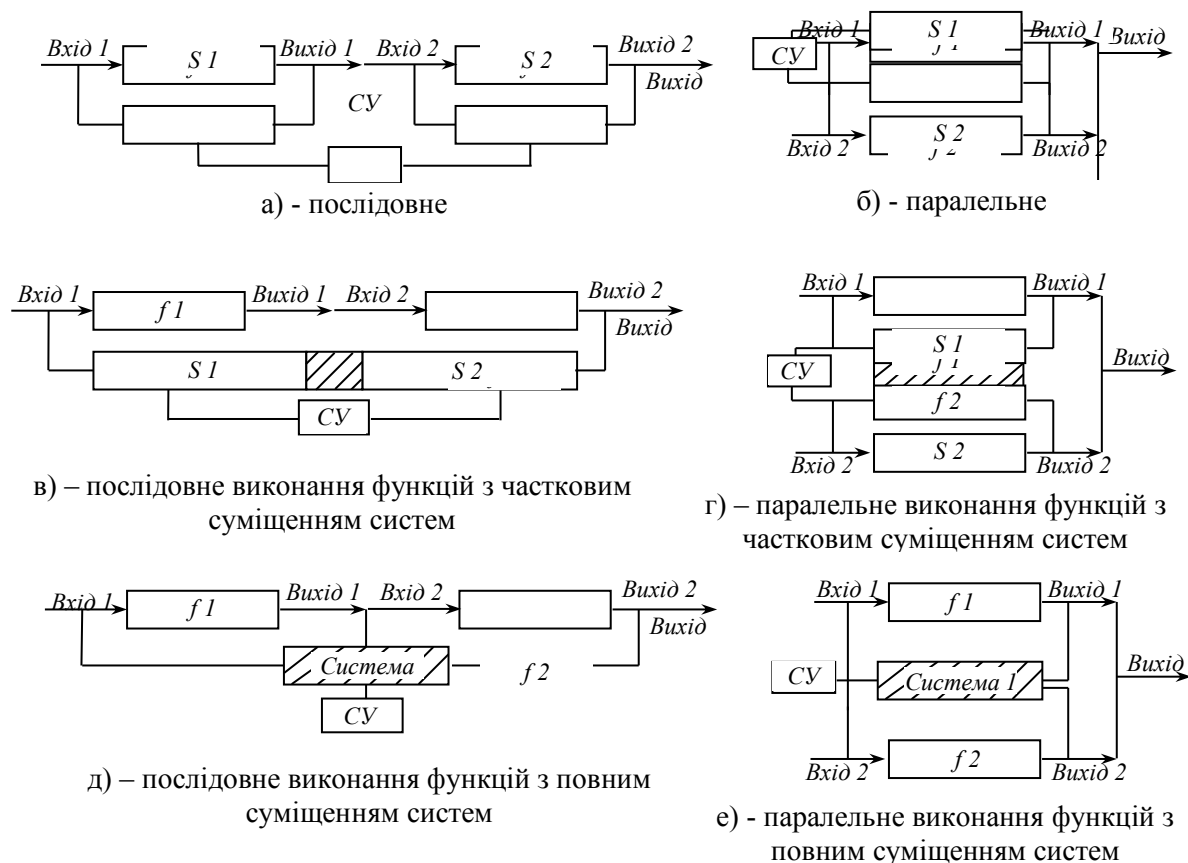


Рисунок 4.16 – Варіанти об'єднання підсистем

Подальший якісний розвиток структури має здійснюватись за рахунок введення елементів, що реалізують інтелектуальні функції та процеси відтворення системи. Реалізація інтелектуальних функцій – циклів мислення – здійснюється структурами, ізоморфними тим, які реалізують речовинно-енергетично-інформаційний цикл [179].

Двом взаємопов'язаним видам мислення (логічне і обране або редуційне і інтегральне), мають відповідати дві структури елементів зі своєю складністю, що дорівнює сумарній складності структур речовинного, енергетичного та інформаційного циклів. Для реалізації функції надсвідомості потрібна структура подвійної складності, подібна сумарній структурі логічного і образного мислення з урахуванням того, що вимикачі-регулятори для обох частин є єдиними.

Очевидно, що структура процесу відтворення має містити контури відтворення речовинно-енергетичної (формування тіла) і інформаційно-

розумової (передача генетичної інформації) складових системи та мати єдиний вимикач-регулятор.

Таблиця 4.9 – Приклади конкретизованих видів технічних елементів-перетворювачів

Позначення технічних елементів	Технічні вироби			
	Гайковий ключ	Турбоагрегат	Двигун внутрішнього згорання	Система Управління
1	2	3	4	5
<i>РО, РЕ, РИ</i>	Головка	Хвостовик вала турбіни. Корпус турбіни	Хвостовик колінчастого вала. Блок циліндрів	Датчики параметрів. Шафи
<i>ПРО, Пре, При</i>	Рукоятка	Вал турбіни	Колінчастий вал	Канали передачі сигналів
<i>Пке, Пки</i>	-	Обід турбінного колеса з маточиною	Кривошипно- шатунний механізм	Суматор- перетворювач
<i>КЕ, КІ</i>	-	Лопаті турбіни	Камера згорання	Обчислюваль- ний пристрій
<i>Пне, Пні</i>	-	Спрямовувальни й апарат	Перетворене паливо	Перетворювач
<i>НЕ, НІ</i>	-	Енергоносій (пара, газ) з кінетичною енергією (потік)	Рідке паливо	Програмо- носій
<i>УЕ, УІ</i>	-	Регулятор потоку енергоносія	Регулятор потоку палива	Керівний пристрій
<i>ПУе, ПУі</i>	-	Механізм управління регулятором	Механізм управління подачею палива	Привід пристрою управління

Перераховані підсистеми структур технічних елементів входять в єдину періодичну систему структур технічних елементів, наведену в табл. 4.11, в якій ряди (групи) елементів розміщені в стовпцях, а періоди – в рядках. Окрім раніше запроваджених позначень, в табл. 4.11 введений нижній індекс (г), що визначає належність об'єктів-перетворювачів до циклу (контуру) відтворення генетичної інформації.

Таблиця 4.10 – Періодична система технічних елементів

Періоди	Ряди технічних елементів							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	РО	ПРО						
2	РЕ	РЕе	КЕе	КЕ	ПНе	НЕ	ПУе	УЕ
3	РИ	ПРИ	КИ	ПКИ	ПНИ	НИ	ПУи	УИ
4	РМ	ПРМ						
	Рем	ПРем	ПКем	КЕМ	ПНем	НЕМ	ПУем	УЕМ
	Рим	ПРИм	Ким	ПКим	ПНИм	НИм	ПУим	УИм
5	РТ	ПРТ						
	РЕт	ПРЕте	ПКет	КЕТ	ПНет	НЕт	ПУет	УЕТ
	Рит	ПРИт	Кит	ПКит	ПНИт	НИт	ПУит	УИт
6	РС	ПРС						
	РЕс	ПРЕс	КЕс	КЕС	ПНес	НЕС	ПУес	УЕС
	Рис	ПРИс	Кис	ПКис	ПНис	НИс	ПУис	УИс
	РЕз	ПРЕз	КЕз	КЕЗ	ПНез	НЕз	ПУез	УЕз
	Риз	ПРИз	КИз	ПКиз	ПНИз	НИз	ПУиз	УИз
7	РВ	ПРВ						
	РЕв	ПРЕв	КЕв	КЕВ	ПНев	НЕв	ПУев	УЕв
	РИв	ПРИв	КИв	ПКив	ПНИв	НИв	ПУив	УИв
	РЕг	ПРЕг	КЕг	КЕГ	ПНг	НЕг	ПУег	УЕг
	Риг	ПРИг	КИг	ПКиг	ПНИг	НИг	ПУиг	УИг

Виходячи з наведеної періодичної системи технічних елементів, можна побудувати загальний варіант структури елементів штучного інтелекту. На рис. 4.17 наведена така структура, що відповідає найвищому (восьмому) періоду періодичної системи технічних елементів з урахуванням об'єднання елементів в систему за допомогою структури, що відповідає першому періоду цієї системи.

Наведена на рис. 4.17 загальна структура відображає вищий можливий рівень технізації інноваційних ТС.

Із загальної структури, наведеної на рис. 4.17, можуть сформуватись як окремі випадки, структури, що містять елементи штучного інтелекту, що відповідають четвертому, п'ятому, шостому і сьомому періодам періодичної системи технічних елементів. Таким чином створені умови для застосування дедуктивного підходу до синтезу елементів штучного інтелекту.

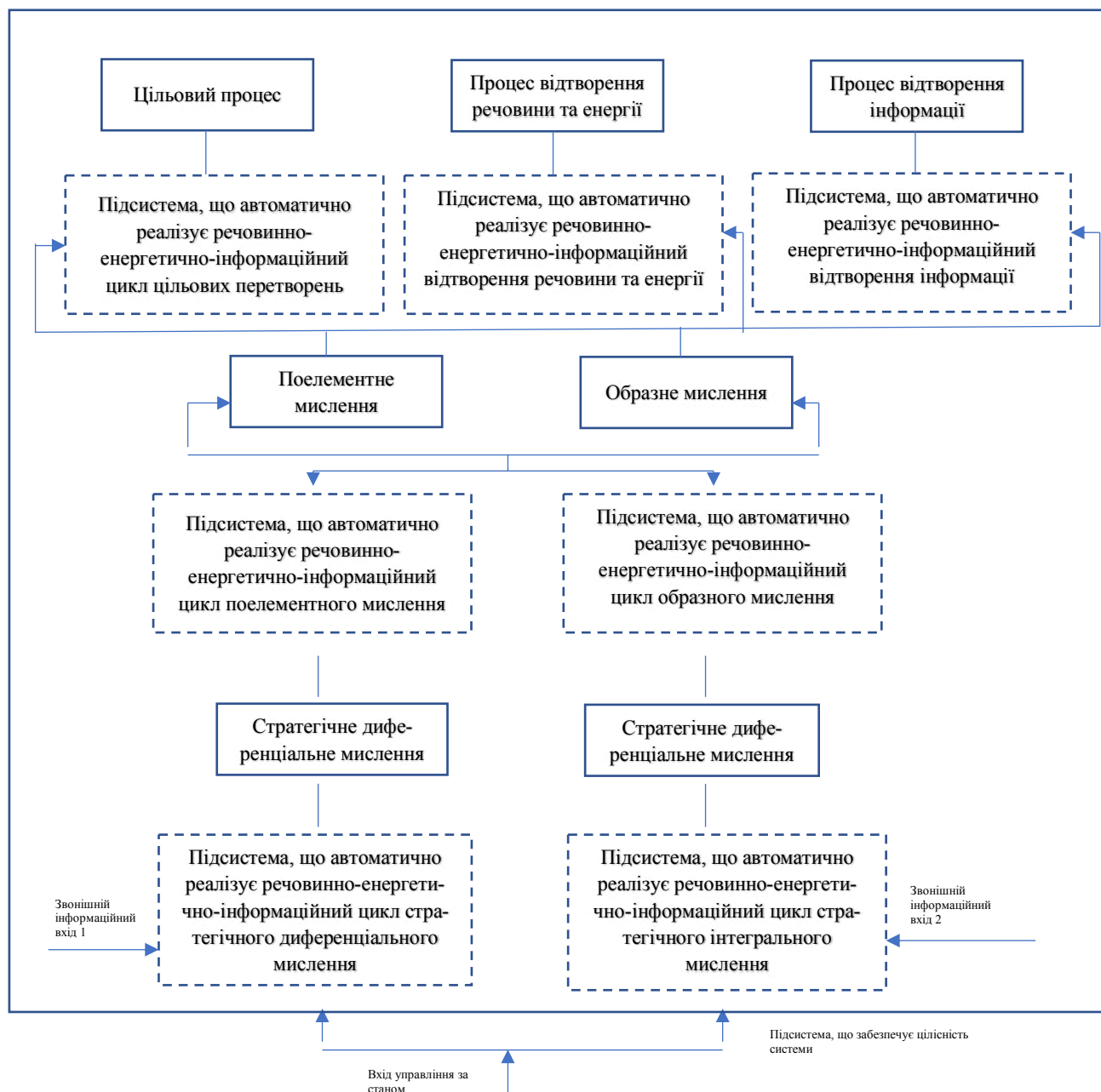


Рисунок 4.17 – Загальна структура елементів штучного інтелекту

Оскільки структури елементів різних видів можуть конкретизуватись різними типами, групами, родами, класами, підкласами ієрархічно впорядкованих об'єктів, не дивлячись на обмеженість кількості видів структур в періодичній системі, різноманіття всіх систем елементів є безмежним.

Вказаними видами елементарних технічних систем, що відповідають правилам леза Оккама, обмежується склад тих мінімізованих структур, з яких

будується вся транспортна техніка. Для розширення чи зміни властивостей техніки поліфункціональні підсистеми можуть об'єднуватись, утворюючи структури різної складності.

Аналіз структури, наведеної на рис. 4.17, дає можливість стверджувати, що наявне в літературі [144] положення про те, що повністю автоматизовані ТС можна побудувати шляхом створення трирівневої системи не є коректним. Лише внутрішня побудова ТС може мати до 7 рівнів. До цього потрібно додати ієрархічні рівні надсистем відповідно до ієрархії техносфери, а також рівні відповідно до потреб реалізації інформації по рівнях СМД-комплексу на різних етапах життєвого циклу та циклів більш високих рівнів.

Таким чином, можна зробити висновок про багаторівневу побудову інноваційної транспортної системи з елементами штучного інтелекту. Кількість рівнів визначається рівнем технізації функцій і обраним шляхом досягнення потрібних властивостей системи.

Структури найпростіших елементів штучного інтелекту інтелектуальних ТС мають відповідати структурам елементів четвертого періоду періодичної системи технічних елементів.

Перейдемо до побудови моделей життєвого і більш високих циклів технічних систем інноваційних ТС.

Життєвий цикл складається з фазових циклів, що мають відмінності між собою характером функцій, які реалізуються на них згідно з загальною закономірністю утворення, функціонування, розвитку, ремонту, модернізації та ліквідації штучних утворень.

Для транспортної галузі утворились типові фазові цикли, в яких реалізуються функції, пов'язані з синтезом ідей, науковими дослідженнями, маркетингом, інтелектуальною діяльністю Д, розробкою об'єкта, створенням знакових моделей – проєктуванням П, виготовленням В, сертифікацією С, збутом З, налагодженням Н та навчанням Т, функціонуванням Ф, обслуговуванням О, ремонтом Р, модернізацією М та ліквідацією Л.

Для циклів системоутворювальним є інваріантний процес створення штучних об'єктів на основі принципу інформаційної підпорядкованості відповідних етапів.

Цільовим фазовим циклом є цикл функціонування Φ . Його реалізація забезпечує досягнення поставлених цілей створення і застосування системи, що розглядається.

Потреби забезпечення техніки ресурсами потребують того, щоб одночасно з основними функції реалізовувались функції, що утворюють цикл ЗБ. Окрім того, на всіх циклах здійснюється управління – реалізується управлінський цикл У.

Загальна схема цільового циклу функціонування Φ може бути описана моделлю:

$$\Phi = (HE \oplus OE \oplus ZE) \otimes ЗБ \otimes У, \quad (4.29)$$

де HE , OE , ZE – початковий, основний та завершальний етапи циклу;

знак $\otimes$ означає паралельте, а знак $\oplus$ – послідовне виконання циклів (етапів).

Модель (4.29) відображає загальний принцип об'єднання речовинних, енергетичних і інформаційних субстанцій та процесів при штучних перетвореннях.

Структура всього циклу будь-якого ієрархічного рівня та кожного з етапів може бути піддана деталізації. Структура мінімально деталізованого життєвого циклу, віповідно до запроваджених позначень, може мати вигляд

$$\begin{aligned} ЖЦ = & (Д \oplus П \oplus И \oplus С \oplus З \oplus Н \oplus Т \oplus Ф \oplus О \oplus \dots \oplus \\ & \oplus Ф \oplus Р \oplus Н \oplus Т \oplus Ф \oplus О \oplus \dots \oplus \\ & \oplus М \oplus Н \oplus Т \oplus Ф \oplus О \oplus Л) \otimes У \otimes ОБ \end{aligned} \quad (4.30)$$

Символ «...» означає можливості повторення цілісних фрагментів ЖЦ, для прикладу типу $Р \oplus Н \oplus Т \oplus Ф \oplus О$.

З урахуванням того, що забезпечувальний та керівний цикли на кожному етапі змінюють характер, в подальшому залежність (4.30) підлягає конкретизації за виглядом

$$\begin{aligned}
 ЖЦ = & (Д \otimes ОБ_д \otimes У_д) \oplus (П \otimes ОБ_п \otimes У_п) \oplus (И \otimes ОБ_и \otimes У_и) \oplus \\
 & \oplus (С \otimes ОБ_с \otimes У_с) \oplus (З \otimes ОБ_з \otimes У_з) \oplus (Н \otimes ОБ_н \otimes У_н) \oplus (Т \otimes ОБ_т \otimes У_т) \oplus \\
 & \oplus (\Phi \otimes ОБ_\phi \otimes У_\phi) \oplus (О \otimes ОБ_о \otimes У_о) \oplus \dots \oplus (\Phi \otimes ОБ_\phi \otimes У_\phi) \oplus \\
 & \oplus (Р \otimes ОБ_р \otimes У_р) \oplus (Н \otimes ОБ_н \otimes У_н) \oplus (Т \otimes ОБ_т \otimes У_т) \oplus \\
 & \oplus (\Phi \otimes ОБ_\phi \otimes У_\phi) \oplus (О \otimes ОБ_о \otimes У_о) \oplus \dots \oplus (М \otimes ОБ_м \otimes У_м) \oplus \\
 & \oplus (Н \otimes ОБ_н \otimes У_н) \oplus (Т \otimes ОБ_т \otimes У_т) \oplus (\Phi \otimes ОБ_\phi \otimes У_\phi) \oplus (Л \otimes ОБ_л \otimes У_л).
 \end{aligned} \tag{4.31}$$

В залежності (4.31) складові циклів *ОБ* та *У* виділені нижніми індексами, які збігаються з позначеннями фазових циклів. Цикл *У* також, з урахуванням його тріадної структури, може ділитись на свої складові: формування цілей (критеріїв) управління, управління станом та управління процесом.

Цикл *ОБ* за своїм характером може бути розділений на цикли нижчого, відносно нього ієрархічного рівня. До складу цих циклів можуть входити цикли обслуговування, ресурсозабезпечення, оптимізації.

Цим визначається аспект структуризації, що належить до проявлення підготовчих дій.

На всіх ієрархічних рівнях кожен з циклів має бути попередньо підготовлений до реалізації, тобто його структура має відповідати залежності (4.28). Як наслідок цього, кожному цільовому циклу передують підготовчий цикл. Кожному підготовчому циклу – свій підготовчий цикл і т.д.

Для цільового фазового циклу експлуатації Φ , на початку цикли *Д*, *П*, *И*, *Н*, *С*, *З*, а після зносу, ремонту і модернізації техніки цикли *Р*, *Н* та *М*, *Н* реалізують підготовчий етап. В межах цих циклів відбувається перехід від замислу техніки до її реального існування в працездатному стані. Фазовий цикл *Л* є завершальним, що забезпечує замкненість життєвого циклу в цілому.

Цільовий фазовий цикл ТС Φ є багаторазовим. Багатократне повторення робочих циклів є визначальною ознакою ТС. Решта фазових циклів бувають як багаторазовими (для прикладу H, M, P), так і одноразовими (для прикладу C, L).

Цикл Φ є складовою частиною життєвого циклу, належить до циклів розвитку. Водночас, цей цикл є циклом функціонування такої системи (або її підсистем та елементів).

В межах циклу Φ як циклу функціонування виділяється множина робочих циклів. Впродовж кожного робочого циклу реалізується скінченний обсяг робіт – транспортної роботи.

Відповідно до залежності (4.28) система функцій кожної цільової функції будується з тріадних ланцюгів, що мають по три складових: підготовчі, основні та завершальні функції.

Беручи до уваги принцип вкладення, загальну систему ієрархії часових циклів, починаючи від фазового, і закінчуючи поліхронним, можна зобразити у вигляді моделі, зображеної на рис. 4.18.

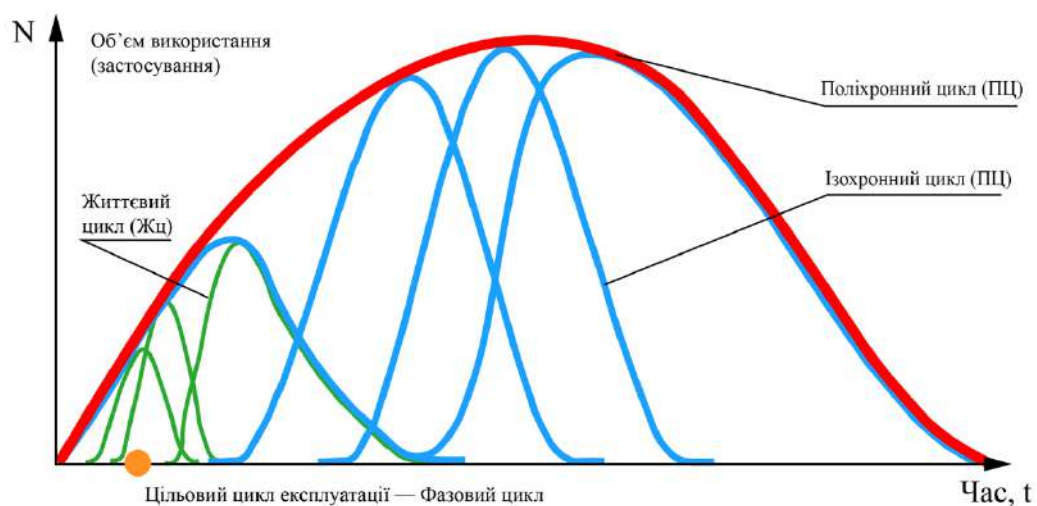


Рисунок 4.18 – Модель загальної системи ієрархії часових циклів

Надалі виникає необхідність встановлення взаємозв'язків між речовинними, енергетичними та інформаційними показниками системи.

З метою визначення області множини можливих значень параметрів інноваційної ТС за показниками безпечності, швидкодії та продуктивності за умови найбільш загальної постановки задачі кількість рівнів, яка правило менша, ніж кількість невідомих параметрів.

Таблиця 4.11 – Відповідність між видами циклів та технічними утвореннями

Види циклів	Системні технічні утворення	Підсистемні технічні утворення
1	2	3
Поліхронний	Множина типів техніки	Види техніки
Ізохронний	Множина класів техніки	Типи техніки
Життєвий	Множина груп техніки	Класи техніки
Фазовий	Множина підгруп техніки	Групи техніки

Одним з можливих виходів тут є врахування кореляції інформаційних показників з основними технічними, економічними, екологічними та іншими показниками проєктів систем.

Структурні і параметричні зв'язки між інтегрованим показником – критерієм оптимальності W_p та інформаційними показниками можна визначити як описано нижче.

Кількість інформації I_k фізичної величини x , що має щільність ймовірності p , в стохастичній системі можна визначити її математичним очікуванням (M) та дисперсією (D).

Кількість інформації $I_{\text{кл}}$ стосовно величини x , що має значення щільності ймовірності p , в стохастичній системі може визначатись її математичним очікуванням (M) та дисперсією [181]

$$I_{\text{кол}} = \log_2 \frac{M}{\sigma} = \log_2 \frac{\sum x_i p_i}{\sqrt{D}}, \quad (4.32)$$

де σ , D – середньоквадратичне відхилення і дисперсія випадкової фізичної величини x .

Якщо інформація передається без втрат від фізичної x_i до фізичної величини x_j , що характеризує властивості взаємодіючих стохастичних систем, то

$$\sum I y_{i\text{кол}} = \sum I x_{j\text{кол}} \quad \text{или} \quad \log_2 \frac{\sum y_i p_i}{\sqrt{D_i}} = \log_2 \frac{\sum x_j p_j}{\sqrt{D_j}}. \quad (4.33)$$

Кількість інформації усталеного випадкового процесу на виході системи дорівнює

$$I_{\text{кол}} = \log \frac{M_y}{\sigma_y} = \log W(0) + \log \frac{M_x}{\sigma_x}, \quad (4.34)$$

де $\log W(0)$ – кількість початкової інформації.

Кількість інформації в детермінованому показнику системи дорівнює

$$I_{\text{кол}} = \log \frac{x}{T_x k}, \quad (4.35)$$

де T_x – допуск на показник,

k – коефіцієнт, що залежить від закону розподілу величини x_i . Наприклад, для нормального закону розподілу $k = 1/6$ при величині чутливості $\Delta x = 0,3\%$ (рис. 4.19).

Якість інформації об'єкта визначається як загальна характеристика, що виявляється у відносному відхиленні від сукупності цільових властивостей від реальних. Це відповідає залежності:

$$I_{\text{кач}} = \sum \log_2 \left(\frac{mI_{\text{цел}}}{mI_{\text{цел}} - mI_{\text{реал}}} \right). \quad (4.36)$$

В залежності (4.36) підсумовування здійснюється за всіма істотними параметрами.

Цінність інформації визначається як об'єктивна позитивна або негативна значимість існуючих властивостей та їх значень на ступінь формування цільових властивостей об'єкта

$$I_{цен} = \sum \log_2 \left(mI_{цел} - \frac{1}{mI_{кач}} \right), \quad (4.37)$$

де m означає масу.

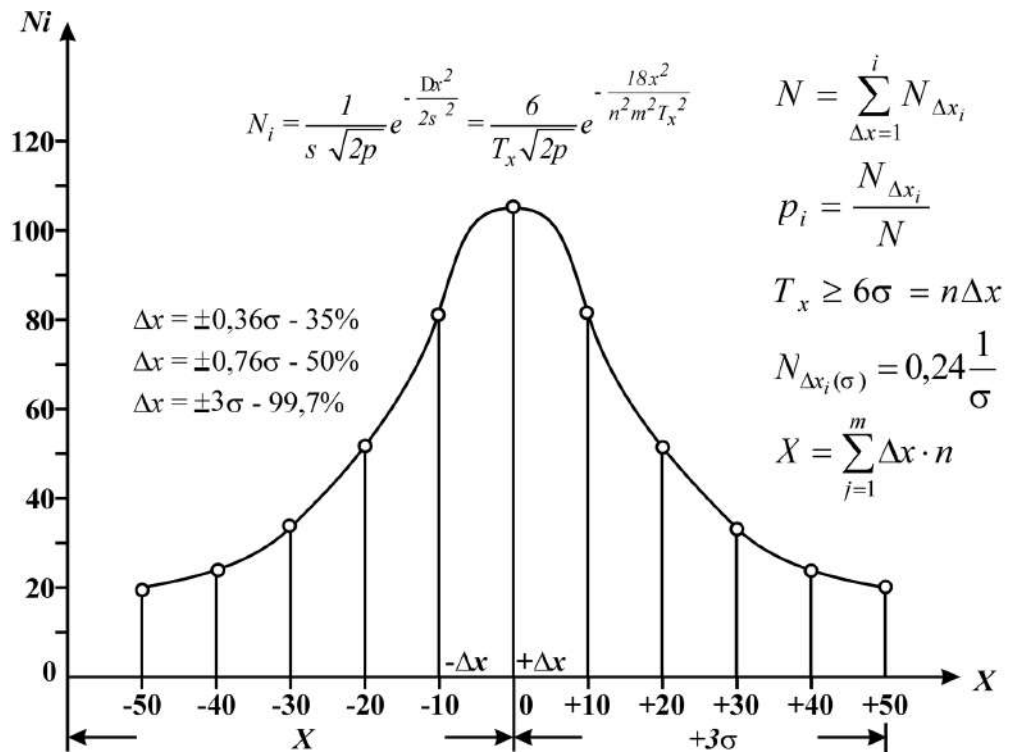


Рисунок 4.19 – Крива розсіювання параметра x за нормальним законом

Як видно з наведених залежностей (4.32)–(4.37), вектори стандартизованих значень $Z_p = \{Z_{p1}, Z_{p2}, \dots, Z_{pm}\}$, $p \in \{1, n\}$ пов'язані з показниками кількості інформації $I_{кол}$ монотонним логарифмічним зв'язком, за якого зростанню Z_p відповідає збільшення $I_{кол}$ та навпаки, а показники якості і цінності інформації можуть служити базою для об'єктивного оцінювання вагових коефіцієнтів d_{pi} .

Оскільки кількість інформаційних показників може сягнути достатньо великих значень, проблема отримання необхідної кількості рівнянь зв'язку за рахунок використання інформаційних показників може бути вирішена.

Підходи до забезпечення необхідних (заданих) властивостей інноваційної ТС визначаються набором тих технічних і знаннієвих засобів, які

реалізують цільовий та інші фазові цикли життєвого циклу системи і входять до складу системи на певному визначеному ієрархічному рівні. Застосовуючи метод послідовного ускладнення, відповідно до правила бритви Оккама, починаючи з найпростішого, відповідно до залежності (4.28), можна виокремити такі шляхи забезпечення заданих властивостей системи, призначеної для реалізації транспортної функції (табл. 4.12).

Вибір оптимального шляху забезпечення властивостей інноваційної транспортної систем визначається технічним завданням, можливостями технології, а також світовим порогом знань у природничих і технічних науках.

Таблиця 4.12 – Шляхи забезпечення заданих властивостей ТС

Найменування шляху забезпечення необхідних властивостей	Моделі шляхів (фазові цикли ЖЦ технічних засобів, що реалізуються)
1	2
Використання наявних засобів без перенавчання та переналагодження	Ф
Використання наявних засобів з перенавчанням	Т+Ф
Використання наявних засобів автоматики з переналагодженням	Н+Т+Ф
Використання наявних засобів з модернізацією	М+Н+Т+Ф
Перебудова наявних засобів в рамках наявних типу і виду	П+И+С+Н+Т+Ф
Заміна типу засобів в рамках виду	П+И+С+Н+Т+Ф+Д
Заміна виду засобів в рамках типу	П+И+С+Н+Т+Ф+Д

4.6 Розробка методу комплексної оптимізації інноваційних транспортних систем

Викладений в попередніх розділах загальний підхід до комплексної оптимізації інноваційних ТС може бути реалізований на основі поетапного застосування достатньо формалізованих методів спрямованого структурно-параметричного синтезу систем [150] з урахуванням принципу інформаційного підпорядкування етапів.

На ранніх етапах алгоритмічного синтезу мають вирішуватись логіко-аналітичні задачі, які дають можливість визначати найбільш загальні характеристики системи та параметри векторного критерію оптимальності з відповідними параметричними обмеженнями.

Оскільки найбільш загальною характеристикою системи є структура, її визначення в обраному підході є пріоритетним і одним з найбільш важливих.

Задача синтезу структури інноваційних ТС має низку особливостей, які показані на рис. 4.20.



Рисунок 4.20. Особливості синтезу структур інноваційних ТС

Виходячи з першої особливості, для забезпечення найбільш високої ефективності системи потрібно прагнути до мінімальної диференціації функцій та максимальної уніфікації технічних і технологічних засобів.

Врахування другої особливості вимагає оптимізації системи за критерієм швидкодії.

Третя особливість передбачає потребу в оптимізації надсистеми, системи і підсистеми з урахуванням впливу багаторівневої оптимізації на ефективність діяльності системи.

Для врахування четвертої особливості необхідно створювати і спільно оптимізовувати багаторівневі інтелектуалізовані ТС, зокрема на:

- рівні держави (з інтеграцією до міжнародних і глобальних ТС);
- регіональному рівні;
- рівні операторів транспортного ринку.

При цьому, на початку оптимізується надсистема, потреби якої визначають склад системи та її підсистем.

Виходячи з зазначеного, основні відмінності традиційного та запропонованого підходів до створення і реалізації комплексно оптимізованих ТС можна охарактеризувати так, як зазначено в табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Основні відмінності запропонованого та традиційного підходів до створення і реалізації інноваційних ТС

Ч.ч.	Об'єкти	Характеристики підходів	
		традиційного	Запропонованого
1	Структура системи	Як сукупність взаємодійних підсистем, які знаходяться в автономному середовищі	Як сукупність взаємодійних підсистем, які квантовано змінюються та знаходяться в спеціально модифікованому середовищі
2	Вид і особливості середовища	Стационарне, неієрархічне	Динамічне, ієрархічне, зі стохастичними об'єктами, містить інтелектуалізовану платформу
3	Область оптимізації	Фрагментарна обмежена декількома варіантами рішень	Повна за всіма атрибутами
4	Рішення на кожному ієрархічному рівні	Системно неоптимізовані	Системно оптимізовані в межах кожного рівня, системи і циклу
5	Методи і способи управління	Незмінні впродовж всього ЖЦ	Адаптивні, оптимізовані згідно з фазами ЖЦ і динамічним середовищем
6	Інформаційно-знаннєва інфраструктура	Локальна	Загальна універсальна, адаптована до повного транспортного циклу, який забезпечує, зокрема, самонавчання системи
7	Цільова підсистема відтворення	Неоптимізована	Оптимізована

На основі зазначених в табл. 4.13 даних можна:

- визначити обмеження при створенні системи;
- обґрунтувати вимоги до надсистемам в частині структур та параметрів;
- сформулювати загальний алгоритм вирішення поставленої задачі.

Перед тим, як навести загальну схему алгоритму, розглянемо основні його частини, що пов'язані з синтезом структур, параметрів системи та визначенням видів можливих обмежень.

Надалі потрібно перейти до розробки методів оцінювання та вибору показників рівнів інтелектуалізації інноваційних ТС.

З використанням запропонованих на попередніх етапах дослідження моделі і класифікації можна запропонувати показники, що відображають рівень інтелектуалізації ТС, які можуть використовуватись в різних випадках аналізу, систематики та синтезу цих систем.

Найпростішим показником (K_u) є показник, що відображає відношення кількості n_u субстанціональних елементарних функцій [143], що реалізуються з використанням інтелектуалізованих засобів автоматики, до загальної кількості (N) сустанціональних елементарних функцій, що реалізуються системою.

Залежність для розрахунку K_u має вигляд

$$K_u = \frac{n_u}{N}. \quad (4.38)$$

Цей показник дає загальне уявлення про рівень технізації окремої функції системи. Він дозволяє оцінювати складність техніки, що використовується, прогнозувати її надійність та окремі економічні показники.

Для віображення значимості процесів інтелектуалізації в обсягах реалізації загальної функції системи потрібно врахувати тривалості циклів реалізації. Зашальний коефіцієнт інтелектуалізації функцій експлуатації в

цьому випадку буде відношенням тривалості функцій, що реалізуються інтелектуалізованими засобами автоматики, до загальної тривалості функцій

$$K_{u\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^M (n_{ui} \Delta t_{ui})}{\sum_{i=1}^M N_i t_i}, \quad (4.39)$$

де M – загальна кількість фазових циклів в інтелектуалізованій ТС, що розглядається;

Δt_{ui} – частина загальної тривалості t_i фазового циклу, що реалізується інтелектуалізованими засобами автоматики.

Функції системи виконуються з різною продуктивністю. Тому, диференціюючи продуктивність виконання інтелектуалізованих та загальних функцій, можна ввести показник зі зваженим урахуванням часової тривалості

$$K_{u\Sigma\eta} = \frac{\sum_{i=1}^M (n_{ui} \Delta t_{ui}) \eta_i}{\sum_{i=1}^M N_i t_i}, \quad (4.40)$$

де η_i – ваговий коефіцієнт для i -тої функції, що виконується за допомогою інтелектуалізованих засобів автоматики, що являє собою відношення продуктивності виконання функції з використанням інтелектуалізованих засобів автоматики до продуктивності і швидкодії ТС. При цьому $\sum_{i=1}^M \eta_i = 1$.

Значення введених коефіцієнтів можуть змінюватись від 0 до 1. «0» відповідає традиційним системам експлуатації, що не містять елементів штучного інтелекту, а значення «1» – майбутнє системи, яка має всі функції, технізовані до рівня інтелектуалізації або вище.

Існуючі ТС мають значення коефіцієнтів $0 \leq K_u < 1$, $0 \leq K_{u\Sigma} < 1$, $0 \leq K_{u\Sigma\eta} < 1$.

Введені показники рівня інтелектуалізації можуть бути використані для оцінювання існуючих ТС, а також для планування рівнів підвищення

ступеня інтелектуалізації транспортних систем, які модернізуються або створюються заново.

При розв'язанні задач оптимізаційного синтезу ці показники можуть виступати як обмеження, або оптимізуватись.

Беручи до уваги той факт, що кількість рівнів інтелектуалізації системи невелика (всього 7), при оптимізації можна вдатись до процедури простого перебору шляхом переходу від системи з мінімальним рівнем інтелектуалізації, оцінюючи при цьому показник, що відображає співвідношення ефективності та затрат.

Для подальшого вирішення задач потрібно підійти до оновлення методу синтезу структур інноваційних ТС. Метод синтезу може бути побудований на викладеному вище підході і дедуктивній схемі отримання всіх можливих рішень як часткових випадків одного найбільш загального випадку, відповідно до третього означення поняття системи при використанні «Універсального розв'язника систем і завдань» (УРСЗ) [181] (рис. 4.21).

Для забезпечення роботи цієї схеми в процесі синтезу інновацій на Державному підприємстві Інститут машин і систем (м. Харків) створено принципово новий метод визначення структур і параметрів, що отримав назву методу спрямованого синтезу [150, 171, 182, 183]. Його суть полягає у визначенні структури системи з застосуванням принципів відповідності функціонального та елементного складів підсистем і спрямованого розвитку системи шляхом переходу від нижчого рівня до вищого. При цьому враховано новий метод виділення атрибутів [184]. Передбачається наявність в системі трьох підсистем, які функціонують паралельно і реалізують основні, допоміжні та інформаційно-управлінські функції.

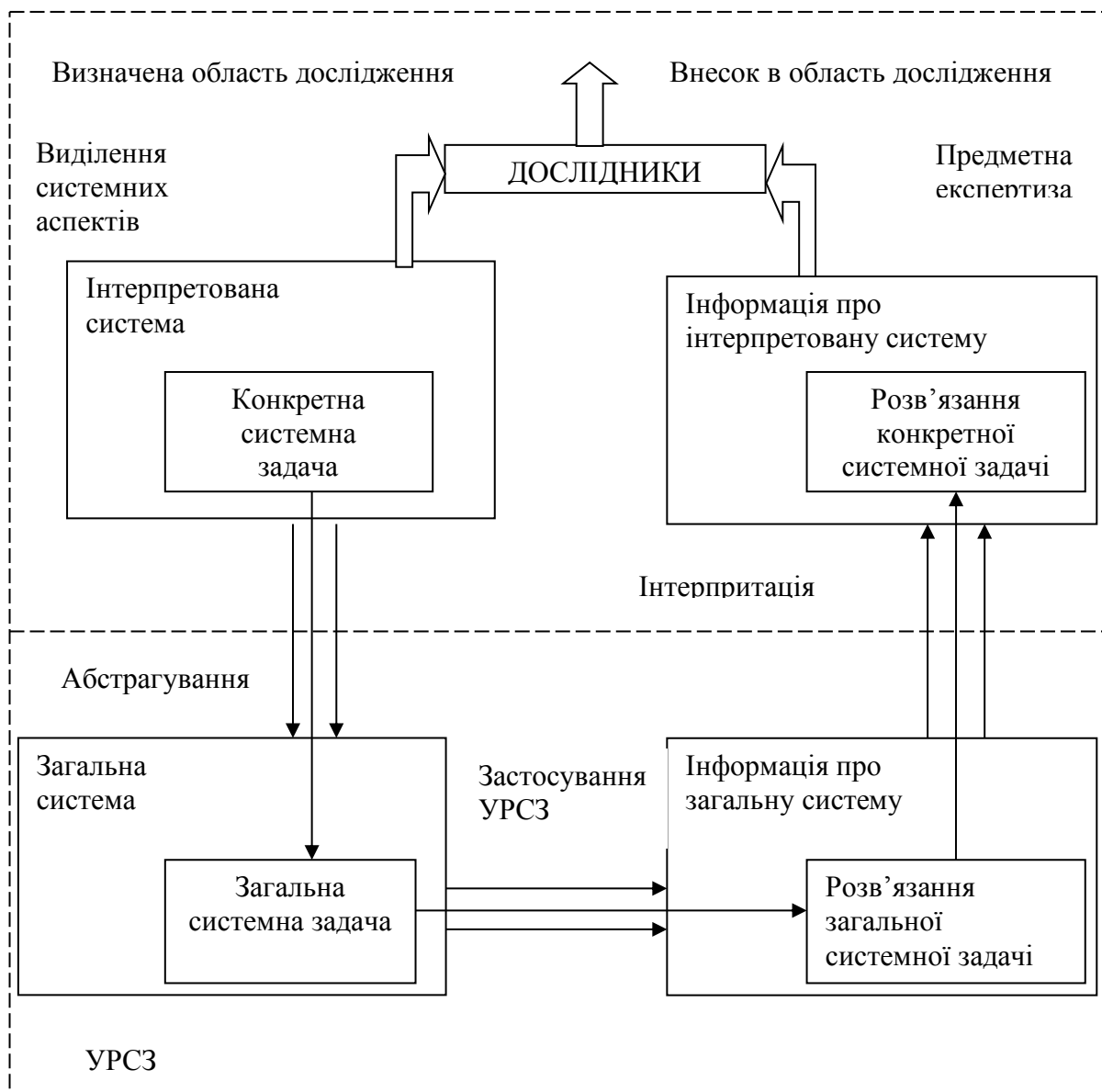


Рисунок 4.21 – Схема застосування третього поняття системи та УРСЗ

Кожному з вищенаведених принципів і умов, залежно від часу, має відповідати своє управління. Напрацювання необхідних функцій і управлінь здійснюється на основі розв'язання пов'язаних між собою окремих завдань оптимізації на кожному ієрархічному рівні надсистеми, системи та підсистем.

Загальна структура системи синтезується відповідно до її призначення та функцій. Вона визначає види елементів, їх кількість і наявність або відсутність зв'язків між ними. Конкретизовані структури забезпечують інформацією, яка дає можливість з необхідним рівнем глибини ідентифікувати

елементи структури і зв'язки між ними в технічній документації на систему, за рахунок використання класифікації і ієрархії класифікацій [185].

Проведення структуризації системи вимагає виділення структур елементарних повнофункціональних підсистем як базових підсистем найнижчого ієрархічного рівня всіх видів техніки [150]. З цією метою можуть застосовуватись різні способи, які відрізняються між собою послідовністю дій, методами отримання інформації та іншими особливостями. В запропонованому дослідженні застосовуються структури, що витікають з уніфікованих структур періодичної системи технічних елементів [143].

Після синтезу конкретизованих структур здійснюється параметризація і конкретизація елементів. З цією метою використовується метод параметризації і конкретизації параметрів інноваційної ТС.

Параметризація може виконуватись з застосуванням різних способів, в основі яких лежить процедура підстановки, згідно з атрибутами, відповідних параметрів, що їх визначають, і які відображають їх сутнісні властивості. При моделюванні геометричних, геометро-кінематичних і кінематичних властивостей предметів одним з ефективних є спосіб мультипараметричних відображень, що був розвинутий Б. А. Перепелицею [186]. Динамічні, міцнісні, теплові, енергетичні, інформаційні та інші властивості можуть моделюватись багатопараметричними відображеннями. Цих груп параметрів, як правило, достатньо для проєктування технічних інновацій [187].

На другому етапі встановлюються співвідношення за вказаними умовами здійсненності системи. При цьому беруться до уваги найбільш загальні фактори, що впливають на оптимізацію (рис. 4.22).

Моделювання цих умов і факторів дозволить отримати конкретні залежності між параметрами. При цьому використовуються рівняння, що відображають структуру елементів, їх кінематику, динаміку, субстанціональні та інші властивості.

Для отримання достатньо повної кількості залежностей, які дають можливість однозначно визначити числові значення параметрів, потрібно

сформулювати існуючі зв'язки елементів системи між собою, а також між елементами та середовищем, з урахуванням реальності системи. В результаті отримуємо систему рівнянь і нерівностей. Для дедуктивних систем цього часто недостатньо.

На третьому етапі за ними здійснюємо визначення діапазонів зміни параметрів шляхом розв'язання отриманої системи.

Розглядаючи конкретизацію параметрів системи, що синтезується, необхідно акцентувати увагу на тому, що, з одного боку, має місце значний вплив структури елементів, що входять до складу системи, на значення параметрів, які підлягають оптимізації, а з іншого боку – значну залежність оптимізованих структур від параметрів та середовища, для яких планується об'єкт. Тому виконувати оптимізацію параметрів підсистем в рамках прийнятої структури з забезпеченням досягнення глобального екстремуму для системи можна лише у випадку розгляду підсистем в складі систем, а системи – в складі надсистеми.

Фактор А	• Світовий поріг знань. Межа між досягненнями та проблемами в загальних і спеціальних знаннях
Фактор Б	• Інвестиційні ресурси
Фактор В	• Наявність базових управлінських і кадрових ресурсів
Фактор Г	• Мотиваційний фактор
Фактор Д	• Поле науково-технічної активності

Рисунок. 4.22. Фактори, що впливають на процес інноваційного розвитку ТС.

Таким чином, вибір комплексно оптимізованої структури може проводитись після параметризації та параметричної оптимізації системи і її елементів. З цією метою доцільно застосувати загальний алгоритм комплексної оптимізації інноваційних ТС.

Далі оптимізації підлягає поведінка системи. Для цього використовується наведена вище класифікація стратегій прийняття управлінських рішень (поведінки інтелектуальних агентів). Методом перебору визначається можливість і доцільність їх застосування в кожному конкретному випадку.

Висновки до розділу 4

За результатами проведених в даному розділі досліджень 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 повинно здійснюватися у відповідності зі сформульованими базовими принципами.

1. Загальна модель формалізованої постановки задачі комплексного структурно-параметричного оптимізаційного синтезу інноваційної транспортної системи має особливість, яка полягає у комплексності з урахуванням обмежень, внесених задіянням людини у діяльність системи.

Загальні положення методу оптимізаційного синтезу інноваційних транспортних систем ґрунтуються на комплексній структурно-параметричній оптимізації, який здатен до забезпечення гранично високої ефективності за параметрами продуктивності процесів з відповідним дотриманням обмежень (на рівень ефективності, безпеки та інші). Загальний алгоритм вирішення задачі системи має характер ітеративного, за якого на початковому етапі

реалізується соціально-гуманітарний синтез, на наступному – природничо-науковий синтез, а на подальших – структурно-параметричний технічний синтез.

2. Головними класифікаційними ознаками систем є ті, що подані базовими атрибутами системи – загальним інформаційним інваріантом. На їх основі побудована загальна класифікація, що містить визначення сфери застосування, функціонального призначення, реалізованих функцій, принципів дії, технологічних рішень, які реалізуються, а також характеристики структур і параметрів.

3. Доцільним є використання інформаційних інваріантів для пошуку області можливих рішень, що дає можливість на кожному етапі створювати необхідні кластери моделей, які є достатніми для цілей розв’язання вирішення.

4. Метод комплексної оптимізації інноваційних транспортних систем дозволяє вирішити завдання створення елементів транспортної системи, та передбачає структурне та параметричне моделювання й відшукування необхідного ефективного рішення з-поміж множини можливих рішень при врахуванні умов і обмежень реалізації життєвого і більш високих циклів технічних систем. Головною відмінністю запропонованого підходу до спрямованого алгоритмічного синтезу конкретизованих функцій та структур об’єктів комплексу є спрямоване формування та конкретизація структур комплексу і формалізована поетапна їх параметризація.

5. Результати досліджень опубліковані в наступних роботах [19, 112, 133, 154–156].

РОЗДІЛ 5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНО ОПТИМІЗОВАНИХ ІННОВАЦІЙНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Підвищення рівня ефективності та якості ТС при їх комплексній оптимізації забезпечується, зокрема, і за рахунок використання елементів штучного інтелекту при технізації основних, допоміжних та управлінських функцій.

Метою цього розділу є використання методології, запропонованої в попередніх розділах дисертаційної роботи, для синтезу елементів ТС з наперед заданими параметрами, які необхідні для забезпечення надсистемних потреб.

Запропонована методологія відкриває широкий набір інструментарію для вирішення проблем підвищення ефективності функціонування ТС та її елементів. Одним з важливих напрямків є вдосконалення процесу міжнародних вантажних і пасажирських перевезень.

З точки зору глобалізації економіки та ефективної інтеграції економіки України до цього процесу, підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень має вирішальне значення.

Водночас, в процесі інтеграції України до ЄС формування єдиного соціально-економічного, культурного, освітнього простору, як і інтеграція ринків праці, є ключовою задачею євроінтеграційних процесів. Тому ефективність процесів міжнародних пасажирських перевезень також є актуальною задачею.

Основною причиною зниження продуктивності міжнародних перевезень є простой, викликані необхідністю проведення контрольних операцій.

В частині залізничного транспорту складність реалізації міжнародних перевезень і підвищення пропускної спроможності проблемним питанням є різні технічні стандарти і регламенти, які не дають можливості

безперешкодного руху. Тому вирішення проблеми інтероперабельності є актуальною науково-прикладною задачею.

Потрібно зазначити, що просте збільшення кількості пунктів пропуску через державний кордон України не може розглядатись як повноцінний варіант з таких причин:

- зазначене вимагатиме значних інвестицій в інфраструктуру;
- інфраструктура має створюватись як з боку України, так і з боку суміжної держави, що значно ускладнює процес і може розтягнутись на десятки років;
- часто таке розширення ускладнюється місцевими умовами: гірський рельєф, природні перешкоди (ріки), що вимагає створення високовартісних штучних споруд.

У цьому зв'язку запровадження інноваційних технологій для підвищення пропускнуєї спроможності є безальтернативним шляхом.

Основним інструментом підвищення ефективності міжнародних перевезень є скорочення простоїв, які виникають через необхідність проведення перевірок і контрольних процедур. Саме скорочення простоїв є значним резервом підвищення ефективності міжнародних перевезень пасажирів і вантажів.

Використання інноваційних технологій для скорочення простоїв полягає в нижчевикладеному:

- формування повноцінних систем електронного документообороту, що дозволить забезпечити паралельне та завчасне оформлення документів;
- електронні черги, що дозволяють забезпечити прибуття у пункти пропуску у чітко визначений час;
- системи вантажообміну високої та надвисокої продуктивності для забезпечення перевантажувальних операцій при здійсненні міжнародних залізничних вантажних перевезень тощо.

Розроблена методологія дає можливість синтезувати структури та параметри відповідних елементів системи для забезпечення заходів з підвищення ефективності виконання перевезень пасажирів та вантажів у міжнародному сполученні.

5.1. Структурний синтез інноваційних елементів системи мультимодальних перевезень з підвищеними параметрами продуктивності та швидкодії

Розглядаються 1-й та 2-й шляхи забезпечення необхідних властивостей елементів ТС. Вихідними даними для синтезу є атрибути системи, задані таблицею 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для структурного синтезу інноваційних елементів у складі системи контейнерних перевезень із розширеними основними функціями

Ч.ч.	Назва атрибуту	Значення атрибутів
1	2	3
1	Сфера застосування	Наземна
2	Призначення	Перевезення вантажів
3	Функції: - основні; - управлінські; - допоміжні	Перевезення вантажів Автоматизоване управління Підготовчі (завантаження), завершальні (розвантаження), забезпечення енергетикою, підтримка життєдіяльності, підтримка екологічних показників, інформаційна (забезпечення зв'язку)
4	Кількісні характеристики функцій – вантажні	2
5	Технологічні процеси: - зміна в часі; - суміщення	Циклічні безперервні Паралельна робота допоміжних функцій
6	Принципи дії	Без спеціальних обмежень
7	Структура	Відповідають вимогам надійності та автоматизованому рівню управління
8	Параметри	Відповідають типовим режимам руху транспорту

Сучасний тренд розвитку транспорту полягає у швидкому розвитку мультимодальних перевезень загалом і контрейлерних перевезень зокрема, і наразі 2/3 вантажених перевезень у міжнародному сполученні здійснюються за допомогою таких перевезень.

На сьогодні в нашій країні має місце деяке відставання розвитку транспортної інфраструктури та технологій, зокрема й мультимодальних, що негативно впливає на транспортну складову собівартості продукції та на структуру ВВП.

Комбіновані перевезення передбачають інтеграцію в єдину ТС засобів автомобільного та залізничного транспорту. Ці перевезення – спосіб отримання максимального ефекту від найкращих якостей різних видів транспорту: мобільність, швидкість і доступність автомобільного транспорту з надійністю, екологічністю, всепогодністю, високопродуктивністю та безпекою залізничного [188]. Загалом, питання поширення контрейлерних перевезень потрібно розподілити на три групи завдань та заходів, що зображені на рис. 5.1.

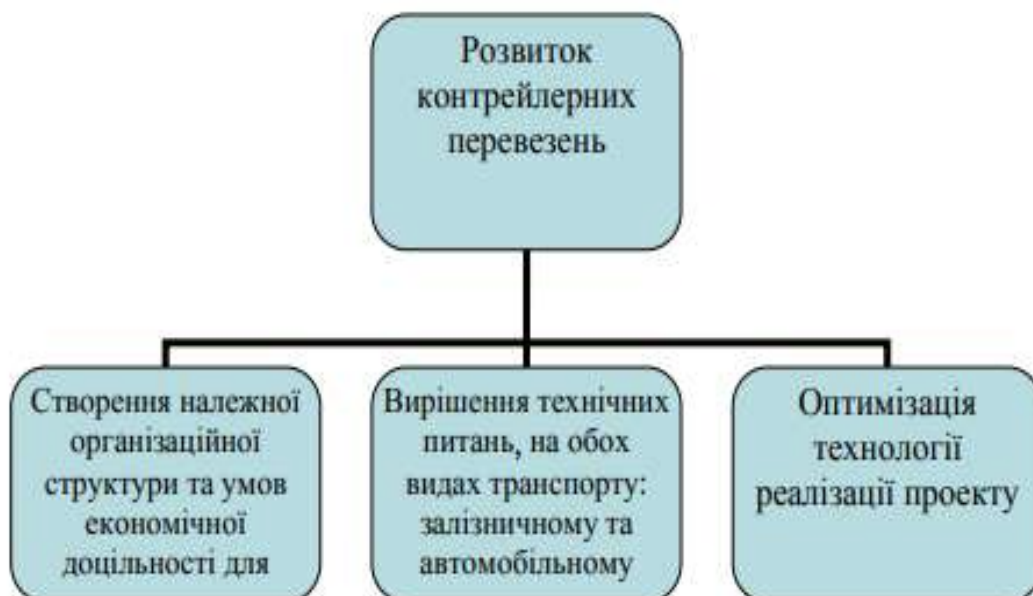


Рисунок 5.1 – Завдання і заходи розвитку контрейлерних перевезень

Зазначені переваги є актуальними для України, особливо в частині негативного впливу автомобілів з великими показниками навантаження на вісь на стан автомобільних доріг [189].

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.

Для формування оптимальної мережі терміналів та мережі маршрутів контрейлерних перевезень потрібно запровадити такі показники (рис. 5.2.):

S_{rail} – протяжність плеча залізничного транспорту;

S_{road1} , S_{road2} – протяжності початкового та завершального відрізків обслуговування автомобільним транспортом;

S_{dir} – протяжність при використанні автомобільного сполучення.

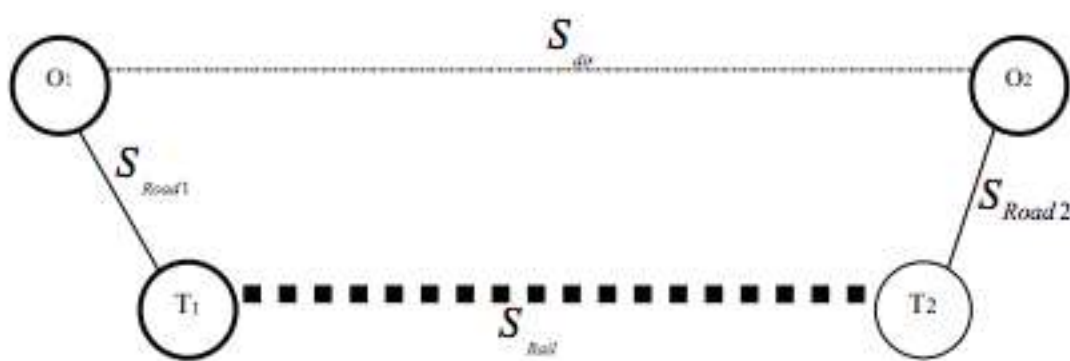


Рисунок 5.2 – Структурна схема організації контрейлерних перевезень:

O_1 , O_2 – формування вантажопотоку; T_1 , T_2 – контрейлерні термінали

В цьому випадку загальна протяжність контрейлерного маршруту визначатиметься за формулою

$$S_{total} = S_{road1} + S_{road2} + S_{rail}. \quad (5.1)$$

При цьому коефіцієнт контрейлеризації (5.2):

$$k_{kontr} = \frac{S_{rail}}{S_{total}}. \quad (5.2)$$

На сьогодні детально опрацьовані технічні та організаційні аспекти контрейлерних перевезень. З метою ефективного функціонування системи таких перевезень потрібно забезпечити достатню швидкість перевезень залізничною частиною маршруту: система працюватиме лише тоді, коли контрейлерні поїзди за добу долатимуть не менше 1000 км, а цього можна досягти шляхом використання рухомого складу з допустимою швидкістю до 140 км/год. Такий рухомий склад має будуватись на базі візків із покращеними динамічними якостями. На сьогодні існує рухомий склад, що задовольняє такі вимоги [188]. В нашій країні були розроблені та реалізовані проекти, завдяки яким сформовано парк спеціальних вагонів, який наразі сконцентровано в УГЦТС «Ліски». Цей парк становлять модернізовані платформи моделі 13-9004М та платформи нового типу моделі 13-4095.

Важливо коректно визначити технічні вимоги до рухомого складу автомобільного транспорту, який використовується в процесі контрейлерних перевезеннях, зокрема до системи кріплення вантажу. Тут важливу роль відіграють такі параметри:

1. Габаритні розміри рухомого складу;
2. Надійність кріплення елементів рухомого складу та вантажу.
3. При перевезенні сипучих вантажів – забезпечення спеціального накриття;
4. Забезпечення стабільної роботи допоміжного обладнання автомобілів під час перевезень;
5. Використання захисних чохлів.

До організаційних вимог належать:

- 1 – розвинена мережа регулярних контрейлерних перевезень;

2 – прийнятна регулярність перевезень.

В контексті регулярності перевезень необхідним є призначення щоденного курсування контрейлерних поїздів згідно з розробленими графіками. З організаційної точки зору доцільно розглянути питання створення національного оператора контрейлерних перевезень, що виконуватиме такі функції:

- управління та координації контрейлерних перевезень;
- оператора контрейлерних перевезень;
- підтримки системи замовлення та оплати перевезень;
- юридичний супровід, страхування перевезень.

Основними критеріями якості є:

- швидкість та точність;
- продуктивність;
- безпека та схоронність;
- безвідмовність.

Поточні умови воєнного стану визначають п'яту категорію, яку умовно можна визначити як живучість ТС [190].

Потрібно звернути увагу, що окремі показники знаходяться в протиріччі між собою. Так, при підвищенні гнучкості потенційно знизяться як продуктивність, так і швидкість.

Чинні Правила технічної експлуатації залізниць України [191] обмежують швидкість курсування вантажних поїздів на рівні 90 км/год. При встановленні швидкостей руху для контрейлерних поїздів 120 км/год. можна подолати за добу 1200 км, однак це потребує вирішення низки питань технічного і організаційного характеру.

Аналогічні виклики постали перед операторами в європейських країнах. Це поставило питання технічного вирішення задачі організації обміну вантажем на проміжних станціях. Відповідні рішення були знайдені [192]:

- RoLa (Rollende Lanrstrasse) на платформах зі зниженою підлогою методом навантаження-розвантаження

- Ro-Ro (roll-on-roll-off),
- Flexiwaggon (Швеція),
- CargoBeamer (Німеччина),
- CargoSpeed (Велика Британія),
- Modalohr (Франція),
- MegaSwing (Швеція).

Але всі зазначені системи мають окремі недоліки, які обмежують практичне їх застосування в нашій країні, а саме: вимоги до високого ступеня механізації рухомого складу (це, в свою чергу, зумовлює вимоги до інфраструктури, персоналу, його кваліфікації тощо) та застосування підйомно-транспортного обладнання.

Вищезгадане породжує завдання створення інноваційної ТС для контейнерних перевезень. При цьому гранично ефективні значення її характеристик можуть бути досягнуті при постановці і розв'язанні дедуктивним методом спрямованого синтезу в рамках комплексної структурно-параметричної оптимізації.

Синтез комплексно оптимальної ТС передбачає дотримання таких положень:

- а) передбачення можливості визначення повної області можливих рішень щодо структури параметрів;
- б) розгляд системи та її розвитку в межах усіх етапів ЖЦ і більш високих за ієрархією циклів;
- в) застосування моделей і алгоритмів достатньої загальності.

Перелік заходів, що найчастіше використовуються для забезпечення кожного з перелічених у табл. 5.2 способів, показані в табл. 5.3. При цьому позначення класів способів в таблицях 5.2 і 5.3 збігаються.

Заходи розроблені на основі загальних підходів теорії машин і механізмів [177] і досвіду вирішення завдань автоматизації [150, 193] та з урахуванням особливостей сучасних транспортних технологій.

Конкретизацію структур інноваційної ТС для контрейлерних перевезень можна забезпечити з використанням запропонованих методів підвищення швидкодії та ефективності.

Найбільш ефективним заходом підвищення продуктивності ТС є перехід від дискретних до неперервних процесів. При тому існуючі способи контрейлерних перевезень носять дискретний характер. Наприклад, операції з вантажообміру виконуються лише на початковій та кінцевій точках маршруту. На маршруті прямування такі операції не здійснюються.

Аналогічна ситуація з регулярністю сполучення. Недостатня регулярність має наслідком хвилеподібне відвантаження та приймання вантажів.

Тож збільшення частоти курсування контрейлерних поїздів та виконання вантажообміну на проміжних станціях фактично є переходом до квазібезперервності, що зробить систему більш ефективною, продуктивною та швидкою.

Таблиця 5.2 – Множина способів підвищення продуктивності (швидкодії) складних систем

Підхід	Об'єкт	Спосіб
1	2	3
Усунення	простоїв	уникнення простоїв
	допоміжних функцій	уникнення допоміжних функцій
Мінімізація	простоїв	зменшення простоїв
	допоміжних функцій	зменшення тривалості допоміжних функцій шляхом їх інтенсифікації
	основних функцій	зменшення тривалості основних функцій шляхом їх інтенсифікації
Об'єднання	простоїв	об'єднання простоїв
	допоміжних функцій	об'єднання допоміжних функцій
	основних функцій	поєднання основних функцій

Таблиця 5.3 – Заходи, найчастіше використовувані для забезпечення способів підвищення продуктивності ТС

Клас способу	Заходи реалізації способу
1	2
1	Перехід від дискретних до неперервних процесів.
2	Використання технологій, що працюють без допоміжних дій (самоорганізують такі дії).
3	Підвищення надійності. Мінімізація простої через організаційно-технологічні фактори.
4.1.	Збільшення швидкодії агрегатів і вузлів, що реалізують допоміжні функції. Оптимізація режимів виконання допоміжних функцій.
4.2	Мінімізація допоміжних функцій, зменшення тривалості неробочих рухів (дій, ходів). Зменшення кривизни траєкторій виконавчих механізмів, агрегатів і вузлів, що реалізують допоміжні дії.
5.1	Підвищення швидкодії механізмів, агрегатів і вузлів, які реалізують основні дії.
5.2	Використання мінімальних довжин траєкторій мінімальної довжини для об'єктів, які виконують основні функції
6	Оптимізація робочих циклів
7	Паралелізація допоміжних функцій
8	Збільшення концентрації функцій органів машини

При спробі 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.

В світі такий підхід успішно діє [192]. Водночас такі підходи є неприйнятними для України з огляду на їх вартість, складність, низьку надійність тощо. Більш того, в згаданих аналогах реалізовано зміни конструкції рухомого складу.

Для нашої країни удосконалення конструкції доцільно здійснювати саме стосовно об'єктів інфраструктури. Це дозволить більш ефективно забезпечити їх експлуатацію та ремонт. Більш того, це дозволить уникнути

зростання вартості ЖЦ та не допустити зниження надійності залізничного рухомого складу.

Таким чином, виникає задача розробки конструкції пристроїв, що дозволять забезпечити вантажообмін на проміжних станціях. Вимоги до конструкції:

1. Здійснення вантажообміну без виконання маневрів;
2. Швидкодія;
3. Допустимість для будь-якої конструкції;
4. Паралельне виконання операцій;
5. Достатній рівень механізації та автоматизації.

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.

Прототипом конструкції є поворотний круг (рис. 5.3).

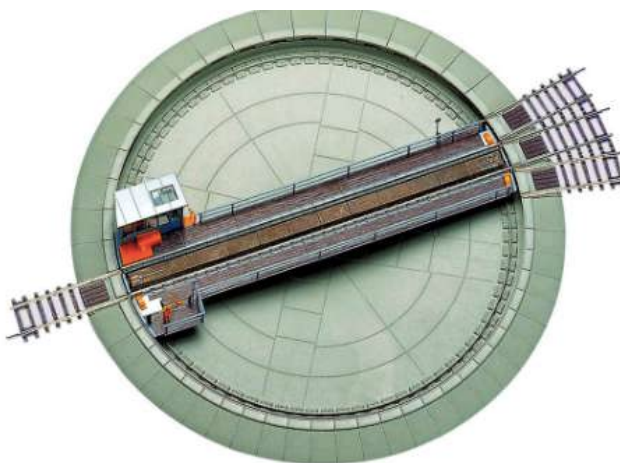


Рисунок 5.3 – Залізничний поворотний круг

Для забезпечення способу, потрібно виконати дві дії:

- 1 Поворот для суміщення осей платформи та під'їзної дороги;
- 2 Пониження для суміщення рівнів платформи і 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 сталеві ферми – повздовжнє переміщення у вертикальному напрямку та обертання навколо осі. Водночас вертикальне навантаження на шкворневий вузол практично відсутнє.

Навантаження від ферми несуть два шарнірно закріплені 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 належать: 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). Він 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 здійснюватись за максимально короткий час з урахуванням обмежень.

Одним з методів зменшення динамічних навантажень є використання синусоїдального профілю опорних рейок, що дасть можливість забезпечити мінімальну вертикальну швидкість на початковому та кінцевому етапах робочого ходу.

Оптимальною величиною кута між осями автомобільного під'їзду та залізничної колії є 45° , що дасть можливість забезпечити оптимальну траєкторію під'їзду автотранспортних засобів. При цьому досягатиметься оптимальне використання площі території терміналу (рис. 5.4).

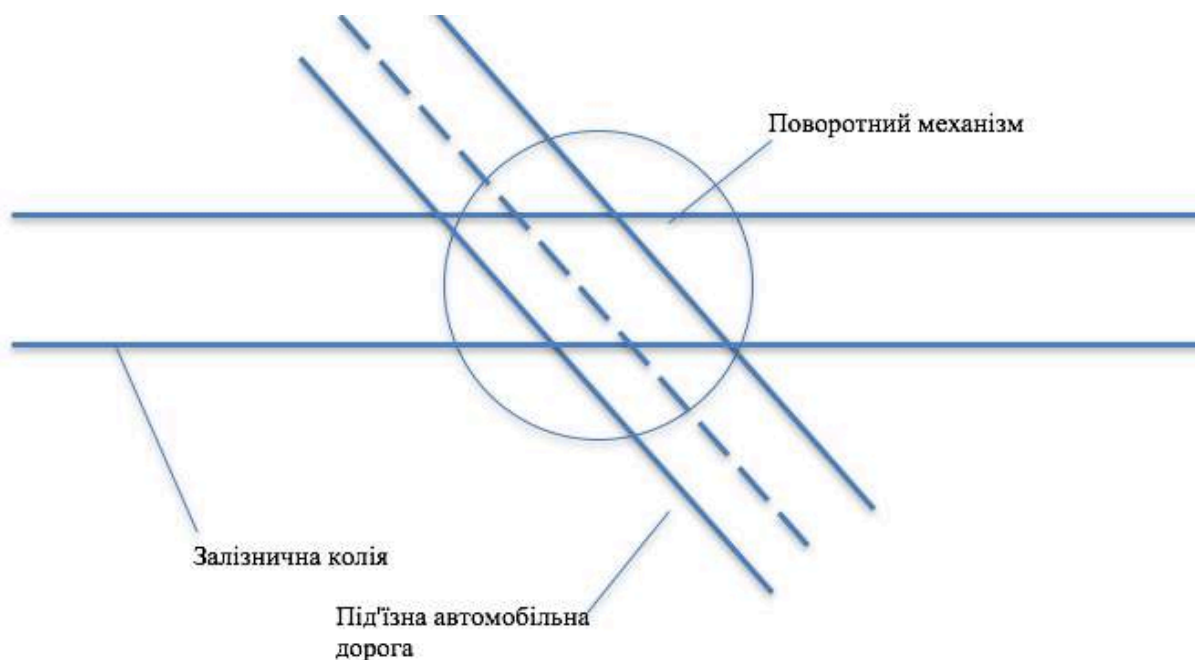


Рисунок 5.4 – Принципова схема організації вантажообміну контрейлерних поїздів

Як зазначено вище, усунення операцій є одним із способів підвищення швидкодії. В нашому випадку такою операцією є відчеплення поїзного локомотива, ця операція займає до 20 хвилин і є причиною значного сповільнення. До того ж, існуюча схема обробки вантажів вимагає проведення маневрових робіт.

Таким чином, використання запропонованої схеми дозволить:

- Скоротити час на проведення вантажообмінних операцій з декількох годин до часу менше години (за умови належної організації);
- Видмовитись від залучення маневрових локомотивів (скорочення витрат, зменшення трудомісткості операцій);
- Створити передумови для ддоадткової механізації та автоматизації процесів;
- Створити можливість здійснення вантажообмінних операцій на проміжних станціях курсування контрейлерних поїздів без їх суттєвого сповільнення.

Зазначені пристрої підлягають влаштуванню на контейнерних та контрейлерних терміналах, вантажних дворах станцій в населених пунктах,

які формують вантажопотік (у вантажоутворювальних вузлах) за маршрутами курсування. Конкретні пункти для влаштування терміналів обираються на основі планування маршрутів контейнерних поїздів на основі детального аналізу наявних вантажопотоків в врахуванням перспектив їх збільшення.

Для приведення групи вагонів в рух використовується система лебідок.

Запропонована система дозволяє відмовитись від використання маневрових локомотивів і забезпечити швидкодійний процес вантажообміну контейнерних поїздів, що значно розширює можливості їх застосування.

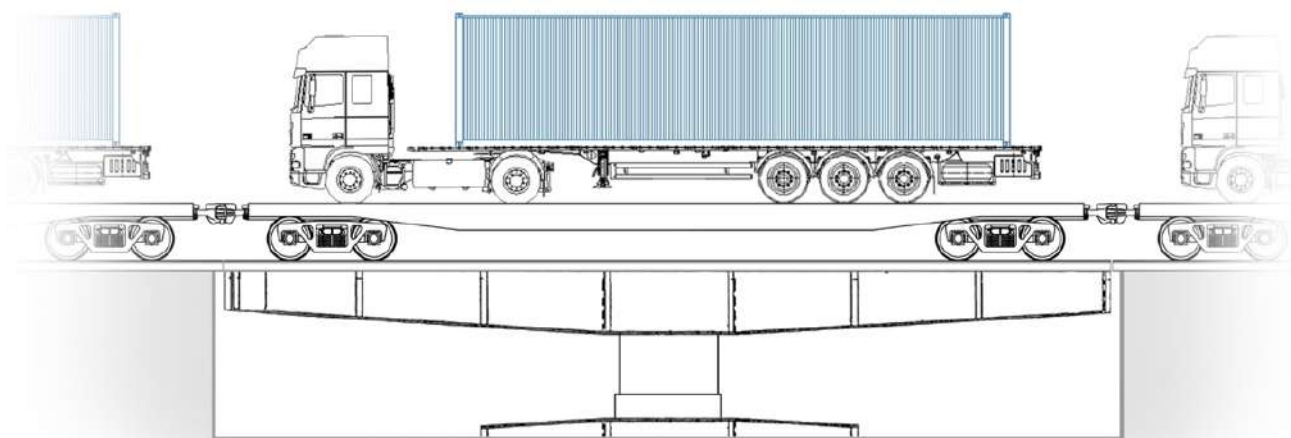


Рисунок 5.5 – Пристрій для організації вантажообміну контейнерних поїздів у транспортному положенні

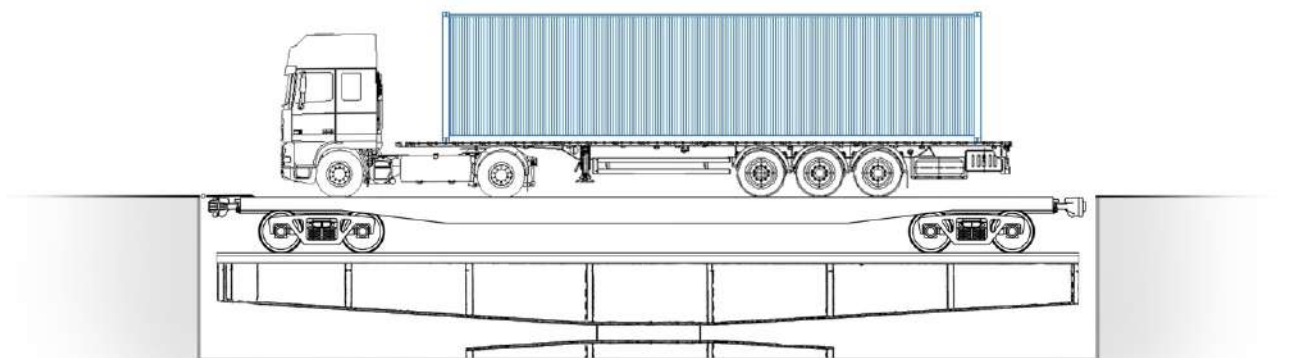


Рисунок 5.6 – Пристрій для організації вантажообміну контейнерних поїздів у положенні вантажообміну

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

$$\Omega = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^{U+P} \sum_{k=1}^R S_{ijk} N_{ijk} \rightarrow \min, \quad (5.3)$$

При цьому застосовуються обмеження

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^{U+P} \sum_{k=1}^R N_{ijk} \leq Q_{ik}, \forall i \in [1, W] \\ \sum_{i=1}^W \sum_{k=1}^R N_{ijk} \leq Q_{jk}, \forall j \in [1, P] \\ \sum_{i=1}^W \sum_{k=1}^R N_{ijk} \leq \sum_{l=1}^U \sum_{k=1}^R M_{ijk}, \forall j \in [1, P] \end{array} \right., \quad (5.4)$$

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 АТЗ 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 в вантажах у j -го вантажоотримувача;

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

Запроваджені обмеження (5.4) інформують про наявність навантажених контрейлерів у вантажовідправника, визначають потребу у вантажах у вантажоотримувача та дозволяють визначити пропускну спроможність відповідного контрейлерного терміналу. Уточнювальною інформацією щодо обмежень на контрейлерні вантажопотоки є параметри переробної спроможності терміналів, автомобільних доріг, залізничних

дільниць і вузлів тощо.

Процес вантажообміну передбачає послідовне виконання операцій, в той же час існує можливість паралельного виконання низки 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.

Водночас, вантажонапружені станції зіштовхуватимуться з великим вантажопотоком, що потребує знаходження рішень, які дозволять прискорити виконання операцій для недопущення збільшення маршрутних швидкостей контейнерних поїздів.

Прикладом такого рішення може бути паралельне виконання операцій на декількох вагонах одночасно, для чого потрібно забезпечити паралельне функціонування декількох поворотних ферм.

Всі процеси мають бути механізованими та, за можливості, автоматизованими. До складу інтелектуальної системи управління мають входити такі підсистеми:

- управління рухом залізничного рухомого складу;
- управління рухом автомобільного рухомого складу;
- управління механізмом забезпечення вантажообміну.

Зазначені підсистеми працюють як єдиний цілісний інформаційний простір. Запропонований на рис. 5.7 підхід до збільшення продуктивності терміналу має реалізовуватись на станціях великих міст, а також на потужних вантажоутворювальних пунктах.

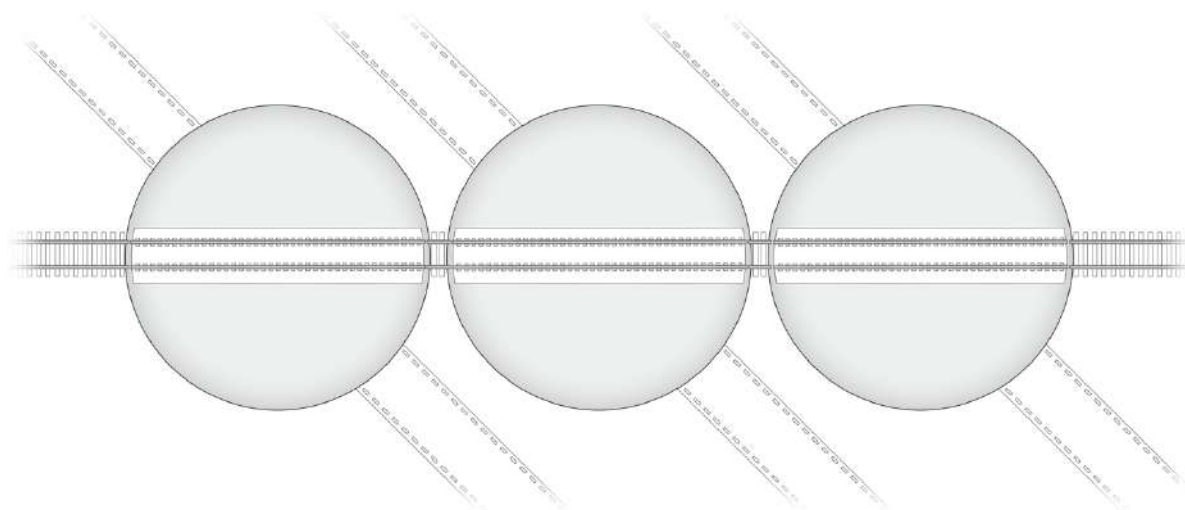


Рисунок 5.7 – Підхід до збільшення продуктивності терміналу

Окрім того, одним із способів підвищення ефективності мультимодальних перевезень є розробка інноваційного методу кріплення контейнерів у складі контейнерних поїздів з метою максимізації ваги контейнерного поїзда при умові досягнення ним максимальних параметрів довжини состава [228]. Це дозволить підвищити показники ефективності мультимодальних перевезень.

На сьогоднішній день в парку вагонів, що використовуються для перевезень вантажів в Україні, наявні фітингові платформи, які класифікуються відповідно: 40, 60 та 80-футові платформи [228]. Основні їх характеристики наведені в табл. 5.4.

На сьогодні існує широка номенклатура моделей фітингових платформ, не наведених в табл. 5.4. Однак, їх параметри є близькими до наведених вище, і різниця не є принциповою для цілей даної статті.

Таблиця 5.4. Основні технічні характеристики фітингових платформ

	Фітингові платформи					
	40-футові		60-футові			80-футові
1	2	3	4	5	6	7
Модель	13-4012-45	13-4085-01	13-9004	13-470	13-4117	13-7024
Вантажопідйомність, т	70	72	65	60	72	71,2
Маса тари, т	21	20	26	22	20,6	22,3
Довжина по осям автозчепок, мм	14620	14620	19620	19620	19720	25620
Довжина по кінцевим балкарами, мм	13400		18400	18400	18500	24456
Максимальна ширина, мм	2870	2870	2870	2500	2924	2727
Висота від УГР максимальна, мм	1400		1722	1365	1864	1910
- До рівня підлоги, мм	1310	1335	1322	1275	1290	
Кількість осей	4	4	4	4	4	4
Підлога:						
Довжина, мм	13300		18300		18500	
- Ширина, мм	2770		2870		2400	
- Площа, м ²	36,8		52,5	46	44,4	
Кількість упорів для кріплення контейнерів, шт	12	12	24	24	20	28

В роботі [228] проаналізовано вимоги нормативних документів до контейнерів, призначених для транспортування вантажів залізничним транспортом. Зокрема, наведено класифікацію контейнерів та їх основні геометричні параметри, які жорстко регламентуються нормативними

документами. В табл. 5.5 наведено основні геометричні параметри контейнерів залежно від їх типу.

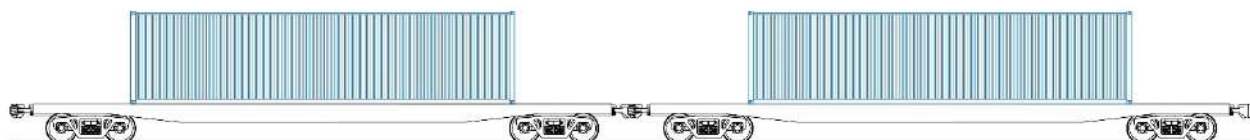
Таблиця 5.5. Геометричні характеристики фітінгових платформ.

Тип вантажних контейнерів	Номінальна довжина	
	Мм	Фут
1	2	3
1EEE, 1EE	13716	45
1AAA, 1AA, 1A, 1AX	12192	40
1BBB, 1BB, 1B, 1BX	9125	30
1CC, 1C, 1CX	6058	20
1D, 1DX	2991	10
Примітки:		
1. Контейнери мають постійну ширину – 2438 мм (8 футів) 2. Контейнери 1EEE, 1AAA та 1BBB мають висоту 2896 мм (9 футів 6 дюймів) 3. Контейнери 1EEE, 1AAA та 1BBB мають висоту 2896 мм (9 футів 6 дюймів) 4. Контейнери 1EE, 1AA, 1BB та 1CC мають висоту 2591 мм (8 футів 6 дюймів) 5. Контейнери 1A, 1B, 1C та 1D мають висоту 2438 мм (8 футів) 6. Контейнери 1AX, 1BX, 1CX та 1DX мають висоту менше ніж 2438 мм (8 футів) 7. Літера «X» в маркуванні контейнера не має спеціального призначення, вона вказує на те, що значення висоти контейнера варіюється в межах від 0 до 2438 мм (8 футів)		

В загальному випадку при організації масових контейнерних перевезень (окрім випадків спеціально організованих перевезень, в яких курсує спеціально підібраний рухомий склад та використовуються виключно однотипні контейнери) потік контейнерів та рухомого складу є стохастичним процесом. У зв'язку із цим складною (а на практиці в даний час такою, що не може бути реалізована) є задача оптимального підбору рухомого складу для перевезення контейнерів відповідних типорозмірів. Внаслідок цього виникає проблема нераціонального використання вантажопідйомності рухомого складу і як наслідок – зниження ефективності перевезень. Детально ситуація зображена на рисунку 5.8.



А)



Б)

Рисунок 5.8. Приклад нераціонального використання рухомого складу внаслідок неоптимального підбору рухомого складу для перевезення контейнерів. А – натуральний вигляд, Б – схематичне зображення

В роботі [228] описані відомі в світі підходи до вирішення проблеми оптимального використання вантажопідйомності рухомого складу та максимального використання показника навантаження на вісь при організації контейнерних перевезень. Типовими є наступні підходи:

- Використання платформ з пониженим рівнем підлоги для навантаження контейнерів в два яруси (Контейнерні вагони "Double-stack", Рис. 5.9). Такий підхід широко використовується на залізницях Північної Америки, водночас, в Україні у зв'язку із прийнятими габаритами такий варіант реалізувати неможливо;
- Використання зчленованих вагонів-платформ, що зчленовані вузлом SAC-1 компанії Cardwell Westinghouse (США), рис. 5.10.



Рисунок 5.9. Контейнерні вагони "Double-stack", TTX Company



Рисунок 5.10. Зчленований вагон-платформа, що зчленовані вузлом SAC-1 компанії Cardwell Westinghouse (США)



Рисунок 5.11. Модернізація двох платформ типу 13-470 із встановленням вузла зчленування для перевезення 3-х контейнерів (тип 13-470-01)

Використання зчленованих вагонів-платформ дозволяє в певному наближенні вирішити питання максимізації використання параметрів вантажопідйомності рухомого складу та наванатження на вісь. При цьому, такий підхід має три цілком актуальних недоліки:

1. Використання таких вагонів ускладнене зниженням маневреності, що знижує гнучкість всієї системи контейнерних перевезень. Тому їх широке використання доцільно на напрямках зі значним стабільним вантажопотоком в рамках перевезень point-to-point;

2. Масове застосування такого рухомого складу потребує значних капіталовкладень як у сам рухомий склад, так і в формування спеціалізованої виробничо-технологічної бази, необхідної для їх експлуатації, ТО та ремонту.

3. Модернізація з використанням двох наявних платформ із встановленням вузла зчленування є більш економним варіантом у порівнянні з закупівлею нових платформ, проте воно також знижує маневреність, оскільки унеможлиблює роздільне використання цих двох платформ за необхідності.

З врахуванням вищезазначених недоліків, цей підхід доцільно розглядати як варіант розв'язання задачі в довгостроковій перспективі. Більш того, цей варіант не вирішує питання корисного використання простору над автозчіпними пристроями. Слід звернути увагу, що використання простору над автозчіпними пристроями дозволяє підвищити показник використання дожини составу від 5% у випадку використання 80-футових платформ до 8% при використанні 40-футових платформ.

Одним із можливих рішень для максимізації використання параметрів вантажопідйомності рухомого складу та навантаження на вісь при здійсненні масових контейнерних перевезень може бути використання інноваційного механізму кріплення контейнерів на залізничному рухомому складі. Основна ідея підходу полягає в тому, що навантаження від контейнера розподіляється одночасно на два суміжні вагони, тобто один кінець контейнера закріплюється на одному вагоні, а інший на іншому (рис. 5.12). При цьому запропонований метод дозволяє використовувати існуючий парк фітингових платформ без необхідності внесення змін до конструкцій вагонів.

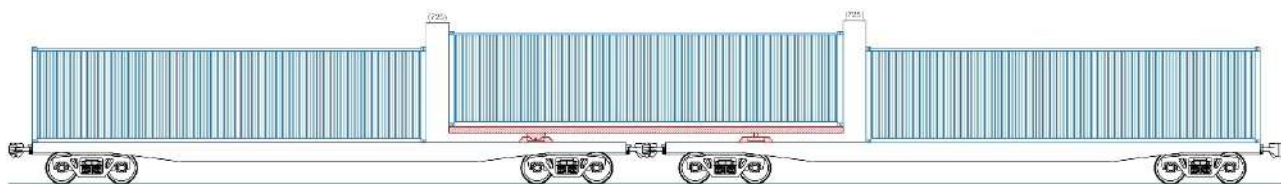


Рисунок 5.12. Принципова схема навантаження контейнерів на вагони методом подвійного навантаження

З метою забезпечення подолання горизонтальної (рис. 5.13) та вертикальної (рис. 5.14) кривих має бути застосована проміжна платформа з двома рухомими кронштейнами. Особливістю такого кріплення є те, що один

кінець кріпиться жорстко, забезпечуючи лише можливість шарнірного коливання навколо поперечної та вертикальної осей (тобто, має 2 ступені свободи), а кріплення другого кінця забезпечує можливість повздовжнього та поперечного переміщення, а також коливання навколо поперечної та вертикальної осі, тобто має 4 ступені свободи.

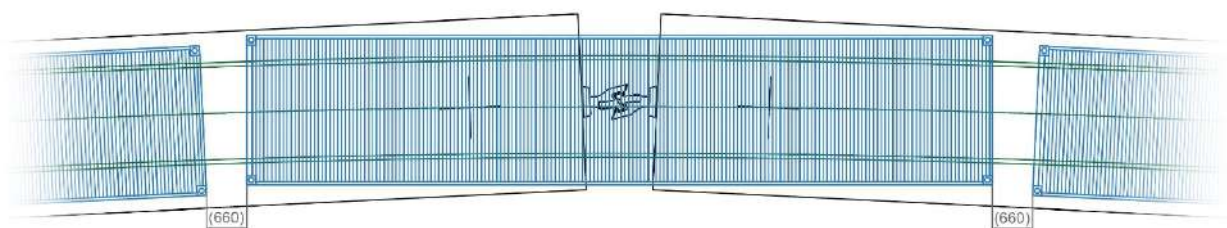


Рисунок 5.13. Вписування в горизонтальну криву при використанні інноваційної системи кріплення контейнерів

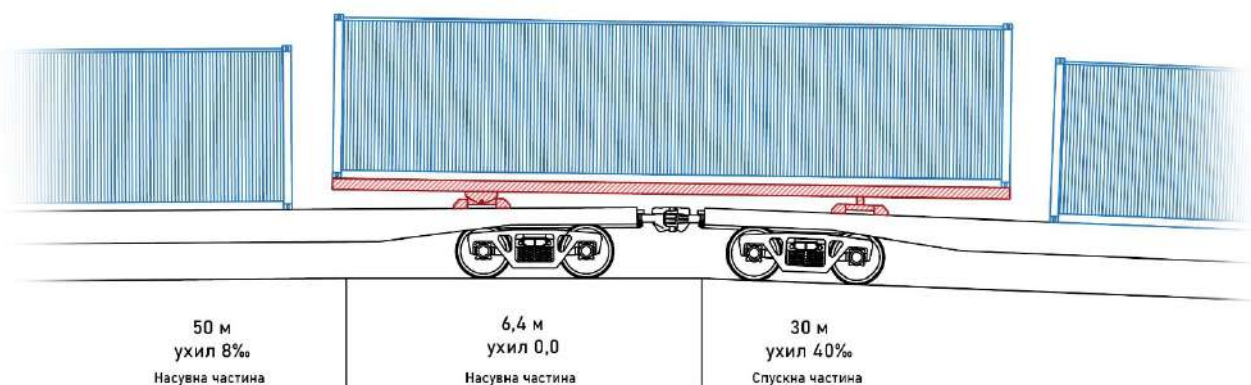


Рисунок 5.14. Вписування у вертикальну криву при проїзді гірки

За допомогою моделювання геометричних розмірів було встановлено, що контейнери, закріплені на фітингових платформах, не порушують встановлених параметрів габариту Т (рис. 5.15).

Виконаємо перевірку геометричних параметрів запропонованої системи кріплення контейнерів на фітингових платформах на рахунок дотримання меж габариту, встановлених відповідними стандартами при проїзді кривих радіусом 160 м (що допускається для колій дільниць навантаження) згідно методики.

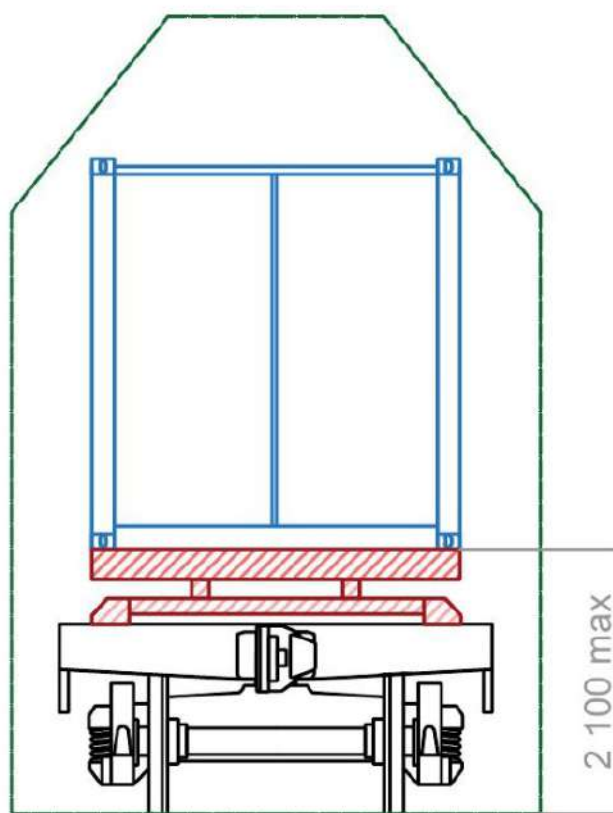


Рисунок 5.15. Вписування навантажених вагонів в габарит Т.

Розглянемо запропоноване розміщення контейнера на поворотній платформі як часний випадок перевезення крупногабаритного вантажу з опорою на два вагони (рис. 5.16).

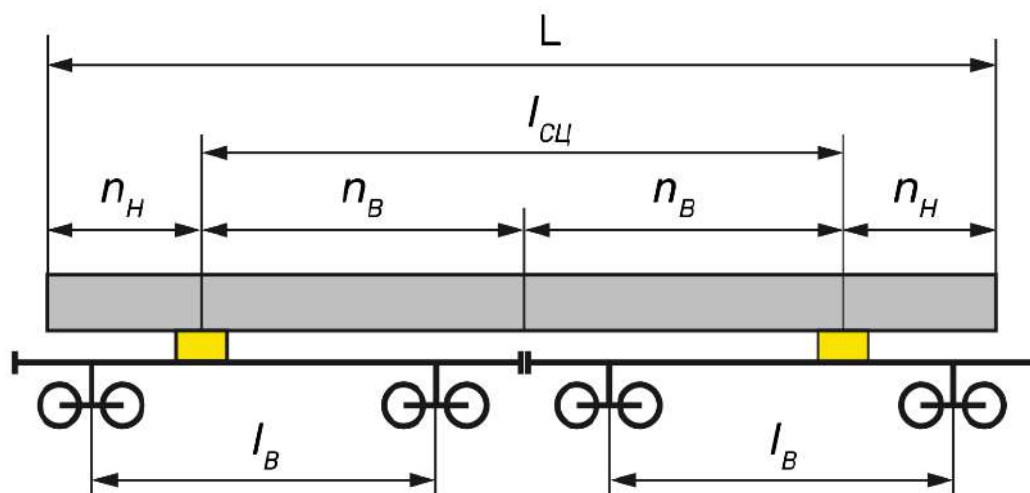


Рисунок 5.16. Схема геометричних параметрів для розрахунку вписування в габарит вантажу з опорою на два вагони.

Для розрахунку вводяться параметри обмеження ширини вантажу із вархуванням його зміщення всередину (f_v) та наружу (f_n) кривої. Величини даних параметрів у мм визначаються за формулами (5.5) та (5.6) відповідно.

$$f_v = 500/R (l_{\text{сц}} - n_v) n_v - 105; \quad (5.5)$$

$$f_n = 500/R (l_{\text{сц}} + n_n) n_n - 105 + K; \quad (5.5)$$

де 105 — частина розширення габариту в кривих, мм;

R — радіус кривої, м;

$l_{\text{сц}}$ — відстань між вісями опор проміжної платформи, м;

n_v — $\frac{1}{2}$ відстані між вісями опор проміжної платформи, м;

n_n — відстань до краю вантажу від осі опори проміжної платформи, м;

K — додаткове зміщення крайніх перерізів вантажу внаслідок перекосу вагону в кривій через особливості утримання вагонів та колії (для вагонів на візках типу 18-100).

Значення параметру K визначається за формулою (5.7):

$$K = 70(L/l_v - 1,41) \quad (5.7)$$

де L — загальна довжина вантажу;

l_v — колісна база вагона.

При цьому, від'ємне значення параметру K враховувати у формулі не слід. Для випадку, що розглядається, значення параметрів будуть відповідно $L = 12190$ мм, $l_v = 14720$ мм.

Підставивши значення у формулу (3), отримуємо:

$$K = 70 (12190/14720 - 1,41) = -40,73$$

Розрахуємо значення параметрів f_v та f_n . Радіус кривої приймемо $R = 160$ м, відстань $l_{\text{сц}} = 6,8$ м, значення параметру $n_v = 3,4$ м відповідно, параметр $n_n = 2,695$ м, параметр K не враховується. Підставивши значення, отримуємо:

$$f_B = 500/160 (6,8 - 3,4) 3,4 - 105 = -68,88$$

$$f_H = 500/160 (6,8 + 2,695) 2,695 - 105 = -25,03$$

Отримані від'ємні значення параметрів f_B та f_H говорять про те, що вантаж не виходить за межі габариту.

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

Відповідно до статистичних даних [194] за 2019 рік автомобільним транспортом перевезено 1,147 млрд т вантажів, що становить 73% від загального обсягу перевезення вантажів в Україні. При цьому вантажооборот склав $W_a = 65$ млрд ткм, що становить 18,3% загального вантажообороту в країні.

Таким чином, вантажооборот автомобільного транспорту, що буде виконано за результатами перенаправлення на контрейлерні перевезення, становитиме

$$W_{\text{кт нетто}} = 0,1W_a = 0,1 \cdot 65 \cdot 10^9 = 6,5 \cdot 10^9 \text{ ткм.} \quad (5.8)$$

З урахуванням того, що вантажооборот нетто залізничних перевезень дорівнює вантажообороту брутто автомобільних перевезень, визначимо вантажооборот нетто для залізничної складової контрейлерних перевезень:

$$W_{\text{зал кт нетто}} = W_a \text{ брутто} = 2 W_{\text{кт нетто}} = 2 \cdot 6,5 \cdot 10^9 = 13 \cdot 10^9 \text{ ткм} \quad (5.9)$$

В поточний період питома витрата палива на виконання транспортної роботи при виконанні перевезень автомобілями великої вантажопід'ємності в

країнах ЄС становить $G_{\text{сум а}} = 0,8 \text{ кг/100 ткм}$ [195]. Таким чином, кількість палива, яка потрібна для виконання визначеної транспортної роботи автомобільним транспортом, визначається як [196]:

$$Q_{\text{п}} = W_{\text{кт нетто}} \cdot G_{\text{сум а}} = \frac{0,8 \cdot 6,5 \cdot 10^9}{100} = 52000000 \text{ кг} = 52000 \text{ т.} \quad (5.10)$$

З урахуванням поточної вартості дизельного палива ($P_{\text{дп}} = 36000 \text{ грн/т}$) вартість палива на виконання транспортної роботи визначається як

$$V_{\text{дп}} = Q_{\text{дп}} \cdot P_{\text{дп}} = 52000 \cdot 36000 = 1,872 \text{ млрд грн.} \quad (5.11)$$

З урахуванням того, що приведені питомі витрати електроенергії на тягу поїздів становлять $e_{\text{зал}} = 126,3 \text{ кВт·год/10000 ткм}$, витрати електроенергії на виконання транспортної роботи залізничним транспортом визначаються як

$$E_{\text{зал}} = e_{\text{зал}} \cdot W_{\text{зал кт нетто}} = 126,3 \cdot 13 \cdot \frac{10^9}{10000} = 164,2 \text{ млн кВт·год.} \quad (5.12)$$

З урахуванням поточної вартості дизельного палива мають $P_{\text{ее}} = 5,6 \text{ грн/кВт·год}$, вартість палива на виконання транспортної роботи визначається як

$$V_{\text{ее}} = E_{\text{зал}} \cdot P_{\text{ее}} = 164,2 \cdot 10^6 \cdot 5,6 = 0,919 \text{ млрд грн.} \quad (5.13)$$

Таким чином, 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 диоксида вуглецю (CO_2). Так, відповідно до досліджень МакКіннона [197], приведені викиди CO_2 при перевезенні автомобільним транспортом становлять 0,062 кг/ткм, тоді як при перевезенні залізничним транспортом цей показник становить 0,022 кг/ткм.

Таким чином, при виконанні зазначеної транспортної роботи

автомобільним транспортом викиди CO_2 становитимуть 403 тис. т, а при використанні контейнерних перевезень викиди CO_2 скоротяться до 286 тис. т. Отже, за рахунок імплементації розроблених технічних рішень вдасться щорічно скоротити викиди CO_2 на 117 тис. т. Зазначене досягнення особливо актуально з урахуванням імплементації вимог Європейської комісії щодо «Зеленої Повістки» [198].

5.2 Реалізація інноваційних елементів систем приміських залізничних перевезень

Приміські перевезення відіграють важливу роль в забезпеченні мобільності населення. Розвиток цих перевезень відіграє вирішальну роль для міст-мільйонників та великих промислових центрів з точки забезпечення щоденних трудових переміщень громадян. Вкрай важливою є їх роль для малих міст [199]: в окремих випадках вони є безальтернативним видом сполучення. Розвиток системи приміських перевезень є передумовою сталого соціального та економічного розвитку регіонів. Як встановлено в [200], в поточний час в Україні спостерігається значне зниження обсягів пасажироперевезень залізничним транспортом (рис. 5.17).



Рисунок 5.17 – Пасажирообіг АТ «Укрзалізниця» в 2016–2021 роках

В основному на неелектрифікованих ділянках залізниць перевезення здійснюються дизель-поїздами, однак іноді в цих випадках використовуються також потяги зі звичайних пасажирських вагонів (ЦМВ) з локомотивом. Загальний парк дизель-поїздів в Україні налічує 301 секцію [201]. Основний парк складають дизель-поїзди ДР1А (Латвія) та Д-1 (Угорщини). Кількість ДР1А становить приблизно 50 одиниць.

Експлуатація ДР1А пов'язана з низкою проблем, з-поміж яких і неможливість постачання запасних частин. Так, дизель-поїзди даної серії мають силову установку М756Б (ЗАТ «Завод Звезда», Санкт-Петербург, рф) та гідропередачу ГДП-1000 виробництва рф. Через прийняте рішення про заборону імпорту товарів з рф [191] постачання цих запасних частин в даний момент неможливе.

Процес імпортозаміщення ускладнено через низькі обсяги замовлення, що робить недоцільним їх виробництво з урахуванням необхідного обсягу НДДКР та обсягів витрат для постановки на виробництво.

Така ситуація призводить до неможливості стабільної експлуатації цього рухомого складу. Це тягне за собою негативні наслідки як для галузі, так і для суспільства:

- 1 до експлуатації дизель-поїздів залучаються допоміжні локомотиви, що збільшує збитковість перевезень та дефіцит тяги;
- 2 скасування перевезень, що негативно впливає на розвиток регіонів.

Також проблемним питанням є занадто велика пасажиромісткість дизель-поїздів: при традиційному (6-вагонному, «заводському») комплектуванні потягів вона значно перевищує потребу. При цьому в разі зменшення кількості вагонів з 6 до трьох різко зростає енергоозброєність (від 6,1 кВт/т до 10,5 кВт/т).

Історично ці дизель-поїзди призначені для перевезень на пасажиронапружених напрямках великих вузлів, для чого вони мають пасажиромісткість 650 пасажирів у 6-вагонному виконанні. Внаслідок

електрифікації зазначений рухомий склад передислоковано на обслуговування інших маршрутів, тож їх пасажиромісткість виявилась надмірною. Експлуатація ж у 3–4-вагонному виконанні (1...2 причіпних вагони +2 головних моторних вагони) призводить до підвищеної енергоозброєності, що тягне додаткові витрати.

Зазначені проблемні питання не нові, і мають рішення. З аналогічними проблемами зіткнулись країни Балтії (Литва і Латвія, що також експлуатують такий рухомий склад). Зазначені країни провели модернізацію дизель-поїздів цієї серії (відомі як ДР1АС). Ця модернізація полягала в:

- Ремоторизації (викона ремоторизація з використанням тягового двигуна MTU-396, при цьому для забезпечення власних потреб використано допоміжну силову установку, що дозволяє додатково скоротити витрати на забезпечення власних потреб);
- Заміні гідропередачі (Voith, Німечина);
- Зміні компонування з 6-вагонного 3-вагонне (рис. 5.10);
- Модернізації системи опалення та встановлення системи кондиціонування;
- Модернізації зовнішніх та внутрішньосалонних дверей.



Рисунок 5.18 – Компонування дизель-поїздів ДР1А:

А – заводське, Б – після модернізації

З врахуванням розподілу наявного парку за датами виробництва, для України оптимальним вбачається модернізація 25 існуючих складів ДР1А, в

результаті чого виникає можливість отримати 50 потягів у 3-вагонному виконанні.

В світі для оцінювання інвестиційних та інноваційних проєктів широко використовується концепція вартості ЖЦ (Product Life Cycle Cost - LCC). У 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-потяга 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 ТЗ до перспективного типажу дизель- потяга, 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 врахуванням дисконтування αt

$$LCC_T = \sum_{t_n}^{t_n+T} (K_t \cdot \alpha_t + W_t \cdot \alpha_t - F_t \cdot \alpha_t) \quad (5.14)$$

де K_t – капітальні витрати на впровадження одиниці дизель-потяга 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-потяга в умовах обмежених інвестицій.

Проведено аналіз досвіду модернізації дизель-потягів ДР1А, яка проведена в 2016 році для залізниці Латвії (LDZ). В цілому, модернізовані дизель-поїзди (після модернізації вони отримали серію ДР1АС, рис. 5.19) отримують схвальні відгуки. Водночас, є декілька проблемних питань, які важливо врахувати при плануванні модернізації таких дизель-поїздів в Україні.



Рисунок 5.19 – Модернізований дизель-поїзд ДР1АС Латвійських залізниць

Зокрема, конструктивною особливістю зазначених дизель-поїздів є те, що основні органи системи управління, пристосування для перевезення маломобільних груп пасажирів, а також інклюзивна туалетна кімната розташовані у проміжному (другому) вагоні. Цей факт не дозволяє експлуатацію поїзда у двовагонному виконанні. Він значно обмежує можливість приведення пасажиромісткості поїзда до фактичних параметрів пасажиропотоку і позбавляє можливості заощаджувати на експлуатаційних витратах на напрямках з низьким пасажиропотоком, а також при сезонному його зниженні.

В оригінальній конструкції поїздів ДР1А є системи, які показали в експлуатації себе не з кращого боку, тому при модернізації їх конструкція (а в окремих випадках і принцип дії) мають бути змінені. До того ж деякі з них (система кондиціювання повітря, інклюзивні туалети тощо) взагалі не були передбачені. Зокрема, сюди належать нижчеперераховані.

- Система опалення. В оригінальній конструкції дизель-поїздів ДР1А опалення пасажирських вагонів здійснювалось за рахунок тепла двигунів. При цьому тепле повітря через воздуховід подавалось до салонів головних та причіпних вагонів. При цьому через недосконалість конструкції та негерметичність повітряного каналу ефективність опалення була незадовільною, особливо це було відчутно в третьому та четвертому (при 6-вагонній схемі) вагонах. Це вимагає використання принципово нового підходу до організації опалення салонів вагонів.
- Живлення допоміжних систем та виконання допоміжних функцій в оригінальній конструкції забезпечується від тягового двигуна. Це призводить непродуктивного використання моторесурсу двигуна та надлишкових витрат. Для уникнення цього пропонується в ході модернізації передбачити використання допоміжної дизель-генераторної установки, яка б забезпечила функціонування систем (кондиціювання, опалення, освітлення, електроживлення, передпускового підігрівання основного двигуна тощо).
- В дизель-поїздах серії ДР1А використовується головний компресор поршневого типу. Компресори такої конструкції мають окремі недоліки (шум, вібрація, низька надійність, трудомістке ТО і Р) порівняно з сучасними аналогами. Окрім того, цей факт вимагає заміни головного компресора на сучасні аналоги.
- Кабіна управління дизель-поїздів ДР1А не відповідає сучасним уявленням в частині ергономіки, зокрема застарілий пульт управління, відсутність системи кондиціювання, зручностей для забезпечення

потреб локомотивної бригади під час тривалих поїздок (мікрохвильова піч, холодильник, шафа для одягу) тощо. Окрім того, потрібно підвищити рівень шумо- та віброізоляції кабіни для зменшення негативного впливу шумів і вібрацій на організм локомотивної бригади.

- Системи управління та безпеки дизель-поїздів ДР1А на сьогоднішній день застарілі та потребують заміни й використання при модернізації більш сучасних аналогів. Окрім того, потрібно забезпечити встановлення систем відеонагляду для підвищення рівня безпеки руху та безпеки пасажирів під час перевезень.

Необхідно звернути увагу також на той факт, що деякі модернізації тягнуть за собою й інші. Так, наприклад, встановлення системи кондиціонування створює необхідність встановлення автоматичних дверей пасажирських салонів, а також притульно-зсувних дверей вагонів. Окрім того, для підвищення ефективності роботи системи кондиціонування в умовах експлуатації доцільно обладнати модернізовані поїзди системою викличного відкриття дверей. Це дозволить відкривати лише ті двері, через які здійснюють висадку та посадку пасажирів, а решту тримати закритими. Таким чином буде забезпечено менше навантаження на систему кондиціонування.

За результатами аналізу існуючої конструкції дизель-поїздів ДР1А та досвіду їх модернізації в країнах Європейського Союзу (Латвія та Литва) було сформовано перелік модернізацій, які необхідно та доцільно реалізувати при модернізації дизель-поїздів.

Отримання визначеної (певної) кількості одиниць дизель-поїздів дасть можливість побудувати принципово нову маршрутну мережу, яка забезпечить доступ до транспортних послуг нової якості для понад 2 млн громадян (табл. А.2).

Кількість потягів для кожного маршруту визначено з потреби для забезпечення тактового руху поїздів з тактовим інтервалом 1...3 години. Такий підхід до організації перевезень дає можливість забезпечити зручне планування для пасажирів. Окрім того, це спрощує планування стикувальних

рейсів як залізничного, так і автомобільного та міського електричного транспорту, що дозволяє забезпечити зручні пересадки.

Забезпечення належного рівня сполучення малих міст та сіл за запропонованими маршрутами дозволить отримати позитивні ефекти:

- соціальний та економічний розвиток регіонів;
- інтеграція ринку праці;
- підвищення для мешканців віддалених населених пунктів доступності закладів освіти, охорони здоров'я, культури;
- зниження рівня використання автотранспорту, що сприятиме підвищенню рівня безпеки та позитивно впливатиме на екологічну ситуацію.

Наявність модернізованого рухомого складу дизель-поїздів в кількості 50 одиниць дозволить створити систему ТО та Р, що сприятиме підвищенню показників надійності в процесі експлуатації.

Модернізація існуючого рухомого складу має переваги перед придбанням нового рухомого складу. Прогнозована вартість модернізації 1 дизель-поїзда – 2.0...2.5 млн дол. США. Таким чином загальна вартість проєкту – 50...60 млн дол.США. Вартість закупівлі нового дизель-поїзда становить 6,7 мл. дол. [203].

Модернізація зазначеної кількості рухомого складу дозволить щоденно забезпечити виконання 150 оборотних рейсів. З урахуванням кількості перевезених пасажирів, $P_{op} = 500$ пасажирів/оборотний рейс. Таким чином, кількість перевезених пасажирів за рік становитиме $P_p = 27,375$ млн пасажирів.

За даними АТ «Укрзалізниця», за 10 місяців 2023 року в приміському сполученні перевезено 29,281 млн пасажирів, а пасажирооборот склав 1,373 млрд пас*км. При цьому середня маршрутна швидкість приміських поїздів становить 35,4 км/год. Таким чином, середня дальність поїздки одного пасажирів склала $l_{сер} = \frac{1373}{29,281} = 46,89$ км.

Пасажирооборот за рік становитиме

$$Pl_p = P_p \cdot l_p = 27,375 \cdot 10^6 \cdot 46,89 = 1,283 \cdot 10^9 \text{ пас} \cdot \text{км} \quad (5.15)$$

При відсутності належним чином організованих приміських залізничних перевезень попит у перевезеннях задовольняє автомобільний транспорт, що негативно впливає на екологічні показники. Так, відповідно до досліджень, проведених Урядом Великобританії [204], емісія CO₂ при перевезеннях залізничним транспортом становить 0,035 кг/пас·км, тоді як при перевезеннях автомобільним транспортом (автобуси) цей показник сягає 0,096 кг/пас·км.

Таким чином, при перевезеннях автомобільним транспортом маса CO₂ становитиме $m_{CO_2 AT} = 132,17$ тис. т, тоді як при перевезеннях залізничним транспортом $m_{CO_2 ЗТ} = 44,9$ тис. т. Отже, синтезовані рішення дозволять зменшити викиди CO₂ на 87,27 тис. т на рік.

З урахуванням фактичної маршрутної швидкості приміських поїздів, кількість людино-годин, які пасажери провели б в подорожах при діючих показниках середньої маршрутної швидкості становили б

$$t_{\Sigma \text{ поточ}} = \frac{Pl_p}{v_{\text{м мер}}} = 1,283 \cdot \frac{10^9}{35,4} = 36,2 \cdot 10^6 \text{ людино-годин.} \quad (5.16)$$

Тобто, розрахункове підвищення маршрутної швидкості на 10% приведе до вивільнення 3,62 млн людино-годин на рік.

Для приведення часових показників до їх вартісного еквівалента враховано середню місячну заробітну плату у Київській області в 2022 році, яка становила 15 152 грн [205]. З урахуванням середньої кількості робочих днів у місяці у 2022 році (21 день) [206] встановлено, що вартість однієї робочої години (при 40-годинному робочому тижні) становить 91 грн. В результаті визначено, що соціально-економічний ефект від реалізації синтезованої системи приміського сполучення, становить 329,42 млн грн на рік (за цінами 2022 року).

5.3 Дослідження результатів функціонування інноваційної транспортної системи для обслуговування масових спортивних заходів

Сучасна практика свідчить про зростаючу важливість масових заходів для розвитку суспільства. Вимоги до організації масштабних заходів з року в рік зростають. Транспортне забезпечення відіграє важливу роль в цьому процесі. Для великих і тривалих заходів (чемпіонати Європи та світу, Олімпійські ігри тощо) використання спеціальних інструментів та підходів є безальтернативним.

Планування Турніру УЄФА Євро 2012™ розпочато в 2007 році. Впродовж етапу планування було проведено низку досліджень. Так, здійснено ґрунтовний аналіз світового досвіду та його адаптація до поточних реалій. Проведено прогнозування попиту на транспортні переміщення та запропоновано підходи його задоволення.

Масові заходи – це організована, санкціонована, або несанкціонована форма активних дій великих груп людей в громадських місцях з метою виявлення їх волі, захисту своїх прав та свобод, законних інтересів, задоволення потреб в економічній, політичній, соціально-культурній, інших матеріальних і духовних сферах [207].

З урахуванням існуючих дефініцій поняття «масові заходи» потрібно виділити основні його ознаки:

- а) велика (десятки тисяч) учасників і гостей;
- б) єдина організація та координація;
- в) визначені цілі;
- г) визначені часові рамки.

За ознаками поняття «масовий захід» його можна віднести до категорії проєкт, оскільки:

- спрямування на досягнення єдиної мети – успішного проведення;
- при плануванні чітко визначені цілі його проведення;
- чітко визначені та обмежені часові рамки;
- фінансування сплановане та обмежене.

З точки зору транспортного забезпечення, найважливішими параметрами масових заходів є:

- структура масового заходу;
- географія проведення;
- загальна кількість учасників та гостей заходу;
- часові параметри;
- природа (вид) заходу;
- частота та повторюваність.

Систему транспортного забезпечення масового заходу можна розділити на три компоненти: 1 – громадський транспорт, 2 – транспорт забезпечення заходу та 3 – аеропорти (рис. 5.20).

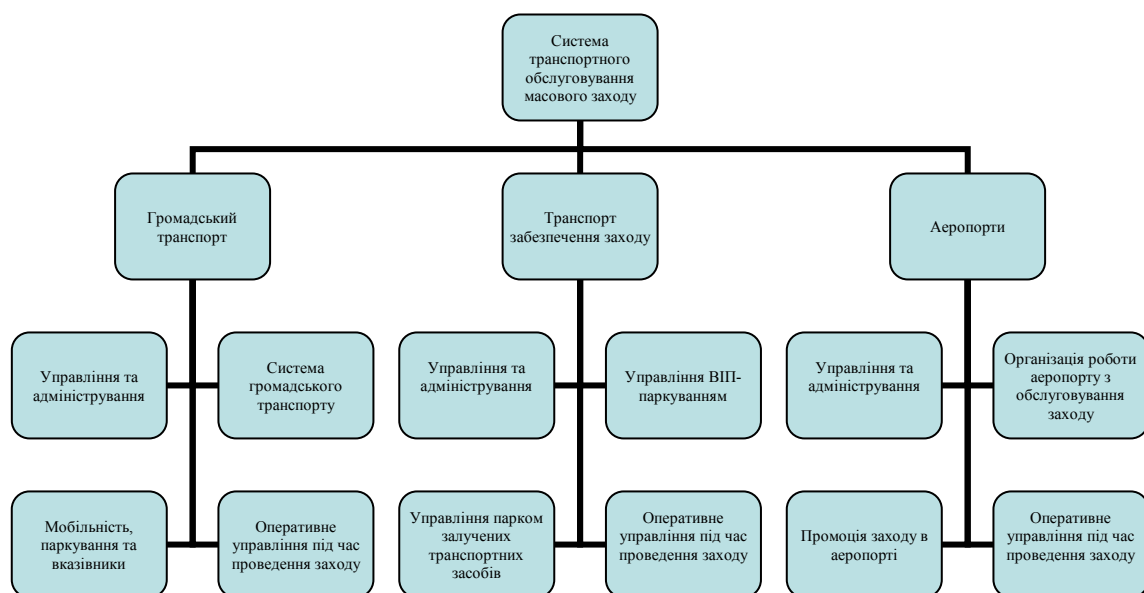


Рисунок 5.20 – Проектна структура транспортного забезпечення

Підготовка та забезпечення транспортного обслуговування масових заходів із п'яти базових етапів:

1. Передпроектне оцінювання;
2. Стратегічне та концептуальне планування;
3. Реалізація;
4. Проведення заходу;
5. Оцінка та підсумки.

Для Турніру УЄФА Євро 2012™ в Україні часові рамки зображено на рис. 5.21.

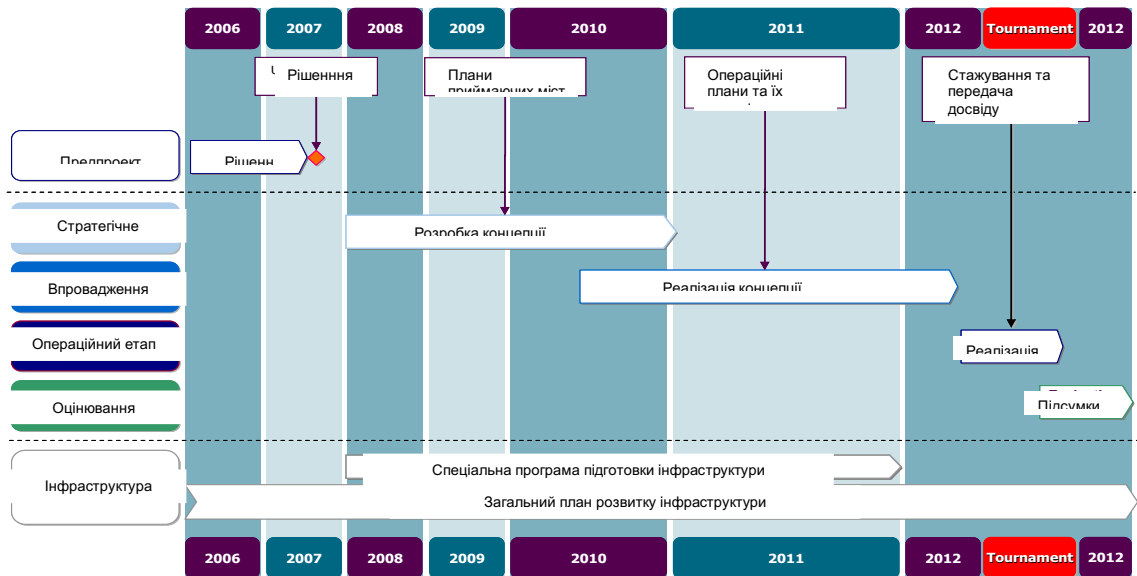


Рисунок 5.21 – Основні етапи планування та реалізації транспортного забезпечення Турніру УЄФА Євро 2012™

Кожен етап передбачає підготовку основних базових документів. До них відносять нижчевказані.

Опис проєкту визначає його мету та задачі, окреслює межі відповідальності, обмеження щодо фінансування та взаємодію з іншими проєктами, що необхідно для досягнення спільних системних цілей.

Концепція деталізує та чітко визначає заходи, необхідні для досягнення цілей проєкту. Визначається розподіл проєкту по підпроєктах та функціональні обов'язки ключових виконавців;

Проведення в Україні УЄФА Євро 2012™ показало, що організація та проведення масових заходів є складною і динамічною системою, що існує в умовах дії значної кількості факторів, в більшості – стохастичного характеру. У цьому зв'язку підсистема управління транспортним обслуговуванням має мати таку структуру, щоб забезпечити можливість внесення необхідних змін або корегування планів. Вкрай важливим є завершальний етап проєкту оцінення його результатів та підведення підсумків.

Таблиця 5.6 – Взаємодія проєкту «Громадський транспорт» з іншими проєктами

Проект	Суть взаємодії
1	2
Аеропорти	- Сполучення аеропорту з місцями проведення заходів. - Балансування достатньої пропускної спроможності.
Комунікація	- Інформаційне забезпечення учасників та гостей заходу в частині функціонування системи громадського транспорту.
Управління містами-учасниками	- Розробка місцевих концепцій громадського транспорту та операційних планів
Мапи та плани	- Плани та схеми громадського транспорту.
Безпека та правопорядок	- Забезпечення безпеки та правопорядку на об'єктах транспорту; - Шляхи доступу до об'єктів для груп учасників та гостей, які потребують обов'язкової сегрегації; - Транспортний периметр та маршрути пішохідного доступу.
Вказівники	- Спеціальні вказівники для позначення парковок, об'єктів проведення заходу та основних об'єктів громадського транспорту.
Обслуговування цільових груп	- Обслуговування окремих сегментів цільових груп.
Квитки	- Запровадження єдиного квитка: принцип безкоштовного користування громадським транспортом для власника квитка (акредитації). При цьому організатор покриває витрати перевізників на здійснення відповідних перевезень.
Управління місцями проведення заходів	- Надання паркінгу цільовим групам згідно з договорами на стадіони; - Вплив на рішення щодо периметрів руху та шляхів доступу до пішохідних стадіонів - Важлива сторона у визначенні концепції мобільності
Планування та управління знаннями	- Бюджет, концепції, рівні обслуговування; - Формування потреб у навчанні та тренінгах; - План проєкту, звітність та контроль; - Визначення можливих упущень та дублювань; - Розподіл відповідальності; - Управління ризиками.
Місцеві органи влади	- взаємодія з приймаючим містом в напрямку транспортного обслуговування. Створення концепції мобільності - Надання необхідних засобів для належного функціонування системи.

Продовження таблиці 5.6

1	2
Органи влади	- Підготовка ТС. Міжміське сполучення.
Організації громадського транспорту	- Наявність необхідних пропускових спроможностей та відповідного рухомого складу. Адаптація розкладів руху до потреб заходу. Додаткові послуги.
Органи правопорядку	- Співпраця з органами правопорядку для управління рухом і забезпечення громадської безпеки на об'єктах громадського транспорту.

На початку планування обслуговування масових заходів головним завданням є коректне прогнозування та визначення потреб. Потреби (вимоги) можна умовно розділити на дві великі групи:

1 – кількісні:

- очікувана кількість пасажирів (загальна та в розподілі за часом і за цільовими групами);
- очікувана кількість льотних операцій повітряних суден (ПС) різних типів (загальна та в розподілі за часом);
- додаткове навантаження, пов'язане з проведенням заходу: вантажопотоки, необхідна кількість стоянок ПС тощо.

2 – якісні:

- вимоги до якості обслуговування (рівні сервісу);
- вимоги до оформлення;
- вимоги (та потреби) у додаткових формальностях.

Також на параметри обслуговування масових заходів в аеропортах впливають такі фактори:

- географічні параметри: чим більше віддалення має місце проведення заходу від центра знаходження учасників та гостей заходу, тим більше навантаження на аеропорт. Даний фактор яскраво проявився у випадку проведення в Україні Турніру УЄФА Євро 2012: внаслідок значного (більше 1500 км) віддалення від центра європейського фан-ринку, навантаження на аеропорти приймаючих міст було дуже значним;
- кліматичні: зазвичай в холодних кліматичних умовах і при проведенні

заходу взимку учасники та гості віддають перевагу повітряному транспорту з метою мінімізації ризиків, а отже, навантаження на аеропорти в цьому випадку збільшується;

- рівень розвитку мережі автомобільних доріг та наземного транспорту: чим нижчий рівень розвитку даних факторів, тим вищий попит на перевезення повітряним транспортом, й, відповідно, вище навантаження на аеропорти;

- розвиток готельної мережі та стан інфраструктури розміщення: за наявності достатньої кількості доступного розміщення (як з точки зору кількості, так і з точки зору якості) учасники та гості заходу мають змогу прибути до приймаючого міста завчасно до початку його проведення, а також поїхати через певний період після його завершення. Таким чином вони зменшують пікові навантаження на аеропорт.

Взаємозалежність між розвитком мережі автомобільних доріг та наземного транспорту, інфраструктури розміщення та аеропортів називають «принцип доміно» (рис. 5.22): при недостатній розвиненості одного з трьох елементів системи два елементи зазнають збільшення навантаження.



Рисунок 5.22 – Принцип «доміно»

Коректне прогнозування та визначення потреб в обслуговуванні у аеропортах є важливим, оскільки, у випадку помилки в меншу сторону при обслуговуванні виникне брак пропускної спроможності, а у випадку помилки в більшу сторону буде здійснено вкладання коштів у підготовку інфраструктури та забезпечення операційної діяльності, яка врешті виявиться

зайвою. Потреби в обслуговуванні залежать від багатьох параметрів самого міжнародного масового заходу:

- кількість учасників та гостей, які очікуються з-за кордону;
- розподіл даної кількості за країнами походження;
- характер та розклад проведення заходу, від якого залежить характер пікових значень пасажиропотоку.

У випадку України, враховуючи великі відстані та поки що недостатній рівень розвитку інфраструктури наземного транспорту, єдиним реально можливим видом транспорту для доступу до міжнародних масових заходів залишається повітряний транспорт. Тому при розрахунках потрібно брати до уваги, що понад 90% зарубіжних гостей користуватимуться повітряним транспортом, що, відповідно, створюватиме значне навантаження на аеропорти.

Аналогічно, збільшенню навантаження на аеропорти сприяє і недостатній розвиток в Україні інфраструктури розміщення. Так, на сьогоднішній день більшість закладів розміщення не відповідає загальноприйнятим європейським критеріям ні за якістю, ні за ціною. Це змушує іноземних гостей масових заходів прибувати до приймаючої країни (міста) та залишати її в день проведення заходу. Тому рівень прибуття та вибуття в день проведення заходу становить до 95%.

Порівнюючи прогнозовані потреби в обслуговуванні пасажирів у рамках обслуговування міжнародних масових заходів з наявною пропускнуою спроможністю аеропорту на поточний період, визначається так званий брак пропускнуої спроможності, який підлягає компенсації в ході підготовки до проведення масового заходу. Даний брак компенсується двома потенційними шляхами:

- 1 – реалізацією інфраструктурних проєктів;
- 2 – використанням тимчасових потужностей.

Графічно досягнення пропускнуої спроможності зображено на рис. 5.23.

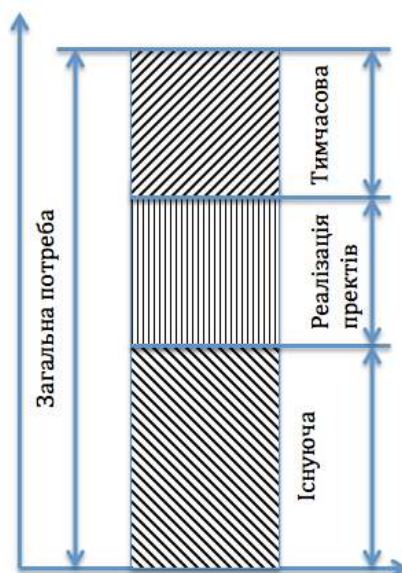


Рисунок 5.23 – Досягнення необхідної пропускної спроможності

В більшості випадків, в період підготовки до проведення масових заходів, в аеропортах приймаючих міст та країн реалізуються проєкти модернізації та оновлення інфраструктури, внаслідок яких збільшується пропускна спроможність аеропортів. Тим не менш, планувати та реалізовувати потрібно лише ті проєкти, які будуть затребувані і після проведення масового заходу. Реалізовувати проєкти розвитку інфраструктури, які не знадобляться після проведення міжнародного масового заходу, недоцільно. Такий брак пропускної спроможності доцільно перекривати за допомогою тимчасових рішень.

За функціональністю тимчасові рішення діляться на два основних типи:

1 – рішення для компенсації браку пропускної спроможності з обслуговування пасажирів. Перелік таких тимчасових рішень наведено в табл. 5.7;

2 – рішення для компенсації браку місць для стоянок повітряних суден та потужностей з обслуговування повітряних суден. Перелік таких тимчасових рішень наведено у табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Тимчасові заходи для компенсації браку пропускної спроможності з обслуговування пасажирів

Група заходів	Описання	Ефект	Фінансові витрати
1	2	3	4
Використання тимчасових терміналів	Тимчасові технологічні конструкції з повним циклом обслуговування пасажирів	Вирішення питання компенсації браку пропускної спроможності	Порівняно незначні фінансові витрати
Застосування реверсивної технології обслуговування пасажирів	При обслуговуванні пікових навантажень на приліт використовуються потужності зон відльоту та навпаки	Вирішення питання компенсації браку пропускної спроможності	Порівняно незначні фінансові витрати
Використання спрощених технологій та зниження рівня комфортності	Тимчасове спрощення формальностей (окрім контролю на авіаційну безпеку), та зниження рівня сервісу	Підвищення пропускної спроможності існуючих потужностей	Фінансові витрати практично відсутні
Оптимальна слот-координація	Координація слотів так, щоб максимізувати пропускну спроможність аеропорту та рознести пік пропускної спроможності в часі	Оптимальне використання виробничих потужностей аеропорту	Не потребує додаткових фінансових витрат
Використання запозиченого обладнання	Для обслуговування масового заходу може бути залучено обладнання з інших аеропортів	Тимчасове посилення виробничих потужностей аеропорту.	Порівняно незначні фінансові витрати
Використання допоміжних аеропортів (аеродромів), які розташовані на відстані до 150 км.	Для обслуговування пікових перевезень можна використовувати допоміжні аеропорти (аеродроми). Це вимагає належної підготовки наземного сполучення	Розосередження пікових навантажень в просторі	Порівняно незначні фінансові витрати

До спрощених технологій обслуговування пасажирів можна віднести:

- використання системи APIS – Advance passengers information submitting – тобто, попередньої подачі списку пасажирів для оброблення його прикордонною та митною службами;
- реєстрація в пункті відльоту в обидва кінці – даний підхід усуває процедуру реєстрації в аеропорті приймаючого міста;

- при виконанні масових перевезень – посадка на рейси у порядку живої черги – це усуває очікування та пошук пасажирів, які спізнюються або загубились;

- обмеження за кількістю або заборона зареєстрованого багажу – така схема допустима в тих випадках, коли гості прямують для участі у міжнародному масовому заході на один день. Це дозволяє суттєво спростити процес обслуговування пасажирів, уникнувши вантажних операцій;

- використання буферної зони – спеціально визначеного та відповідним чином обладнаного місця між аеропортом та містом, яке призначене для накопичення пасажирів та виконання певних видів контролю.

Під час проведення в Україні фінальної частини чемпіонату Європи 2012 року з футболу всі описані вище тимчасові заходи в той чи інший спосіб були імplementовані, що дозволило перевірити їх ефективність

Було широко застосовано практику використання допоміжних аеропортів. Так, з 2008 року, усвідомлюючи потенційний брак пропускної спроможності аеропортів приймаючих міст України, УЄФА офіційно рекомендувала Україні розглянути питання щодо використання допоміжних аеропортів. Для кожного з потенційних приймаючих міст було запропоновано по два допоміжних аеропорти, перелік яких надано в табл. 5.9.

За результатами інспекційних візитів та обговорень допоміжні аеропорти були прийняті УЄФА до уваги при розрахунку пропускної спроможності за умови виконання інвестиційних планів щодо приведення їх відповідно до чинних норм та вимог. Однак у зв'язку з тим, що ці інвестиційні плани реалізовані так і не були, в результаті, під час проведення Турніру повноцінно використовувався лише Міжнародний аеропорт «Київ» («Жуляни»). Інші аеропорти (Івано-Франківськ, Запоріжжя, Луганськ та Маріуполь) обмежено використовувались лише для паркування повітряних суден. Решта із запропонованих допоміжних аеропортів не використовувалась взагалі.

Розташування допоміжних аеропортів відносно приймаючих міст України зображено на рис. 5.24.

Таблиця 5.8 – Тимчасові заходи для компенсації браку пропускної спроможності з обслуговування повітряних суден

Група заходів	Описання	Ефект	Фінансові витрати
1	2	3	4
Використання тимчасових схем паркування літаків	Паркування літаків за ущільненою схемою. Паркування «ялинкою»	Вирішення питання компенсації браку місць для стоянки літаків	Не потребує додаткових фінансових затрат
Виконання правила «заправка на зворотний шлях»	При виділенні слоту висувається умова про наявність палива на зворотний рейс	Мінімізація заправних операцій	Не потребує додаткових фінансових витрат
Виконання правила «кейтерінг на зворотний шлях»	При виділенні слоту висувається умова про наявність кейтерінгу (бортового харчування) на зворотний рейс	Мінімізація кейтерінгових операцій	Не потребує додаткових фінансових витрат
Використання спрощених технологій та зниження рівня комфортності	Тимчасове спрощення формальностей (окрім контролю на авіаційну безпеку), та зниження рівня сервісу	Підвищення пропускної спроможності існуючих потужностей	Фінансові витрати практично відсутні
Використання запозиченого обладнання	Для обслуговування масового заходу може бути залучено обладнання з інших аеропортів	Тимчасове посилення виробничих потужностей аеропорту.	Порівняно незначні фінансові витрати
Використання для паркування літаків допоміжних аеропортів (аеродромів), (особливо актуально для літаків класу Private Jet)	Для паркування можна використовувати допоміжні аеропорти (аеродроми). Це вимагає належної підготовки наземного сполучення	Розосередження пікових навантажень в просторі	Порівняно незначні фінансові витрати

Таблиця 5.9 – Перелік допоміжних аеропортів потенційних приймаючих міст турніру УЄФА Євро 2012 в Україні

Приймаюче місто	Основний аеропорт	Допоміжні аеропорти
1	2	3
Київ	Міжнародний аеропорт «Бориспіль» (KBP)	Міжнародний аеропорт «Київ» («Жуляни») (IEV)
		Аеропорт «Гостомель» (GOS)
Донецьк	Міжнародний аеропорт «Донецьк» (DOK)	Міжнародний аеропорт «Луганськ» (VSG)
		Міжнародний аеропорт «Маріуполь» (MPW)
Дніпро	Міжнародний аеропорт «Дніпро» (DNK)	Міжнародний аеропорт «Запоріжжя» (OZH)
		Аеропорт «Кривий Ріг» (KWG)
Харків	Міжнародний аеропорт «Харків» (HRK)	Аеропорт «Полтава» (PLV)
Одеса	Міжнародний аеропорт «Одеса» (ODS)	Міжнародний аеропорт «Миколаїв» (NLV)
Львів	Міжнародний аеропорт «Львів» (LWO)	Міжнародний аеропорт «Івано-Франківськ» (IFO)
		Аеродром «Луцьк»



Рисунок 5.24 – Розташування допоміжних аеропортів потенційних приймаючих міст турніру УЄФА Євро 2012 в Україні

Організація обслуговування учасників та гостей міжнародного масового заходу в аеропортах відбувається відповідно до вимог щодо рівнів обслуговування відповідних цільових груп. Перелік цільових груп, а також рівнів обслуговування, визначається, як правило, організатором міжнародного масового заходу. Наприклад, при проведенні Турніру УЄФА ЄВРО 2012 було визначено такі цільові групи:

- ☐ Цільова група 1 (TG 1) Команди
- ☐ Цільова група 2 (TG 2) Родина УЄФА
- ☐ Цільова група 3 (TG 3) Спонсори
- ☐ Цільова група 4 (TG 4) Партнери з організації трансляції
- ☐ Цільова група 5 (TG 5) Гості зон гостинності
- ☐ Цільова група 6 (TG 6) Представники ЗМІ
- ☐ Цільова група 7 (TG 7) Постачальники
- ☐ Цільова група 8 (TG 8) Інші

Операційний план роботи аеропорту в період проведення міжнародного масового заходу має передбачати надання відповідних рівнів обслуговування для відповідних цільових груп, причому згадані процедури мають надаватись як при прильоті, так і при відльоті. Базові вимоги до різних рівнів обслуговування наведено в табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Базові вимоги до різних рівнів обслуговування

Рівень обслуговування	Описання	Деталі
1	2	3
Рівень обслуговування 1	VIP обслуговування	<i>Приліт:</i> Зустріч біля літака <i>Відліт:</i> Проводження до літака
Рівень обслуговування 2	VIP обслуговування	<i>Приліт:</i> Зустріч біля виходу <i>Відліт:</i> Проводження до VIP зали
Рівень обслуговування 3	Стійка гостинності	<i>Приліт:</i> Зустріч біля Стійки гостинності <i>Відліт:</i> Стандартні процедури
Рівень обслуговування приватні чартери	VIP обслуговування	<i>Приліт:</i> Зустріч біля літака <i>Відліт:</i> Проводження до літака

В той же час потрібно зазначити, що до обслуговування звичайних відвідувачів (або вболівальників для спортивних заходів) будь-які особливі вимоги не висуваються.

Одночасно проведення міжнародних масових заходів (особливо континентального та глобального значень) пов'язані з приїздом великої кількості офіційних делегацій, на чолі яких перебувають найвищі посадові особи держав, стосовно яких, відповідно до законодавства та міжнародних норм, здійснюється державна охорона. Обслуговування таких делегацій здійснюється за окремими процедурами згідно з Державним Протоколом.

Не менш важливим питанням при організації обслуговування міжнародного масового заходу в аеропортах є організація та управління на привокзальній площі, яке загалом поділяється на три великі частини:

- 1 – управління транспортними потоками;
- 2 – управління пішими потоками;
- 3 – управління паркуванням транспортних засобів.

Принципова схема організації та управління привокзальною площею зображена на рис. 5.25.



Рисунок 5.25 – Принципова схема організації привокзальної площі при обслуговуванні масового заходу

Головними елементами привокзальної площі аеропорту, з точки зору організації та проведення масового заходу, є:

1. Зона транспорту обслуговування заходу (автобуси та автомобілі). Параметри цього елемента системи привокзальної площі зазвичай задаються організатором заходу;
2. Зона посадки та висадки чартерних автобусів. Певна категорія гостей заходу, прибуваючи до приймаючого міста, вже забезпечена трансфером з/до аеропорту, що забезпечується туристичним оператором. Для цієї категорії потрібно передбачити парковку для автобусів (рис. 5.26);
3. Зона посадки та висадки громадського транспорту. Враховуючи, що громадський транспорт відіграє ключову роль у транспортному забезпеченні (ним користуються до 80% гостей заходу), організації посадки та висадки громадського транспорту (зокрема і автобусів-шаттлів) потрібно приділити особливу увагу.



Рисунок 5.26 – Парковка для чартерних автобусів в аеропорту м. Женева під час проведення Турніру УЄФА Євро 2008

Значення параметрів структурних елементів привокзальної площі можна визначити, виходячи з балансу: кількості пасажирів, які прибувають (вибувають) повітряним транспортом за одиницю часу, має дорівнювати кількості пасажирів, які виїжджають (прибувають) наземним транспортом. Причому цей баланс в період проведення масового заходу відрізнятиметься від того, який діє в аеропорту для звичайної операційної діяльності.

Зокрема, необхідно переглянути та, у разі необхідності, збільшити зони посадки громадського транспорту, причому зону посадки у автобуси-шаттли доцільно виділити. Крім того, спеціального облаштування потребує парковка для автобусів. Деякі спортивні змагання (наприклад, футбольні матчі) потребують застосування в окремих випадках сегрегації (фізичного розділення) вболівальників команд-суперниць.

Запорукою успішного обслуговування учасників та гостей міжнародного масового заходу є добре налагоджена система координації та управління. На етапі підготовки та планування доцільно створити постійно діючу робочу групу, до якої необхідно долучити представників всіх задіяних служб аеропорту, а також представників організатора заходу, приймаючого міста, органа управління повітряним рухом, прикордонних і митних органів тощо. Очолює робочу групу, як правило, заступник керівника аеропорту, який і є координатором підготовки до обслуговування заходу.

В період планування та підготовки до обслуговування проведення масового заходу всі аспекти, які виникають в процесі планування, вносяться в спеціальний документ – операційний план роботи аеропорту під час проведення масового заходу.

Зокрема, в документі описуються всі заходи з зазначенням часу їх проведення та відповідальних, визначається схема координації та комунікації, планується та затверджується бюджет – сума необхідних коштів та джерела їх покриття, а також додаткові трудові ресурси, які необхідні для реалізації заходів. Відповідно до цього документа на етапі проведення заходу будується вся робота.

Висновки до розділу 5

1. Основним результатом цього розділу є описання практичного застосування розробленої методології структурно-параметричного синтезу елементів ТС з урахування закономірностей їхнього розвитку, етапів життєвого циклу, а також виконаний синтез елементів ТС, який дозволив оцінити можливі резерви підвищення технічного рівня та параметрів об'єктів.

2. Застосування нового методу синтезу елементів ТС дозволяє створювати елементи ТС, що мають розширені призначення та функціональні можливості, підвищений технічний рівень, ефективність і якість.

3. Із застосуванням розробленої методології проведено синтез інноваційних елементів системи мультимодальних перевезень з підвищеними параметрами продуктивності та швидкодії інноваційних елементів систем приміських залізничних перевезень з врахуванням життєвого циклу рухомого складу, а також інноваційної транспортної системи для обслуговування масових спортивних заходів.

4. Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблені положення, моделі і метод комплексної оптимізації в цілому дозволяють по-новому організувати процес проєктування елементів ТС, забезпечуючи останнім на етапах їхнього створення гранично високі показники загальної та експлуатаційної ефективності і якості. Так, розрахункове зменшення витрат на енергоносії при здійсненні контрейлерних перевезень становитиме 952,5 млн грн на рік, при цьому зменшення викидів CO₂ очікується на рівні 117 тис. т на рік. При реалізації синтезованої системи приміських залізничних перевезень на неелектрифікованих ділянках залізниць зменшення викидів CO₂ очікується на рівні 87,2 тис. т, 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.

4. Результати досліджень цього розділу опубліковані в [208–238].

РОЗДІЛ 6

ПРІОРИТЕЗАЦІЯ НАПРЯМІВ СТРАТЕГІЧНОГО ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

6.1 Визначення головних завдань інноваційного розвитку транспортної системи України

ТС країни має підтримувати, забезпечувати і створювати стимул для забезпечення виробництва та 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.

Інноваційний розвиток відбуватиметься для оптимізації та підвищення якості транспортних і логістичних послуг для усіх секторів, для створення більш конкурентоспроможних послуг з урахуванням потреб різних клієнтів. Окрім того, як наслідок, буде посилено стимули для вітчизняних транспортних і логістичних компаній до відкриття міжнародних ринків, що сприятиме розвитку експорту послуг.

З метою виходу на позиції лідера на світовому ринку та завоювання переваг в регіоні, потрібно досягти інтеграції всіх складових транспортно-логістичного комплексу в єдину цілісну добре скоординовану систему,

забезпечити прозорий і справедливий доступ до інфраструктури та послуг для всіх учасників ринку, а також досягти оптимальних рівнів показників якості.

Ключовими напрямками є підвищення країни в логістичних рейтингах, забезпечення міжнародної інтеграцію, позиціонування країни центром транспортно-логістичної діяльності, метою чого є забезпечення виконання планів розвитку та залучення інвестицій.

Розвиток має здійснюється в рамках дотримання принципів цілісності на всіх етапах впровадження для забезпечення інтеграції транспортних коридорів, внутрішньої ТС, логістичних центрів, портів, сухих портів тощо.



Рисунок 6.1. Пріоритетні умови інноваційного розвитку ТС

Беручи до уваги системний підхід, описаний в попередніх розділах даної дисертаційної роботи, потрібно відмітити, що ТС має надсистемні надбудови: національну економіку та суспільство. Саме з метою мінімізації витрат цих надсистемних утворень на організацію перевізного і логістичного процесів, потрібно вживати заходів задля підвищення ефективності та продуктивності ТС. Саме з цією метою, а також з перспективою підвищення продуктивності та швидкодії ТС, потрібно забезпечити збалансований

розвиток на національному та регіональному рівнях. Тут, зокрема, потрібно забезпечити, в першу чергу, злагоджену роботу за такими напрямками:

- розробка механізмів розподілу вантажопотоків в часі (з використанням гнучкості часу доставки та потужностей виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, а також використання для цього додаткових можливостей розвитку логістичної інфраструктури);
- підвищення продуктивності, ефективності та швидкодії транспортних процесів;
- взаємодія з органами та інституціями з метою підвищення ефективності та швидкості прикордонних і митних процедур тощо.

Все це дасть можливість підвищити якісні показники та кількісні параметри роботи ТС, що, безумовно, зменшить витрати економіки та суспільства за цим напрямком витрат.

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

Надсистема ТС перебуває у процесі постійного розвитку та прагне досягнення рівня Індустрія 4.0 [239] і подальшого розвитку, що вимагає аналогічного розвитку і від ТС. 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 здійснюватись з урахуванням досягнень світового науково-технічного прогресу (світовий поріг знань). Зокрема, в цьому напрямку необхідними є такі системні кроки:

- проведення навчання та перепідготовки як ключових, так і лінійних кадрів за розробленими критеріями з метою підвищення рівня їх знань, вмінь і навичок, які не лише не будуть гальмувати

інноваційний розвиток ТС країни, а натомість стануть імпульсом для нього;

- комплексна і всеохоплювальна підтримка НДДКР і наукових досліджень, спрямованих на інноваційний розвиток ТС країни. Створення цільового фонду для підтримки НДДКР в галузі транспорту. При цьому пріоритети мають надаватись проєктам, що спрямовані на підвищення доступності ТС для громадян (зокрема для маломобільних груп), підвищення ВВП країни, вирішення питань безпеки та правопорядку на транспорті, а також вирішення екологічних проблем;
- підвищення інтенсивності використання інфраструктури та виробничих засобів ТС за рахунок запровадження інформаційних, хмарних технологій і діджиталізації ТС;
- співпраця органів державної влади, місцевого самоврядування, наукових установ та профільних неурядових організацій в напрямку розвитку інноваційної та сталої мобільності в питаннях громадського транспорту.

Безумовним пріоритетом є підвищення екологічної безпечності та енергоефективності ТС країни. В ході планування та реалізації комплексу заходів в напрямку інноваційного розвитку ТС країни потрібно передбачити максимальний захист наявних природних ресурсів, пам'яток історії та культури.

При плануванні заходів потрібно дотримуватись міжнародних норм, викладених, зокрема, але не лише, в таких міжнародних нормативних документах:

- Біла книга ЄС;
- Паризька угода щодо змін клімату;
- Європейська зелена угода;
- Європейське законодавство щодо змін клімату.

Досягнення інноваційною ТС прийнятних показників енергоефективності та екологічності можливе через реалізацію комплексу заходів, з-поміж яких:

- використання новітніх відновлювальних джерел енергії, а також підвищення ефективності використання;
- реалізація спрямованих заходів зі зменшення залежності від енергоносіїв вулководневого походження, зокрема встановлення нового оптимального балансу між використанням видів транспорту в ТС;
- запровадження механізмів економічного стимулювання застосування енергоефективних та екологічних технологій, також принципу «забруднювач платить»;
- зменшення негативного екологічного впливу пасажирських і вантажних перевезень за рахунок підвищення енергоефективності інфраструктурних об'єктів (аеропорти, морські та «сухі» порти, споруди залізничного транспорту тощо);
- також за рахунок спорудження нових об'єктів з підвищеними вимогами до їх енергетичних та екологічних характеристик, глибокої модернізації існуючих;
- забезпечення захисту та мінімізації негативного впливу на довколишнє середовище, сільськогосподарські землі та території.

Важливим аспектом питання інноваційного розвитку ТС країни є підвищення безпеки та безпечності. Безпечність ТС – один з ключових факторів, що впливає на якість життя суспільства. Діяльність з підвищення всіх аспектів безпеки та безпечності ТС країни має здійснюватись згідно з міжнародно прийнятими регламентними нормами. Зокрема, з нормами Європейського Союзу в рамках гармонізації законодавства та нормативно-правового регулювання. Головними завданнями в цьому напрямку можуть бути:

- зменшення втрат від транспортних подій;

- досягнення збереження життя, здоров'я людей та майна за рахунок підвищення всіх параметрів безпеки і безпечності функціонування ТС;
- аналіз реалізованих, поточних і запланованих проєктів інноваційного розвитку ТС і параметрів безпеки та безпечності.

6.2 Інституціональні основи інноваційного розвитку транспортної системи країни

Головна задача ТС країни – забезпечення розвитку суспільства та економічного зростання. Виходячи з цього, основними доктринальними вимогами до розвитку інноваційної ТС є забезпечення сталого розвитку країни, покриття високоякісними транспортними мережами всієї її території, що гарантує створення цілісної, економічно ефективної, доступної, безпечної ТС, яка відповідає потребам суспільства, підтримує економічне зростання та надає пріоритет екологічним шляхам розвитку й розширення.

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

Інвестиційна політика має забезпечувати підтримку розвитку інноваційної ТС в напрямку підвищення якості внутрішніх, міжнародних і транзитних перевезень вантажів і пасажирів, запровадження енергоощадних і екологічно нешкідливих транспортних засобів і технологій. Важливо забезпечити фінансову мотивацію реалізації заходів щодо забезпечення тотальної доступності всіх об'єктів транспортної інфраструктури (транспортні засоби, інфраструктура, будівлі та споруди транспорту, ІТ-засоби тощо) для

людей з інвалідністю всіх нозологій, а також інших маломобільних груп населення з тим, щоб виконати вимоги законодавства, а також взяті Україною на себе зобов'язання в рамках міжнародного права [240] та відповідний план дій щодо її імплементації [241], Національної стратегії зі створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року [242] тощо.

Важливим є коректне застосування принципу «забруднювач платить», що сприятиме реалізації енергоефективних й екологічно безпечних транспортних засобів і технологій. Однак зазначений підхід має застосовуватись таким чином, щоб не стати бар'єрним місцем в напрямку інтенсивності реалізації проєктів розвитку інноваційної ТС.

В ході планування заходів щодо інноваційного розвитку ТС країни важливим питанням є реалізація спрямованих дій в напрямку мінімізації негативного впливу транспорту на навколишнє природне середовище. Гострота цього питання випливає з двох головних тверджень:

1 – транспорт є одним із найбільших забруднювачів навколишнього середовища [243], причому з огляду на те, що ТС споживає 5...6% електроенергії [244], це стає ще більш актуальним;

2 – в світі намітився стабільний тренд щодо посилення вимог до підвищення екологічності всіх галузей економіки, зокрема і транспорту. Так, прийнятою в країнах ЄС програмою Green Deal [245] передбачено зменшення на 55% обсягів викидів парникових газів (порівняно з рівнем 1990 року).

Ці, та низка інших факторів, свідчать про безальтернативність екологічного вектора в процесі інноваційного розвитку ТС країни. Цьому сприятиме комплексний підхід до охорони навколишнього природного середовища, використання альтернативних джерел енергії, що є основною вимогою, яка надає ключові та обмежувальні параметри для розвитку всіх видів транспорту. При цьому транспорт та енергетика тут постають єдиним комплексом, який неможливо розглядати окремо.

Нижче наведено ключові заходи для мінімізації викидів забруднюючих речовин та оптимізації використання основних ресурси, заходи стосовно навколишнього середовища.

- Створення системи вибору в реальному часі способів організації перевезень, оптимальних з точки зору енергоспоживання та впливу на навколишнє природне середовище.

- Організація транзитних маршрутів і транспортних коридорів, оптимальних (порівняно з маршрутами та коридорами, що проходять територією інших держав) з точки зору енергоспоживання та впливу на навколишнє природне середовище.

- Створення системи податкового стимулювання розвитку енергоощадних транспортних технологій та систем;

- Реалізація комплексу заходів щодо зменшення залежності від вуглеводневих видів палива. Поетапний план переходу на відновлювальні джерела енергії. Пріоритетний перехід залізничного транспорту на енергію з відновлювальних джерел, максимальне застосування рекуперації;

- Стимулювання створення системи «зелених транспортних коридорів» – транспортних коридорів, що мінімізують «вуглецевий слід» в виробничих процесах. Зокрема, системи «реверсивної логістики»;

- На всіх етапах життєвого циклу інноваційної ТС потрібно передбачити заходи, спрямовані на зменшення рівня утворення твердих відходів (перш за все це відпрацьовані шини, непереробні залишки елементів транспортних засобів тощо), зокрема, логістики повторного використання ресурсів в ТС. При цьому для об'єктів інфраструктури потрібно нормативно забезпечити обов'язковість катодного захисту елементів, що продовжить їх життєвий цикл та зменшить в майбутньому утворення твердих відходів;

- Мінімізація шумового впливу ТС;

- Підвищення конкурентоспроможності ТС країни на світовому ринку за рахунок підтримки галузевої системи НДДКР, створення

інтегрованих дослідницьких центрів, спеціального фонду наукових розробок в сфері підвищення енергоефективності та екологічності транспорту;

- Створення ефективних техніко-економічних механізмів, спрямованих на зменшення кількості застарілих транспортних засобів з низькою енергоефективністю та заміни їх на нові. Зменшення середнього віку парку транспортних засобів. Системна дія в напрямку збільшення кількості електромобілів та автомобілів з гібридним приводом;

- Запровадження систем екологічного менеджменту в усіх елементах і на всіх етапах життєвого циклу інноваційної ТС. Зокрема, запровадження автоматичної інтелектуалізованої системи виявлення надмірних забруднень з відповідними алгоритмами реагування;

- Запровадження системи повторної переробки для відходів ТС (зокрема, але не лише, мастила, гума, пластик, бітумовмісні відходи тощо).

На загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях потрібно вживати заходів задля запровадження стратегій мобільності, спрямованих на максимально можливе використання способів виконання транспортної роботи, які здійснюють мінімальну кількість викидів шкідливих речовин, або взагалі позбавлені шкідливих викидів (електричні транспортні засоби, засоби мікромобільності – велосипеди, електросамокати, пішохідний рух тощо). Це досягається стимулюванням міст в напрямку розвитку їх ТС, створення та постійне підвищення функціонування систем громадського транспорту як ключової передумови до зменшення використання індивідуальних транспортних засобів. До того ж потрібно індивідуально розглядати й інші заходи:

- платний в'їзд до певних зон у місті;
- запровадження зон, в які дозволено в'їзд лише транспортним засобам з нульовим рівнем викидів (міський електротранспорт та електромобілі);
- реалізація проєктів створення швидкісних коридорів громадського транспорту;

- створенням мережі перехоплювальних парковок на в'їздах в міста.

Всі ці заходи мають реалізовуватись на рівні органів місцевого самоврядування. При цьому роллю держави на загальнодержавному рівні є створення відповідної законодавчої та нормативної баз, системи правил та стандартів.

Важливим питанням в напрямку комплексного інноваційного розвитку ТС країни є забезпечення єдиного підходу до управління процесами розвитку. Беручи до уваги комплексність самої ТС, масштабність і складність задач з її інноваційного розвитку, зазначеним питанням має займатись спеціальний орган за підтримки наукової та академічної спільноти.

Також 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.

Для об'єднання управлінських дій різних органів, відповідальних за функціонування та розвиток різних видів транспорту, потрібно організувати єдиний центр прийняття рішень. Окрім цього, запровадити зрозумілу, ефективну, але не занадто ускладнену систему планування, контролю та звітності за реалізацією проєктів інноваційного розвитку ТС з тим, щоб забезпечити чітку реалізацію планів і можливість своєчасного запровадження коригувальних дій в разі своєчасно виявлених відхилень, або в разі, якщо в результаті реалізації дій отримуються результати, відмінні від запланованих.

Зазначена система планування, контролю та звітності має мати ієрархічні рівні:

- загальнодержавний,
- регіональний,
- міський,

а також розподіл за видами транспорту.

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

В процесі управління проєктами інноваційного розвитку ТС країни особливу увагу потрібно приділяти питанням кібер-безпеки. В цьому зв'язку задіяні в процес 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 діяти у тісній взаємодії. Для цього потрібно створити єдину платформу відкритих даних для забезпечення доступу до належним чином підібраних даних, з перевіреною їх достовірністю. Надійність даних продиктована тим фактом, що вони є основою для прийняття рішень.

Важливим є єдиний уніфікований підхід до питання нормативного регулювання в процесі інноваційного розвитку ТС [246].

Забезпечення інноваційного розвитку ТС 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 ТС, а часто й блокує певні інновації, що загалом гальмує процес розвитку.

Базою для формування процедури комплексної оптимізації для забезпечення найвищої ефективності системи нормативного забезпечення інноваційного розвитку ТС пропонується нова концепція. Зазначена концепція має головною метою врегулювання діяльності для забезпечення оптимального

значення показника «ефекти/витрати» функціонування ТС. Запропоновано систему підпорядкованих цілей, до яких, з-поміж інших, відносять:

- нормативне регулювання функціонування та розвитку інноваційних ТС на всіх етапах життєвого циклу;
- формалізацію показників якості та рівня технізації;
- оптимізацію співвідношення «ефект/витрати» з точки зору виробників, експлуатантів та споживачів.

За головні принципи прийнято ринкові механізми в сукупності з ефективними механізмами державного регулювання в сфері економіки та державного регулювання, прогресивну спрямованість на рівні найкращих світових стандартів та їх гармонізацію, адаптивний підхід до такої гармонізації.

Виходячи з вищевикладеного, впливають такі основоположні основи запропонованої концепції:

- оптимізація меж регулювання та строків;
- актуалізація чинних нормативних документів до сучасного рівня науково-технічного прогресу з виходом на випереджальний рівень;
- комплексна оптимізація структур і параметрів нормування з урахуванням меж самоорганізації та самонавчання;
- формування новітнього нормативного простору з урахуванням взаємодії з нормувальною базою суміжних галузей (промисловість, сільське господарство, будівництво, освіта тощо).

Таким чином визначається напрям подальшої діяльності з розвитку нормативного регулювання процесу інноваційного розвитку ТС:

- впорядкування та уніфікація нормативної документації з метою ліквідації завад подальшому розвитку, розбіжностям і дублюванню;
- створення бази документації в напрямку стандартизації, підтвердження відповідності та якісного і повноцінного метрологічного забезпечення;
- створення потужного науково-технічного фундаменту для подальшого розвитку системи нормативної документації;

З метою забезпечення подальшої роботи в цьому напрямку використана методологія системномислідяльнісного комплексу.

З метою визначення атрибутів підсистеми нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС в загальній системі регулювання процесів науково-технічної діяльності, формування нової нормативної доктрини та створення параметричної моделі використано системномислідяльнісний підхід. На базі цього підходу сформовано системномислідяльнісний комплекс.

Специфічні властивості відрізняються тим, що пов'язані з встановленням, регулюванням та управлінням параметрами і характеристиками об'єктів, на які спрямовано їх дію. Це формує головну функцію системи. Наряду з цим, вона має й інші функції, що пов'язані з нормуванням умов виробництва та створення елементів ТС, її експлуатацією, ремонтом і модернізацією.

Системномислідяльнісний комплекс є найбільш загальною моделлю створення, існування і розвитку суб'єкта. Зазначена модель охоплює всі рівні об'єкта – від світоглядного до більш загальної моделі створення, існування і розвитку предмета, явища або їх сукупності. Вона охоплює всі аспекти та рівні об'єкта від світоглядного до елементарного.

Система нормативного регулювання та супроводження процесу інноваційного розвитку ТС має своє відображення в когнітивному, знаковому та реальному просторах, що дає змогу побудувати ієрархію моделей ідеальних і реальних об'єктів. Шари (верхні) ідеальних об'єктів пов'язані з об'єктами інших систем (суміжних), шари (нижні) реальних об'єктів – з реалізацією цільових функцій в реальному просторі. Конструктивно структурну модель СМД – комплексу системи нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС – можна зобразити у вигляді шарів, рис. 6.2. Шари сформульовані на основі груп функцій: основної, допоміжної та забезпечувальної. При цьому управління здійснюється на основі процесів отримання та обробки інформації відповідно до законів мислення під час вирішення задач синтезу, спрямовуючи рух від абстрактного до конкретного.

СМД- модель

Світосприйняття

Ідеали

філософські теорії і методології

Сукупність фундаментальних та галузевих прикладних наук

Інженерія в напрямку розробки, інтеграції, адаптації та імплементації нормативного регулювання

алгоритми реалізації та ініціювання змін

практика розробки, гармонізації, адаптації та відтворення

Рисунок 6.2 – Ієрархічна структура системнодідляльнісного комплексу системи нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС

Світосприйняття є найбільш абстрактним рівнем, відповідно віднесено до найвищої позиції ієрархії. Зазначений рівень закладає найбільш загальні принципи та доктрини діяльності сфери нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС. Наступний рівень – ідеали системи, які містять описи ідеального стану системи. Третій рівень – методологічні теорії та основи, що забезпечують організованість системи, її функціонування, відтворення та цілісність. Найбільш конкретизованими є прикладні науки, що містять програми та проекти, на базі яких реалізується розробка технологій. Саме цей шар формує сукупність знань для трьох нижчих шарів ієрархії.

П'ятий і подальші шари проявляються у фізичному просторі. Алгоритми його роботи відкриваються у шостому шарі. Сьомий, практичний шар, є процесом розробки, адаптації, імплементації та відтворення системи нормативного регулювання.

Система СМД-комплексу є поліантропною системою. Вона відтворює ієрархічну багатовимірну сутність і визначає функції та завдання кожного

шару, зміст яких змінюється з розвитком і науково-технічним прогресом. Водночас, загальна структура комплексу є базовою та незмінною (сталою), що створює загальну спрямованість системи. Ці факти дозволяють проводити аналіз кожного шару та визначити шляхи удосконалення змісту і методів системи нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС в сукупності з забезпеченням належної взаємодії та взаємозв'язку елементів в цілісній системі, а також розв'язати задачу синтезу систем і елементів з використанням комплексної оптимізації. Світоглядне осмислення є обов'язковим до виконання елементом мислєдїяльнїсного пїдходу. За його результатами визначають нормативну парадигму у найбільш загальних рисах.

Принцип науковості передбачає вивчення основ науки та обґрунтування процесів нормативного регулювання. Для цього створені нові основи загальної теорії технічного регулювання. Принцип прагматичності має свою інтерпретацію у підпорядкуванні системи нормативного розвитку ТС потребам ринку транспортних послуг, держави, економіки та суспільства. Інституції цієї системи відносять до забезпечувальних утворень системи транспортного виробництва.

Водночас, в цій сфері мають місце й інші процеси, спричинені другим рівнем ієрархії системномислєдїяльнїсного комплексу. Так, до головних ідеалів сучасної системи нормативного регулювання належать:

- прогресивність;
- системність, комплексність і всеосяжність;
- оптимальність за всіма показниками;
- динамічність.

Головною ідеєю нормативної бази поточного часу є інтегровність до світових процесів технічного регулювання. Це стане запорукою глобалізації. При цьому важливо забезпечити максимальне врахування інтересів причетних сторін.

Система нормативного регулювання на поточному етапі має бути повністю інтегрованою до світових процесів технічного регулювання – це

спрятиме розвиткові глобалізації. В той же час, вона має соціальну функцію, реалізація якої полягає в орієнтації на потреби всіх зацікавлених сторін. Водночас, вона має мати довершений механізм оптимального розв'язання протиріч в інтересах зацікавлених суб'єктів. Це завдання вирішується сучасними методами організації та управління складними системами та керівним впливом надсистемних утворень.

Зазначені вище тези створюють необхідність побудови ієрархічної моделі нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС. А спрямування на потреби людини, економіки та інтересів держави (надійність, безпека, ефективність та продуктивність тощо), з урахуванням існуючого рівня науково-технічного прогресу, вимагають створення адаптивної структури, що має здатність до самоорганізації. На жаль, такі структури до цього часу не створені. Їх створення вимагає зміни змісту діяльності, підходів до організації та управління діяльністю з регулювання, соціально-професійних відносин (суб'єктно-об'єктні відносини).

Пріоритетне значення набуває діалог партнерів у творчості, що полягає у прозорому процесі створення політики та процедур регулювання, свободі вибору їх видів та застосувань. При цьому потрібно забезпечити механізм відповідальності перед собою та суспільством з урахуванням наявної невизначеності шляхів розвитку. Це також вимагає створення адаптивної системи, здатної до самонавчання та самоорганізації.

В шарі філософських і методологічних теорій базою є нормативна доктрина. Ця доктрина має бути сумісною зі всіма ідеями, що затверджуються в ідеологічному шарі та забезпечують цілісність всього комплексу.

Чинні в галузі законодавчі норми висувають певні вимоги, яким має відповідати система нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС:

- забезпечення виконання екологічних нормативів;
- безпека та надійність;
- достатня номенклатура сил і засобів;
- орієнтованість на випереджальний розвиток науково-технічного

прогресу та вимог міжнародного економічного рівня;

- уніфікація;
- адаптація та інтеграція;
- інформатизація;
- глобалізація;
- поліантропність функцій.

Зазначені характеристики дають змогу синтезувати ознаки необхідної нормативної доктрини. Таблиця 6.1 містить приблизний перелік існуючої та цільової (необхідної) доктрин.

Обґрунтування запропонованої доктрини виходить з таких її характеристик:

- внутрішньої і зовнішньої системної відповідності потребам розвитку суспільства, промисловості, держави, науково-технічному прогресу, суміжним доктринам;
- балансу з сучасними світовими тенденціями;
- історичної та культурної цілісності;
- потенційної можливості розвитку з самообмеженнями на процес розвитку.

Поточна доктрина вимагає зміни своїх основ.

Доктрина нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС – це ідея створення надійної, високоефективної, безпечної ТС, що відповідає поточному рівню науково-технічного прогресу з випередженням.

Наведені ознаки дають можливість встановити, що система нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС за структурою подібна до систем в інших галузях. Прикладна наука має за мету відслідковування інновацій, що виникають в третьому шарі, генерувати ідеї, конкретизувати і трансформувати їх до вигляду, придатного до подальшого впровадження. Станом на сьогодні цей шар потребує розвитку. П'ятий шар – нормативна інженерія – складають організації та повноважні органи (особи) для організації та управління процесом розробки нормативної документації.

Ці об'єкти реалізують цільову, забезпечувальну та управлінську функції системи. Вони за відповідними технологіями (алгоритмами, процедурами – шостий шар) здійснюють нормувальну практику (сьомий шар).

Таблиця 6.1 – Основні ознаки галузевих нормативних доктрин

Ч.ч.	Ознака	Існуюча доктрина	Цільова доктрина
1	2	3	4
1	Система визначення цілей	Система галузевих нормативних документів	Суспільство, держава, економіка
2	Сутність мети діяльності	Забезпечення відповідності галузевим потребам	Забезпечення відповідності потребам суспільства, держави, економіки
3	Шляхи досягнення цілей	Імплементация певної кількості систем нормативного регулювання	Засвоєння методу та комплексна оптимізація структур і характеристик системи нормативного регулювання
4	Метод вибору мети	Вибір параметрів системи нормативного регулювання	Формування нової комплексно оптимізованої структури системи нормативного регулювання
5	Інструментарій	Система нормативного регулювання	Адаптивний механізм комплексно оптимізованого розвитку системи нормативного регулювання
6	Задіяні об'єкти	Множина нормативної документації, організаційні структури	Система гармонізованих нормативних документів, види діяльності за етапами життєвого циклу, організаційні структури
7	Зв'язки з суміжними галузями	Вузькі, статичні	Розширені, динамічні

В принципі, зацікавлені сторони теоретично мають можливості впливати на процес функціонування системи нормативного регулювання, однак на сьогодні відсутні чіткі та виважені механізми реалізації цієї можливості. До того ж, фактично відсутній механізм відслідковування поточної ситуації на ринку. Більш того, сама по собі структура занадто складна і комплексна, що часто утруднює прийняття рішень та імплементацию відповідних змін. Це вимагає проведення оптимізації кількісного та якісного складу структурних елементів (інституцій), які дозволять максимізувати ефективність діяльності на всіх рівнях. При цьому повна комплексна

оптимізація має стосуватись всіх без винятку ієрархічних рівнів системномиследіяльнісного комплексу, адже визначення об'єктів оптимізації – одне з призначень цього комплексу.

Функціонування кожного шару визначається системоутворювальними факторами. Для сьомого шару (виробничі процеси, відтворення і функціонування системи) системоутворювальними факторами є:

- органи управління,
- галузеві фахівці-професіонали, наукові кадри,
- суб'єкти господарювання в галузі та споживачі послуг (для них може бути створений спеціальний технічний комітет),

Зміни в галузевій системі нормативного регулювання йдуть під впливом різноманітних факторів:

- самоорганізації глобального та національних ринків;
- науково-технічного прогресу,
- цільових управлінських дій органів управління.

Механізми дії цих факторів докорінно різні. Реалізація процесів самоорганізації забезпечується макроекономічними методами, нормативним і правовим полями, регулюванням станів суб'єктів транспортного ринку. Органи управління в ринкових умовах можуть в межах своєї компетенції виконувати весь комплекс випереджальних дій, наслідком яких будуть необхідні зміни в сфері нормативного регулювання інноваційного розвитку ТС.

Виходячи з цього, маємо можливість встановити, що основними елементами, що підлягають оптимізації, є:

- уповноважені органи та їх інституціональна структурованість,
- наукові кадри, фахівці в сфері стандартизації,
- функціональні співвідношення між суб'єктами діяльності,
- зміст нормативних актів,
- форми і методи їх запровадження та застосування.

Система нормативного регулювання має зв'язок з майбутнім та має

бути зорієнтована на нього. Синтез нормативного регулювання підлягає адаптації, самоорганізації, самонавчанню та інформатизації. Головними шляхами удосконалення системи є:

- інституціональний – для формування оптимальної структури системи та коректної її інтеграції до глобальних процесів регулювання та наукового прогресу;
- організаційний – для утворення належного складу спеціалістів галузі;
- змістовий – для синтезу оптимального змісту нормативної документації;
- методичний – для вибору та адаптації форм і методів запровадження та використання нормативної документації.
- матеріально-технічний – для розвитку відповідної бази галузевої системи.

ТС за означенням є великою людино-машинною системою. І її збалансований розвиток можливий лише в комплексному добре синхронізованому розвитку обох великих підсистем цієї системи: технічної та людської.

Підготовка фахівців для забезпечення планування, управління та реалізації завдань і заходів інноваційного розвитку ТС країни має здійснюватись у щільній взаємодії галузевих наукових, освітніх і виробничих підрозділів. Одним із головних завдань є створення стандартів підготовки (за змістом та якістю), які мають бути узгодженими з причетними організаціями та установами, при цьому бажаним є узгодження цих стандартів з міжнародними партнерами.

Потрібно забезпечити умови підготовки, утримання та кар'єрного просування ключових фахівців. При цьому важливим є створення умов, які дозволять молодім перспективним фахівцям самостійно планувати своє кар'єрне зростання та своє місце в галузі з її інноваційним розвитком.

Окремо потрібно наголосити, що з інноваційним розвитком ТС повністю зникає потреба у фахівцях певних професій (яскравий приклад – касири квиткові), потреба в фахівцях інших категорій хоча й залишається, однак значно зменшується (для прикладу – працівники диспетчерського апарату). Водночас в цьому процесі виникають нові професії і нові компетенції в них. Це вимагає створення чіткої системи аналізу та планування перепідготовки фахівців з урахуванням професійних суміжностей, індивідуальних особливостей та здібностей працівників.

Важливим є питання забезпечення можливості працевлаштування в галузі людей з інвалідністю, що є елементом одного з базових прав, визначених Конвенцією ООН з захисту прав людей з інвалідністю [240]. У цьому зв'язку при плануванні інноваційного розвитку потрібно передбачати інфраструктурну та функціональну доступність робочих місць в галузі для людей з інвалідністю.

Поява нових потреб у суспільстві та зміна ролі цільових перетворень висувають принципово відмінні від існуючих вимоги до особистості та професійно значущих якостей кадрів. Актуальними стають вищий професіоналізм, глобальне гуманізоване інноваційне мислення, поєднане з активністю, ініціативністю та, в той же час, з самостійністю і високою відповідальністю фахівця перед собою та людством.

Беручи до уваги виключну важливість ТС країни для її обороноздатності, розвитку економіки, суспільства та виконання соціальних функцій, здійснювати управління її інноваційним розвитком мають лише високопрофесійні кадри, у яких є необхідний набір знань і досвіду, а також відповідні документальні підтвердження їх наявності. Стандарти та вимоги до цих ключових керівників (зокрема рівня знань та досвіду) мають бути погоджені та затверджені відповідними органами й неурядовими організаціями, що діють в галузі. Більш того, постає проблема реформування і розвитку інноваційної освітньої системи і, зокрема, тієї її складової, яка забезпечує післядипломне навчання.

Структури сучасних ТС мають інтегративний характер. В них формуються інноваційно-інвестиційні системи різного ієрархічного рівня, зокрема регіонального, національного, міжнаціонального та глобального значення. Саме останні системи забезпечують прискорений і ефективний інноваційний та соціально-економічний розвиток країни-власника такої системи, визначають її місце в світовій структуризації.

На сьогодні в Україні спостерігається недостатня кількість кадрів, які мають об'єктивну можливість створювати та реалізувати лідерні розробки з урахуванням повного інноваційно-інвестиційного циклу, охоплюючи генерування ідей, відпрацювання та впровадження великомасштабних інноваційних транспортних проєктів.

Системи галузеутворювального, макроекономічного та глобального значення, якими є і ТС, мають очолювати генеральні конструктори - фахівці вищої кваліфікації (кандидати і доктори наук), здатні формувати і реалізовувати державну, галузеву (підгалузеву) та регіональну політику, розробляти і запроваджувати науково-технічні рішення на рівні кращих світових зразків. Цільова і системна підготовка таких кадрів в Україні наразі не проводиться.

У той же час, фаховій діяльності генеральних конструкторів на вищих рівнях ієрархії властиві виняткові якості, зокрема:

- поліфункціональність та міжгалузевий характер професійних дій генеральних конструкторів;
- рівень підготовки, що відповідає конкурентоспроможності на світовому ринку;
- віддаленість за часом навчання у закладах вищої освіти від терміну основної роботи над створенням великомасштабних інновацій;
- персональна соціальна відповідальність за наслідки від прийнятих рішень;

- суттєва обмеженість часу на набуття нових знань, вмінь і навичок.

Ці фахівці мають:

- знаходити в умовах багатовимірної невизначеності рішення, що відповідають потребам стратегічного соціально-економічного та науково-технічного розвитку;
- створювати та впроваджувати великомасштабні лідерні науково-технічні розробки шляхом інтегрування найновіших різноаспектних знань;
- організовувати та координувати роботу численних колективів, кожен з яких має свої локальні цілі і можливості, що часто протирічать головній меті створення інновації.

Набуття таких якостей є завданням, що вимагає спеціальної підготовки. Профільними знаннями генеральних конструкторів є знання з технічних дисциплін, які враховують особливості всіх етапів інноваційно-інвестиційного циклу. Для забезпечення лідерних результатів вони мають бути випереджальними.

Кадри для транспортної галузі готуються в загальній та галузевій освітніх системах. Загальна освітня система забезпечує підготовку бакалаврів, спеціалістів, магістрів і, частково, кадрів вищої кваліфікації – кандидатів та докторів наук.

Підготовку робочих кадрів з різних спеціальностей, значну частку кадрів вищої кваліфікації та перепідготовку і підвищення кваліфікації кадрів всіх рівнів і професій має забезпечувати галузева освітня система.

Якщо загальноосвітня система значною мірою зберегла свій потенціал і забезпечує підготовку кадрів для задоволення потреб транспорту, то галузева система освіти стала не повністю інституціонально неспроможною виконувати свої завдання.

Проведений на основі оцінки експертів аналіз [247] свідчить, що наявні її інституції не охоплюють кадри, у належних масштабах і якості, процесами

підготовки та перепідготовки (табл. 6.2). Це стосується також рівня галузеутворювальних, макроекономічних і глобальних систем, які очолюють генеральні конструктори.

Таблиця 6.2 – Охоплення процесами підготовки та перепідготовки кадрів галузевою освітньою системою в Україні

Ієрархічний рівень кадрів	Процеси підготовки		Процеси перепідготовки	
	Кількість, %	Рівень якості	Кількість, %	Рівень якості
1	2	3	4	5
Глобальні, макроекономічні та галузеві системи	0 (не проводяться)	-	0 не проводяться)	-
Інтегральні системи об'єднань і підприємств	0 (не проводяться)	-	до 15 %	Недостатній
Локальні виробничі системи	0 (не проводяться)	-	до 30%	Недостатній
Робочі місця для технологій: інноваційних; традиційних	до 5 % до 10 %	задовільний задовільний	до 10 % до 15 %	задовільний задовільний

Звідси витікає висновок, що існуюча галузева освітня система вимагає проведення оптимізації кількісного та якісного складу її інституцій, у першу чергу, для забезпечення підготовки та перепідготовки кадрів для тих рівнів транспортної галузі, які визначають інноваційний розвиток.

Враховуючи вказане модель системномислительного комплексу освітньої системи можна задати набором шарів.

Шари виділяються з тим, що будь-яка складна система у реальному просторі може структуруватись на дві складові згідно з функціями, які виконуються: основну і управлінську. (Додаткові функції в цій роботі не розглядаються). Саме ці складові практично реалізують цільову функцію системи, утворюючи шар практики. Управління здійснюється на основі процесів поетапної конкретизації інформації (знань) згідно з законами мислення при вирішенні задач синтезу, спрямовуючи рух від абстрактного до конкретного [248].

У порядку конкретизації інформації з цього питання можна виділити:

- верхній, найбільш абстрактний шар ієрархії, займає світогляд, який задає загальні ціннісні установки і принципи;
- далі йде другий шар, в якому розміщується ідеологія з її ідеями та зразками. Тут формуються критерії оптимізації;
- третій шар – шар часткових філософських і методологічних теорій, що витікають з ідеології і призначені для обслуговування освітніх установ. Об'єкти цього шару забезпечують систему необхідною організованістю, сприяючи її онтологічній та предметній цілісності, процесам функціонування та відтворення, а також формуванню основ освітньої суб'єктності;
- четвертий шар – це шар прикладної науки. Він є найбільш конкретизованим із теоретичних шарів, що проявляються в семіотичному просторі. Цей шар орієнтується на програми та проекти, що відтворюють структури та інституції, які реалізують освіту, а також зводи знань. Останні складають предметну сутність освітньої системи, яка створюється на основі розробки шару часткових філософських і методологічних теорій. Відповідні «прикладні» науки з цього шару забезпечують знаннями архітектуру та інженерію, утворюючи проміжний шар між шаром філософії, методології освіти і шаром освітньої архітектури та інженерії.
- п'ятий шар – це шар, що предметно проявляється у реальному просторі. Він є шаром освітньої архітектури та інженерії (освітнього інституціоналізму);
- власне освітня практика – шостий шар – і є освітнім «виробництвом», точніше, процесом функціонування та відтворення освітньої системи.

Виходячи з завдань, що витікають з Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року [125] та враховуючи наявність

розробок [247], можна визначити потрібні характеристики галузевої освітньої системи для транспортної галузі:

- здатність до підготовки та перепідготовки кадрів потрібних професій і кваліфікації, зокрема – вищої, з інноваційним мисленням;
- достатні для виконання своєї ролі масштаби;
- орієнтація на творчість, випереджальний характер знань і умінь;
- конкурентоспроможність і саморозвиток;
- інтеграція у загальну систему (національну та міжнародну) освіти і науки.

За вказаними характеристиками можна синтезувати ознаки потрібної галузевої освітньої доктрини. В табл. 6.3 наведений один із варіантів ознак потрібної та ознаки існуючої галузевих освітніх доктрин.

Таблиця 6.3 – Головні ознаки галузевих освітніх доктрин

Ч.ч.	Найменування ознаки	Доктрини	
		Існуюча	Потрібна
1	2	3	4
1	Рівень визначення мети	Система галузевої освіти	Суспільство і промисловість
2	Сутність мети навчання	Здобуття освіти	Створення умов для творчої самореалізації особистості в середовищі процесів інноваційного розвитку суспільства
3	Шляхи досягнення мети	Освоєння певної сукупності професійних знань та умінь	Освоєння методу безперервного випереджального пізнання, інноваційного творчого мислення і певної сукупності професійних знань та умінь
4	Метод досягнення мети	Вибір змісту навчального процесу	Формування нового інституціонального складу галузевої освітньої системи та вибір змісту навчального процесу
5	Інструментарій	Педагогічна система	Інституціональна система
6	Задіяні об'єкти	Викладачі і суб'єкти навчального процесу	Уклади, сфери діяльності, організаційні структури, інноваційні процеси, викладачі і суб'єкти навчального процесу
7	Зв'язки із суміж. галузями	Звужені, статичні	Розширені, динамічні, адаптивні

Виходячи з потрібних властивостей галузевої освітньої системи базовою ідеєю – новою доктриною – можна визначити ідею випереджальної підготовки творчих, інноваційно мислячих програмно-орієнтованих команд фахівців у системі, здатній до самоорганізації та інтегрований у відповідну науково-навчально-проектно-виробничу структуру.

Обґрунтування вказаної вище доктрини витікає з її:

- внутрішньої і зовнішньої системної відповідності потребам інноваційного розвитку галузі, узгодженості з іншими доктринами;
- сумірності з сучасними світовими тенденціями;
- історичної та культурної вивіреності, зокрема, історичної природності;
- потенційної можливості розвитку з самообмеженнями на процес розвитку.

При цьому враховується, що сучасні інноваційні транспортні підприємства-лідери працюють командами з використанням кластерів інноваційно-інвестиційних проєктів [249]. Вказане інтегрується ідеями суб'єктної цінності та інноваційності. Нові знання при цьому мають замінювати існуючі, формуючи нове обличчя освіти.

Зміни в системі галузевої освіти йдуть під впливом двох факторів: ринкової самоорганізації і цільових дій органів управління. Механізми впливу цих факторів різні. Спрямованість самоорганізаційних процесів забезпечується макроекономічними методами, відповідним нормативно-правовим полем, регулюванням станів суб'єктів ринків освіти та праці. Органи управління в ринкових умовах можуть в межах своєї компетенції виконувати комплекс випереджальних дій, наслідком яких будуть зміни в освітній сфері.

Основними структурними елементами освітньої системи, що підлягають оптимізації для формування нового освітнього простору у промисловості, є:

- освітні заклади та їх інституціональна структурованість;
- викладачі, наукові керівники;
- система команд (груп) суб'єктів навчання;
- функціональні стосунки викладачів і суб'єктів навчання;
- зміст (програми) навчання;
- форми і методи навчання.

Вказані структурні елементи є предметом реформування освітньої системи. Беручи до уваги той факт, що людина має три іпостасі: фізичну, соціально-професійну та морально-духовну, виходячи з другого поняття системи та розглядаючи генерального конструктора як суб'єкта науково-навчально-проектно-виробничої інноваційної системи, можна виділити необхідні складові якостей (компетенцій) і визначити елементи системи (надсистеми), які їх формують (табл. А.3).

Виходячи з наведених в табл. А.3 даних, формування потрібних якостей (компетенцій) суб'єктів навчання проводиться за допомогою всіх елементів інноваційно-інвестиційної системи та надсистеми, тобто забезпечується ефект комплексного інституціонального впливу. При цьому навчання і виховання майбутніх генеральних конструкторів організовуються з використанням дієвих підходів: особистісного, індивідуального, диференційованого, суб'єктно-об'єктного, діяльнісного, творчого та вербального [250].

Системи освіти і транспорту мають мати певний ступінь інтеграції. При горизонтальній інтеграції кожна з підсистем має свій вид, який відповідає призначенню щодо реалізації фаз інноваційно-інвестиційного циклу. У вертикально інтегрованих системах всі підсистеми є одного і того ж виду, відрізняючись місцем в ієрархії. Внаслідок цього при горизонтальній інтеграції забезпечується реалізація процесу функціонування, а при вертикальній – процесу відтворення системи.

Підсистеми можуть взаємодіяти між собою безпосередньо, за допомогою системи управління (жорстко) або через ринок (гнучко).

Горизонтально і вертикально інтегровані системи розрізняються рівнями інтеграції. У горизонтально інтегрованих системах значення рівня залежить від кількості підсистем, що реалізують відповідні фазові цикли загального інноваційно-інвестиційного циклу. У вертикально інтегрованих системах він визначається кількістю ієрархічно підпорядкованих підсистем, призначених для виконання загальної функції системи. Значення рівня інтеграції зростає при збільшенні кількості підсистем, що входять до системи.

При горизонтальній інтеграції перший рівень мають системи, що охоплюють, крім навчальної, ще одну підсистему, яка реалізує відповідний фазовий цикл, наприклад, маркетингову або науково-дослідну. Другий рівень передбачає наявність двох приєднаних підсистем, наприклад, науково-дослідної і проєктної. До цього рівня належать традиційні навчально-науково-виробничі комплекси. Третій рівень передбачає наявність трьох підсистем, четвертий – чотирьох і, нарешті, п'ятий – п'яти підсистем різного виду. Навчальна система, як базова, входить у всі види горизонтально інтегрованих систем.

Для вертикальної інтеграції перший рівень відповідає внесенню до складу системи додатково ще одного закладу освіти нижчого ступеня підготовки. Наприклад, це має місце, коли вищий заклад освіти інтегрується з коледжем. Для другого рівня вертикальної інтеграції потрібно, щоб заклад вищої освіти інтегрувався з двома закладами освіти, які утворюють свою ієрархію. Це можуть бути: технікум і школа, коледж і ліцей або інші навчальні заклади освіти відповідного ступеня підготовки.

Горизонтально інтегровані системи різних рівнів і з різними видами задіяних підсистем реалізують різні фрагменти інноваційно-інвестиційного циклу і, відповідно, мають різні напрямки навчання, які відповідають видам підсистем, що інтегруються.

При вертикальній інтеграції підсистем реалізується лише навчальний фазовий цикл. Зростання рівня систем з цим видом інтеграції розширює

можливості процесів її відтворення. Як правило, в межах існуючих типів закладів освіти рівень вертикальної інтеграції не перевищує трьох.

Комплексно інтегровані системи найвищого рівня (восьмого – в межах прийнятої системи класифікації) здатні реалізувати повний інноваційно-інвестиційний цикл і повний цикл відтворення.

Оскільки рівень інтеграції і види підсистем, що інтегруються, визначають можливості системи щодо впливу її інституціонального складу на процес навчання, для підготовки кадрів різних рівнів промислової ієрархії та різних спеціальностей потрібні свої рівні інтеграції і відповідні види підсистем, що інтегруються. Базовими тут є два принципи. Перший принцип – відповідність рівня промислової ієрархії рівню горизонтальної інтеграції. Чим вищий рівень цієї ієрархії, тим вищим має бути рівень інтеграції. Другий принцип – відповідність між спеціальністю і видом фазового циклу та підсистеми, що його реалізує. Наприклад, для кваліфікації інженерів-експлуатаційників достатньо мати другий рівень інтеграції, при якому до складу горизонтально інтегрованої системи входить, крім навчальної, експлуатаційна підсистема. В той же час, для ефективної підготовки кадрового резерву генеральних конструкторів, управлінські дії яких охоплюють всі фази інноваційно-інвестиційного циклу, потрібно мати комплексно інтегровану систему.

Важливим є рівень автономності підсистем, що інтегруються. Найменший рівень автономності забезпечується тоді, коли складові елементи системи є її адміністративно підпорядкованими функціональними підрозділами, а найбільший – коли підсистеми є юридичними особами, поєднаними у формі асоціації.

Для повного вирішення поставлених в цьому дослідженні задач, потрібно детально розглянути питання формування вимог до технічних знань та умінь майбутніх генеральних конструкторів ТС.

Відповідь на це питання можна отримати, аналізуючи посадові обов'язки фахівців рівня генеральних конструкторів з урахуванням

результатів досліджень, опублікованих в роботах [251, 252]. З розвитком ТС, їх географічного, економічного та технологічного розширення, з'явилося багато напрямків діяльності, пов'язаних з потребою формування нових галузеутворювальних, макроекономічних і глобальних технологій, які мають очолювати фахівці вищої кваліфікації в ранзі генеральних конструкторів. В таблиці А.4 наведені приклади посад, на які можуть претендувати такі фахівці.

Генеральний конструктор займається комплексним вирішенням задач, пов'язаних зі створенням і впровадженням великомасштабних інновацій, що суттєво впливають на природну та соціальну сфери. В зв'язку з цим він має мати досить повні знання з технічних наук, психології, фізіології, соціології, економіки, організації, методів управління та інших наук. Оскільки генеральний конструктор забезпечує реалізацію повних інноваційно-інвестиційних циклів, знання відповідних наук, вміння та навички їх застосування потрібні для вирішення завдань кожного з етапів цих циклів.

Сукупність всіх етапів інноваційно-інвестиційного циклу вимагає від генерального конструктора знань щодо наукових досліджень в галузі маркетингу, наукових досліджень, техніки, проектування, виготовлення, випробування, сертифікації, експлуатації та перетворення (ремонт, модернізація, ліквідація) та управління технічними системами транспорту на галузеутворювальному, макроекономічному й глобальному рівнях.

При вирішенні задач щодо визначення вимог до знань, умінь і навичок генеральних конструкторів треба мати на увазі головні обставини. Перша – великомасштабність об'єктів, що розробляються: на рівні галузі, макротехнології чи глобальної технології. Друга – застосування у сучасних інноваціях великої кількості фізичних, хімічних, біологічних та інших ефектів.

Знання до кожного з етапів інноваційно-інвестиційного циклу треба вміти оптимально застосовувати. При цьому задача оптимізації є багатовимірною, ієрархічною з критеріями оптимізації, які є змінними протягом життєвого та більш високих циклів техніки. Обмеження на рішення також є змінними. Тобто, генеральні конструктори мають вміти вирішувати

найбільш складні задачі аналізу, прогнозування та оптимізаційного багатокритеріального синтезу, що можуть моделюватись на рівні дедуктивних систем.

Освоєння методів вирішення цих задач є головним при формуванні вмінь і навичок створення технічних інновацій. Набуття вмінь і навичок, враховуючи багатовимірність задач, що вирішуються генеральним конструктором, можуть йти одночасно (сумісно) з вирішенням задач пізнання та здійсненням інноваційно-інвестиційної діяльності в ранзі керівника проєкту.

В табл. 6.6 наведені характеристики елементів діяльності та вимоги до знань і умінь генеральних конструкторів, які визначенні на основі загальної методології професійної освіти.

З наведених в таблиці 6.6 даних можна зробити висновок, що для виконання своїх професійних обов'язків генеральний конструктор має знати основні складові теорії практично всієї техніки на всіх рівнях теорії техносфери. Результати застосування такого підходу в узагальненому типовому вигляді подані в таблиці 6.7.

Подальша робота в напрямку інтелектуалізації ТС країни має містити в собі (як один із ключових елементів) розробку навчальних програм у вищезазначених сферах. Зазначені програми мають бути розроблені в тісній співпраці з закладами освіти та науковими установами разом із відповідними органами влади, національними та міжнародними неурядовими організаціями в сфері транспорту та логістики. Окрім того, має бути побудована система обміну передовим досвідом, яка ефективно функціонує в галузі, що дасть можливість виявляти, розвивати та поширювати передові розробки й практики лідерів.

Важливою метою інноваційного розвитку ТС країни є підвищення якості та рівня задоволеності цільових клієнтів – пасажирів, вантажовласників тощо. Підвищення рівня її задоволення має відбуватись на основі системи

аналізу якості, яка діє постійно та має здатність до синтезу коригувальних заходів, спрямованих на підвищення рівня задоволеності.

Інноваційний розвиток ТС країни має базуватись на принципах клієнтоорієнтованості [253].

Клієнт-орієнтований підхід – явище досить нове. У низці наукових публікацій [254, 255] описано його застосування в діяльності окремих підприємств і галузей. Тим не менш, у транспортній галузі цей прогресивний підхід не знайшов поки що свого широкого формалізованого втілення, хоча відомі випадки застосування його окремих елементів [246].

Саме клієнт-орієнтований підхід є одним із найефективніших інструментів сучасного планування розвитку та організації функціонування ТС країни. Він дає змогу максимально врахувати потреби ринку та споживача у обсягах і якісних параметрах послуг. Важливим стратегічним завданням побудувати її роботу таким чином, щоб кожен робітник та керівник, незалежно від рівня його посади та статусу, розглядав свої дії через призму їх цінностей для клієнта.

Виробничий процес у ТС – це процес створення комплексу послуг, тобто послідовності дій, направлених на створення споживчої цінності послуг. Саме клієнт (в широкому розумінні цього слова), його потреби, задоволення і передбачення його очікувань – головна умова збалансованого розвитку, стабільного та ефективного функціонування ТС.

Для реалізації клієнт-орієнтованого підходу під час планування розвитку ТС країни, потрібно забезпечити формування у керівників галузі системи знань і практичних навичок, які допоможуть їм оцінювати свої дії, рішення та функціонування системи загалом з погляду клієнта, виконувати свої функції, орієнтуючись на запити клієнта; проаналізувати ключові параметри функціонування системи з погляду їх внеску у створення споживчої цінності для клієнта, зокрема встановити вимоги до якості та результативності процесів; оптимізувати та скоординувати діяльність системи таким чином,

щоб забезпечити максимальну відповідність послуг потребам цільових сегментів ринку з урахуванням мінливих глобальних і місцевих умов.

Глобальна ТС і ТС України, як її складова, є фундаментом розвитку глобалізаційних процесів, адже глобалізація – це процес всесвітньої економічної, політичної й культурної інтеграції та уніфікації. Головними наслідками глобалізації є міжнародний поділ праці, міграція в масштабах всієї планети капіталу, людських і виробничих ресурсів, стандартизація законодавства, економічних і технічних процесів. Тому розвиток ТС країни має корелюватись із відповідними глобалізаційними процесами, оскільки без цього країна ризикує залишитись осторонь. Більш того, важливо забезпечити правильне впровадження технічних стандартів систем транспорту з метою ліквідації завад і забезпечення глобальної інтероперабельності.

На кожному ієрархічному рівні ТС її клієнт є різним, відповідно мають відрізнятися і підходи до прогнозування, планування та розвитку певних ТС. Спільним у цьому плані є одне: орієнтація на максимальне задоволення потреб клієнтів – споживачів послуг. Адже неправильне, неякісне визначення вичерпної множини клієнтів та їх потреб призводить до визначення хибних параметрів систем, що, в свою чергу, призводить або до незадоволення клієнтів, які не отримують належних послуг чи вдаються до отримання послуг ТС конкурентів, або до нераціонального використання ресурсів (головним чином інвестиційних), які є апріорі обмеженими.

Ще одне питання, яке постає при спробі застосування клієнт-орієнтованого підходу, є різні цінності, які сприймаються клієнтом тієї самої ТС на різних ієрархічних рівнях. Так, наприклад, якщо для пасажирів максимально важливими критеріями є швидкість, комфорт, зручний розклад руху та стиковки з іншими видами транспорту (як міжміського, так і міського), то для внутрішніх вантажовідправників важливими є критерії пропускнуєї спроможності, вартості перевезень і зручність проведення перевантажувальних операцій. Якщо ж ми піднімемось на вищий ієрархічний щабель – рівень міжнародного транзиту вантажів, то тут на перше місце

виходить питання інтероперабельності – тобто ступеня інтегрованості ТС різних країн, через які проходить транзитний потік. Варто зазначити, що на сьогодні саме недостатній рівень інтероперабельності не дає змоги Україні повною мірою реалізувати її транзитний потенціал. Для задоволення потреб клієнтів-пасажирів, які комбінують свою подорож із сегментів, що обслуговуються різними видами транспорту (автомобільний, залізничний, повітряний), важливим є зручність пересадки з одного виду транспорту на інший.

Загалом внутрішніми клієнтами ТС країни є суспільство та народно-господарський комплекс (в основному, промисловість, енергетика та АПК). Тому і планування розвитку ТС має базуватись на доктринах розвитку відповідних галузей. Частково це сьогодні забезпечується: у зв'язку зі збільшенням експорту зернових та олійних культур (власне олії), в портах будуються відповідні термінали, почали відроджувати річкове судноплавство, розвивати парк спеціалізованого рухомого складу залізничного, автомобільного, морського та річкового транспорту. Тому в масштабах держави доктрина розвитку транспорту має бути похідною від доктрин згаданих вище галузей.

Із погляду суспільства – ТС має забезпечити швидке, комфортне та економічно вигідне переміщення громадян територією держави. Важливо зрозуміти, що ТС – це міцний об'єднувальний елемент, який забезпечує єдність країни. Отже, застосування клієнт-орієнтованого підходу в сфері розвитку транспортної системи країни є запорукою досягнення найкращих цілей. Прямі кількісні результати для застосування клієнт-орієнтованого підходу – це зменшення витрат, збільшення рентабельності, освоєння нових ринків, залучення додаткових вантажо- та пасажиропотоків, максимальне задоволення потреб клієнтів.

Запорукою якісного функціонування ТС країни є інституціональність і професійність структур, залучених до її інноваційного розвитку. Для досягнення цього потрібно реалізувати механізм сертифікації та ліцензування

суб'єктів, залучених у процес, що дасть можливість отримати результати відповідно до визначених законодавчих норм і стандартів.

Важливим напрямком діяльності є комплекс заходів, спрямованих на зменшення втрат і збитків в транспортному процесі шляхом підвищення безпеки руху та безпеки перевезень.

Інноваційний розвиток ТС країни має передбачати спрямований синтез заходів, направлених на мінімізацію кількості транспортних подій (незалежно від причин виникнення - людський фактор, інфраструктура, обладнання і транспортні засоби) з доведенням цього значення до нуля за рахунок:

- технологічних рішень;
- автоматичних ТС;
- системи «розумних доріг»;
- жорсткого нормування використання енергопоглинальних елементів тощо;
- протидія злочинним діям внаслідок кібератак на ІТ-інфраструктуру ТС країни.

Зазначені дослідження та заходи мають реалізовуватись випереджальними темпами, при цьому має забезпечуватись інтероперабельність ТС з системами суміжних країн, регіонів та глобальною ТС.

В процесі виконання функцій ТС піддається впливу природних факторів непереборної сили, а також спрямованим діям, націленим на виведення з ладу окремих її частин та повного чи часткового припинення її функціонування під час військових конфліктів або терористичних актів. Для мінімізації цих дій потрібно передбачати комплекс заходів щодо підвищення живучості ТС.

Хоча на сьогоднішній день в світі досліджено та реалізовано велику кількість успішних проєктів щодо удосконалення мобільності, особливості країни, регіонів і міст не дають можливість досягти успіху шляхом простого копіювання успішних рішень. Потрібно забезпечити проведення досліджень з

розробки та реалізації індивідуальних технологій і рішень з підвищення рівня мобільності з використанням випереджальних технологій і підходів, з виходом на вищі рівні технізації: автоматизації, інтелектуалізації, гуманізації. Зазначені рішення мають враховувати психологічні особливості користувачів (як індивідуальних, так і інституційних), а також забезпечувати максимальний рівень персоналізації рішень.

На державному та регіональних рівнях має бути створена уніфікована база даних щодо мобільності, здатна накопичувати, аналізувати актуалізований потік інформації, який стане базою для синтезу рішень.

Досягнення синергії у питанні досліджень можливе за рахунок інтеграції систем управління розвитком галузей транспорту, а також досліджень, які проводяться в кожній з них. В цьому напрямку вбачається за доцільне створення національної бази даних транспорту та інфраструктури, що стане основою для здійснення аналізу, синтезу, планування та контролю проєктів розвитку. Ця база даних має мати чіткі інтеграційні зв'язки з базами даних надсистемних та підсистемних утворень.

Необхідно посилити співпрацю між науковими та освітніми установами, урядовими і неурядовими агенціями розвитку, органами місцевого самоврядування, технопарками тощо з метою формування широкого портфеля інноваційних проєктів в галузі транспорту.

Важливим є питання створення єдиного регулювального простору в частині інноваційного розвитку ТС країни. Особливої уваги заслуговують питання регулювання таких аспектів:

- регулювання інноваційних ТС і засобів (засоби мікромобільності – електросамокати, скутери, індивідуальні літальні апарати та системи, інші транспортні засоби нового покоління);
- функціонування ІТ-інфраструктури транспорту, поводження з масивами даних (бази даних тощо);

Важливим є питання адаптації та гармонізації вітчизняної законодавчої та нормативної баз з міжнародним законодавством.

6.3 Інтелектуалізація транспортної системи України

Як було показано в попередніх розділах, інтелектуалізація є безальтернативним шляхом подальшого розвитку ТС. Досягнення сучасної науки в галузі математики, фізики, комп'ютерних наук і штучного інтелекту відкривають широкі можливості для швидкого підвищення ефективності та якості ТС випереджальними темпами.

Для забезпечення цього у вигляді планомірного, чітко керованого та добре структурованого процесу існує необхідність створення концептуального бачення стратегії інтелектуалізації ТС в горизонті 3...5 років з чітким виокремленням стадій, етапів та конкретних заходів. Окремо потрібно визначити перелік інституцій (державних і приватних, наукових, освітніх установ, неурядових, громадських організацій та суб'єктів реального сектора економіки), задіяних в процесі.

ТС має всі можливості для того, щоб взяти на себе функцію локомотива економіки, особливо в процесі післявоєнного відновлення і подальшого зростання. Інноваційний розвиток ТС забезпечить більш ефективне переміщення людей та товарів, що підвищує економічну та соціальну конкурентоспроможність країни. Саме виходячи з цієї логіки, розвинені країни, дослідивши потенційний економічний ефект від інтелектуалізації ТС, розпочали масштабні системні інвестиції в цю сферу. Основні переваги інтелектуальних ТС, які привели до величезних перетворень у транспорті, охоплюють підвищення ефективності та зростання економіки і зайнятості. Найпершими результатами таких системних дій стало пришвидшення транспортних потоків, зменшення ускладнень в русі та підвищення енергоефективності ТС.

У разі реалізації в Україні комплексного проєкту інтелектуалізації ТС країни залучення внутрішніх і зовнішніх ресурсів дозволять створити значну додану вартість для України. Тому основні акценти в даному процесі мають бути зроблені на внутрішнє виробництво, дослідницьку базу. В цьому

контексті питання захисту навколишнього природного середовища має розглядатись як самостійна стратегічна мета.

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 та архітектури, з'явиться можливість для системної інтеграції, що, в свою чергу, забезпечить можливість більш ефективного використання інфраструктури та підвищення ефективності роботи системи.

Стратегічним баченням є побудова ТС України, орієнтованої на людей, суспільство і навколишнє середовище, на базі передових інформаційних та інноваційних технологій.

Таким чином, потрібно створити стабільну, продуктивну, безпечну, ефективну, інноваційну, динамічну, екологічно безпечну інтелектуалізовану ТС, яка створює додаткову вартість та інтегрує усі види транспорту, використовуючи новітні технології, а також використовуючи внутрішні та залучені ресурси.

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.

Для досягнення прогресу за вищевикладеними напрямками мають бути реалізовані такі кроки:

- Удосконалення та діджиталізація транспортної інфраструктури;
- Імплементация бортових інформаційних і комунікаційних систем;

- Приведення інфраструктури транспорту для забезпечення можливості широкого запровадження систем автоведення, проведення відповідної модернізації;
- Максимальний перехід на екологічно нейтральні та відновні джерела енергії: електрифікація, водневе паливо тощо;
- Поширення використання засобів мікромобільності, спільного використання транспортних засобів, запровадження парку транспортних засобів-трансформерів;
- Поширення використання технологій Blockchain у: MaaS, обміні даними, вантажних і логістичних послугах тощо;
- Розширення сфери використання безпілотних літальних апаратів в ТС для виконання як забезпечувальних та управлінських, так і цільових функцій;
- Використання новітніх матеріалів, поверхневих покриттів, продуктів нанотехнологій та біотехнологій у сфері інтелектуального транспорту;
- Побудова системи управління та аналізу великих даних ТС, а також перетворювати їх у дані, які піддаються аналізу. На основі цього з'явиться можливість оптимізувати транспортну інфраструктуру за допомогою інноваційних технологій у сфері штучного інтелекту, глибокого навчання та комунікаційних технологій. Водночас необхідно деперсоналізувати зібрані транспортні дані та використовувати їх для досліджень та розробки інноваційних програм;
- Поширення використання інтелектуалізованих рішень в сфері енергозбереження в ТС;
- Забезпечення доступності всіх видів транспорту для досягнення положень, викладених в Конвенції ООН щодо захисту прав людей з інвалідністю;

- Підвищення ефективності логістичних операцій шляхом інтеграції центрів управління всіма видами транспорту;
- Імплементация на національному рівні планів сталої мобільності.

Структура та ієрархія заходів з інтелектуалізації ТС на національному рівні наведена на рисунку 6.3.

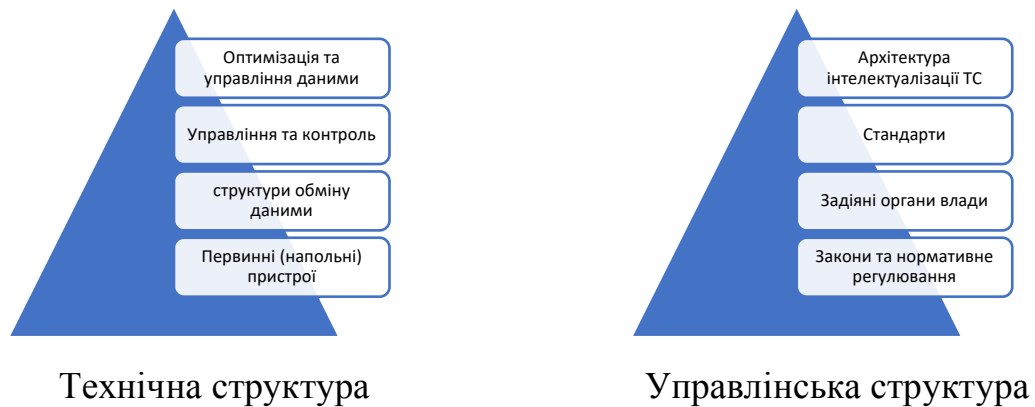


Рисунок 6.3 – Технічна і управлінська ієрархії інтелектуалізації ТС

Як видно з рис. 6.3, для забезпечення ефективного процесу інтелектуалізації ТС країни, потрібно створити технічну та адміністративну структуру. В Україні зроблені певні кроки щодо створення технічної структури (за винятком оптимізації та управління даними) у деяких містах, видах транспорту і на магістральних напрямках. Важливим завданням є формування адміністративної структури, оскільки це забезпечує інтеграцію, ефективність і сталість процесу інтелектуалізації ТС. Тому при визначенні дій першочерговим завданням є формування технічних та адміністративних структур для інтелектуалізації ТС.

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 та освітніх установ, громадських організацій, учасників ринку тощо). Для підвищення ефективності і координованості процесу потрібно створити відповідний дорадчий орган (комітет).

Інтелектуалізація ТС України вимагає прийняття низки змін до законодавчого і нормативного регулювання. Перед цим потрібно провести дослідження законодавчого і нормативного поля на предмет його придатності для запровадження відповідних змін і синтезувати відповідні зміни, які в подальшому будуть узгоджені та прийняті. В цьому процесі активну роль відіграватимуть відповідні органи влади, а також наукова і виробнича спільнота.

Наступним кроком є створення ефективної архітектури процесу інтелектуалізації ТС, що визначає структуру інтеграційних процесів. Головною метою є інтеграція зусиль на центральному, місцевому та галузевому рівнях.

Важливим аспектом є створення стандартів для ефективного запровадження інтелектуальних технологій. Зазначені стандарти мають мати чітку класифікацію відповідно до предмета, сфери застосування тощо.

Не менш актуальною є задача збирання, контролю, збереження та аналізу великих даних в ТС. Створення сучасних функціональних центрів управління дозволить ефективно керувати перевезеннями та транспортними потоками через оцінку даних, зібраних із систем камер, критичних транспортних вузлів, навігаційних і GPS пристроїв транспортних засобів та інших подібних систем.

Такі центри управління потрібно організувати у великих містах та у відповідних галузевих центрах управління. Ці центри забезпечать моніторинг у режимі реального часу параметрів транспортних потоків а також дозволять вчасно ідентифікувати та реагувати на інциденти. Мережа вимірювання та спостереження за транспортним потоком має бути створена з використанням датчиків, щоб в режимі реального часу отримувати дані про транспортні потоки та мати можливість планувати і прогнозувати події.

Крім того, існуючі центри управління дорожнім рухом будуть адаптовані до новітніх потреб інтелектуалізації ТС. Ці периферійні центри управління дорожнім рухом, після розгортання, забезпечуватимуть обмін

даними з відповідними центрами інших установ та організацій відповідно до структури інтелектуалізації ТС.

Центри управління дорожнім рухом доцільно розміщати в регіональних дирекціях управління рухом за видами транспорту. Ці центри дозволять відслідковувати дані про транспортний потік, його щільність і виявляти події та ускладнення в режимі реального часу. Крім того, створена інфраструктура вимірювання та спостереження за транспортним потоком з використанням датчиків для отримання даних про транспортні потоки в режимі реального часу і здійснення майбутнього планування та прогнозування подій та інцидентів. Існуючі центри управління рухом будуть адаптовані до новітніх підходів з інтелектуалізації ТС.

Для забезпечення належного процесу обміну даними потрібно створити належним чином розгалужену мережу передачі даних шляхом створення відповідної оптоволоконної мережі.

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. Ці дослідження мають бути внесені до програм фінансування в рамках інтелектуалізації ТС.

В цьому контексті потрібно проводити вивчення революційних та інноваційних технологій, їхнього впливу на сферу транспорту. Це стосується дослідження та розробок у сфері штучного інтелекту, глибинного навчання, систем обробки великих даних, мобільних технологій, робототехніки, Інтернету речей, Індустрії 4.0 та подібних технологій, а також їх вплив на процес інтелектуалізації ТС.

Однією з безумовних цілей, яку дозволяє досягти інтелектуалізація ТС, стала розумна мобільність. Розумна мобільність визначається як оптимізація

мобільності пасажирів і вантажів за допомогою точної та миттєвої дії інформації про варіанти різних видів транспорту, які будуть надаватися за допомогою спеціальних програмно-апаратних комплексів (додатків) і послуг на основі аналізу даних в режимі реального часу.

Суть реалізації підходів розумної мобільності полягає у використанні переваг різних видів транспорту в забезпеченні мобільності людей і товарів і у формуванні оптимального, за критеріями комфорту, безпеки та гнучкості, рішення. Таким чином, за рахунок збирання та аналізу даних про різні види транспорту, вся ТС координується та забезпечується стійкість її функціонування й розвитку. Це потребує створення та постійне оновлення інтегральної бази даних щодо мобільності.

Успішний процес інтелектуалізації ТС дозволить забезпечити доступність ТС країни та виконання в частині транспорту Конвенції ООН «Про захист прав людей з інвалідністю». Важливим питанням є формулювання коректних соціально, технічно та економічно обґрунтованих вимог щодо підвищення мобільності та комфорту маломобільних осіб, а також визначення установ, які забезпечуватимуть їх реалізацію.

Водночас, запровадження інтелектуальних технологій відкриває широкі можливості для використання безпілотних літальних апаратів в транспорті та логістиці. Це вимагає низки системних кроків:

1. Підготовка нормативної, технічної та технологічної бази для застосування БПЛА в напрямку перевезення вантажів;
2. Реалізація переліку стандартів для перевезень вантажів за допомогою БПЛА;
3. Визначення порядку ліцензування зазначеної діяльності та вимог до компаній-операторів;
4. Визначення пріоритетних пілотних регіонів для тестування системи.

Вирішення важливої задачі підвищення безпеки дорожнього руху та комфорту подорожей можливе за допомогою широко розповсюджених

додатків інтелектуальних ТС і підтримання умов безперебійного транспортного потоку.

Створення бази даних про транспортні події та ДТП в рамках електронних систем керування дорожнім рухом мають бути розширені та інтегровані з інтелектуальними ТС. Це дасть можливість зменшити рівень смертності від дорожньо-транспортних пригод на 50%. Також це стане надійним фундаментом для виконання аналізу зібраних даних і реалізації заходів для зменшення кількості транспортних подій.

Важливою задачею є донесення інформації до суспільства і учасників транспортного процесу. Всі зацікавлені сторони мають знати повну та достовірну інформацію про досягнення в напрямку інтелектуалізації ТС, а також про переваги, які дає реалізація тих чи інших кроків. Цей процес має починатись з оновлення шкільної програми з урахуванням інтелектуалізації ТС та забезпечення безпеки дорожнього руху й користування послугами ТС. Діти та підлітки мають знати про інтелектуальні ТС, які вийшли далеко за межі традиційного підходу до дорожнього руху, а також вивчати правила та права.

У цьому контексті має бути оновлений зміст курсів щодо дорожнього руху та безпеки руху з урахуванням концепцій інтелектуалізації ТС, починаючи з рівня дошкільної освіти. Крім того, в контент будуть внесені успішні додатки щодо всього світу. Окрім теоретичного навчання, надзвичайну важливість мають і практичні заняття.

Окрім заходів з інтелектуалізації ТС на національному рівні потрібно забезпечити її виконання на рівні органів місцевого самоврядування. Взаємодія та інтеграція між установами і системами має важливе значення для успішних інтелектуальних ТС. Це вимагає створення підрозділу з інтелектуалізації ТС в муніципалітетах для забезпечення взаємодії та координації між установами.

Основою успіху процесу інтелектуалізації ТС є навчання та підготовка кадрів з достатньою кваліфікацією для реалізації заходів з інтелектуалізації ТС. При реалізації вищезазначених вище заходів (створення відділів

інтелектуалізації ТС в органах місцевого самоврядування) стане абсолютною потребою забезпечити навчання у цій сфері для співробітників апарату, особливо міської влади. Крім того, варіантом, який потрібно розглянути під час проведення цього навчання, є система дистанційного навчання, вона економічно ефективна та може охопити більшу кількість людей.

З точки зору зменшення негативного впливу ТС на довкілля застосування інструментів інтелектуальної ТС в напрямку стимулювання використання електромобілів (зокрема службових транспортних засобів), електричних транспортних засобів у громадському транспорті, а також заохочення громадян до використання громадського транспорту. Метою використання електричних транспортних засобів в громадському транспорті та як службові транспортні засоби є стимулювання розвитку вітчизняних технологій, а також збільшення попиту на електроенергію вітчизняного виробництва та зниження залежності ТС від імпорту світлич нафтопродуктів. До того ж, це стимулюватиме створення сталого середовища та перехід на чисту енергію в сфері транспорту, створення міст із чистішим довкіллям. Крім того, буде підвищуватися обізнаність суспільства щодо використання громадського транспорту.

Для забезпечення сталого розвитку галузі в майбутньому надзвичайно важливо створити технічне підґрунтя та систему управління, потрібну для поширення електромобілів у нашій країні, кількість яких у всьому світі зростає. Самих лише ринкових механізмів та економічних важелів недостатньо для повномасштабної реалізації цього.

На сьогодні вже прийнятно низку законодавчих норм в цьому напрямку. Має бути проведений економічний і технічний аналіз для створення дорожньої карти для поширення електромобілів та інфраструктури зарядних станцій.

Зменшенню негативного впливу на екологію сприятиме й заохочення використання велосипедів і засобів мікромобільності. Велосипеди, окрім спортивних цілей та збереження дозвілля, мають використовуватись як альтернативний вид транспорту, як це відбувається в багатьох країнах світу.

На сьогодні коефіцієнт використання зростає з кожним днем завдяки розробленим додаткам для спільного використання велосипедів. Консолідовані цілеспрямовані дії сприятимуть поширенню використання велосипеда в нашій країні.

Додатково до поширення мікромобільності, важливим є визначення загальної концепції та кроків реалізації проєктів щодо стимулювання піших переміщень. Пішохідна зона – це гуманістичний підхід, який дозволяє людям комфортно та безпечно пересуватися центром міста як пішохід, підвищуючи якість життя, сприяючи економічному зростанню через збільшення кількості людей в міському публічному просторі, де це практикується. З цією метою бажано передбачити планування пішохідних маршрутів, і його застосування все більше пошириться в населених пунктах країни. Цей захід спрямований на визначення стратегії та концепції з точки зору фізичного облаштування, облаштування ландшафту та технологічного застосування для управління проєктами пішохідної зони, які відрізняються як на етапі планування, так і на етапі реалізації в нашій країні. Це відкриє шлях до розповсюдження проєктів поширення та популяризації пішохідного руху, а також дозволить пішоходам пересуватися цими зонами безпечно та комфортно.

З точки зору реалізації управлінської функції важливим є забезпечення чіткого структурованого зворотного зв'язку. Оцінка відгуків користувачів важлива для покращення транспортних послуг, що надаються відповідно до їх потреб. Ці дії спрямовані на підвищення стандартів послуг транспорту, що надаються містами та операторами регіональних і міжрегіональних перевезень, враховуючи оцінки користувачів.

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

Моніторинг означає періодичне відстеження розвитку подій щодо досягнення цілей і завдань, вказаних у документі на основі визначених критеріїв вимірювання. Операція моніторингу дозволить виявити хід виконання заходів та дасть змогу це оцінити. Оцінка – це показник того, наскільки ми наблизилися до поставлених цілей і завдань. Реалізація плану заходів з інтелектуалізації ТС залежатиме від систематичного моніторингу її реалізації та ефективності. Для цього потрібно створити систему моніторингу та оцінювання стратегії і плану дій, що ефективно функціонує та використовуватиметься як механізм моніторингу та оцінювання. До програми мають мати доступ всі учасники процесу з управління рівнями доступу. Фізично доступ відповідні установи/організації можуть отримати через Інтернет для систематичного збирання даних й ефективного здійснення операцій моніторингу. Використовуючи систему моніторингу, установи/організації періодично виконуватимуть передбачені введення даних, які відображатимуть інформацію про прогрес і дозволятимуть моніторинг у тій самій системі. Зокрема, тут передбачено:

- запис у систему всієї інформації про дії, зокрема перелік стратегічних цілей, завдань і дій згідно з планом дій;
- визначення показників ефективності, а також цільових значень для періодів моніторингу;
- визначення ваг, які будуть використовуватися для вимірювання;
- періодичне відстеження та введення даних щодо статусу прогресу дій та реалізованих значень показників ефективності;
- визначення етапів реалізації проєкту/діяльності (кроки реалізації дій) і відповідні ваги;
- виконання та повідомлення про обчислення, необхідні для вимірювання ефективності протягом періоду реалізації плану дій.

Висновки до розділу 6

1. Проведені дослідження показали, що сучасні методичні підходи до формування стратегії інноваційного розвитку ТС мають низку недоліків, до яких можна віднести: слабке поєднання теоретичних засад з практичними рекомендаціями щодо реалізації стратегії інноваційного розвитку, недостатнє висвітлення концепції стратегії інноваційного розвитку, що передбачає не тільки теоретичне трактування, а й поступово-паралельний реальний процес взаємодії залучених до цього процесу суб'єктів, що підпорядкований відповідним правилам та загальній стратегії розвитку галузі. Це дозволило запропонувати авторський підхід до науково-методичного забезпечення процесу формування стратегії інноваційного розвитку ТС, обґрунтувати принципи її побудови та вдосконалити їх класифікацію.

2. На процес інноваційного розвитку ТС впливають різноманітні фактори, які є передумовою розробки стратегії інноваційного розвитку, що вимагає врахування дії всіх цих факторів при формуванні стратегії інноваційного розвитку ТС. Систематизація та виокремлення факторів впливу на процес інноваційного розвитку ТС дозволило побудувати концептуальну модель інноваційного розвитку ТС. При формуванні стратегії інноваційного розвитку потрібно передбачати ступінь та здійснювати аналіз сучасного стану державного регулювання в сфері транспорту та забезпечити адаптивний розвиток системи нормативного регулювання.

3. На основі проведеної систематизації цілей стратегії інноваційного розвитку ТС з урахуванням їх ієрархії та аналізу зовнішнього та внутрішнього середовищ запропонована послідовність побудови стратегії інноваційного розвитку ТС, яка базується на комплексному системному підході, враховує всі компоненти організаційного процесу розробки стратегії та специфіку діяльності галузі в поточних та прогнозних умовах.

4. Науково-практичний підхід до оцінювання стратегії інноваційного розвитку ТС містить авторську дефініцію поняття якості стратегії

інноваційного розвитку як оціночної характеристики стратегії інноваційного розвитку, яка залежить від певних параметрів: ефективності, а також впливу факторів макро-, мікро- та мезо- середовищ; кожен з показників якої має інтегральне походження, тобто залежність від відповідних одиничних параметрів;

5. Методичні рекомендації щодо формування стратегії інноваційного розвитку ТС визначають, зокрема, конкретні етапи її формування та реалізації, методологічні основи моніторингу та оцінювання ефективності та якості її імплементації, положення процедур ітеративного оновлення основних елементів.

6. Основні положення розділу містяться в роботах [256–262].

ВИСНОВКИ

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

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, забезпечуючих та управлінських підсистем, які зв'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 врахуванням їх специфіки будови та функціонування довело, що при формуванні стратегії необхідно враховувати пріоритетність процесних та

організаційних інновацій; прив'язаність інновацій до життєвого циклу елементів системи; обернений життєвий цикл 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 врахуванням 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. Системомиследіальнісний 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 та управлінських параметрів технічних засобів у напрямку відповідних критеріїв ідеальних систем. Основні способи розвитку ТС включають 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 та 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 має 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. т на рік. При реалізації синтезованої системи приміських залізничних перевезень на неелектрифікованих ділянках залізниць зменшення викидів CO₂ очікується на рівні 87,2 тис. т, при цьому сумарна економія часу пасажирів становитиме 3,62 млн год., що призведе 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 слід передбачати ступінь та 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 роботи 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.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні : Закон України від 08.09.2011 р., № 3715-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3715-17#Text> (дата звернення 28.09.2023).
2. Про транспорт : Закон України від 10.11.1994р, № 232/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#Text>. (дата звернення 28.09.2023).
3. Алексієв В.О. Концепція інформаційного розвитку транспортних систем: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2009. 342 с.
4. Альошинський Є.С. Основи формування процесу міжнародних вантажних залізничних перевезень: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2009. 454 с.
5. Данько М.І. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 05.22.01. Харків. 2005. 357 с.
6. Давидич Ю. О. Теоретичні основи ергономічного забезпечення автотранспортних технологічних процесів: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01; 05.01.04. Харків. 2007. 375 с. [рос. мовою]
7. Дрю Д. Теорія транспортних потоків та управління ними: пер. з англ. Коваленко О.Г., Шерман Г.Д. М.: Транспорт. 1972. 636 с. [рос. мовою]
8. Лаврухін О.В. Формування моделей і методів інтелектуальної технології оперативного управління поїздопотокami: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 05.22.01. Харків. 2012. 412 с.
9. Лобашов О.О. Теоретичні основи формування транспортних потоків в найзначніших містах: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2011. 319 с.

10. Ломотько Д.В. Формування транспортного процесу залізниць України на базі логістичних принципів: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2008. 384 с.
11. Наумов В.С. Розвиток науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2013. 40 с.
12. Поліщук В.П. Автоматизоване управління рухом на автомобільних дорогах: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Київ. 1996. 459 с.
13. Прокудін Г.С. Моделі та методи оптимізації вантажних перевезень в транспортній системі: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Київ. 2009. 299 с. [рос. мовою]
14. Резер С.М. Взаємодія транспортних систем. М.: Наука, 1985. 246 с. [рос. мовою]
15. Резер С.М. Управління транспортним комплексом. М.: Наука, 1988. 328 с. [рос. мовою]
16. Вдовиченко В.О. Розвиток науково-технологічних основ взаємодії міського пасажирського транспорту в транспортно-пересадочних вузлах: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2019. 40 с.
17. Davidich, Y., Galkin, A., Schlosser, T., Capayova, S., Nowakowska-Grunt, J., Thompson, R., Davidich, N. Intelligent Decision Support System for Modeling Transport and Passenger Flows in Human-Centric Urban Transport Systems. *Energies*. 2022. Vol. 1
18. Vasyl Mateichyk, Viktoriia Khrutba, Anna Kharchenko, Yuliia Khrutba, Olexander Protsyk, Iuliia Silantieva Developing a Tool for Environmental Impact Assessment of Planned Activities and Transport Infrastructure Facilities *Transportation Research Procedia*, 2021, 55, стр. 1194–1201

19. Інновації на залізничному транспорті: стан, проблеми, перспективи. Інноваційний розвиток транспортного комплексу: монографія / Ложачевська О. М. та ін.; за ред. Ложачевської О.М. Київ, 2021. 210 с.
20. Мироненко В.К. Теоретичні основи удосконалення умов перевезень швидкопсувних вантажів: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 05.22.08, 05.18.14. Санкт-Петербург. 1992. 49 с. [рос. мовою]
21. Чередніченко Ю.А. Розробка методів аналізу та забезпечення стійкості аеронавігаційної системи України: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.22.01. Київ. 2004. 21 с.
22. Марінцева К.В. Наукові основи та методи забезпечення ефективного функціонування авіатранспортної системи: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Київ: Національний транспортний університет. 2004. 21 с.
23. The Global Competitiveness Report. 2021. Geneva, Switzerland. 648 p.
24. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури. Офіційний Інтернет-портал. URL: <https://mtu.gov.ua> (дата звернення: 15.11.2023).
25. Звіт про діяльність Державної авіаційної служби України за 2021 рік. КМУ (2021). 20 с. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2021/zvit-derjavia-2021.pdf>
26. Транспорт України 2021. Державна служба статистики України. 2022. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/10/zb_Transpot.pdf
27. Дмитрієва О.І. Державне регулювання інноваційного розвитку транспортної інфраструктури: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук : 08.00.04. Харків : УкрДУЗТ, 2020. 420 с.
28. Угода про Асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони: Ратифікована Законом України від 16.09.2014 р., № 1678-VII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011/stru

29. План розвитку єдиного європейського транспортного простору на шляху до конкурентоспроможної та ресурсо-ефективної транспортної системи. Біла книга – Транспорт. Вид. центр ЄС в Люксембурзі, 2011.
URL: https://brdo.com.ua/wp-content/uploads/2016/01/1_Bila-knyga-transport-plan-rozvytku-yedynogo-yevropey-skogo-transportnogo-prostoru-na-shlyahu-do-konkuretnospromozhnoi-ta-resursoefektyvnoi-.pdf
30. Хабутдінов Р.А. Науково-практична проблема автотранспортної технології та системна концепція техно-інноваційного управління на автотранспорті. Р.А. Хабутдінов. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2021. – Вип. 1 (48).
31. Лапко О. Інновації як предмет економічного дослідження. *Вісник Української Академії державного управління при Президенті України*. Київ. 1999. № 4. С. 186-190.
32. Schumpeter J.A. Business cycles. New York : McGraw-Hill. 1939. Vol. 1-2. 385 p.
33. Туган-Барановський М.І. Періодичні промислові кризи. Історія англійських криз. Загальна теорія криз. 4-е переглянуте видання. Смоленськ. 1923. 430 с. [рос. мовою]
34. Денисенко М.П., Михайлова Л.І., Грищенко І.М., Гречан А.П. Інвестиційно-інноваційна діяльність: теорія, практика, досвід : монографія. Суми. 2008. 1050 с.
35. Drucker P.F. Innovation and entrepreneurship: Practices and principles. New York: Harper & Row, 1985. 268 p.
36. Комчатних О.В. Оцінювання інноваційного потенціалу транспортно-логістичного підприємства: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук : 08.00.04. Київ: Національний транспортний університет. 2020. 24 с.

37. Інновації на залізничному транспорті: стан, проблеми, перспективи. Інноваційний розвиток транспортного комплексу : монографія / Ложачевська О. М. та ін.; за ред. Ложачевської О.М. Київ, 2021. 210 с.
38. Szatkowski K. Zarządzanie innowacjami i transferem technologii. Warszawa, 2016. 334 p.
39. Toivoneen M., Tuominen T. Emergence of innovations in services. The Service Industries Journal. 2009. Vol. 29, Iss. 7. P. 887-902. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02642060902749492> (дата звернення 26.09.2023).
40. Vence X., Trigo A. Diversity of innovation patterns in services. The Service Industries Journal. 2009. Vol. 29. Iss. 12. P. 1635-1657. URL: https://www.researchgate.net/publication/247507125_Diversity_of_innovation_patterns_in_services (дата звернення 26.09.2023).
41. Про інноваційну діяльність : Закон України від 04.07.2002р., № 40-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text> (дата звернення 28.09.2023).
42. OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. Paris. 2005. 163 p. URL: https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/kilavuzlar/Oslo_Manual_Third_Edition.pdf (дата звернення: 26.09.2023).
43. Гринько Т.В., Максимчук О.С. Проблеми та перспективи інноваційного розвитку вітчизняних підприємств сфери послуг. Проблеми економіки. 2015. № 1. С. 255-260. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2015_1_33 (дата звернення 26.09.2023).
44. Гринько Т.В. Особливості сучасних інноваційних процесів підприємств сфери послуг. Держава та регіони. Серія «Економіка та підприємництво». 2013. №. 1. С. 106-109.
45. Трансфер технологій як засіб інноваційного розвитку дорожньо-транспортного комплексу України : монографія / Дмитриченко М. Ф. та ін. Київ : Національний транспортний університет, 2015. 103с.

46. Ільчук В.П. Управління розвитком інноваційно-інвестиційних систем на залізничному транспорті України: теорія і практика: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук : 08.07.04. Київ : Національний авіаційний університет. 2005. 36 с.
47. Сич Є.М., Ільчук В.П. Інноваційно-інвестиційний розвиток залізничного транспорту. Київ, 2001. С. 244-253.
48. Дикань В.Л., Зубенко В.О. Забезпечення ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту : монографія. Харків : УкрДАЗТ, 2008. С. 178-191.
49. Палант О.Ю. Логістика транспортного комплексу регіону (перспективи інвестування та інноваційного розвитку) : монографія. Харків, 2012. С. 160-165.
50. Vence X., Trigo A. Diversity of innovation patterns in services. The Service Industries Journal. 2009. Vol. 29(12). P. 1635–1657. URL: https://www.researchgate.net/publication/247507125_Diversity_of_innovation_patterns_in_services (дата звернення 26.09.2023).
51. Coombs R., Miles I. Innovation measurement and services: The new problematique. Innovation Systems in the Service Economy. Boston, MA: Springer, 2000. P. 85-103.
52. Miles I. Services Innovation: A Reconfiguration of Innovation Studies. Manchester : University of Manchester, 2001. 432 p.
53. Sundbo J. Management of innovation in services. Service Industries Journal. 1997. No. 3. P. 432-455.
54. Gallouj F. Innovating in reverse: services and the reverse product cycle. European Journal of Innovation Management. 1998. Vol. 1(3). P. 123-138. URL: <https://www.deepdyve.com/lp/emerald-publishing/innovating-in-reverse-servicesand-the-reverse-product-cycle-ct0mmdDOuZ> (дата звернення 26.09.2023).
55. Barras R. Towards a theory of innovation in services. Research policy. 1986. Vol. 15. Iss. 4. P. 161-173.

56. Pavitt K. Sectoral patterns of technical change: towards taxonomy and a theory. *Research policy*. 1984. Vol. 13. Iss. 6. P. 343-373. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0048733384900180> (дата звернення 26.09.2023).
57. Tether B.S. Do services innovate (diferently)? Insights from the European Innobarometer Surrvey. *Industry and Innovation*. 2005. Vol. 12. Iss. 2. P. 153-184.
58. How industry can move toward a low-carbon future. McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-industry-can-move-toward-a-low-carbon-future>
59. Wagner S.M. Innovation management in the German transportation industry *Journal of Business Logistics*. 2008. Vol. 29. Iss. 2. P. 215-231.
60. Burmaoğlu S., Şeşen H., Kazançoğlu Y. Determinants of Logistic Sector Innovation Creating Common Value Nodes in Supply Chain. *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi*. 2015. Vol. 6. Iss. 2. P. 37-58. URL: <http://dergipark.gov.tr/download/articlefile/211798> (дата звернення 27.09.2023).
61. Бабина О.Е. Методолого-практичні основи формування та реалізації потенціалу транспортних підприємств: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук : 08.00.04. Київ: Національний транспортний університет. 2016. 420 с.
62. Mensh G. Stalemate in technology: innovation overcome the deression. Cambrige: Mass, 1979. 241 p.
63. Freeman Ch. The economics of technical change. *Cambridge journal of economics*. 1994. Vol. 18. Iss. 5. P. 463-514.
64. Myers S., Marquis, D. G. Successful Industrial Innovations: A Study of Factors Underlying Innovation in Selected Firms. Washington : National Science Foundation NSF 69-17, 1969. 118 p.

65. Onkvisit S., Shaw J.J. The Diffusion Of Innovations Theory: Some Research Question. *Akron Business and Economic Review*. 1989. Vol. 20. Iss. 1. P. 46-55.
66. Obruch H., Ovchinnikova V., Tolstova A., Ostroverkh H. Ensuring Development of the Production Potential in Terms of Implementation of Strategic Initiatives of the Railway Transport. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7 (4.3). URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/19921>
67. Bondar N., Gendek S., Karpenko O., Navrotskaya T., Sukmaniuk V. Modeling of traffic flows in the justification of projects of road construction in conditions of concession. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol 1, no 4 (103) (2020). p. 33–42
68. Бажал Ю.М. Економічна теорія технологічних змін. Київ, 1996. 238 с.
69. Білоброва І.Ю. Удосконалення інноваційного менеджменту на машинобудівному підприємстві : автореф. дис... канд. екон. наук: 08.06.01. Хмельницький: Технологічний ун-т Поділля. 2002. 19 с.
70. 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> (дата звернення 27.09.2023).
71. Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні : Закон України від 08.09.2011 р., № 3715-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3715-17#Text> (дата звернення 28.09.2023).
72. Комчатних О.В. Оцінювання інноваційного потенціалу транспортно-логістичного підприємства: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук : 08.00.04. Київ: Національний транспортний університет. 2020. 285 с.

73. Чухрай Н.І. Формування інноваційного потенціалу промислових підприємств на засадах маркетингу і логістики: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук : 08.06.01. Львів. 2003. 49 с.
74. Ложачевська О.М., Паламарчук Ю.А. Формування стратегії економічного розвитку пасажирського терміналу аеропорту : монографія. Київ, 2009. 240 с.
75. Quinn J.B. Strategies for change: Logival incrementalism. Irwin, Holmwood. 1980. Iss. 11.
76. Mintzberg H. Five Ps for strategy. California Management Review in the strategy process, prentice hall. Englewood Cliffs, NJ, 1987.
77. Щелкунов В.І. Ділові стратегії та менеджмент України XXI сторіччя. Київ, 2001. 416 с. [рос. мовою]
78. Chandler A. Strategy and structure. Cambrindge, 1962. P. 13.
79. Берданова О., Вакуленко В. Стратегічне планування місцевого розвитку. Швейцарсько-український проект «Підтримка де-централізації в Україні – DESPRO». К.: ТОВ «Софія-А». 2012. 88 с. URL: http://despro.org.ua/media/articles/04_book_berdanova_vakulenko_strategy_chne_planuvann.pdf
80. Peters Thomas J., Waterman Robert H. In search of excellence. New York, 1982. P. 10.
81. Vorkut, T., Volynets, L., Bilonog, O., Sopotsko, O., The model to optimize deliveries of perishable food products in supply chains. "Eastern-European Journal of Enterprise Technologies", 2019, 5(3-101), P. 43-50 (Scopus).
82. Liudmyla Abramova, Yevhen Nahorny, Henadii Ptytsia. Structure of transformation of the road motion parameters in the control system. SHS Web of Conferences. 2019. 67, 05001. NTI-UkrSURT 2019: DOI <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196705001>. <https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2019/08/contents/contents.html>

83. Gyulyev N., Voronko V., Ostashevskiy S., Ponkratov D. et al. Development of models for assessing a driver's failure-free operation in a transportation system under conditions of traffic congestion. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 1/3, № 103. P. 24-38.
84. EU Forth Framework Programs, KAREN Project, KAREN TR 4108. URL: http://cordis.europa.eu/telematics/tap_transport/research/projects/karen.html
85. Framework Programs - Framework Architecture Made for Europe – Network. (FRAME-NET: Framework Architecture Made For Europe- Network). URL: http://cordis.europa.eu/project/rcn/57169_en.html
86. EU FRAME: Relationship with the ITS Action Plan and ITS Directive. URL: <http://frame-online.eu/framearchitecture/detailed-information/relationship-with-the-its-action-plan-and-its-directive>
87. EU Seventh Framework Program E-FRAME Project, Extend Framework Architecture for Cooperative Systems. URL: <https://trimis.ec.europa.eu/project/extend-framework-architecture-cooperative-systems>.
88. Directive 2010/40/EU of the European parliament and of the council. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0040>
89. EU FRAME Relationship with the ITS Action Plan and ITS Directive. EU ITS Action Plan. 2008. URL: <http://frame-online.eu/framearchitecture/detailed-information/relationship-with-the-its-action-plan-and-its-directive>
90. France ITS Architecture. ACTIF. URL: <http://www.its-actif.org>
91. EU Seventh Framework Project-VIKING. URL: http://cordis.europa.eu/project/rcn/88625_en.html
92. EU Sixth Framework Project - COOPERS, URL: http://cordis.europa.eu/project/rcn/79301_en.html
93. Connected Vehicle Reference Implementation Architecture. CVRIA. URL: <http://local.iteris.com/cvria/>
94. Architecture Reference for Cooperative and Intelligent Transportation. ARC-IT. URL: <http://local.iteris.com/arc-it/index.html>

95. The Architecture Reference Software Tools for Cooperative & Intelligent Transportation. URL: [http:// local.iteris.com/arc-it/html/resources/tools.html](http://local.iteris.com/arc-it/html/resources/tools.html)
96. The Architecture Reference for Cooperative & Intelligent Transportation. ARC-IT. Views, URL: <http://local.iteris.com/arc-it/html/viewpoints/viewpoints.html>
97. Regional Architecture Development for Intelligent Transportation. RAD-IT. URL: <http://local.iteris.com/arc-it/html/resources/radit.html>
98. Systems Engineering Software Tool for Intelligent Transportation. SET-IT. URL: <http://local.iteris.com/arc-it/tools/SET-ITv8Help.pdf>
99. Systems Engineering Software Tool for Intelligent Transportation. SET-IT. URL: <http://local.iteris.com/arc-it/html/resources/setit.html>
100. Mykhailichenko M., Lozhachevska 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, Iss. 3. P. 403-414. URL: [https://sciendo.com/article/10.15544/ mts.2021.37](https://sciendo.com/article/10.15544/mts.2021.37)
101. Kompanets K., Lytvyshko 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, Iss. 1. URL: <https://doi.org/10.1063/5.0079789>
102. 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>
103. 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>
104. 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. 2020. Vol. 20, No. 11. P. 67-72. URL: http://paper.ijcsns.org/07_book/202111/20211109.pdf
 105. Тернюк М.Е., Красноштан О.М. Класифікація чинників розвитку ТС. Автошляховик України. 2021. №3. DOI: 10.33868/0365-8392-2021-3-267-11-14. URL: http://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2022/10/3_2021.pdf
 106. Аль-Амморі А. Методи та засоби забезпечення ефективності інформаційно-управляючих систем повітряних суден: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.13.06. Київ : Національний транспортний університет. 2010. 39 с.
 107. 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>
 108. 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. URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/53/186_199.pdf
 109. Красноштан О.М. Публічно-приватне партнерство як інструмент фінансування розвитку транспортних систем. Вісник ОНУ ім. І.І.

- Мечнікова. 2013. Т.18, Вип. 3(2). С. 57-59. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu_econ_2013_18_3%282%29_16
110. Красноштан О.М. Інноваційний розвиток транспортної системи як безальтернативний шлях досягнення надвисокої продуктивності і швидкодії. Інноваційні рішення в сучасній науці, освіті та практиці. І Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. 17-18 листопада 2020 р., Київ : НТУ. Ч.1. С. 201-203. URL: <http://vstup.ntu.edu.ua/conf-innov-part-1.pdf>
111. Красноштан О.М. Функціонування та розвиток транспортної системи в умовах четвертої промислової революції. Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту. XI Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція. 13-14 квітня 2023 р., Вінниця : ВНТУ. 366 с.
112. 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.
113. Красноштан О.М. Інтелектуалізація як безальтернативний шлях інноваційного розвитку транспортних систем. Інтелектуальні транспортні технології. 3-я міжнародна науково-технічна конференція. 22-23 листопада 2022 р., Харків : УкрДУЗТ. С. 135-137. URL: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/10/zbirnik-tez-dopovidej-itt2022-.pdf>
114. Красноштан О.М. Концепція побудови комплексної стратегії розвитку інтегральної транспортної системи для України. Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні. Міжнародна науково-практична конференція. 15-18 жовтня 2019 р., Харків : ХНАДУ. С. 265-268.

115. Універсальні всюдиходи. URL: <https://sherp.global/>
116. Алексієв О.П., Дзюбенко О.В., Неронов С.М., Пронін С.В. Тенденції розвитку та практика інтелектуалізації транспортних машин та систем. Автомобильный транспорт. Харків : ХНАДУ, 2009. Вып. 25. С. 219-221. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/b79f8d73-b71a-4ac2-a531-bdeff864d773/content>
117. Біловол Г.В., Тернюк М.Е. Синтез способів управління продуктивністю поліфункціональних машин та їх систем. Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Луганськ, 2003. №12(70). С. 7–9. [рос. мовою]
118. Біловол Г.В. Оптимізація множини способів підвищення продуктивності багатофункціональних машинобудівних технологічних систем. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Харків, 2005. №33. С. 205–209.
119. Беловол Г.В. Забезпечення продуктивності багатомономенклатурних механообробних виробництв на основі синтезу структур технологічних систем: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора кандидата технічних наук : 05.02.08. Харків, 2010. 194 с. [рос. мовою]
120. Бахтіяров О.Г. Постінформаційні технології. Введення в психонетику. Київ, 2004. 160 с. [рос. мовою]
121. Большаков Д.Л. Шляхи підвищення економічного ефекту перевозок пасажирів. М.: Вища школа, 2004. 420 с. [рос. мовою]
122. Черненко М.Г. Теорія і метод оптимізації сталевих стержневих конструкцій виробничих будівель і споруд : автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.23.01. Харків: Харківська держ. академія залізничного транспорту. 2001. 39 с..
123. Яреценко Н.В. Еволюція конструктивних швидкостей руху легкових автомобілів. Харків : ХДАДТУ, 2001. Вип. 15. С. 18–20. [рос. мовою]

124. Тернюк М.Е. Основи комплексної оптимізації технологічних систем для виробництва зубчастих коліс: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.02.08. Тула. 1983. 435 с.
125. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : Постанова від 30.05.2018 р., № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>
126. Матеріали конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку. URL: <http://www.un.org.ua/en/45-temp/1484-2012-06-11-14-41-36>
127. Філософський енциклопедичний словник. Шинкарук В.І. та ін. Київ: НАН України, Інститут філософії імені Г.С. Сковороди, 2002. 742 с.
128. Мацюк В.І. Розвиток наукових основ організації залізничних транспортних процесів та систем: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків: УкрДУЗТ. 2018. 40 с.
129. Гладка Н.М. Синтез комплексно оптимізованих інноваційних транспортних засобів з врахуванням закономірностей їх розвитку: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.22.01. Харків : ХНАДУ. 2014. 178 с.
130. М. А. Лепський. Якісні методи соціального прогнозування: методологія, методика, практика: підручник. Запоріжжя: КСК-Альянс, 2016. 440 с.
131. Зазірний А.А. Методи формалізації процесу управління судном для підвищення ефективності функціонування судових ергатичних систем зі зміною структурою: дисертація на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 27 «Транспорт». Київ : Державний університет інфраструктури та технологій. 2021. 181с.
132. Тернюк М.Е., Гладка Н.М., Нехаєв Є.М., Авілов А.І. Трьохетапний метод синтезу структур транспортних засобів. Автомобільний транспорт. Харків : ХНАДУ. 2012. Вип. 31. С. 35-39. [рос. мовою]

133. Тернюк М.Е., Федченко В.В., Гладка Н.М., Красноштан О.М. Прогнозування структурних характеристик та дослідження закономірностей розвитку транспортних систем. Вісник Хмельницького національного університету. 2011. №6. С.151-155. URL: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2011_6/40ter.pdf [рос. мовою]
134. Радянський енциклопедичний словник. Прохоров О.М. та ін. Москва, 1987. 1600 с. [рос. мовою]
135. Малафєєва Л.Ю. Математичне забезпечення розв'язання задач передбачення на основі модифікованого методу Делфі : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 01.05.04. Київ: Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". 2015. - 19 с.
136. Тернюк М.Е. Закони розвитку техніки та їх застосування при створенні інновацій. Сучасні проблеми науки та освіти. 12 Міжнародна міждисциплінарна науково-практична конференція. Харків, 2012. С. 89-102. [рос. мовою]
137. Колесніков Л.А. Основи теорії системного підходу. 1988. 176 с. [рос. мовою]
138. Месарович М. Загальна теорія систем: математичні основи. 1978. 311 с. [рос. мовою]
139. Зараковський Г.М. Закономірності функціонування ергатичних систем. М.: Радіо та зв'язок. 1987. 232 с. [рос. мовою]
140. Умняшкін В.А. Проблеми створення безступінчастих передач транспортних машин. Безступінчасто-регульовані передачі. Ярославль, 1978 г. Вип. 3. С. 3-7. [рос. мовою]
141. Шпот М.А. Критична поведінка просторово неоднорідних систем: автореф. дис. ... д-ра фіз.-мат. наук : 01.04.02. Львів: НАН України, Ін-т фізики конденс. систем. 2021. 36 с
142. Вонг Дж. Теорія наземних транспортних засобів: Пер. з англ. М. Машинобудування, 1982. 284 с. [рос. мовою]

143. Александров Ю.Є. На шляху до нової природничо-наукової картини світу. Сучасні проблеми науки та освіти. Матеріали 2-ї міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції. 2 червня - 4 липня 2001, м. Керч. В 2-х частинах. Частина 1, Харків : Українська асоціація «Жінки в науці та освіті», ХНУ ім. В.Н.Каразіна. 2001. С.11-12. [рос. мовою]
144. Суходоля О.М. Штучний інтелект в енергетиці : аналіт. доп. Київ: Нац. ін-т стратег. дослідж., Центр безпек. дослідж. 2022. 72 с.
145. Шандиба О.В. Методична система навчання технічних дисциплін генеральних конструкторів у післядипломній підготовці: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук : 13.00.02. Харків. 2010. 221 с.
146. 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. Katowice : Publishing House of University of Technology, 2022. 505 p. ISBN 978-83-965554-2-7
147. Красноштан О.М. Загальні принципи, положення та моделі методу спрямованого синтезу інноваційних ТС. Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури. Всеукраїнська науково-практична конференція. Київ : ДП «ДержавтотрансНДІ проект», 2022. С. 69-73. URL: http://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2023/01/Thesis_for_print_2021.pdf
148. Тернюк М.Е. Закони розвитку техніки та їх застосування при створенні інновацій. Сучасні проблеми науки та освіти. 12 Міжнародна міждисциплінарна науково-практична конференція. 9 травня 2012 р., Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна. С. 89-102. [рос. мовою]
149. Зараковський Г.М. Павлов В.В. Закономірності функціонування ергатичних систем. М.: Радио і зв'язок, 1987. 232 с. [рос. мовою]

150. Тернюк М.Е. Система періодичних систем елементів видимого матеріального світу. Сучасні проблеми науки та освіти. 11 Міжнародна міждисциплінарна науково-практична конференція. Харків, 2011. С. 11-22. [рос. мовою]
151. O'Flaherty C.A. Highways. A Textbook of Highway Engineering Covering Planning, Design, Construction and Traffic Management. London, 1997. 867 p.
152. Глоба О.В., Левченко М.А., Паталаха В.Г. Безпека застосування та забезпечення живучості сил та засобів родів військ та спеціальних військ повітряних сил збройних сил України. Повітряна міць України. 2021. Вип. №1. С. 83-87.
153. 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.
154. Красноштан О.М. Закономірність проявлення інваріантів технічних наукових та навчальних дисциплін для ТС. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту. XIV Міжнародна науково-практична конференція. 25-27 жовтня 2021 р. Вінниця : ВНТУ, 2021. С. 123-125.
155. Мельник Т.С., Красноштан О.М., Христофор О.В. Розвиток залізничного приміського сполучення як ключового елементу сучасної ТС. Залізничний транспорт України. 2021. № 1. С. 4-10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2021_1_3
156. Красноштан О.М. Методи формування системи нормативного регулювання для забезпечення інноваційного розвитку ТС. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: науковий журнал. 2022. Вип. 112. С. 271-279.

157. Красноштан О.М. До питання створення ТС високої та надвисокої продуктивності. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту. X Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція. 14-15 квітня 2022 р., Вінниця : ВНТУ.
158. Флейшман Б.С. Основы системологии. М.: Радио і зв'язок. 1982. 368 с. [рос. мовою]
159. Месарович М., Мако Д., Такараха І. Теорія ієрархічних багаторівневих систем. Загальна теорія систем. М., 1973. С. 15-48. [рос. мовою]
160. Колесніков Л.А. Основы теории системного подхода. К. : Наукова думка, 1988. 176 с. [рос. мовою]
161. Гребеннік І.В. Елементи системного проектування : Харків. ХНУРЕ, 2016. 330 с.
162. Біловол Г.В. Забезпечення продуктивності багатомономенклатурних механообробних виробництв на основі синтезу структур технологічних систем: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.02.08. Харків, 2011. 194 с. [рос. мовою]
163. Пильнов В.О. Автоматизоване проектування поршнів швидкохідних дизелів із заданим рівнем тривалої міцності. Харків. Видавничий центр НТУ "ХПІ". 2001. 331 с.
164. Кириченко В. Психологія праці та інженерна психологія : навч. посіб. Житомир : Вид-во ЖДУ ім І. Франка, 2022. 239 с.
165. Михайлов О.М. Основы синтеза поточно-просторовых технологических систем непрерывной дѣи. Донецьк : ДонНТУ, 2002. 379 с. [рос. мовою]
166. Горанского Г.К. Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении. М.: Машиностроение, 1976. 240 с.

167. Біловол Г.В., Тернюк М.Е. Новий підхід до проєкування гнучких технологічних систем високої та надвисокої продуктивності для машинобудування. Авіаційно-космічна техніка і технологія. Харків : Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського, 2003. № 39/4. С. 117-121. [рос. мовою]
168. Біловол Г.В., Копійченко Ю.В., Тернюк М.Е. Інформаційне забезпечення безаналогового синтезу машин та їх систем. Фізичні та комп'ютерні технології в народному господарстві: збірник наукових праць. Харків, 2002. С. 14-18. [рос. мовою]
169. Дмитрук І.А., Когут Р.Й., Печеник О.М, Тернюк М.Е. та ін. Синтез повної множини загальних структур способів підвищення енергоефективності виробництва. Комунальне господарство міст: науково-технічний збірник. 2012. Вип.109. С. 96-106. [рос. мовою]
170. Біловол Г.В., Копійченко Ю.В., Тернюк М.Е. Інформаційне забезпечення безаналогового синтезу машин та їх систем. Фізичні та комп'ютерні технології в народному господарстві: збірник наукових праць. Харків, 2002. С. 14-18. [рос. мовою]
171. Красноштан О.М. Моделювання та визначення основних характеристик автомобільної трансмісії із зубчасто-важільним варіатором: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.22.02. Харків : Державне підприємство «Інститут машин і систем», 2007. 155 с.
172. Гладка Н.М. Синтез комплексно оптимізованих інноваційних транспортних засобів з врахуванням закономірностей їх розвитку: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.22.01. Харків, 2015. 184 с. [рос. мовою]
173. Тернюк М.Е., Дудукалов Ю.В., Федченко В.В., Гладка Н.М. Системно-процесне моделювання технічних систем в GALS-технологіях. Відкриті інфомаційні та комп'ютерні інтегровані технології. Збірник НАКУ «ХАИ». 2011. №49. С. 124-133. [рос. мовою]

174. Лаврухін О.В. Формування моделей і методів інтелектуальної технології оперативного управління поїздопотоками: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2012. 412 с.
175. Лобашов О.О. Теоретичні основи формування транспортних потоків в найзначніших містах: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2011. 319 с.
176. Алексієв В.О. Концепція інформаційного розвитку транспортних систем: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук : 05.22.01. Харків. 2009. 342 с.
177. Артоболевський І.І. Теорія машин и механізмів. Москва: Наука, 1988. 640 с. [рос. мовою]
178. Перепелиця Б.О. Відображення афінного простору в теорії формоутворення поверхні різанням. Харків : Высшая школа, 1981. 152 с. [рос. мовою]
179. Федченко В.В. Забезпечення ефективності експлуатації засобів транспорту методом комплексної оптимізації та інтелектуалізації їх систем: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.22.20. Харків : ХНАДУ. 2013. 202 с.
180. Луцкий С.В. Теоретичні основи системно-информационного подхода к технологическим процессам и системам. Харків : ХНАДУ, 2008. 238 с.
181. Клір Дж. Системологія. Автоматизація розв'язання системних задач. М.: Радио та зв'язок, 1990. 534 с. [рос. мовою]
182. Сорокін В.Ф., Тернюк М.Е. Спрямований синтез гнучких технологічних систем високої та надвисокої продуктивності. Питання проектування та конструкції летальних апаратів. Спеціальний випуск «Нові технології в машинобудуванні». Харків: НАКУ «ХАИ», 2008. №3 (54). С. 110-115. [рос. мовою]

183. Тернюк М.Е., Федченко В.В., Гладка Н.М. Застосування розвиваючого підходу до прогнозування структурних характеристик та дослідження закономірностей розвитку транспортних систем. Сучасні проблеми гуманізації та гармонізації управління. 10-та міжнародна міждисциплінарна науково-практична конференція. 4-10 листопада 2010 р., Харків. м. 153-154. [рос. мовою]
184. Тернюк М.Е., Котляров Б.С. Новий підхід до визначення атрибутів деталей машин. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків : ХНТУСГ, 2005. № 33. С. 210-213. [рос. мовою]
185. Лобур М.В. Методи та моделі для наскрізного проектування вбудованих систем : дис... д-ра техн. наук: 05.13.12. Львів. Національний ун-т "Львівська політехніка". 2004. – 391 с.
186. Перепелица Б.О. Автоматизоване профілювання ріжучих інструментів (теорія та алгоритми): навчильний посібник. Харків : ХПІ, 1985. 107 с. [рос. мовою]
187. Бабчинська О. І. Моделі інноваційного проектування в екологічному менеджменті. Ефективна економіка. 2018. № 10. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6601> (дата звернення: 25.01.2024). DOI: 10.32702/2307-2105-2018.10.50
188. Дьомін Ю.В. Залізнична техніка комбінованого транспорту. Залізничний транспорт України. 2011. №6. С. 9-12. [рос. мовою]
189. Офіційний Інтернет-сайт Укрзалізниці : у 2013 році залізниці України перевезли понад 483 млн пасажирів та понад 443 млн тонн вантажів. URL: http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-10/369053/ (дата звернення: 20.07.2019).
190. Красноштан О.М. Живучість транспортної системи та способи її підвищення. Автошляховик України. 2023. № 2. С. 42-47.

191. Про затвердження Правил технічної експлуатації залізниць України : Наказ Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. №411. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97#Text>. (дата звернення: 16.12.2019).
192. Литвин О.В. Порівняльна характеристика існуючих систем організації контейнерних перевезень у світі. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки» : науково-технічний збірник. Київ : НТУ, 2015. Вип. 1 (31).
193. Шаумян Г.А. Комплексна автоматизація виробничих процесів. М.: Машинобудування, 1973. 640 с. [рос. мовою]
194. Транспорт України 2021. Державна служба статистики України. 2022. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/10/zb_Transpot.pdf
195. Milewski D., Milewska B. Efficiency of the Consumption of Energy in the Road Transport of Goods in the Context of the Energy Crisis. *Energies*. 2023, 16(3), 1257. URL: <https://doi.org/10.3390/en16031257>
196. Чулков А.З. Економія світлих нафтопродуктів на транспорті. – М. Транспорт, 1985. – 304 с.
197. Guidelines for Measuring and Managing CO2 Emission from Freight Transport Operations. 2011. Issue 1. URL: <https://www.ecta.com/wp-content/uploads/2021/03/ecta-cefic-guideline-for-measuring-and-managing-co2-issue-1.pdf>
198. On the path to a climate-neutral Europe by 2050. Delivering the European Green Deal. European commission official report. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en
199. Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку малих міст: Закон України, відомості Верховної Ради України. 2004. № 24. С. 332. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1580-15#Text> (дата звернення: 16.12.2019).

200. Про звіт Тимчасової слідчої комісії Верховної Ради України з питань перевірки та оцінки стану акціонерного товариства "Українська залізниця", розслідування фактів можливої бездіяльності, порушення законодавства України органами управління зазначеного підприємства, що призвели до значного погіршення технічного стану підприємства та основних виробничих показників : Постанова Верховної Ради України від 16.02.2022 р., №2055-IX. (дата звернення: 16.12.2019).
201. Статистичні дані про Українські залізниці. URL: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-pro-ukrainski-zaliznici.html>. (дата звернення: 16.12.2019).
202. Про застосування заборони ввезення товарів з Російської Федерації: Постанова Кабінету Міністрів України від 09.04.2022 р., №426. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zastosuvannya-zaboroni-vvezennya-tovariv-z-rosijskoyi-federaciyi-426>. (дата звернення: 16.02.2023).
203. Дизельний поїзд для регіональних пасажирських перевезень у трьохвагонному складі : Відкриті торги з публікацією англійською мовою. URL: <https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2018-05-14-000804-c>. (дата звернення: 16.02.2023).
204. Greenhouse gas reporting : conversion factors 2022. Research and analysis. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>
205. Міністерство фінансів України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/labour/salary/average/>
206. Міністерство економіки України URL: <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=00e9e1b4-5537-42f3-8fe3-9d6b600e956e&title=ProRozrakhunokNormiTrivalostiRobochogoChasuNa2022-Rik>
207. Поліщук В.Г. Адміністративно-правове регулювання та практика проведення масових заходів: автореферат дисертації на здобуття

- наукового ступеня кандидата юридичних наук : 12.00.07. Харків : Харківський університет внутрішніх справ. 1999. 15 с.
208. 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. Дніпро : Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка Всеволода Лазаряна, 2021. Вип. 5(21). С. 59-67. URL: <http://pte.diit.edu.ua/article/view/224970>
 209. 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. С. 129-133. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2014_5_22
 210. Красноштан О.М. Тактовий рух контрейлерних поїздів як основа розвитку мультимодальних перевезень в Україні. Вісник Національного транспортного університету. 2015. №31. С. 285-293. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2015_31_41
 211. Красноштан О.М. Проектний підхід до організації транспортного обслуговування масових заходів. Управління проєктами, системний аналіз і логістика. 2013. №11. С.28-36. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2013_11_6
 212. Красноштан О.М., Шпильовий І.Ф. Використання єдиного квитка під час проведення масових заходів як інструмент оптимізації функціонування громадського транспорту. Управління проєктами, системний аналіз і логістика. 2014. №13(1). С.98-103. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2014_13%281%29__14
 213. 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.

- C. 49-58. URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/2199/1/Lomotko.pdf>
214. 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.
215. 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.
216. 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.
217. 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
218. 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.
219. Красноштан О.М. Система побудови матриць кореспонденцій на основі інфрачервоного інтелектуалізованого лічильника пасажирів та системи GPS. Автошляховик України. 2015. №5. С. 30-32. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/au_2015_5_9
220. Тернюк М.Е., Водовозов Є.Н., Красноштан О.М. Організація спеціальних автобусних експрес-маршрутів для пасажирів поїздів Інтерсіті. Автошляховик України. 2014. №2. С. 2-4.

221. Ломотько Д.В., Красноштан О.М. Інноваційні методи підвищення продуктивності та швидкодії систем контрейлерних перевезень. Вісник Національного транспортного університету. 2021. №1(48). С. 188-202.
222. 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. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2019_2_3
223. Красноштан О.М., Западнюк О.Б., Сало М.М. Інноваційні технології транспортного обслуговування міжнародних масових заходів. Економіка і регіон. 2012. № 3. С. 60-63.
224. Дмитрук І.А., Красноштан О.М., Когут Р.Й., Печеник О.М., Сальников В.Г. Застосування методології управління проектами для підвищення енергоефективності інноваційних варіативних систем. Економічний вісник Національного гірничого університету. 2012. № 2. С. 97-101. URL: https://ev.nmu.org.ua/docs/2012/2/EV20122_097-101.pdf
225. 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. Харків : УДУЗТ, 2022. №.4. С. 41-47. URL: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v27i4.271466>
226. 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. Харків : УДУЗТ, 2023. № 1. С. 11-18. URL: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v28i1.276337>
227. Мельник Т., Красноштан О., Христофор О. Розвиток маркетинг-логістики в секторі залізничних пасажирських приміських і

- регіональних перевезень. Збірник наукових праць SCIENTIA. 2021. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/scientia/article/view/8190>
228. 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. 4-11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZTU_2023_3_3
229. 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. Харків: УДУЗТ, 2023. №.3. С. 43-52. URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/17856>
230. Красноштан О.М. Визначення можливості використання та основних характеристик локомотивів для виконання маневрових робіт в моторвагонному депо. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту. IX Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція. 14-15 квітня 2021 р., Вінниця : ВНТУ, 2021.
231. 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. VIII Міжнародна науково-практична конференція. 19-21 жовтня 2015 року, Вінниця : ВНТУ, 2015. С. 117-119.
232. 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, 2020. С. 26-27.

233. Красноштан О.М. Головні цілі створення вертикально-інтегрованої пасажирської компанії. Маркетинг і логістика в системі менеджменту на залізничному транспорті. VI Міжнародна науково-практична конференція. 27-29 вересня 2016 р., Київ : ПАТ «Укрзалізниця», 2016 р. С. 63-65.
234. Красноштан О.М. Маркетингові особливості денних швидкісних пасажирських перевезень поїздами «Інтерсіті+». Маркетинг і логістика в системі менеджменту на залізничному транспорті. IV Міжнародна науково-практична конференція. 23-25 вересня 2016 р., м. Одеса : Київ, Держадміністрація залізничного транспорту «Укрзалізниця». С. 18-19.
235. 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. II Всеукраїнська конференція.
236. 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. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих науковців, аспірантів, здобувачів і студентів. 14-15 листопада 2013 р., Житомир : ЖДТУ. С. 56-58. URL: https://km-news.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2013/12/%D0%9B%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B4_2013.pdf
237. Красноштан О.М. Інноваційні методи підвищення конкурентоспроможності систем контейлерних перевезень. Challenges in science of nowadays : scientific collection “InterConf”. The 9th International scientific and practical conference. July 16-18 2021, Washington, USA. P. 78-81. URL: <https://interconf.top/>
238. Красноштан О.М. Інноваційні методи підвищення конкурентоспроможності систем контейлерних перевезень. Сучасний

- менеджмент: виклики та можливості. II Міжнародна науково-практична онлайн-конференція студентів, аспірантів і молодих вчених. 27 квітня 2021 р., Київ : НУБіП. 129-131 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u326/zbirnik_tez_konf_stud_27_04_2021.pdf
239. Конвенція про права осіб з інвалідністю: Закон України від 16.12.2009, № 1767-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_g71#Text (дата звернення: 16.02.2023).
240. Національний план дій з реалізації Конвенції про права осіб з інвалідністю на період до 2025 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 7 квітня 2021 р. № 285-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/285-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 16.02.2023).
241. Про схвалення Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2021 р. № 366-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/366-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 16.02.2023).
242. Напрямки державної політики щодо екологізації національної економіки. Аналітична записка. 2012. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhenya/nacionalna-bezpeka/napryamki-derzhavnoi-politiki-schodo-ekologizacii-nacionalnoi> (дата звернення: 16.02.2023).
243. Споживання електроенергії в Україні у 2021 році. URL: <https://vse.energy/news/pek-news/electro/1940-ee-consumption-12> (дата звернення: 16.02.2023).
244. Striving to be the first climate-neutral continent. The European Green Deal. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (дата звернення: 16.02.2023).
245. Тернюк М.Є., Авдєєнко О.В. Системо-мислєдїяльнїсний комплекс галузевої системи освіти для промисловості. Новий колегіум Проблеми вищої освіти : науковий інформаційний журнал. 2006. № 3. С. 3-10.

246. 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., м. Київ : Аналітичний центр «Нова економіка». С. 60-61.
247. Кедров Б.М. Діалектичний шлях теоретичного синтезу сучасного наукового знання. Синтез сучасного наукового знання. М.: 1973. С. 15-26. [рос. мовою]
248. European Innovation Scoreboard 2021. Most Innovative Countries: веб-сайт. URL: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/45940> (дата звернення 14.04.2022).
249. Шандиба О.В. Методична система навчання технічних дисциплін генеральних конструкторів у післядипломній підготовці: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук : 13.00.02. Харків : Українська інженерно-педагогічна академія. 2010. 20 с.
250. Коваленко О.Е. Методика професійного навчання. Підручник для інженерів–педагогів, викладачів спецдисциплін системи професійно–технічної та вищої освіти. Харків : ПП «Штрих», 2003. 480 с. [рос. мовою]
251. Сажко Г.І. Методика формування ергономічних знань та умінь майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій: дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук : 13.00.02. Харків : Українська інженерно-педагогічна академія, 2006. 337 с.
252. Кимпуш О.Д., Красноштан О.М. Клієнт-орієнтований підхід до розвитку транспортної системи країни. Автошляховик України. 2015. № 4. С. 5-7.

253. Бусаркіна В.В. Поняття клієнтоорієнтованості підприємства та проблеми її оцінювання. Проблеми сучасної економіки. 2007. №4 (24). [рос. мовою]
254. Аниськіна І.В. Підприємство як клієнт-орієнтована система. Ефективна економіка. Електронне наукове фахове видання Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2013. № 5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2051>
255. FBO RIGA представила оновлений бренд. 2015. URL: <http://www.wing.com.ua/content/view/14662/81/> (дата звернення: 16.02.2023).
256. Красноштан О.М. Забезпечення підготовки кадрів для організації нових видів пасажирського сполучення. Проблемы подготовки профессиональных кадров по логистике в условиях глобальной конкурентной среды. XII Международная научно-практическая конференция. 23-24 октября 2014 г., К.: Логос. С. 141-142.
257. 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. VI Міжнародна науково-практична конференція. 21-23 жовтня 2013 р., Вінниця : ВНТУ. С. 186-187.
258. Красноштан О.М. Живучість ТС як важливий параметр в умовах збройної агресії. Перспективи розвитку машинобудування та транспорту. Міжнародна науково-технічна конференція. 01-03 червня 2023 р., Вінниця : ВНТУ, 2023. 366 с.
259. Красноштан О.М. Системні виклики до ТС з боку особливого періоду та загальні способи їх подолання. Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури. Всеукраїнська науково-практична конференція. Київ : ДП «ДержавтотрансНДІ проект», 2023. 420 с.

260. 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 Міжнародна науково-практична конференція. 28-29 жовтня 2022 р., К.: НАУ, 2022. С. 95-99.
261. Красноштан О.М. Організація пасажирських перевезень в період епідемій та епізоотій. Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг / Crisis and Risk Engineering for Transport Services. Міжнародна науково-методична конференція. 21 січня 2021 р., Маріуполь : ПДТУ. С. 346-348.
262. Красноштан О. М. Системні виклики до транспортної системи з боку особливого стану та загальні способи їх подолання. Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури. Всеукраїнська науково-практична конференція. Київ : ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2022. С. 334-339. URL: http://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2023/06/Thesis_Collect_-2022.pdf

Додаток А

Інформаційні матеріали щодо модернізації системи приміських залізничних перевезень на неелектрифікованих ділянках залізниць

Таблиця А.1 – Перелік модернізацій дизель-поїздів ДР1А

№	Система/ вузол/ агрегат	Короткий зміст модернізації	Очікувані результати
	Компонувальна схема	Компонувальна схема. Передбачається компонувальна схема Мг+0..1Пп+Пг (Мг – моторний головний вагон, Пп – причіпний проміжний, Пг – причіпний (безмоторний) головний вагон з кабіною управління); місткість потягу після модернізації становить 168 (2 вагони) чи 292 місця (3 вагони). Передбачається експлуатація складів за системою багатьох одиниць.	Оптимізація пасажиромісткості рухомого складу відповідно до пасажиропотоків. Заощаднення експлуатаційних витрат.
2.	Подовження строку служби	Модернізація передбачає подовження строку служби рухомого складу від 10 до 20 років залежно від стану несних конструкцій конкретного дизель-поїзда. Посилення несних конструкцій кузова та візків виконується за типовим проектом або індивідуальними проектними рішеннями.	Забезпечення рухомим складом для здійснення приміських перевезень на період до придбання нового рухомого складу
3.	Силова установка (двигун)	Силовая установка (двигун). Для зменшення експлуатаційних витрат, підвищення надійності та екологічності пропонується заміна штатних дизельних двигунів 756 (виробництво завод «Звезда», рф) на сучасні	Підвищення надійності, екологічності та ремонтної придатності. Зменшення витрат на паливо, мастильні матеріали, ремонт та технічне обслуговування.

		двигуни зі збільшеним моторесурсом. <i>Примітка. Для зменшення вартості проєкта як варіант можливе придбання та вста-новлення дизельних двигунів виробництва західних країн, які були у використанні, придбані в рамках програми trade-in та капітально відремонтовані в умовах виробника.</i> <i>Додатковий шумо- та вібро-захист, а також освітлення моторного відділення</i>	Зменшення шуму та вібрацій.
4.	Трансмісія:		
4.1.	Гідропередача	Для підвищення надійності, забезпечення можливості ремонту та обслуговування (постачання запасних частин, матеріалів та комплектуючих) пропонується встановлення гідропередачі виробництва компанії Voith або інших західних аналогів.	Підвищення надійності та ремонтпридатності. Забезпечення кращих показників динаміки.
4.2.	Редуктори	Аналогічна заміна редукторів. Можливі два варіанти: використання редукторів одного з західних виробників або виробництво нових редукторів в умовах вітчизняних машинобудівних підприємств.	Підвищення надійності та показників безпеки руху за рахунок модернізації відповідального вузла.
4.3.	Карданні вали	Необхідним є використання нових редукторів одного з українських чи західних виробників.	Підвищення надійності
5.	Головний компресор	Пропонується заміна штатно-го поршневого компресора походження рф на сучасну високопродуктивну модель вітчизняного або іноземного виробництва зі зміною принципу дії (гвинтовий).	Підвищення надійності. Зменшення витрат на ТО та ремонт, шуму та вібрації.

6.	Кабіна управління		
6.1.	Кабіна управління безмоторного вагона	Виготовлення кабіни управління безмоторного вагона. Варіанти: А – лита кабіна з полімерних матеріалів вітчизняного виробництва Б – зварна кабіна вітчизняного або імпортного виробництва	Забезпечення курсування поїздів у дво- чи тривагонному виконанні. Створення належних умов праці для локомотивної бригади
6.2.	Пульт машиніста	Заміна пульта машиніста на сучасний ергономічний варіант з новітніми системами контролю та безпеки руху на цифровій основі, покращення умов роботи локомотивної бригади. Всі системи керування та діагностики рухомого складу в обох кабінах управління (моторний вагон та причіпний головний вагон) мають бути ідентичними та виконувати однакові функції. Також мають забезпечувати можливість використання рухомого складу за системою багатьох одиниць.	Забезпечення комфортних умов роботи локомотивних бригад. Підвищення рівня безпеки руху.
6.3.	Системи кондиціювання	Встановлення системи кондиціювання кабін управління	Комфорт локомотивних бригад
6.4.	Освітлювальні прилади	Заміна світлосигнальних приладів кабін керування (прожектор, буферні ліхтарі, система висадки-посадки пасажирів) та внутрішнього освітлення з регулюванням яскравості;	Підвищення безпеки руху, комфорту роботи локомотивних бригад. Зменшення витрат енергії на освітлення
6.5.	Прийомні пристрої для забезпечення комфорту локомотивних бригад	Встановлення в кабінах керування мікрохвильової печі, холодильника, шафи для одягу, шафи для інструменту та інвентаря;	Підвищення комфорту роботи локомотивних бригад.

6.6.	Вібро- та шумо-ізоляція	Додатковий шумо- та віброзахист кабіни управління моторного вагона	Комфорт локомотивної бригади. Зниження негативного впливу шуму та вібрації на організм
7.	Системи управління безпеки	Пропонується в рамках модернізації забезпечити комплектування дизель-поїздів такими системами: • Система контролю та керування силовим агрегатом. • Система діагностики основних вузлів, агрегатів та систем дизель-поїзда; • Система пожежної сигналізації та автоматичного пожежогасіння; • Система відеоспостереження та відеонагляду: ○ Ззовні поїзда (система заднього виду, бокові спостереження); ○ Салони та тамбури; ○ Органи управління та машинне відділення; • Система продажу проїзних документів та підрахунку пасажирів; • Система безпеки руху; • Аудіовізуальна система інформування пасажирів (зокрема зовнішні маршрутовказівники та внутрішні табло); • Радіозв'язок; • Заміна контакторів, реле, блоків, запобіжників на сучасні (в більшості – вітчизняного виробництва).	Підвищення безпеки руху, зниження витрат на експлуатацію, ТО та ремонт, підвищення рівня пожежної безпеки, безпеки пасажирів (особливо під час висадки та посадки). Забезпечення комфорту пасажирів та підвищення ефективності збирання, контролю та обліку виручки.
8.	Салони вагонів	В ході проведення модернізації пропонуються такі	Підвищення комфорту пасажирів.

		удосконалення пасажирських вагонів: - Забезпечення всіх вимог для перевезення людей з інвалідністю всіх нозологій: інклюзивна туалетна кімната, пандус, місця для пасажирів на кріслах колісних та супроподжуючих, дублювання надписів шрифтом Браїля, зовнішні гучномовці). - Заміна утеплення на сучасні енергоефективні та негорючі матеріали. Це дозволить покращити умови перебування пасажирів в холодну пору року. - Заміна облицювання інтер'єрів вагонів на сучасні вандалостійкі та негорючі матеріали. - Заміна віконних блоків на енергозберігаючі тришарові склопакети з тонунням. - Освітлення світлодіодними енергозберігаючими пристроями зі збільшеним ресурсом роботи, підсвітка зон посадки (зовні та зсередини), перехідних площадок. - Модульна туалетна кімната з системами дозування води, мила та туалетного паперу; - Заміна блоків сидінь на сучасні антивандальні та ергономічні. - Проектом може бути передбачено заміну зовнішніх, внутрішньоса-	Виконання вимог Конвенції ООН щодо захисту прав людей з інвалідністю [3]. Зменшення витрат на підтримання температурного режиму в салонах вагонів. Підвищення рівня пожежної безпеки.
--	--	---	--

		лонних та торцевих дверей на сучасні аналоги (зокрема з автоматичними приводами). - Модернізація та герметизація системи опалення та примусової вентиляції;	
9.	Фарбування	Зовнішнє фарбування кузовів вагонів сучасними вандалостійкими (стійкими проти графіті) фарбами.	Забезпечення належного зовнішнього вигляду рухомого складу.
10.	Антикорозійна та шумопоглинальна обробка кузовів	Антикорозійна та шумопоглинальна обробка кузовів	Підвищення ресурсу рухомого складу
11.	Гальмівна система	Заміна повітряних резервуарів та автогальмівного обладнання, що вичерпали свій термін служби	Підвищення рівня безпеки руху
12.	Кабельно-провідникова продукція	Заміна 100% кабельно-провідникової продукції	Підвищення надійності та пожежної безпеки
13.	Гасники коливань	Заміна гасників коливань	Підвищення плавності ходу та рівня безпеки руху

Таблиця А.2 – Потенційна маршрутна мережа для обслуговування модернізованими дизель-поїздами ДР1А в 3-вагонному виконанні

Сполучення	Міста за маршрутом	Кількість мешканців на напрямку	Кількість одиниць РС
Черкаси-Чернігів	Золотоноша (30 000) Ніжин (70 000) Пирятин (20 000) Прилуки (55 000)	175 000	2
Кременчуг-Черкаси	Ромни (40 000) Бахмач (20 000) Мєна (12 000) Сновськ (11 000)	83 000	2
Конотоп-Новгород-Сіверськи	Конотоп (90 000) Новгород-Сіверський (13 000)	103 000	1
Суми-Лебедин Суми-Охтирка	Охтирка (50 000) Тростянець (20 000)	100 000	2

	Лебедин (30 000)		
Вінниця-Гайворон	Гайсин (30 000) Немирів (12 000) Гайворон (15 000)	57 000	2
Вінниця-Могилів-Подільський	Бар (16 000) Жмерника (35 000) Гнівань (13 000) Могилів-Подільський (31 000)	95 000	2
Вінниця-Хмільник-Хмельницький	Калинівка (20 000) Хмільник (30 000) Старокостянтинів (35 000) Красилів (20 000)	105 000	3
Хмельницький-Кам'янець-Подільський	Кам'янець-Подільський	100 000	1
Хмельницький-Шепетівка-Славута-Кривин	Шепетівка (50 000) Славута (35 000) Нетішин (40 000)	125 000	1
Коростень-Ковель-Ягодин	Сарни (30 000) Ковель (70 000) Вараш (45 000) Олевськ (10 000)	155 000	4
Бердичів-Житомир-Коростень	Бердичів (75 000) Коростень (64 000) Житомир (266 000)	405 000	4
Житомир-Новоград-Волинський	Новоград-Волинський	56 000	1
Черкаси-Вапнярка	Сміла (70 000) Тальне (13 000) Звенигородка (17 000) Христинівка (10 000) Ладижин (23 000) Вапнярка (7000)	140 000	4
Тернопіль-Чернівці	Чортків (30 000) Кіцмань (10 000) Заліщики (10 000)	50 000	4
Тернопіль-Шепетівка			1

Львів-Івано-Франківськ-Берлібаш	Надвірна (23 000) Ходорів (10 000) Яремче (8000) Галич (7000) Ясіня (8000) Рахів (16000) Івано-Франківськ (230 000)	302 000	4
Львів-Червоноград-Ковель	Кам'янка-Буська (11 000) Червоноград (66 000) Володимир-Волинський (39 000)	116 000	4
Івано-Франківськ-Чернівці-Вадул-Сирет	Коломия (62 000) Чернівці (260 000)	322 000	4
Ужгород-Солотвино	Берегово (24 000) Виноградів (26 000) Тячів (9000) Хуст (29 000) Солотвино (9 000) Королево (10 000)	107 000	2
Всього		2 596 000	47 +3 резерв

Таблиця А.3 – Якості (компетенції) суб'єктів навчання та формуючі їх елементи

Ч.ч.	Назва якості (компетенції)	Зміст якості (компетенції)	Формувальні елементи системи та надсистеми
Фізична іпостась			
1	Фізична	Здатність до активної фізичної діяльності, перенесення фізичних навантажень	Навчальна, надсистемна
2	Фізично-методична	Вміння організувати режим праці і відпочинку для себе і підлеглих згідно з чинними нормативами	Навчальна, надсистемна
Соціально-професійна іпостась			
3	Світоглядна	Розуміння світобудови і загальних законів розвитку	Наукова, навчальна, надсистемна
4	Професійно-цільова	Здатність створювати і впроваджувати лідерні інновації	Наукова, навчальна, проєктно-виробнича

5	Управлінська	Здатність керувати процесом створення і реалізації інновацій	Навчальна, проєктно-виробнича
6	Комунікативна	Здатність до професійного спілкування на різних, зокрема, вищих ієрархічних рівнях	Навчальна, надсистемна
7	Методична	Компетенція щодо засобів, методів, форм і технологій створення та реалізації інновацій	Наукова, навчальна, проєктно-виробнича
8	Регламентно-нормативна	Компетенція щодо нормативної бази, яка регламентує інноваційно-інвестиційну діяльність	Наукова, навчальна, надсистемна
9	Історично-ретроспективна	Компетенція щодо історії інновацій та законів їх розвитку	Наукова, навчальна, надсистемна
10	Матеріалознавчо-технологічна	Компетенція щодо матеріалознавства і технології виробництва	Наукова, навчальна, проєктно-виробнича, надсистемна
Морально-духовна іпостась			
11	Аутопсихологічна	Компетенція щодо гідності і не-доліків своєї особистості і діяльності	Навчальна, надсистемна
12	Акмеологічна	Компетенція щодо доведення власної діяльності до рівня вищої майстерності	Наукова, навчальна, проєктно-виробнича, надсистемна
13	Загально-культурна	Компетенція щодо надбань і процесів вітчизняної та світової культури	Навчальна, надсистемна
14	Морально-вольова	Здатність до перенесення значних морально-психологічних навантажень та організації сприятливого морального клімату в колективі	Навчальна, надсистемна

Таблиця А.4 – Приклади посад, де потрібні фахівці вищої кваліфікації у ранзі генеральних конструкторів

Ч.ч.	Системи організації професійної діяльності	Можливі посади
1	Системи загальногалузевого управління транспортом (МІУ, служби, агенції і департаменти за видами транспорту, керівники транспорту в органах місцевого самоврядування та інші)	Заступники міністра, заступники генерального директора агенства. Директори (голови) або заступники директорів департаментів, агентств, служб.
2	Системи регіонального управління промисловими комплексами	Начальники, перші заступники та заступники головних управлінь промисловості, транспорту і зв'язку
3	Макроекономічні об'єднання (фінан-	Генеральні конструктори макро-

	сово-промислові групи, корпорації, концерни, холдинги)	економічних систем
4	Галузеутворювальні об'єднання, товариства (науково-виробничі, виробничі)	Генеральні конструктори галузеутворювальних систем
5	Головні науково-дослідні і дослідно-конструкторські організації з напрямків розвитку систем, техніки, технології	Генеральні конструктори (їх заступники з напрямків розвитку техніки на рівні підгалузі)

Таблиця А.5 – Характеристики елементів діяльності та вимоги до знань і вмінь генеральних конструкторів

Елементи діяльності	Характеристики елементів діяльності	Вимоги до знань і вмінь генеральних конструкторів
Мета (результат)	Створення і реалізація великомасштабних лідерних інновацій	Знати: теорію цілепокладання. Вміти: визначати систему цілей, стратегічну і поточну цілі діяльності.
Продукт	Створені і реалізовані лідерні великомасштабні інновації	Знати: теорію інновацій, методи породження, функціонування, розвитку, комунікації та управління в технічних системах. Вміти: створювати і реалізовувати великомасштабні лідерні інновації.
Предмет	Технічні (транспортні) системи різноманітного призначення	Знати: теорію техносфери та її елементів. Вміти: виконувати моделювання, аналіз, синтез, систематику, прогнозування розвитку технічних систем, створювати складні технічні (транспортні) системи.
Засоби	Інформаційно-знаннієві системи. Системи наукових і маркетингових досліджень, проектування. Виробничі системи. Системи збуту, експлуатації, сервісу і перетворення.	Знати: інформаційно-знаннієві, наукові, маркетингові, проектувальні, виробничі, збутові, експлуатаційні, сервісні та перетворювальні системи. Вміти: використовувати вказані системи.
Процес	Маркетингу, наукової діяльності, конструювання, проектування, підготовки виробництва, виробництва, складання, випробування, сертифікації, збуту, експлуатації, сервісу, перетворення (ремонт, модернізація, ліквідація) технічних систем	Знати: теорію маркетингу, наукової діяльності, конструювання і проектування, підготовки виробництва, виробництва, складання, випробування, сертифікації, збуту, експлуатації, сервісу, перетворення (ремонт, модернізація, ліквідація) технічних систем. Вміти: моделювати, аналізувати, синтезувати, управляти вказаними процесами.

Таблиця А.6 – Основні складові тематичного плану типової технічної дисципліни з комплексу технічних дисциплін «технознавство»

Ч.ч.	Тема	Функція	Мета
1.	Загальна структура комплексу технічних дис-	Формування нових знань. Їх за-	Сформувати знання про структуру комплексу технічних

	дисциплін «технознавство»	кріплення.	дисциплін «технознавство»
2.	Міжструктурні зв'язки та місце комплексу технічних дисц. «технознавство» в навчальному процесі	Формування нових знань. Їх закріплення.	Сформувати уявлення про міжструктурні зв'язки та місце комплексу технічних дисциплін «технознавство» в навчальному процесі
3.	Типова структура фундаменталізованої технічної дисципліни	Формування нових знань. Їх закріплення.	Сформувати знання про типову структуру технічної дисципліни
4.	Мова та методи доведення істинності в теорії технічних дисциплін	Формування нових знань. Їх закріплення.	Сформувати знання про мову та методи доведення істинності в теорії технічних дисциплін
5.	Методи моделювання техніки	Формування нових знань. Їх закріплення. Урок формування нових вмінь	Навчити методам моделювання та закріпити вміння моделювати складні технічні системи
6.	Методи аналізу технічних систем	Формування нових знань. Їх закріплення.	Сформувати знання методів аналізу технічних систем
7.	Закони породження технічних систем	Формування нових знань. Їх закріплення.	Сформувати знання законів породження технічних систем
8.	Закони будови технічних систем	Формування нових знань. Їх закріплення.	Сформувати знання законів будови технічних систем
9.	Закони функціонування технічних систем	Формування нових знань. Їх закріплення.	Сформувати знання законів функціонування технічних систем
10.	Закони розвитку технічних систем	Формування нових знань.	Сформувати знання законів розвитку технічних систем
11.	Закони комунікацій технічних систем	Формування нових знань.	Сформувати знання законів комунікацій технічних систем
12.	Закони управління в технічних системах	Формування нових знань.	Сформувати знання законів управління технічних систем
13.	Методи синтезу технічних систем	Формування нових знань.	Сформувати знання методів синтезу технічних систем
14.	Методи систематики технічних систем	Формування нових знань.	Сформувати знання методів систематики технічних систем
15.	Методи класифікації технічних систем	Формування нових знань.	Сформувати знання методів класифікації технічних систем
16.	Приклади лідерних зразків галузеутворювальних, макротехнологічних і глобальних технічних систем	Перегляд відеофільмів, голографічних зображень та натурних фрагментів систем	Сформувати уявлення щодо прикладів лідерних зразків галузеутворювальних, макротехнологічних і глобальних технічних систем

Додаток Б

Довідки та акти про впровадження результатів роботи



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ГРОМАД, ТЕРИТОРІЙ
ТА ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИпр-т Берестейський, 14, м. Київ, 01135, Україна
тел.: (+38 044) 351-40-96, 351-40-35, 351-40-01, факс тел.: (+38 044) 351-48-45
www.mfu.gov.ua, код ЄДРПОУ 37472062

ДОВІДКА

про впровадження матеріалів дисертаційного дослідження
Красноштана Олександра Михайловича на тему:
«Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку
транспортної системи країни»

Матеріали дисертаційного дослідження Красноштана Олександра Михайловича на тему «Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни» прийняті до використання в Міністерстві інфраструктури України при оцінці пріоритетності розвитку окремих комплексів та елементів системи.

Найбільший науковий та практичний інтерес в запропонованих матеріалах становлять:

- встановлений взаємний вплив та розроблені моделі законів будови, функціонування, розвитку, комунікації, управління та перетворення інноваційних транспортних систем, які дозволяють формалізувати постановку задачі їх комплексної структурно-параметричної оптимізації та визначити основні стратегічні пріоритети розвитку;
- виявлені та досліджені основні закономірності розвитку сфер застосування, призначення, функцій, процесів, принципів дії, структур та параметрів інноваційних транспортних систем, що дозволяє визначити стратегічні пріоритети для цих систем;
- розроблені метод оптимізаційного синтезу інноваційних транспортних систем з урахуванням виявлених законів і закономірностей розвитку транспортних систем, що дає можливість забезпечити глобальні екстремуми критеріїв оптимальності;
- синтезовані комплексно оптимізовані інноваційні транспортні системи наземного транспорту за критеріями продуктивності, енергоефективності, безпеки та споживчих якостей, що створює можливості для визначення



ДОКУМЕНТ СЕД

Підписувач Юрченко Анна Станіславівна
Сертифікат 4FD4BFDE9E1BAF3A04000000318A00000E8F0100
Дійсний з 21.03.2023 10:56:00 по 21.03.2024 10:56:00

Міністерство розвитку громад, територій
та інфраструктури України

8603/24/14-23 від 20.09.2023

стратегії найбільш ефективного керованого прискореного розвитку транспортної системи країни;
– визначені основні напрямки стратегії інноваційного розвитку транспортної системи, які забезпечують вищий інноваційний рівень та ефективність цієї системи.

Заступник Міністра з питань
європейської інтеграції

Анна ЮРЧЕНКО

Вик. Світослав Владислав
044 351 41 46



ДОКУМЕНТ СЕД

Підписувач Юрченко Анна Станіславівна
Сертифікат 4FD48FDE9E18AF3A04000000318A00000E8E0100
Дійсний з 21.03.2023 10:56:00 по 21.03.2024 10:56:00

Міністерство розвитку громад, територій
та інфраструктури України



8603/24/14-23 від 20.09.2023



МІНІСТЕРСТВО ФІНАНСІВ УКРАЇНИ
(Мінфін)

вул. М. Грушевського 12/2 м. Київ 01008 тел. (044) 206-59-47, факс 425-90-26
e-mail: infomfi@minfin.gov.ua, код ЄДРПОУ 00013480

від 07.11.2022 р. № 42.000-03-7/65945 На № _____ від _____ 20__ р.

АКТ

**Впровадження матеріалів дисертаційного дослідження
Красноштана Олександра Михайловича на тему:
«Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку
транспортної системи країни»**

Матеріали дисертаційного дослідження Красноштана Олександра Михайловича на тему: «Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни» прийняті до використання в Міністерстві фінансів України при оцінці пріоритетності розвитку окремих комплексів та елементів системи.

Найбільший науковий та практичний інтерес в запропонованих матеріалах становлять:

- встановлений взаємний вплив та розроблені моделі законів будови, функціонування, розвитку, комунікації, управління та перетворення інноваційних транспортних систем, які дозволяють формалізувати постановку задачі їх комплексної структурно-параметричної оптимізації та визначити основні стратегічні пріоритети розвитку;
- виявлені та досліджені основні закономірності розвитку сфер застосування, призначення, функцій, процесів, принципів дії, структур та параметрів інноваційних транспортних систем, що дозволяє визначити стратегічні пріоритети для цих систем;
- розроблені метод оптимізаційного синтезу інноваційних транспортних систем з урахуванням виявлених законів і закономірностей розвитку

транспортних систем, що дає можливість забезпечити глобальні екстремуми критеріїв оптимальності;

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

— визначені основні напрямки стратегії інноваційного розвитку транспортної системи, які забезпечують вищий інноваційний рівень та ефективність цієї системи.

Заступник Міністра



Олександр КАВА



ГРОМАДСЬКА СПІЛКА
ВСЕУКРАЇНСЬКЕ ГРОМАДСЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ
«НАЦІОНАЛЬНА АСАМБЛЕЯ ЛЮДЕЙ З ІНВАЛІДНІСТЮ УКРАЇНИ»

ЄДРПОУ 26114037, тел. 044-279-61-82/74, 044-279-61-17,
вул. Рейтарська, 8/5а, м. Київ, 01054, к. 110, e-mail: office-naiu@ukr.net, www.naiu.org.ua

від 9.01.2018 09/1
на № _____ від _____

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів дисертації Красноштана Олександра Михайловича
на тему: «Наукові основи формування стратегії
інноваційного розвитку транспортної системи країни»

Громадською спілкою «Всеукраїнське громадське об'єднання «Національна Асамблея людей з інвалідністю України» розглянуто результати дослідження, проведеного О.М. Красноштаном у рамках підготовки дисертації за темою «Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.22.01 «Транспортні системи». Вони є виключно вагомими з огляду на актуальність порушених питань, зокрема в контексті підходів щодо забезпечення відповідності транспортної інфраструктури України вимогам Конвенції ООН про права осіб з інвалідністю.

Аналіз положень дисертації дає підстави для висновків про її необхідний теоретичний рівень та практичну значимість; сформульовані пропозиції та рекомендації в разі їх імплементації в національну законодавчу базу та практику реалізації державної політики відповідного спрямування сприятимуть, окрім іншого, модернізації приміського рухомого складу, створенню новітньої системи приміських перевезень тощо.

З урахуванням зазначеного висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації Олександра Михайловича, прийняті до використання в роботі Національної Асамблеї людей з інвалідністю України з формування та забезпечення реалізації заходів щодо створення умов доступності транспортної інфраструктури для маломобільних груп пасажирів, а також впровадження універсального дизайну на об'єктах залізничного транспорту.

Голова НАІУ,
правозахисник



В.М. Сушкевич



АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
«УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»
ДЕПАРТАМЕНТ ПРИМІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

uz.gov.ua

вул. Євген Гедройця, 5, м. Київ, 03150, тел. (+380 44) 465 13 45,
факс: (+380 44) 465 13 51

№ _____

Довідка

про впровадження матеріалів дисертаційного дослідження
Красноштана Олександра Михайловича на тему:
«Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку транспортної
системи країни»

Матеріали та результати дисертаційного дослідження Красноштана Олександра Михайловича на тему «Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни» були використані в департаменті приміських пасажирських перевезень АТ «Укрзалізниця» при розробленні та реалізації проєкту високоефективної системи приміських пасажирських перевезень в місті Києві та Київському регіоні КиївСітіЕкспрес, а також в рамках планування та реалізації модернізації приміського рухомого складу.

Директор Департаменту



Олександр БОЛДОВ



Довідка

про впровадження матеріалів дисертаційного дослідження
Красноштана Олександра Михайловича на тему:
«Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку транспортної
системи країни»

Матеріали дисертаційного дослідження Красноштана Олександра Михайловича на тему «Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку транспортної системи країни» були використані ДП «ДерждорНДІ» при розробленні змін до Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018-2023 роки в частині оцінки пріоритетності розвитку окремих комплексів та елементів транспортної системи, а також під час виконання науково-дослідної роботи «Виконати аналіз та розробити методичні рекомендації з моделювання транспортних потоків під час оцінювання ефективності проектних рішень щодо дорожньої інфраструктури» на замовлення Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України.

Директор ДП «ДерждорНДІ»,
кандидат економічних наук, доцент



Артем БЕЗУГЛИЙ

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ГРОМАД, ТЕРИТОРІЙ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
„ДЕРЖАВНИЙ АВТОТРАНСПОРТНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ І ПРОЕКТНИЙ ІНСТИТУТ“
(ДП „ДЕРЖАВТОТРАНСПРОЕКТ“)

23.08.2023 р.

ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

ДП «Державний автотранспортний науково-дослідний та проектний інститут» повідомляє, що результати дисертаційного дослідження Красноштана Олександра Михайловича використані у науково-дослідних роботах:

«Вивчення принципів організації транспортного забезпечення уболівальників, учасників та гостей, 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».

№ держ реєстрації 0109U005853

«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 уболівальників».

№ держ реєстрації 0109U005854

Начальник Центру наукових досліджень
комплексних транспортних проблем,
доктор економічних наук



Алла НОВІКОВА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи та організації освітнього
процесу

Олександр ПЕТРОВ
«07» листопада 2023 р.

АКТ

про впровадження в навчальний процес матеріалів
докторської дисертаційної роботи
Красноштана Олександра Михайловича
«Наукові основи формування стратегії інноваційного розвитку
транспортної системи країни»

У навчальний процес кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету впроваджено науково-методичні матеріали і прикладні результати, які містяться в докторській дисертації здобувача Красноштана Олександра Михайловича.

Матеріали та результати дослідження використовуються при викладанні дисциплін на факультеті машинобудування та транспорту: «Стратегії розвитку підприємств автомобільного транспорту», «Основи теорії транспортних процесів і систем», «Сучасні транспортні технології», «Транспортне планування міст» та при виконанні бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт студентами, що навчаються за спеціальностями 274 – «Автомобільний транспорт» та 275 – «Транспортні технології (за видами транспорту)», а саме розглядаються теоретичні та прикладні аспекти процесу функціонування, інноваційного розвитку та вдосконалення транспортних систем.

Впровадження матеріалів та результатів докторської дисертаційної роботи Красноштана О.М., які мають вагому наукову новизну і практичну цінність, у навчальний процес факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного транспортного університету сприяє його покращенню та подальшому вдосконаленню.

Декан ФМТ,
к.т.н., доцент

Сергій СУХОРУКОВ

Завідувач кафедри АТМ,
к.т.н., доцент

Сергій ЦИМБАЛ