

Державний університет інфраструктури та технологій  
Міністерство освіти і науки України

Державний університет інфраструктури та технологій  
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

КИРИЧЕНКО ГАННА ІВАНІВНА

УДК 656.078.12

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**МЕТОДОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ НАУКОВО-  
ОБґРУНТОВАНОЇ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ  
ПРОЦЕСАМИ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

05 – технічні науки

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

\_\_\_\_\_ Г. І. Кириченко

Науковий консультант

Петрашевський Олег Львович,  
доктор технічних наук, професор

Київ – 2021

## АНОТАЦІЯ

*Кириченко Г. І.* Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. Державний університет інфраструктури та технологій Міністерства науки і освіти України, Київ, 2021.

У дисертаційній роботі отримано нове рішення важливої науково-прикладної проблеми управління технологічними процесами доставки вантажів залізничним транспортом на сучасному рівні вимог ефективності організації перевезень. Розроблені методи та моделі дозволяють безпечно впроваджувати показники ефективності експлуатаційної діяльності та якості надання послуг, визначати частки впливу транспортних підрозділів на загальний обіг вагону.

1. Вперше розроблено метод прогнозу надійності технологічних процесів експлуатації транспортних засобів, що на відміну від існуючих враховує уніфіковане оцінювання значень експлуатаційного відхилення відповідно до запропонованої категоризованої шкали, що дозволяє визначити якісну властивість експлуатаційного процесу за рахунок впровадження нечіткої моделі прогнозу експлуатаційних відхилень від встановлених нормативами контрольно-часових точок.

2. Вперше розроблено науково-обґрунтовану стратегію управління технологічними процесами експлуатації, що відрізняється від відомих формуванням управлінського впливу на підставі відхилень та актуальних статистичних параметрів операційного механізму, що дозволяє впроваджувати показники якості експлуатаційної діяльності при виконанні

технологічних процесів залізниці за рахунок функціонування нечіткого регулятора системи управління доставкою вантажів.

3. Вперше запропоновано узагальнену класифікацію методів координації між видами транспорту, яка відрізняється від існуючих наявністю ознаки охоплення етапів перевезення доставки вантажів, що дозволяє узагальнювати та уніфікувати підходи до визначення напрямів підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів за рахунок аналізу часу перебування вагона під певним етапом повного циклу управління.

4. Вперше розроблено метод підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів, що на відміну від існуючих методів враховує вплив експлуатаційних факторів та дозволяє відійти від умовного розрахунку показників за формулами й визначити частку впливу роботи транспортних підрозділів, видів транспорту на загальний обіг вагона та час доставки вантажу за рахунок використання поточних характеристик системи.

5. Набув подальшого розвитку метод інформаційного моніторингу технологічних процесів експлуатації, який на відміну від існуючого враховує поточні експлуатаційні характеристики транспортних засобів залізниці у якості концептів моделей, що дозволяє визначати час відхилення від встановлених норм технологічних процесів перевезень залізничним транспортом.

Отримані наукові результати у сукупності є методологією технологічно-інформаційного моделювання управління процесами доставки вантажів, яка дозволяє вдосконалити методи оперативного управління перевезеннями на залізниці та при взаємодії з суміжними видами транспорту та підвищити ефективність експлуатації рухомого складу.

Використання запропонованої методології технологічно-інформаційного моделювання управління процесами доставки вантажів на залізничному транспорті забезпечує вирішення проблем практики

експлуатаційної діяльності в частинах: формування інструментів оперативного контролю виконання технологічних процесів; прогнозування часу операцій технологічних процесів; ідентифікації проблемних ланок для прийняття управлінського впливу; оцінювання якості управління технологічними процесами перевезення вантажів залізницею; розробки принципів формування системи показників, адекватної поточному стану експлуатаційного процесу.

У першому розділі проведено аналіз світової та вітчизняної теорії та практики управління технологічними процесами перевезеннями вантажів в експлуатаційній діяльності залізниці, методів управління при координації діяльності видів транспорту, конкретизовано проблеми й завдання дослідження систем управління технологічними процесами доставки вантажів, розроблено концептуалізацію та термінологічне оснащення системи управління, що реалізує стратегію управління з підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту.

У другому розділі розроблена емпірична база дослідження системи управління ТП доставки вантажів, визначено параметри і характеристики об'єктів, зміна стану яких складає технологічні процеси, та склад БД для побудови системи управління ТП. Проведено також дослідження можливості створення єдиного інформаційного простору СУ ТП доставкою вантажів при координації окремих видів транспорту. Досліджено кваліфікаційні ознаки, які відображають найбільш суттєві спільні риси СУ в окремих видах транспорту такі, як рівень концентрації управління, наявність АСУ ТП, склад показників роботи системи та критерії управління відповідними підрозділами транспорту.

У третьому розділі проведено адаптацію методології концептуально-логічного відображення та проектного моделювання у системі управління ТП перевезень. Одним з шляхів вирішення проблеми управління технологічними процесами на залізниці є визначення можливих відхилень від нормативного

часу стану та операцій з об'єктами, якими управляють диспетчерські служби та прийняття своєчасних заходів зі зменшення можливих втрат. Нормативно-технологічні документи суттєво відрізняються від реальних ситуацій та експлуатаційних умов. Приймати рішення диспетчерський апарат часто вимушений у неочікуваних ситуаціях та в умовах невизначеності. Прогнозування подій ТП пов'язано з розробкою та впровадженням в управління транспортними процесами ІТ та здійснюється шляхом побудови моделей, алгоритмів прогнозування ситуацій та операцій ТП.

У четвертому розділі проведено дослідження системи управління ТП ДВ, досліджено можливість оцінювання якості управління ТП перевезення вантажів залізницею та розроблені принципи формування системи показників, адекватної поточному стану ТП та здатної сприяти підвищенню ефективності експлуатаційної діяльності. Розроблено схему та засоби імітаційного моделювання технологічних процесів з використанням та без використання нечіткого управління. Розроблена методологія технологічно-інформаційного моделювання управління технологічними процесами на залізничному транспорті, основами якої є: обґрунтованість даних, адекватність представлень, узгодженість цілей та безпечність нормування.

У п'ятому розділі розроблені вимоги до функціонування автоматизованого робочого місця диспетчера з контролю за технологічними процесами доставки вантажів та наведені шляхи інтеграції АРМу до єдиної інформаційної системи залізниці АСК ВП УЗ-Є. Також у розділі наведені приклади формалізації технологічних процесів взаємодії залізниці та під'їзних колій при продовженні циклу ТП знаходження вагону під вантажними операціями, обліку часу виконання операцій передачі вагонів суміжним підрозділам транспорту. Розроблені вимоги з інтеграції інформаційного простору залізниці та морського торговельного порту (МТП), а також розроблені шляхи інтеграції ІС морських торговельних портів між собою у єдину ІС МТП та наведені приклади впровадження вимог.

У шостому розділі розроблені структура та функції інтелектуального інформаційного забезпечення системи управління процесами доставки вантажів підприємства залізниці – філії «ЦТС «Ліски» АТ «Укрзалізниця». Розвиток підприємства як мультимодальної компанії передбачає реалізацію стандартів сучасної автоматизації логістичних процесів, в т.ч. перевізних, технологічних та супутніх процесів. Створення мультимодальної компанії за принципом клієнтоорієнтованості, в першу чергу, здійснюється за напрямком автоматизації всіх рівнів технологічних процесів, що супроводжують цикл надання широкого спектру послуг.

**Ключові слова:** технологічні процеси залізниці, ефективність використання вагонів, нечіткий регулятор, модель прогнозу, інформаційні автоматизовані системи, оперативне управління, контрольні-часові точки, обіг вагону, вантажні перевезення, графіки доставки вантажів, інформаційний моніторинг, імітаційне моделювання.

#### **Список публікацій здобувача:**

**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:**

**Статті у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus:**

1. Strelko O. H., Kyrychenko H. I., Sorochynska O. L., Pylypchuk O. Ya. Application of Information Technologies for Automation of Railway and Cargo Owner Interaction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol 582. (Scopus) DOI: 10.1088/1757-899X/582/1/012029

2. Strelko O., Kyrychenko H., Berdnychenko Yu., Isaienko S., Tverdomed V. Analysis of the Intra-Day Irregularity of Intaken Empty Wagon-Flows During the Day Periods. *Transport Means: Proceedings of 23rd International Scientific Conference*. 2019. Part I. P. 16-21. (Scopus) URL:

<https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-2019-Part-1.pdf>

3. Statyvka Yurii, Kyrychenko Hanna, Strelko Oleh, Berdnychenko Yuliia, Gaba Vasyl, Hrushevska Tetiana Improvement of the technique of calculating operational parameters using an automated system. *MATEC Web of Conferences*. 2019. Vol 294. (Web of Science Core Collection) DOI: 10.1051/mateconf/201929406002

4. Strelko O., Kyrychenko H., Berdnychenko Yu., Petrykovets O., Soloviova L. Enhancement of the Technology for the Distribution of Gondola Railcars for Loading in a Competitive Environment. *Transport Means: Proceedings of 24th International Scientific Conference*. 2020. Part I. P. 182-186. (Scopus) URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-A4-I-dalis.pdf>

**Статті у наукових фахових виданнях:**

5. Кириченко Г. І. Оптимізація взаємодії залізниці та вантажовласника – мета розробки інформаційних технологій. *Проблеми транспорту*: збірник наукових статей. Київ: НТУ, 2010. Вип. 7. С. 239-246.

6. Кириченко Г. І., Габа В. В., Висоцька Г. С. Автоматизований облік часу затримки вагонів та вантажів на підходах до станцій призначення. *Залізничний транспорт України*. 2011. № 1. С. 30-32.

7. Кириченко Г. І. Проблематика досліджень транспортних систем при взаємодії різних видів транспорту. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2011. Вип. 8. С. 21-29.

8. Іващук В. Р., Кириченко Г. І., Кузнєцов М. М., Петриковець О. В. Формування інструментів логістичного забезпечення перевезень вантажів на залізниці. *Залізничний транспорт України*. 2011. № 5. С. 20-23.

9. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Мацюк В. В., Родкевич О. Г. Визначення рівня достовірності інформації про вантажі, що перевозяться залізницями України. *Збірник наукових праць Київського Державного*

*економіко-технологічного університету транспорту Міністерства інфраструктури України: Серія «Транспортні системи і технології». 2011. Вип. 18. С. 187-193.*

10. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Горецький О. А. Аналіз якості даних перевізних документів в автоматизованих системах. *Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії. 2011. Вип. 26. С. 23-27.*

11. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В., Герасименко А. В. Сучасна концепція побудови інформаційного моніторингу системи доставки вантажів при мультимодальних перевезеннях. *Вісник Національного транспортного університету. 2011. Вип. 24(2). С. 205-208.*

12. Петриковець О. В., Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Горецький О. А. Скорочення витрат на складську логістику. Система «Cross-docking». *Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології». 2012. Вип. 20. С. 262-265.*

13. Петрашевський О. Л., Кириченко А. И. Пути підвищення ефективності управління процесами доставки грузів при мультимодальних перевозках. *Проблеми транспорту. Київ: НТУ, 2012. Вип. 9. С. 3-16.*

14. Кириченко Г. І., Горецький О. А., Бердниченко Ю. А. Методи практичної формалізації умов взаємодії залізниці з користувачами транспортних послуг. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Серія «Транспортні системи і технології». 2012. Вип. 21. С. 160-164.*

15. Нестеренко Г. І., Кириченко Г. І., Озерова О. О. Технологічні засади функціонування логістичного центру залізничного транспорту. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2012. № 6(177), ч. 1. С. 169-173.*

16. Кириченко Г. І. Концепція інтелектуальної транспортної системи управління процесами доставки вантажу. *Залізничний транспорт України*. 2013. № 1. С. 37-40.

17. Кириченко Г. І., Овчаренко С. М. Контроль виконання графіків доставки вантажів залізничним транспортом методом контрольно-часових точок. *Сборник научных трудов SWorld*. Иваново, 2013. Вып. 4. Том 1. С. 3-7.

18. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Макарова О. О. Організація роботи сортувальної станції в умовах автоматизації. *Збірних наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Серія «Транспортні системи і технології». Київ, 2013. Вип. 23. С. 150-154.

19. Кириченко А. И., Габа В. В., Иващук С. И., Петриковец О. В. Системный тезаурус процессов мультимодальной доставки грузов. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2013-2014. Вип. 10. С. 186-196.

20. Kirichenko A., Berdnychenko Yu. Elektronische Abfertigung der Güterbeförderungen in der Ukraine. *Збірних наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Серія «Транспортні системи і технології». Київ, 2014. Вип. 24. С. 237-239.

21. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В., Овчаренко С. М., Петриковець О. В. Моніторинг процесів доставки вантажів методом призначення контрольно-часових точок. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. № 29. С. 308-317.

22. Кириченко Г. І. Інтелектуальна система управління процесом доставки вантажу. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. Харків, 2015. Вип. 5(114). С. 3-6.

23. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Петриковець О. В., Кириченко О. А. Моделювання сценаріїв переміщення вантажів у ланцюгах доставки. *Транспортні системи та технології*

*перевезень*: збірник наукових праць ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна. Дніпро, 2016. Вип. 12. С. 32-37.

24. Кириченко Г. І. Методика створення інтелектуальної автоматизованої системи управління доставкою вантажів на залізниці. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2017. № 2 (68). С. 46-56.

25. Strelko Oleh, Kyrychenko Hanna, Berdnychenko Yulia, Hurinchuk Svitlana Automation of Work Processes at Ukrainian Sorting Stations. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 2.23. P. 516-518. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.23.15346

26. Kyrychenko Hanna, Statyvka Yurii, Strelko Oleh, Nesterenko KHalyna Assessment of Cargo Delivery Quality Using Fuzzy Set Apparatus. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 4.3. P. 262-265. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.3.19800

27. Kyrychenko Hanna, Nesterenko Halyna, Avramenko Svetlana, Lytvynenko Sergiy, Yanovsky Petro, Lytvynenko Larysa Use of cargo delivery process model for the assessment of logistics service quality. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 4. P. 4514-4518. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.19858

28. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Петриковець О. В., Павлюк Є. І. Сучасні тенденції розвитку мультимодальної системи перевезення вантажів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: технічні науки. 2019. Том 30 (69), ч. 2, № 3. С. 148-153. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.3-2/26

29. Стрелко О. Г., Кириченко Г. І., Бердниченко Ю. А., Лиман А. С. Удосконалення системи обслуговування клієнтів на залізницях України з огляду на досвід інших держав. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: технічні науки. 2019. Том 30 (69), ч. 2, № 4. С. 141-145. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.4-2/23

**Додаткові статті, у яких опубліковані матеріали дисертації:**

30. Петрашевский О. Л., Кириченко А. И., Алексеенко А. В. Концептуальные основы создания транспортных информационно-управляющих систем. *Автошляховик України: науково-виробничий журнал*. 2012. № 2 (226). С. 9-11.

31. Кириченко Г. І. Проблематика застосування інформаційних технологій в управлінні процесами доставки вантажу. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2012. Вип. 9. С. 17-27.

32. Кириченко Г. І., Овчаренко С. М. Розробка методу контрольних часових точок для контролю графіків доставки вантажу. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2013-2014. Вип. 10. С. 112-118.

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

33. Кириченко А. И. Новая технология обработки информации о потоке цистерн как элемент логистического управления. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики: збірник доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ, 2002. С. 146-148.

34. Кириченко А. И. Информационные технологии: современное состояние и проблемы развития. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління: тези доп. I наук.-практ. конф.* Київ: КУЕТТ, 2003. С. 88-89.

35. Кириченко А. И. Технология автоматизированного номерного учета работы железнодорожной станции и подъездного пути – новое звено в системе транспортной логистики. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики: збірник доп. V Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ, 2003. С. 116-120.

36. Кириченко А. И. Информационная система ГО Укрморпорт – основа координационного взаимодействия морских торговых портов со смежными видами транспорта. *Ринок послуг комплексних транспортних*

*систем та прикладні проблеми логістики: збірник доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2004. С. 217-220.*

37. Кириченко А. И., Кириченко О.А. Технология автоматизированного учета работы железнодорожной станции и подъездного пути. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики: збірник доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2005. С. 146-148.*

38. Кириченко Г. І. Етапи реалізації Програми розвитку комплексної інформатизації комерційного господарства Укрзалізниці у 2006-2009 рр. *Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті: збірник доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. Судак, 2007. С. 146-148.*

39. Кириченко А. И., Кириченко О.А. Пути интеграции информационной системы промышленного предприятия и железной дороги при составлении и обработки перевозочного документа. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті: тези доп. I Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2007. С. 16.*

40. Кириченко А. И. Развитие информационных технологий коммерческого хозяйства как инструмент повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2009. С. 11.*

41. Кириченко Г. І. Забезпечення цінності даних в автоматизованих системах як фактор підвищення якості управління залізничним транспортом. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті: тези доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2010. С. 12-13.*

42. Кириченко Г. І. Забезпечення достовірності даних перевізних документів в автоматизованих системах залізничного транспорту. *Проблеми економіки транспорту: тези доп. IX міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ, 2010. С. 15.*

43. Кириченко Г. І. Проблеми досліджень процесів перевезень при взаємодії суміжних видів транспорту у контексті логістичної концепції управління. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології*: тези доп. V наук.-практ. конф. Київ: ДЕГУТ, 2011. С. 182-184.

44. Іващук В. Р., Кириченко Г. І. Логістичні технології управління процесами перевезень вантажів на залізницях. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. XIII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2011. С. 87-92.

45. Кириченко Г. І. Розробка «інструментів» управління процесом виконання транспортної послуги. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2012. С. 16.

46. Кириченко Г. І. Проблема створення інформаційного моніторингу процесів доставки вантажів залізничним транспортом. *Тези LXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2012. С. 186.

47. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В. Техніко-економічні критерії репрезентативності інформаційного забезпечення як частини моніторингу мультимодальних перевезень. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: тези 14 Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2012. С. 149.

48. Петриковець О. В., Бердніченко Ю. А., Кириченко Г. І. Система керування транспортними вантажопотоками при взаємодії залізничного і морського транспорту. *Проблеми економіки і управління на залізничному транспорті*: матеріали VII Міжнарод. науч.-практ. конф. Судак, 2012. С. 278-279.

49. Кириченко Г. І. Аналіз інформаційних технологій управління процесами доставки вантажів на залізниці. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології*: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2013. С. 160-162.

50. Кириченко Г. І. Процесуальні категорії, характеристики й процедури мультимодальної доставки вантажів. *Тези доповідей LXXIX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2013. С. 204-205.

51. Кириченко Г. І. Формування термінологічної системи транспортних процесів. *Тези доповідей LXX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2014. С. 187-188.

52. Кириченко А. И., Овчаренко С. Н. Совершенствование процесса контроля доставки грузов на железнодорожном транспорте. *Современные проблемы развития интеллектуальных систем транспорта*: тезисы Междунар. науч.-практ. конф. Днепропетровск: ДНУЖТ, 2014. С. 35-36.

53. Иващук В. Р., Кириченко А. И. Создание информационных технологий системы управления цепями поставок. *Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта*: тезисы докладов 75 Междунар. науч.-практ. конф. Днепропетровск, 2015. С. 184-185.

54. Кириченко Г. І., Кириченко О. А. Інформаційна підтримка моделювання сценаріїв процесу доставки вантажів. *Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези X Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро, 2016. С. 20-21.

55. Кириченко Г. І. Семантика нових термінів системних транспортних процесів. *Тези доповідей LXXI наукової конференції професорсько-*

викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ: НТУ, 2015. С. 231.

56. Kyrychenko H. I. Applying processes modelling to manage goods delivery. *Modern Scientific Achievements and Their Practical Application: III International Scientific and Practical Conference*. 2017. № 5(21), Vol. 1. Dubai, UAE. P. 53-55.

57. Кириченко Г. І., Стативка Ю. І., Бердниченко Ю. А., Цейко Б. О. Оцінка якості доставки вантажів з використанням апарату нечітких множин. *Технології та інфраструктура транспорту: Міжнар. наук.-техн. конф.* Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 193-194.

58. Кириченко Г. І., Бердниченко Ю. А., Малишко С. В. Вдосконалення технології розподілення напіввагонів під навантаження. *Перспективи розвитку технічних наук у країнах ЄС та в Україні: Міжнар. наук.-практ. конф.* Влоцлавек, Республіка Польща, 2018. С. 44-47.

59. Кириченко А. И., Приймак А. А. Информационные системы железной дороги при оценке качества доставки грузов. *Тихомировские чтения: инновационные технологии перевозочного процесса'2018: Междунар. научн.-практ. конф.* Гомель, Белорусь, 2019. С. 40-42.

## ABSTRACT

*Kyrychenko H. I.* Methodology for increasing the means of transport operation efficiency by improving the scientifically grounded strategy for managing technological processes. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Doctor of technical sciences candidate's thesis in 05.22.20 – Operation and Repair of Vehicles. State University of Infrastructure and Technology of the Ministry of Education and Science, Kyiv, 2021.

In the thesis, the scientific and practical problem of increasing the efficiency of means of transport operation is solved through improvement of science-based strategy of technological process management through safe introduction of indicators of the quality of operational field work and the quality of transport services provision.

A new solution to an important applied scientific problem of managing the technological processes of delivering goods by rail complied with up-to-date transportation organizing requirements has been obtained in the thesis. The developed methods and models make it possible to safely introduce indicators of the efficiency of operational activities and the quality of service provision, to determine the ratio of transport departments' influence on total wagon turnover.

1. For the first time, a method, of prediction of reliability of technological processes in the means of transport operation has been developed, which, unlike the existing ones, takes into account uniform valuation of operational deviation values according to the proposed categorized scale, which allows to determine the qualitative property of the operational process due to the introduction of a fuzzy model of predicting operational deviations from the established control-time points prediction.

2. For the first time, scientifically grounded strategy of management of technological processes of operation has been developed, differing from the existing ones with formation of managerial impact on the basis of deviations and actual statistical parameters of the operational mechanism that allows to introduce

indicators of quality of operational activity during performance of railway technological processes due to functioning of the fuzzy controller of freights delivery system.

3. For the first time, a generalized classification of methods of coordination between modes of transport has been suggested, which differs from the existing ones by the presence of a sign of coverage of stages of freight delivery, which allows to generalize and unify approaches to determining ways to improve means of transport efficiency due to analysing the time spent by the wagon under a certain stage of the complete managerial cycle.

4. For the first time, a method has been developed to increase the efficiency of vehicle operation, which, unlike existing methods, takes into account the influence of operational factors and allows to depart from the conditional calculation of indicators according to formulas and determine the share of transport units, modes of transport on the total wagon turnover and the time of freight delivery through the use of the current characteristics of the system.

5. The method of informational monitoring of technological processes of operation, which in contrast to the existing one takes into account the current operational characteristics of railway means of transport as model concepts, which allows to determine the time of deviation from the established norms of technological processes of railway transportation, has been further developed.

In aggregate, the obtained scientific results are a methodology of technological and information modelling of freight delivery processes management, which allows to improve the methods of operational management of rail transportation and interaction with related modes of transport, identify hotspots and increase the efficiency of rolling stock operation.

The application of the suggested methodology of technological and information modelling of freight delivery processes management provides a solution to the problems of practice in terms of shaping tools for in-process monitoring; technological process operations time forecasting, identifying hotspots for taking management measures, assessing the quality of management of freight

rail transportation technological processes; developing principles for forming an indicator framework, adequate to the current state of the operational process.

The first section analyses the world and domestic theory and practice of freight transportation technological processes management in the operational activities of the railway, management methods in coordinating the activities of modes of transport, specifies the problems and objectives of management systems of technological processes of freight delivery research; develops conceptualization and terminology of the control system which implements a management strategy to improve the efficiency of transport operation.

In the second section, the empirical study basis of TP freight delivery management system is developed, parameters and characteristics of objects, the change in the state of which make up technological processes, and structure of a SB for TP management system construction are defined. A study has been also carried out on the possibility of creating a unified information space of TP of freight delivery MS with the coordination of certain modes of transport. The qualification characteristics reflecting the most significant general features of MS in certain types of transport, such as the level of concentration of management, the presence of TP of ACS, the composition of the system performance indicators and the corresponding transport divisions management criteria have been investigated.

In the third section, the methodology of conceptual-logical mapping and project modelling in the TP transportation management system has been adapted. One of the ways to solve the issue of railway technological processes management is to identify possible deviations from the standard detention free time and operations of the facilities managed by operations control centres and to take timely measures to reduce possible losses. Regulatory and technological documents differ fundamentally from real situations and operating conditions. The control crew often has to make decisions in unexpected situations and situations of uncertainty. TP event forecasting is connected with the development and introduction of IT transport processes into management, and is carried out by building models and algorithms for forecasting TP situations and operations.

In the fourth section, a study of the cargo delivery TP management system has been conducted, the possibility of assessing the quality of rail freight TP management, and the principles of forming a system of indicators adequate to the current state of TP and able to improve operational efficiency have been developed. A methodology for technological and information modelling of technological process management in railway transport has been developed, the bases of which are: validity of data, adequacy of representations, consistency of goals and safety of standardization.

In the fifth section, the requirements for the functioning of automated working position of the controller for monitoring the technological processes of freight delivery have been developed and the ways of integrating the AWS in the unified railway information system “ASK VP UZ-E” (automated freight management system) have been presented. The section also provides examples of formalization of technological processes of interaction between the railway and access roads while continuing the TP cycle, of a wagon being under cargo operations, of time record while performing operations of transferring the wagons to adjacent transport divisions. Requirements for the integration of the information space of the railway and commercial seaports have been developed, as well as the ways for integrating the IC of commercial seaports with each other into a single CS IC, with the examples of introduction of compliance with the requirements.

In the sixth section, the structure and functions of intelligent information support of freight delivery management system of the railway enterprise “Lisky” Transport service centre have been developed. The development of the enterprise as a multimodal company involves the introduction of standards for modern automation of logistics processes, including transportation, technological and related processes. The creation of a multimodal company on the customer-focused principle, first of all, is carried out in the direction of automation of all levels of technological processes that accompany the cycle of providing a wide range of services.

**Key words:** railway technological processes, wagon efficiency, fuzzy regulator, forecast model, information automated systems, operational management, control-time points, wagon turnover, freight transportation, freight delivery schedules, information monitoring, simulation modelling.

**The list of author's publications:**

**Proceedings in which basic scientific results published thesis:**

**Articles in foreign publications indexed in Web of Science Core Collection and / or Scopus databases:**

1. Strelko O. H., Kyrychenko H. I., Sorochynska O. L., Pylypchuk O. Ya. Application of Information Technologies for Automation of Railway and Cargo Owner Interaction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol 582. (Scopus) DOI: 10.1088/1757-899X/582/1/012029

2. Strelko O., Kyrychenko H., Berdnychenko Yu., Isaienko S., Tverdomed V. Analysis of the Intra-Day Irregularity of Intaken Empty Wagon-Flows During the Day Periods. *Transport Means: Proceedings of 23rd International Scientific Conference*. 2019. Part I. P. 16-21. (Scopus) URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-2019-Part-1.pdf>

3. Statyvka Yurii, Kyrychenko Hanna, Strelko Oleh, Berdnychenko Yuliia, Gaba Vasyl, Hrushevska Tetiana Improvement of the technique of calculating operational parameters using an automated system. *MATEC Web of Conferences*. 2019. Vol 294. (Web of Science Core Collection) DOI: 10.1051/matecconf/201929406002

4. Strelko O., Kyrychenko H., Berdnychenko Yu., Petrykovets O., Soloviova L. Enhancement of the Technology for the Distribution of Gondola Railcars for Loading in a Competitive Environment. *Transport Means: Proceedings of 24th International Scientific Conference*. 2020. Part I. P. 182-186. (Scopus) URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-A4-I-dalis.pdf>

**Articles in scientific professional publications:**

5. Kyrychenko H. I. Optyimizatsiia vzaiemodii zaliznytsi ta vantazhovlasnyka – meta rozrobky informatsiinykh tekhnolohii. *Problemy transportu: zbirnyk naukovykh statei*. Kyiv: NTU, 2010. Vyp. 7. S. 239-246.
6. Kyrychenko H. I., Haba V. V., Vysotska H. S. Avtomatyzovanyi oblik chasu zatrymky vahoniv ta vantazhiv na pidkhodakh do stantsii pryznachennia. *Zaliznychnyi transport Ukrainy*. 2011. № 1. S. 30-32.
7. Kyrychenko H. I. Problematyka doslidzhen transportnykh system pry vzaiemodii riznykh vydiv transportu. *Problemy transportu*. Kyiv: NTU, 2011. Vyp. 8. S. 21-29.
8. Ivashchuk V. R., Kyrychenko H. I., Kuznietsov M. M., Petrykovets O. V. Formuvannia instrumentiv lohistychnoho zabezpechennia perevezen vantazhiv na zaliznytsi. *Zaliznychnyi transport Ukrainy*. 2011. № 5. S. 20-23.
9. Kyrychenko H. I., Strelko O. H., Matsiuk V. V., Rodkevych O. H. Vyznachennia rivnia dostovirnosti informatsii pro vantazhi, shcho perevoziatsia zaliznytsiamy Ukrainy. *Zbirnyk naukovykh prats Kyivskoho Derzhavnogo ekonomiko-tekhnolohichnogo universytetu transportu Ministerstva infrastruktury Ukrainy: Seriiia «Transportni systemy i tekhnolohii»*. 2011. Vyp. 18. S. 187-193.
10. Kyrychenko H. I., Strelko O. H., Horetskyi O. A. Analiz yakosti danykh pereviznykh dokumentiv v avtomatyzovanykh systemakh. *Zbirnyk naukovykh prats Donetskoho instytutu zaliznychnoho transportu Ukrainskoi derzhavnoi akademii*. 2011. Vyp. 26. S. 23-27.
11. Petrashevskiy O. L., Kyrychenko H. I., Aliksieienko O. V., Herasymenko A. V. Suchasna kontseptsiiia pobudovy informatsiinoho monitorynhu systemy dostavky vantazhiv pry multymodalnykh perevezenniakh. *Visnyk Natsionalnogo transportnogo universytetu*. 2011. Vyp. 24(2). S. 205-208.
12. Petrykovets O. V., Kyrychenko H. I., Strelko O. H., Horetskyi O. A. Skorochennia vytrat na skladsku lohistyku. Systema «Cross-docking». *Zbirnykh naukovykh prats DETUT. Seriiia «Transportni systemy i tekhnolohii»*. 2012. Vyp. 20. S. 262-265.

13. Petrashevskij O. L., Kirichenko A. I. Puti povysheniya jeffektivnosti upravleniya processami dostavki gruzov pri mul'timodal'nyh perevozkah. *Problemi transportu*. Kyiv: NTU, 2012. Vyp. 9. S. 3-16.

14. Kyrychenko H. I., Horetskyi O. A., Berdnychenko Yu. A. Metody praktychnoi formalizatsii umov vzaiemodii zaliznytsi z korystuvachamy transportnykh posluh. *Zbirnykh naukovykh prats Derzhavnoho ekonomiko-tehnolohichnoho universytetu transportu*. Seriiia «Transportni systemy i tekhnohohii». 2012. Vyp. 21. S. 160-164.

15. Nesterenko H. I., Kyrychenko H. I., Ozerova O. O. Tekhnolohichni zasady funktsionuvannia lohystychnoho tsentru zaliznychnoho transportu. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia*. 2012. № 6(177), ch. 1. S. 169-173.

16. Kyrychenko H. I. Kontseptsiiia intelektualnoi transportnoi systemy upravlinnia protsesamy dostavky vantazhu. *Zaliznychnyi transport Ukrainy*. 2013. № 1. S. 37-40.

17. Kyrychenko H. I., Ovcharenko S. M. Kontrol vykonannia hrafikov dostavky vantazhiv zaliznychnym transportom metodom kontrolno-chasovykh tochok. *Sbornik nauchnykh trudov SWorld*. Ivanovo, 2013. Vyp. 4. Tom 1. S. 3-7.

18. Kyrychenko H. I., Strelko O. H., Berdnychenko Yu. A., Makarova O. O. Orhanizatsiia roboty sortuvalnoi stantsii v umovakh avtomatyzatsii. *Zbirnykh naukovykh prats Derzhavnoho ekonomiko-tehnolohichnoho universytetu transportu*. Seriiia «Transportni systemy i tekhnohohii». Kyiv, 2013. Vyp. 23. S. 150-154.

19. Kirichenko A. I., Gaba V. V., Ivashhuk S. I., Petrikovec O. V. Sistemnij tezaurus processov mul'timodal'noj dostavki gruzov. *Problemy transportu*. Kyiv: NTU, 2013-2014. Vyp. 10. S. 186-196.

20. Kirichenko A., Berdnychenko Yu. Elektronische Abfertigung der Güterbeförderungen in der Ukraine. *Zbirnykh naukovykh prats Derzhavnoho ekonomiko-tehnolohichnoho universytetu transportu*. Seriiia «Transportni systemy i tekhnohohii». Kyiv, 2014. Vyp. 24. S. 237-239.

21. Petrashevskiy O. L., Kyrychenko H. I., Aliksieienko O. V., Ovcharenko S. M., Petrykovets O. V. Monitoryng protsesiv dostavky vantazhiv metodom pryznachennia kontrolno-chasovykh tochok. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu*. 2014. № 29. S. 308-317.

22. Kyrychenko H. I. Intelktualna systema upravlinnia protsesom dostavky vantazhu. *Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti*. Kharkiv, 2015. Vyp. 5(114). S. 3-6.

23. Kyrychenko H. I., Strelko O. H., Berdnychenko Yu. A., Petrykovets O. V., Kyrychenko O. A. Modeliuvannia stsenariiv peremishchennia vantazhiv u lantsiuhakh dostavky. *Transportni systemy ta tekhnologii perevezen: zbirnyk naukovykh prats DNUZT im. akademika V. Lazariana*. Dnipro, 2016. Vyp. 12. S. 32-37.

24. Kyrychenko H. I. Metodyka stvorennia intelektualnoi avtomatyzovanoi systemy upravlinnia dostavkoiu vantazhiv na zaliznytsi. Nauka ta prohres transportu. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu*. 2017. № 2 (68). S. 46-56.

25. Strelko Oleh, Kyrychenko Hanna, Berdnychenko Yulia, Hurinchuk Svitlana Automation of Work Processes at Ukrainian Sorting Stations. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 2.23. P. 516-518. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.23.15346

26. Kyrychenko Hanna, Statyuka Yurii, Strelko Oleh, Nesterenko KHalyna Assessment of Cargo Delivery Quality Using Fuzzy Set Apparatus. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 4.3. P. 262-265. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.3.19800

27. Kyrychenko Hanna, Nesterenko Halyna, Avramenko Svetlana, Lytvynenko Sergiy, Yanovsky Petro, Lytvynenko Larysa Use of cargo delivery process model for the assessment of logistics service quality. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 4. P. 4514-4518. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.19858

28. Kyrychenko H. I., Strelko O. H., Berdnychenko Yu. A., Petrykovets O. V., Pavliuk Ye. I. Suchasni tendentsii rozvytku multimodalnoi systemy perevezennia vantazhiv. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho*. Serii: tekhnichni nauky. 2019. Tom 30 (69), ch. 2, № 3. S. 148-153. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.3-2/26

29. Strelko O. H., Kyrychenko H. I., Berdnychenko Yu. A., Lyman A. S. Udoskonalennia systemy obsluhovuvannia kliientiv na zaliznytsiakh Ukrainy z ohliadu na dosvid inshykh derzhav. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho*. Serii: tekhnichni nauky. 2019. Tom 30 (69), ch. 2, № 4. S. 141-145. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.4-2/23

**Additional articles that published materials theses:**

30. Petrashevskij O. L., Kirichenko A. I., Alekseenko A. V. Konceptual'nye osnovy stvorennia transportnykh informacionno-upravljajushchih sistem. *Avtoshliakhovyk Ukrainy: naukovo-vyrobnychiy zhurnal*. 2012. № 2 (226). S. 9-11.

31. Kyrychenko H. I. Problematyka zastosuvannia informatsiinykh tekhnolohii v upravlinni protsesamy dostavky vantazhu. *Problemy transportu*. Kyiv: NTU, 2012. Vyp. 9. S. 17-27.

32. Kyrychenko H. I., Ovcharenko S. M. Rozrobka metodu kontrolno-chasovykh tochok dlia kontroliu hrafikov dostavky vantazhu. *Problemy transportu*. Kyiv: NTU, 2013-2014. Vyp. 10. S. 112-118.

***Proceedings that certify an approvement of thesis materials:***

33. Kirichenko A. I. Novaja tehnologija obrabotki informacii o potoke cistern kak jelement logisticheskogo upravlenija. *Rynok posluh kompleksnykh transportnykh system ta prykladni problemy lohistyky: zbirnyk dop. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf.* Kyiv, 2002. S. 146-148.

34. Kirichenko A. I. Informacionnye tehnologii: sovremennoe sostojanie i problemy razvitija. *Problemy ta perspektyvy rozvytku transportnykh system: tekhnika, tekhnolohiia, ekonomika i upravlinnia: tezy dop. I nauk.-prakt. konf.* Kyiv: KUETT, 2003. S. 88-89.

35. Kirichenko A. I. Tehnologija avtomatizirovannogo nomernogo ucheta raboty zheleznodorozhnoj stancii i pod'ezdnoho puti – novoe zveno v sisteme transportnoj logistiki. *Rynok posluh kompleksnykh transportnykh system ta prykladni problemy lohistyky*: zbirnyk dop. V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2003. S. 116-120.

36. Kirichenko A. I. Informacionnaja sistema GO Ukrmorport – osnova koordinacionnogo vzaimodejstvija morskikh torgovykh portov so smezhnymi vidami transporta. *Rynok posluh kompleksnykh transportnykh system ta prykladni problemy lohistyky*: zbirnyk dop. VI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2004. S. 217-220.

37. Kirichenko A. I., Kirichenko O. A. Tehnologija avtomatizirovannogo ucheta raboty zheleznodorozhnoj stancii i pod'ezdnoho puti. *Rynok posluh kompleksnykh transportnykh system ta prykladni problemy lohistyky*: zbirnyk dop. VII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2005. S. 146-148.

38. Kyrychenko H. I. Etapy realizatsii Prohramy rozvytku kompleksnoi informatyzatsii komertsiinoho hospodarstva Ukrzaliznytsi u 2006-2009 rr. *Problemy ekonomiky ta upravlinnia na zaliznychnomu transporti*: zbirnyk dop. II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Sudak, 2007. S. 146-148.

39. Kirichenko A. I., Kirichenko O. A. Puti integracii informacionnoj sistemy promyshlennogo predprijatija i zheleznoj dorogi pri sostavlenii i obrabotki perevozochnoho dokumenta. *Suchasni informatsiini tekhnolohii na transporti, v promyslovosti ta osviti*: tezy dop. I Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Dnipropetrovsk, 2007. S. 16.

40. Kirichenko A. I. Razvitie informacionnykh tehnologij kommercheskogo hozhajstva kak instrument povyshenija konkurentosposobnosti zheleznodorozhnoho transporta. *Suchasni informatsiini tekhnolohii na transporti, v promyslovosti ta osviti*: tezy dop. III Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Dnipropetrovsk, 2009. S. 11.

41. Kyrychenko H. I. Zabezpechennia tsinnosti danykh v avtomatyzovanykh systemakh yak faktor pidvyshchennia yakosti upravlinnia zaliznychnym

transportom. *Suchasni informatsiini tekhnologii na transporti, v promyslovosti ta osviti*: tezy dop. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Dnipropetrovsk, 2010. S. 12-13.

42. Kyrychenko H. I. Zabezpechennia dostovirnosti danykh pereviznykh dokumentiv v avtomatyzovanykh systemakh zaliznychnoho transportu. *Problemy ekonomiky transportu*: tezy dop. IX mizhnar. nauk. konf. Dnipropetrovsk, 2010. S. 15.

43. Kyrychenko H. I. Problemy doslidzhen protsesiv perevezen pry vzaiemodii sumizhnykh vydiv transportu u konteksti lohistychnoi kontseptsii upravlinnia. *Problemy ta perspektyvy rozvytku transportnykh system v umovakh reformuvannia zaliznychnoho transportu: upravlinnia, ekonomika i tekhnologii*: tezy dop. V nauk.-prakt. konf. Kyiv: DETUT, 2011. S. 182-184.

44. Ivashchuk V. R., Kyrychenko H. I. Lohistychni tekhnologii upravlinnia protsesamy perevezen vantazhiv na zaliznytsiakh. *Rynok posluh kompleksnykh transportnykh system ta prykladni problemy lohistyky*: zbirnyk dop. XIII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2011. S. 87-92.

45. Kyrychenko H. I. Rozrobka «instrumentiv» upravlinnia protsesom vykonannia transportnoi posluhy. *Suchasni informatsiini tekhnologii na transporti, v promyslovosti ta osviti*: tezy dop. VI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Dnipropetrovsk, 2012. S. 16.

46. Kyrychenko H. I. Problema stvorennia informatsiinoho monitorynhu protsesiv dostavky vantazhiv zaliznychnym transportom. *Tezy LXIII naukovoï konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu, aspirantiv, studentiv ta spivrobitnykiv vidokremlyenykh strukturnykh pidrozdiliv universytetu*. Kyiv: NTU, 2012. S. 186.

47. Petrashevskiy O. L., Kyrychenko H. I., Aliksieienko O. V. Tehniko-jekonomicheskie kriterii reprezentativnosti informacionnogo obespechenija kak chasti monitoringa mul'timodal'nyh perevozok. *Rynok posluh kompleksnykh transportnykh system ta prykladni problemy lohistyky*: tezy 14 Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2012. S. 149.

48. Petrykovets O. V., Berdnychenko Yu. A., Kyrychenko H. I. Systema keruvannia transportnymy vantazhopotokamy pry vzaiemodii zaliznychnoho i morskoho transportu. *Problemy jekonomiki i upravlenija na zheleznodorozhnom transporte: materialy VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Sudak, 2012. S. 278-279.*

49. Kyrychenko H. I. Analiz informatsiinykh tekhnolohii upravlinnia protsesamy dostavky vantazhiv na zaliznytsi. *Problemy ta perspektyvy rozvytku transportnykh system v umovakh reformuvannia zaliznychnoho transportu: upravlinnia, ekonomika i tekhnolohii: materialy VI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2013. S. 160-162.*

50. Kyrychenko H. I. Protsesualni katehorii, kharakterystyky y protsedury multymodalnoi dostavky vantazhiv. *Tezy dopovidei LXIX naukovoï konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu, aspirantiv, studentiv ta spivrobotnykiv vidokremenykh strukturnykh pidrozdiliv universytetu. Kyiv: NTU, 2013. S. 204-205.*

51. Kyrychenko H. I. Formuvannia terminolohichnoi systemy transportnykh protsesiv. *Tezy dopovidei LXX naukovoï konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu, aspirantiv, studentiv ta spivrobotnykiv vidokremenykh strukturnykh pidrozdiliv universytetu. Kyiv: NTU, 2014. S. 187-188.*

52. Kirichenko A. I., Ovcharenko S. N. Sovershenstvovanie processa kontrolja dostavki gruzov na zheleznodorozhnom transporte. *Sovremennye problemy razvitija intellektual'nyh sistem transporta: tezisy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Dnepropetrovsk: DNUZhT, 2014. S. 35-36.*

53. Ivashhuk V. R., Kirichenko A. I. Sozdanie informacionnyh tehnologij systemy upravlenija cepjami postavok. *Problemy i perspektyvy razvitija zheleznodorozhnogo transporta: tezisy dokladov 75 Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Dnepropetrovsk, 2015. S. 184-185.*

54. Kyrychenko H. I., Kyrychenko O. A. Informatsiina pidtrymka modeliuvannia stsenariiv protsesu dostavky vantazhiv. *Suchasni informatsiini ta*

*komunikatsiini tekhnolohii na transporti, v promyslovosti ta osviti: tezy X Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Dnipro, 2016. S. 20-21.*

55. Kyrychenko H. I. Semantyka novykh terminiv systemnykh transportnykh protsesiv. *Tezy dopovidei LXXI naukovoii konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu, aspirantiv, studentiv ta spivrobotnykiv vidokremlyenykh strukturnykh pidrozdiliv universytetu.* Kyiv: NTU, 2015. S. 231.

56. Kyrychenko H. I. Applying processes modelling to manage goods delivery. *Modern Scientific Achievements and Their Practical Application: III International Scientific and Practical Conference.* 2017. № 5(21), Vol. 1. Dubai, UAE. P. 53-55.

57. Kyrychenko H. I., Statyvka Yu. I., Berdnychenko Yu. A., Tseiko B. O. Otsinka yakosti dostavky vantazhiv z vykorystanniam aparatu nechitkykh mnozhyn. *Tekhnolohii ta infrastruktura transportu: Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. Kharkiv: UkrDUZT, 2018. S. 193-194.*

58. Kyrychenko H. I., Berdnychenko Yu. A., Malyshko S. V. Vdoskonalennia tekhnolohii rozpodilennia napivvahoniv pid navantazhennia. *Perspektyvy rozvytku tekhnichnykh nauk u krainakh YeS ta v Ukraini: Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Vlotslavek, Respublika Polshcha, 2018. S. 44-47.*

59. Kirichenko A. I., Prijmak A. A. Informacionnye sistemy zheleznoj dorogi pri ocenke kachestva dostavki gruzov. *Tihomirovskie chtenija: innovacionnye tehnologii perevoznogo processa'2018: Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. Gomel', Belorus', 2019. S. 40-42.*

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ .....	33
ВСТУП .....	35
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ОБЛАСТІ ПРЕДМЕТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ.....	47
1.1 Світова теорія та практика управління технологічними процесами перевезеннями вантажів і підвищення ефективності експлуатації рухомого складу .....	47
1.2 Сучасна концепція побудови системи доставки вантажів суміжними видами транспорту.....	57
1.3 Аналіз методів управління взаємодією різних видів транспорту.....	67
1.4 Проблеми й завдання дослідження систем управління технологічними процесами доставки вантажів при взаємодії суміжних видів транспорту ..	76
1.5 Розробка концептуалізації та термінологічного оснащення системи управління технологічними процесами доставки вантажів і процесу її дослідження.....	78
1.6 Висновки за розділом 1 .....	96
РОЗДІЛ 2 ЕМПІРИЧНА БАЗА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ .....	97
2.1 Аналіз класифікаційних ознак, кількісних та якісних критеріїв у системах управління транспортними засобами.....	97
2.2 Аналіз якісних показників використання вагонного парку залізниці..	101
2.3 Дослідження процесів управління доставкою вантажів.....	103
2.4 Критерії управління технологічними процесами перевезення.....	106
2.5 Конкретизація комплексу інформаційного моніторингу у системі управління технологічними процесами доставки вантажів .....	114
2.6 Техніко-економічні критерії репрезентативності інформаційного забезпечення як частини моніторингу об'єктів технологічних процесів ..	119

2.7 Розробка фреймової моделі представлення даних системи управління технологічними процесами доставки вантажів .....	123
2.8 Висновки за розділом 2 .....	125
<b>РОЗДІЛ 3 ПОБУДОВА КОНЦЕПТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ .....</b>	<b>127</b>
3.1 Адаптація методології концептуально-логічного відображення та проектного моделювання технологічних процесів у складних транспортних організаційно-технічних системах .....	127
3.2 Декларативно-графічний опис програмно-технічного комплексу управління технологічними процесами доставки вантажів .....	143
3.3 Ідентифікація сценаріїв технологічних процесів доставки вантажів...	147
3.4 Висновки за розділом 3 .....	161
<b>РОЗДІЛ 4 ІДЕНТИФІКАЦІЯ, ОЦІНКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....</b>	<b>162</b>
4.1 Загальна схема виконання технологічного процесу .....	163
4.2 Критеріальне оцінювання показників виконання технологічного процесу .....	166
4.3 Проблема критеріальної оцінки показника «обіг вагона» .....	167
4.4 Неузгодженість цілей замовника та залізниці: час доставки вантажів	185
4.5 Ідентифікація та регулювання технологічних процесів .....	196
4.6 Висновки за розділом 4 .....	207
<b>РОЗДІЛ 5 КОНСТРУКТИВНО-ПРОГРАМНИЙ ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ</b>	<b>209</b>
5.1 Аналіз складових моделі перевізного процесу вантажних перевезень залізничного транспорту .....	209
5.2 Інформаційна взаємодія автоматизованої системи залізниці із суміжними видами транспорту .....	218
5.3 Методи та практика формалізації умов взаємодії залізниці з клієнтом залізниці .....	223

5.4 Розробка технологічних обґрунтувань для реалізації процедур прийняття рішень при проблемних ситуаціях графіка .....	227
5.5 Розробка функцій автоматизованого робочого місця диспетчера з контролю технологічних процесів доставки вантажів .....	237
5.6 Висновки за розділом 5 .....	241
<b>РОЗДІЛ 6 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ ФІЛІЯ «ЦТС «ЛІСКИ» АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ» .....</b>	<b>242</b>
6.1 Розробка функцій підприємства як національного мультимодального оператора .....	242
6.2 Інтеграція автоматизованого робочого місця диспетчера з контролю за технологією обробки вагонів у процесах доставки вантажів до існуючого інформаційного комплексу підприємства .....	249
6.3 Висновки за розділом 6 .....	263
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>264</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>269</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>307</b>
<b>ДОДАТОК А МАРШРУТ РУХУ ВАГОНІВ З КРИВОГО РОГУ ДО ОДЕСЬКОГО МТП ВІДПОВІДНО ГРАФІКУ РУХУ ПОЇЗДІВ ЗА ОДНИМ З НАПРЯМКІВ .....</b>	<b>308</b>
<b>ДОДАТОК Б АНАЛІЗ ОПЕРАЦІЙ З ВАГОНОМ ЗА ОПЕРАЦІЯМИ БД АСК ВП УЗ-Є .....</b>	<b>309</b>
<b>ДОДАТОК В ОПЕРАЦІЇ З ПОЇЗДОМ ТА ВАГОНОМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЧАСУ ЇХ ЗДІЙСНЕННЯ ЗА ВИЗНАЧЕНИМ ПЕРЕВЕЗЕННЯМ.....</b>	<b>311</b>
<b>ДОДАТОК Г ФРАГМЕНТ БД ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>312</b>
<b>ДОДАТОК Д АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА З ОБЛІКУ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЦІ З КОРИСТУВАЧАМИ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ .....</b>	<b>315</b>
<b>ДОДАТОК Е ДОВІДКИ ПРО ПОРУШЕННЯ ТЕРМІНІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ.....</b>	<b>316</b>

ДОДАТОК Ж ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ (НА ПІДСТАВІ ТУ) З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙ АВТОМАТИЗОВАНИХ МОДУЛІВ І СИСТЕМ ІНТЕГРАТОРА ДІЙ.....	323
ДОДАТОК И СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ .....	330
ДОДАТОК К АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ .....	339

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ**

АРМ – автоматизоване робоче місце

АС – автоматизована система

АСК ВП УЗ-Є – єдина автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічними процесами

ГДВ – графік доставки вантажу

ДВ – доставка вантажу

ДГО – декларативно-графічний опис

ЕВ – експлуатаційне відхилення

ЄТП – єдиний технологічний процес

ІЕ – інформаційний елемент

ІЗ – інформаційне забезпечення

ІЛМ – інфологічна модель

ІМ – інформаційний моніторинг

ІС – інформаційна система

КМ – концептуальна модель

КЧТ – контрольна-часова точка

ЛЛМ – логіко-лінгвістична модель

ЛСМ – логіко-семантична модель

МДВ – мультимодальна доставка вантажів

ОПД – область предметної діяльності

ПДВ – процес доставки вантажів

ПКО – програмно-конструкторський опис

ПМ – проектна модель

ПЧД – просторово-часова дислокація

СІМ – система інформаційного моніторингу

СППР – система підтримки прийняття рішення

СУ ВВТ – система управління взаємодією різних видів транспорту

СУ ТП – система управління технологічними процесами

ТЛС – транспортно-логістична система

ТММ – теоретико-множинна модель

ТПВ – технологія конкретного перевезення вантажу

ТП ДВ – технологічний процес доставки вантажів

УВ – управляючий вплив

EDIFАКТ – система стандартів електронного обміну даними.

ERP – система планування ресурсів підприємства.

SCM – Supply Chain Management

Клієнт – отримувач транспортних послуг залізниці

## ВСТУП

Підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту потребує розробки і впровадження нової системи управління з використанням методів, процедур та інструментів контролю стану рухомого складу в експлуатаційному процесі. Система управління залізницею пов'язана з досягненням цілей експлуатаційної роботи, а саме здійснення перевезень, у яких реалізуються максимально кількісні показники та оптимальними є якісні показники, що спрямоване на досягнення ефективного використання рухомого складу. Оцінка узгодженості або відхилення часових параметрів перевезення в порівнянні з нормами технологічних процесів надає метод оперативного контролю підвищення ефективності експлуатаційної роботи. Доводиться констатувати відсутність наразі методології, методів, функцій системи та інструментів стратегічного управління технологічними процесами експлуатаційної роботи.

**Актуальність теми.** Забезпечення експлуатаційної надійності рухомого складу залежить від технологій перевізного процесу на станціях та виконання графіка руху поїздів на дільницях. Система управління залізницею, що спрямована на ефективне використання рухомого складу, пов'язана з досягненням цілей експлуатаційної роботи, а саме: здійснення максимальних обсягів перевезення за оптимальних значень якісних показників.

Основою розрахунку показників є нормативно-технологічні документи, що розроблюються на тривалий час, але вони не враховують поточних умов експлуатаційної роботи, тому завдання на виконання показників не забезпечує ефективності діяльності в реальних обставинах. Крім того, диспетчерський апарат, що реалізує управління, не володіє прогнозом подій та не має засобів контролю ефективного використання рухомого складу. Водночас нормативні документи, технологічні процеси роботи станцій є базою для прогнозування реального ходу перевезення та визначення

відхилень від встановлених норм. Врахування впливу умов поточного експлуатаційного процесу необхідно для підвищення рівня технологічної надійності функціонування залізниці.

Один із найважливіших показників функціонування системи, який враховується під час визначення надійності залізничної системи такий, як обіг вагону, не відображає якості роботи підрозділів. Одним із підсумкових показників експлуатаційної надійності роботи транспортної системи є термін доставки вантажів, дотримання якого не контролюється наразі через відсутність відповідних методів та інструментів оперативного управління.

Найближчим часом ситуацію буде ускладнювати й поява нових перевізників, конкуруючих компаній-учасників процесу доставки вантажів. Ці зміни в експлуатаційній діяльності передбачено інтеграцією транспортної мережі України з Європейським Союзом відповідно до Регламенту (ЄС) 913/2010 Європейського Парламенту та Ради від 22 вересня 2010 року. Дійсна система управління не враховує присутності інших суб'єктів – учасників технологічних процесів перевезення на залізницях країни.

Розв'язання науково-прикладної проблеми підвищення ефективності експлуатації рухомого складу відповідає завданням Національної транспортної стратегії на період до 2030 року [197], де зазначено про відсутність дієвих систем контролю за ефективністю прийняття управлінських рішень, відсутність критеріїв та показників оцінювання якості надання транспортних послуг.

Дотримання технологічних термінів для десятків тисяч транспортних засобів, що функціонують на розгалуженій мережі залізниць України, яка містить близько тисячі залізничних станцій, десятки локомотивних депо та сотні пунктів огляду й ремонту вагонів, є неможливим без застосування сучасних інформаційних технологій та систем підтримки прийняття рішень. Чинна система управління залізничними перевезеннями базується на використанні інформації про події з об'єктами управління, що вже відбулися. Планування завдань здійснюється за старими балансовими методами, в

організації перевезень застосовуються підходи, що базуються на евристичних методах, власному досвіді управлінців та дисципліні виконання наказів.

Важливість і невирішеність всіх перелічених факторів під час перевезення вантажів становлять актуальну науково-прикладну проблему підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів шляхом розробки методології технологічно-інформаційного моделювання послідовності дій оперативного управління технологічними процесами. Її розв'язання вимагає дослідження цілої низки складних науково-прикладних завдань, поєднання їх розв'язань у єдину систему взаємопов'язаної методології.

**Зв'язок роботи з науковими програмами планами, темами.** Робота виконана відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року (розп. КМУ від 30 травня 2018 р. № 430-р), а також відповідно до Регламенту (ЄС) 913/2010 Європейського Парламенту та Ради від 22 вересня 2010 року, стосовно Європейської залізничної мережі для конкурентоздатності вантажних перевезень. Наукові результати отримано під час виконання держбюджетних науково-дослідних робіт, зокрема: «Технологічні засади функціонування логістичного центру залізничного транспорту» (державний реєстраційний номер – 0110U006978), «Розробка методів та оптимізаційних моделей управління в нових умовах взаємодії з клієнтом» (державний реєстраційний номер – 0112U002440), «Розробка методики формування графіків доставки вантажів та функцій контролю виконання умов договорів при автоматизації перевізного процесу» (державний реєстраційний номер – 0112U003672), у яких автор є виконавцем та автором звітів, та «Дослідження системи управління процесами доставки вантажу при мультимодальних перевезеннях залізницями України у напрямку Китай – ЄС» (ID:61681 21.08.2016 (03049-1)), у якій автор є керівником проекту.

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту, забезпечення надійності

технологічних процесів шляхом безпечного впровадження показників якості експлуатаційної діяльності з використанням розробленої методології технологічно-інформаційного моделювання послідовності дій оперативного управління технологічними процесами залізниць при формуванні інструментів оперативного контролю виконання технологічних процесів, прогнозуванні часу операцій технологічних процесів та ідентифікації проблемних ланок для прийняття управлінського впливу.

Для досягнення вказаної мети в роботі поставлені такі наукові завдання:

- проаналізувати сучасний стан розвитку теоретичних й експериментальних досліджень систем управління засобами транспорту у сфері перевезення вантажів, класифікувати методи координації між видами транспорту та дослідити концептуальну повноту нормативної бази, що застосовується в системах управління технологічними процесами, розробити нові поняття й терміни;

- розробити емпіричну базу дослідження проблем управління технологічними процесами з урахуванням аналізу методів обліку невчасної доставки вантажів клієнтам, використання нових принципів укладання договорів між клієнтом і залізницею та умов функціонування системи моніторингу;

- удосконалити метод концептуально-логічного проектування технологічних переходів під час управління технологічними процесами доставки вантажів та розробити логіко-семантичні моделі для визначення часу подій під час перевезення на основі сценаріїв доставки вантажів залізницею;

- розробити адаптивну модель оцінки якості виконання технологічного процесу учасниками доставки вантажу з використанням нечітких множин та метод визначення частки впливу роботи транспортних

підрозділів, видів транспорту на загальний обіг вагону й час доставки вантажу;

– розробити схему та засоби імітаційного моделювання технологічних процесів доставки вантажу з використанням та без використання нечіткого управління;

– розробити функціональну структуру програмного комплексу системи управління технологічними процесами доставки вантажів в автоматизованій системі залізниці;

– розробити концепцію впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління процесами доставки вантажів в інформаційному просторі мультимодальної залізничної компанії філія «ЦТС «Ліски» АТ «Укрзалізниця».

*Об'єкт дослідження* – процеси управління експлуатацією транспортних засобів на залізничному транспорті.

*Предмет дослідження* – методологія технологічно-інформаційного моделювання управління технологічними процесами на залізничному транспорті.

**Методи дослідження.** Дослідження процесів управління виконувалося із застосуванням загальнонаукових методів аналізу, синтезу, порівняння, абстрагування, конкретизації під час дослідження експлуатаційних технологічних процесів; методів системного аналізу – під час дослідження процесів управління; методу таксономії – під час розроблення класифікації методів координації між видами транспорту за ознакою охоплення етапів перевезення.

Застосовувалися такі методи моделювання: концептуальний – під час дослідження застосовності сценаріїв для прогнозування технологічних процесів; математичний – під час дослідження можливості визначення частки впливу ланки технологічного процесу на загальний результат; нечіткий – під час дослідження часу доставки вантажу та побудови нечіткого

регулятора, статистичний – під час дослідження характеристик суб'єктів експлуатаційної діяльності; імітаційний – під час дослідження принципів безпечного впровадження засобів управління технологічними процесами; інфологічне моделювання – під час опису процесів моніторингу.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертаційній роботі отримано нове рішення важливої науково-прикладної проблеми підвищення ефективності експлуатації рухомого складу шляхом розробки методології технологічно-інформаційного моделювання послідовності дій оперативного управління технологічними процесів експлуатації. У дисертаційних дослідженнях:

1. **Вперше** розроблено метод прогнозу надійності технологічних процесів експлуатації транспортних засобів, **що на відміну** від існуючих враховує уніфіковане оцінювання значень експлуатаційного відхилення відповідно до запропонованої категоризованої шкали, **що дозволяє** визначити якісну властивість експлуатаційного процесу **за рахунок** впровадження нечіткої моделі прогнозу експлуатаційних відхилень від встановлених нормативами контрольно-часових точок.

2. **Вперше** розроблено науково-обґрунтовану стратегію управління технологічними процесами експлуатації, **що відрізняється** від відомих формуванням управлінського впливу на підставі відхилень та актуальних статистичних параметрів операційного механізму, **що дозволяє** впроваджувати показники якості експлуатаційної діяльності при виконанні технологічних процесів залізниці **за рахунок** функціонування нечіткого регулятора системи управління доставкою вантажів.

3. **Вперше** запропоновано узагальнену класифікацію методів координації між видами транспорту, **яка відрізняється** від існуючих наявністю ознаки охоплення етапів перевезення доставки вантажів, **що дозволяє** узагальнювати та уніфікувати підходи до визначення напрямів підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів **за рахунок**

аналізу часу перебування вагона під певним етапом повного циклу управління.

4. **Вперше** розроблено метод підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів, **що на відміну** від існуючих методів враховує вплив експлуатаційних факторів **та дозволяє** відійти від умовного розрахунку показників за формулами й визначити частку впливу роботи транспортних підрозділів, видів транспорту на загальний обіг вагона та час доставки вантажу **за рахунок** використання поточних характеристик системи.

5. **Набув подальшого розвитку** метод інформаційного моніторингу технологічних процесів експлуатації, **який на відміну** від існуючого враховує поточні експлуатаційні характеристики транспортних засобів залізниці у якості концептів моделей, **що дозволяє** визначати час відхилення від встановлених норм технологічних процесів перевезень залізничним транспортом.

**Практичне значення результатів дослідження.** Застосування запропонованої методології технологічно-інформаційного моделювання управління технологічними процесами доставки вантажів на залізничному транспорті забезпечує розв'язання проблем практики експлуатаційної діяльності в частинах: формування інструментів оперативного контролю виконання технологічних процесів; прогнозування часу операцій технологічних процесів із надійністю прогнозу значення відхилення для проміжних станцій більш ніж 89 %, для відхилення на кінцевій станції – 78 %; ідентифікації проблемних ланок для прийняття управлінського впливу, що дозволяє зменшувати відхилення показників виконання технологічного процесу у 2,2 рази.

Впровадження методології технологічно-інформаційного моделювання у експлуатаційні процеси забезпечує зменшення терміну доставки вантажу на 10-12%.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені:

1. Акціонерним товариством «Укрзалізниця» у практику технологічних питань функціонування логістичного центру залізничного транспорту і контролю за доставкою вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниць України.

2. Департаментом комерційної роботи акціонерного товариства «Укрзалізниця» під час розроблення структури, основних завдань та функцій логістичного центру залізничного транспорту; під час розроблення плану розвитку філії «Центр транспортного сервісу «Ліски» положення концепції створення національної мультимодальної компанії та схеми інтеграції АРМ диспетчера з контролю доставки вантажів, «Система контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці» в АСК ВП УЗ-Є, що функціонує на мережі залізниць України.

3. Транспортно-експедиторською компанією ТОВ «Сістем Транс Логістик» при розробленні автоматизованої системи контролю норм використання рухомого складу у процесі перевезень залізницею.

4. Українською логістичною асоціацією УЛА при розробленні планів розвитку логістичного ринку України для підвищення рівня логістичних послуг у процесі доставки вантажів залізницею.

5. Транспортно-експедиторською компанією ТОВ «Квадроцентр» у роботу диспетчерської служби під час визначення частки впливу роботи транспортних підрозділів на обіг вагона та час доставки вантажу.

6. Результати дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі кафедри технологій транспорту та управління процесами перевезень, а також Інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів Державного університету інфраструктури та технологій (ДУІТ) під час підготовки фахівців з організації перевезень на залізничному транспорті.

Впровадження підтверджені відповідними актами.

**Достовірність отриманих результатів** підтверджується їх несуперечливістю й узгодженістю зі знаннями експертного середовища та

забезпечується дотриманням методології наукового дослідження, використанням нормативної й технічної документації для концептуального моделювання, достовірних даних корпоративної інформаційної системи для статистичного моделювання та оцінювання, застосуванням надійних алгоритмів і ліцензійного програмного забезпечення.

**Особистий внесок здобувача.** Всі результати, викладені в дисертаційній роботі, отримано автором самостійно. У наукових статтях, опублікованих із співавторами, особистий внесок полягає в такому: у [1] виконано постановку завдання, розроблення моделей процесу взаємодії з клієнтами залізниці, аналіз характеристик процесу, збір початкових даних; у [2] виконано постановку завдання, формалізацію процесу надходження вагонів, розроблення моделі динамічного програмування, збір початкових даних; у [3] проведено аналіз характеристик процесу, здійснено постановку завдання, розроблено алгоритм імітаційного моделювання, зібрано початкові дані; у [4] виконано постановку завдання, розроблення алгоритму розподілення порожніх вагонів під навантаження; у [6] виконано постановку завдання, розроблення та реалізацію моделі обробки інформації автоматизованого визначення обліку часу; у [8] виконано постановку завдання, розроблено нові принципи та засоби контролю за доставкою вантажів; у [9] виконано постановку завдання, збір початкових даних, їх статистичне оброблення; у [10] проведено аналіз якості даних перевізних документів в АС, постановку та формалізацію завдання, збір початкових даних, їх статистичну оброблення; в [11] здійснено формалізацію завдання для залізниці, розроблення моделі моніторингу, напрямів інтеграції з АСК ВП УЗ-Є; у [12] взято участь у постановці завдання, розробленні принципів схем впровадження методу; у [13] – розроблення структурної схеми інформаційного моніторингу, участь у розробленні термінологічної бази; у [14] виконано постановку завдання, розроблення моделі оброблення інформації автоматизованого визначення обліку часу; у [15] розроблено функції та структури логістичного центру УЗ; у [17] розроблено метод

контрольно-часових точок доставки вантажів; у [18] виконано опис діючих алгоритмів в автоматизованій системі сортувальної станції; у [19] розроблено сценарії та концепти моделі взаємодії учасників доставки вантажу; у [20] виконано опис технології та розроблення схеми обміну інформацією між учасниками перевізного процесу; у [21] взято участь у розробленні моделей та сценаріїв подій під час доставки вантажу; у [23] виконано постановку завдання, формалізацію процесів, розроблення сценаріїв та алгоритму завдання; у [25] виконано постановку завдання, опис алгоритмів формування технологічних документів в АС станції; у [26] виконано постановку та формалізацію завдання, аналіз процесу, взято участь у розробленні моделі прогнозу доставки вантажів та імітаційному моделюванні; у [27] здійснено постановку та формалізацію завдання, аналіз процесу, розроблення сценаріїв та концептів моделі прогнозу та алгоритму реалізації моделі; у [28] виконано постановку завдання та визначення функцій національної мультимодальної компанії; у [29] взято участь у постановці завдання та аналізі процесів; у [30] взято участь у розробленні положень; у [32] виконано постановку завдання, розроблення методу складання графіка та технології доставки вантажів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертації доповідалися, обговорювалися та були схвалені на таких конференціях:

– Міжнародні науково-практичні конференції «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики» (Київ, 2002-2005, 2011, 2012);

– I науково-практична конференція «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління» (Київ, 2003);

– Міжнародні науково-практичні конференції «Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті» (Судак, 2007, 2012);

- Міжнародні науково-практичні конференції «Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті» (Дніпропетровськ, 2007, 2009, 2010, 2012, 2016);
- Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми економіки транспорту» (Дніпропетровськ, 2010);
- Науково-практичні конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології» (Київ, 2011, 2013);
- наукові конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів НТУ (Київ, 2012-2015);
- Міжнародна науково-практична конференція «Современные проблемы развития интеллектуальных систем транспорта» (Дніпропетровськ, 2014);
- 75 міжнародна науково-практична конференція «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта» (Дніпропетровськ, 2015);
- III міжнародна науково-практична конференція «Modern Scientific Achievements and Their Practical Application» (Дубаї, ОАЕ, 2017);
- Міжнародна науково-технічна конференція «Технології та інфраструктура транспорту» (Харків, 2018);
- Міжнародна науково-практична конференція «Перспективи розвитку технічних наук у країнах ЄС та в Україні» (Влоцлавек, Республіка Польща, 2018);
- Міжнародна науково-практична конференція «Тихомировские чтения: инновационные технологии перевозочного процесса» (Гомель, Білорусь, 2018).

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи опубліковано у 29 наукових працях (зокрема 5 одноосібних), а саме: 8 робіт – у закордонних

виданнях, 4 роботи включено до міжнародних наукометричних баз (3 – Scopus, 1 – Web of Science Core Collection), 22 статті опубліковано в наукових фахових виданнях України, зокрема 5 – без співавторів; додатково опубліковано 3 статті в періодичних виданнях України (1 – без співавторів); 27 праць апробаційного характеру, з них 16 – без співавторів.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації складає 347 сторінок, у тому числі 272 сторінки основного тексту, 69 рисунків, 26 таблиць. Список використаних джерел складається із 325 найменувань на 38 сторінках. Додатки викладені на 41 сторінці.

## **РОЗДІЛ 1**

### **ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ОБЛАСТІ ПРЕДМЕТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ**

У даному розділі проаналізовано сучасний стан розвитку теоретичних й експериментальних досліджень систем управління засобами транспорту у сфері перевезення вантажів, класифіковано методи координації між видами транспорту та досліджено концептуальна повнота нормативної бази, що застосовується в системах управління технологічними процесами, розроблені нові поняття й терміни. Конкретизовано проблеми й завдання дослідження систем управління технологічними процесами.

#### **1.1 Світова теорія та практика управління технологічними процесами перевезеннями вантажів і підвищення ефективності експлуатації рухомого складу**

Управління технологічними процесами перевезеннями вантажів і підвищення ефективності експлуатації рухомого складу потребує нових сучасних форм організації комплексного транспортного обслуговування. Проблемою вдосконалення системи управління технологічними процесами на залізниці науковці займаються вже тривалий час. Теорія управління експлуатаційною діяльністю розвинулася та видозмінилася з появою обчислювальної техніки на залізницях. Розроблення нормативних та технологічних документів, яке починалося з методів розрахунку та складання вручну, як-от розроблення плану формування за допомогою таблиць О. П. Петрова, наразі здійснюється тільки в автоматизованих системах. За цей час багато науковців-класиків таких, як В. М. Акулінічев, К. А. Бернгард, В. Г. Галабурда, П. С. Грунтов, Ф. П. Кочнев, В. А. Кудрявцев, А. М. Макарович, В. А. Персіанов, В. І. Повороженко, Г. Поттгофф,

Е. А. Сотніков, А. В. Попсуєв, А. Г. Тиличенко, І. Г. Тихомиров зробили внесок у розвиток системи управління експлуатаційною діяльністю залізниці.

Їх роботи заклали основи сучасних раціональних методів організації вагонопотоків, управління перевезеннями, вдосконалення систем нормування показників роботи залізниці, ефективного використання рухомого парку та оптимізації взаємодії із суміжними видами транспорту. З упровадженням ІТ в експлуатаційні процеси змінилася парадигма управління. Ще з появою перших ЕОМ 50 років тому представники Білоруської наукової школи І. Г. Тихомиров та П.С. Грунтов вводять нове для експлуатаційної діяльності визначення «управління технологічними процесами» та подають шляхи реалізації за допомогою відеотермінальних пристроїв, що функціонували в той час; згодом започатковується теорія експлуатаційної надійності перевізного процесу та використовується поняття оцінки функціонування технологічних систем.

За минулий відрізок часу експлуатаційна транспортна наука і практика отримала значний розвиток. В останні десятиріччя проблемами вдосконалення систем управління вантажними перевезеннями присвятили праці такі науковці, як Є. С. Альошинський, В. І. Бобровський, В. І. Богом'я, Т.В. Бутько, Р. В. Вернигора, В. І. Гаврилюк, В. В. Габа, І. В. Жуковицький, Д. М. Козаченко, О. В. Лаврухін, Д. Ю. Левін, М. І. Данько, Д. В. Ломотько, В. І. Мацюк, В. К. Мироненко, Ю. О. Муха, С. В. Мямлін, Є. В. Нагорний, В. Я. Негрей, Н. С. Нестерова, О. М. Огар, А. М. Окороков, В. В. Панін, С. В. Панченко, А. В. Прохорченко, Г. П. Петраков, Н. В. Правдин, В. В. Скалозуб, О. Г. Стрелко, С. Ю. Цейтлін, Н. Б. Чернецька-Білецька, А. Г. Черняєв, І. Н. Шапкін, Н. Ю. Шраменко, П. О. Яновський, D. Teodorovic, Rebecca Naehn, Erika Ábrahám, Nils Nießen, Fairouz Gouiza, Francesco Pilati, Lorenzo Castelli, V'it Proch'azka, Sangrawee Witoonpan та інші.

Науковцями розглядаються різні аспекти експлуатаційної роботи, вдосконалюються рішення окремих найважливіших завдань, пропонуються нові сучасні методи управління системою перевезень та сучасні технології,

розроблені нові методи оцінювання експлуатаційної надійності дільниць транспортної системи. Однак питання комплексної організації ТП перевезень досліджені ще недостатньо. Цілісна концепція організації технологічного процесу конкретного перевезення знаходиться в стадії формування, хоча її окремі наукові сегменти розроблені на високому теоретичному рівні.

Технологічні процеси підрозділів залізниці, єдині технологічні процеси роботи залізниці і підприємств, та нормативні документи, на яких базується організація діяльності, не ув'язані у один комплекс з оперативною діяльністю – контролю за основним об'єктом управління на залізниці – вагоном. Внаслідок цього, нормативно-технологічні документи, функція яких реалізовувати стратегію управління, впливають на перевізний процес опосередковано. У зв'язку з необхідністю зміни стратегії управління технологічними процесами Д. Ю. Левін у роботах [119, 184] використовує термін «Управління технологіями». У роботі зазначено, що проблемі оперативного управління технологічними процесами на залізниці пов'язані з відсутністю у диспетчерського апарату інформації про події, що відбудуться у майбутньому, а управляти тим, що відбулося – неможливо [118], автор пропонує рішення у створенні інформаційних моделей підсистем перевізного процесу, але інструменти управління технологічними процесами у роботі не описані. Наявні технології не дозволяють забезпечити точність перевезень вантажів, також відмічено автором роботи [192] А. В. Прохорченко.

Сучасні передові методи дослідження проблем, пов'язаних з перевезенням вантажів розвиваються у напрямках розробки математичних методів для моделювання, оптимізації та контролю. Фахівцями з використання математичних методів, такими як нечітка логіка та нейронні мережеві підходи, вирішуються проблеми побудови інтелектуальних систем; розглядаються наслідки невизначеності у виробничих мережах. Німецькі науковці [271] використовують ймовірнісні методи для мінімізації розповсюдження первинних затримок, що виникають при відправленні поїзду. Вторинні затримки виникають внаслідок конфліктів з розкладами

інших поїздів. Метод, що запропонований у роботі підвищує стійкість графіку руху поїздів. Проблему вибору оптимальної структури моделі технологічного процесу на множині станів функціонування автор праці [202] вирішує з використанням нечіткої логіки, використовує можливість оперування лінгвістичними представленнями елементів у множинах, комбінаційними укладеннями підмножин для опису умов невизначеності, що супроводжують функціонування ТП.

Класифікацію засобів прогнозу класичними статистичними методами для моделювання процесів доставки вантажу представлено у роботі [255]. Зазначено необхідність точного прогнозу часових точок як транзитних точок (LTg), стор. 342-343, особливо у складних моделях управління матеріальними ресурсами у мультиешелонних ланцюгах доставки.

У процесах управління ТП важливу задачу, що потребує наразі вирішення, складає ідентифікація рухомого складу у інформаційно-керуючих системах, що впроваджені на ряді полігонів української залізниці. У роботі [50] надається вирішення задачі ідентифікації поїздів за допомогою використання системи нумерації вантажних вагонів інформаційної системи АСК ВП УЗ-Є при аналізі комбінацій технічних характеристик вагонів у поїзді, що ідентифікується. Процедура визначення технічних характеристик за номером вагона у системі нумерації достатньо складна, виконання її обмежено часом руху вагону вздовж датчиків. Крім того, існує проблема в ідентифікації вагонів, що знаходяться на коліях сортувального парка на станціях, з причини зменшеної (у порівнянні з приймально-відправними коліями) міжколійної відстані, що є недостатньою для ідентифікації засобами GPRS. У концепції використання геодезичної інформації від супутникової навігації для оперативного контролю дислокації рухомих об'єктів залізниці [234] наводиться підхід, що дозволяє оперативно відслідковувати дислокацію рухомого складу з деталізацією до рівня станцій, перегонів, парків в залежності від вибору контрольних точок.

Схожі задачі вирішуються і на залізницях світу. Проблеми впровадження єдиної інформаційної системи управління наразі актуальні для мережі залізниць США, хоча кожна залізниця функціонує та розвивається як приватна структура. Американські фахівці пов'язують розвиток промислово-залізничного транспорту з впровадженням ІТ-технологій. Вони відмічають, що залізничні мережі пов'язані і кожна залізниця не існує сама по собі. Інформаційні засоби IoT допомагають створювати цінність за допомогою дій, що здійснюються на основі аналізу даних, зібраних із підключених пристроїв. Система IoT включає мережу фізичних об'єктів, з вбудованими датчиками, програмним забезпеченням та іншими технологіями для підключення та обміну даними з іншими пристроями та системами через Інтернет. Таким чином, забезпечується моніторинг подій експлуатаційного процесу та передача даних до центральної системи обробки. Фахівці відмічають, що супутні переваги використання інформаційних пристроїв включають мінімізований час простою рухомого складу та лінійної інфраструктури, мінімізацію збоїв у роботі мережі, оптимізовані активи на основі даних у режимі реального часу, зменшення витрат на ручну перевірку. Треба відмітити, що технології управління експлуатаційною роботою на залізницях України теж потребують передачі інформації одночасно із здійсненням подій, що залишається одною з проблем розвитку інформаційної системи АСК ВП УЗ-Є [298].

Автори праці [318, стор. 346] наголошують на об'єктивній обумовленості відхилень при організації потоків вантажів на залізничній мережі та на необхідності контролю за часовими параметрами такими, як час відправки, зупинки, прибуття – у реальному режимі часу. Планування та контроль руху потоків пов'язаний з аналізом не тільки характеристик залізничної інфраструктури, що здійснює обслуговуванням перевезень, а також із аналізом завантаженості поїзних диспетчерів. Вирішення задачі прогнозування часових характеристик руху вагонів з використанням нечітких множин здійснюється побудовою нечіткого аналога топологічного рівняння

Мейсона у роботі [7]. Для прогнозування використовується БД попереднього періоду з АСК ВП УЗ-Є з врахуванням поточного розподілення вагонів по станціям.

У роботах [99, 279] запропонована модель для прогнозу контрольних часових точок у процесі доставки вантажів. Автори пропонують накопичувати дані про перевізний процес, у т.ч. дані про відхилення від прогнозу в існуючій інформаційній базі для контролю адекватності та еволюції моделі. Методологія вибору оптимальної структури моделі технологічного процесу та ідентифікації станів їх функціонування у роботі [202] розроблена стосовно використання у СУ технологіями промислового підприємства.

У роботі у [154] науковці визначають найвищий рівень розвитку складної транспортної системи як мультимодальний рівень, для оцінки стратегій розвитку системи використовують теоретико-множинну модель. У складі моделі – множини технологічних процесів, подій, що впливають на стан системи, технологічних операції для реалізації перевізного процесу вантажів та пасажирів, організаційно-технічних заходів, критеріїв, що характеризують цілі розвитку, тощо. Значення параметрів та фактичних показників визначаються на основі моніторингу з використанням інформаційних систем. За математичними моделями розраховують показники оцінки стратегій розвитку транспортної системи. Науковці розглядають мультимодальні технології як основні тенденції підвищення ефективності управління процесом доставки вантажів [41, 180]. У той же час, прийняття рішення про найбільш ефективну роботу транспортної системи, вибір оптимальної технології доставки з цілого ряду альтернативи слід проводити з використанням оптимізаційних моделей [272]. Багатофакторні моделі, що враховують особливості транспортного процесу та доступність обмежень дозволяють здійснювати оперативний контроль у режимі реального часу та координацію дій учасників процесу доставки в рамках інноваційної транспортної системи [285, 254]. У ряді робіт спеціального

випуску [274] авторами наводиться думка, що в останні роки у сучасній економіці суспільств складні логістичні процеси та ланцюги поставок є одними з найважливіших видів діяльності. На них впливає швидкі зміни попиту споживачів, зміни замовлень, зупинки транспорту та комунікації, тощо. Ланцюги поставок розглянуті у роботі Zhixiang Chen, Svenja Andresen [325] з урахуванням соціальних та екологічних складових.

Автори книги [318] Teodorovic D., Janic M. визначають центральну проблему розвитку транспортних мереж як недостатню інтеграцію між видами транспортування та методологічними підходами, і у своїй роботі апріорі не проводять жодних розділових ліній між видами транспорту, автори використовують основні загальні теми, такі як «течія руху транспорту», «пропускна спроможність та рівень обслуговування», контроль дорожнього руху, планування перевезень, вплив на навколишнє середовище.

Аналіз наукової літератури свідчить, що питаннями моделювання процесів доставки вантажів приділяється достатньо уваги в багатьох публікаціях [28, 141, 166, 232, 240, 246], в яких відмічається ефективність та необхідність виконання сучасних досліджень транспортних процесів, у т.ч. за допомогою теорії нечітких множин.

У роботі [296] розглядаються структури організації ланцюгів постачань та ARA – модель взаємодії з партнерами. Зазначено, що технологія і планування інтеграції передбачає використання даних обчислювальних систем, а також наявність структури інтелектуального обміну даними з клієнтами. При моделюванні процесів у [287] враховуються проблеми конкуренції, планування попиту та розподілення, а також використовуються дані про місцезнаходження та переміщення вантажів. Важливим є вибір інформаційних технологій, як засобів моделювання. Підкреслено, що взаємодія залежить від синхронізації інформації та її обміну у реальному режимі часу, стор. 237, між учасниками ланцюгів доставки та отримувачами товару. Така інформація містить дані про місцезнаходження вантажу, технології, планування дій з вантажем. Реальні події не завжди відповідають

запланованим, так як їх виконання залежить від прийняття рішень персоналу різного рівня.

Точність, кількісна ефективність [301, стор. 155] сучасної доставки вантажів є функцією надійності та швидкості поповнення товарів на складах, дотримання термінів доставки, мінімізація втрат при перевезеннях та зберіганні на складах тощо. Час, зазначається при цьому, є важливішим фактором в управлінні логістичними процесами, якщо дивитись на мінімізацію повних витрат часу при переміщенні від джерела виробництва до кінцевого користувача через всі ланцюги процесів.

Для моделювання логістичних процесів та мереж з метою їх оптимізації та контролю функціонування застосовуються такі підходи як нечітка логіка та нейромережеві методи, генетичні алгоритми [274, 256]. Нечітка логіка використовується авторами [204] також у системах управління технічними системами.

Диспетчерськими службами залізниці здійснюється контроль руху поїздів відповідно до встановленого графіка, але контроль та управління доставкою вантажу, оцінка якості виконання ТП доставки вантажів залишаються проблематичними.

Логістика відноситься до спільного, для всієї транспортної галузі, сектору надання послуг з доставки вантажів. За логістичними процесами між підприємствами закріпилась назва «управління ланцюгами постачань» – «Supply Chain Management». Фахівці з теорії логістики стверджують [246, 251, 265, 266, 303], що наразі не існує конкуренції бізнесу – існує конкуренція Supply Chain Management (SCM). При дослідженні складного виробництва і транспортних систем, пропонується вибирати раціональні технології їх функціонування, враховуючи технічні, економічні та операційні показники на основі логістичного підходу [291]. У свою чергу, взаємодія учасників процесу доставки в складному транспорті і логістичні системи доставки викликають синергетичний ефект [308, 309].

Слід відзначити, що в більшості наукових робіт, з точки зору привабливості міжнародних вантажних перевезень, приділялась увага питанням зменшення термінів перевезень вантажів та часу обігу вагонів [4]. На сьогодні кардинально постала задача удосконалення процедур проходження різного роду операцій на прикордонних передавальних станціях.

Процес мультимодальної доставки вантажів заснований на взаємодії різних видів транспорту; успішна координація дій залежить від врахування критеріїв ефективності роботи кожного учасника перевезення. Науковці у своїй роботі [108] вважають, що за рахунок врахування інтересів окремих учасників перевізного процесу та з використанням методів теорії ігор, раціональне розподілення вантажопотоків в міжнародному сполученні може використовуватися для створення системи підтримки рішень для оцінки тарифів, технічних і технологічних рішень, що приймаються в сфері міжнародних транзитних перевезень залізничним транспортом.

Фахівці на практиці йдуть шляхом впровадження сучасних методів роботи у взаємодії із клієнтами. Так Польська Державна Залізниця впровадила систему замовлення онлайн ниток поїздів – Internetowy system zamawiania trasy pociągu (ISZTP) та систему конструкції розкладу – System Konstrukcji Rozkładu Jazdy (SKRJ) власної розробки. Дані системи були повністю впроваджені у 2010 році.

У даний час система ISZTP служить інструментом для всебічної обробки заявок, щодня обробляється більше 3000 заявок. ISZTP ґрунтується на принципі «Замовляй і їдь». Кожен перевізник, який зареєструвався у системі може цілодобово зайти в систему та замовити нитку графіку з будь-якого місця, де є Інтернет. У такій системі можливі декілька варіантів розкладів руху: річний розклад руху поїздів; каталоги маршрутів – звід готових розкладів (маршрутів) для певних ділянок, з якого, володіючи певними параметрами маси та тяги, можна швидко скласти маршрут на замовлення, такий каталог має перевагу – короткий час очікування відповіді,

недолік – жорсткі параметри (маса, довжина, потужність локомотива); індивідуальний розклад – побудований на замовлення.

Автоматизовані обчислювальні центри обробки заявок знаходяться у регіональних філіях, а робочі місця диспетчерів, що впроваджують графіки у дію в Центрі управління рухом, що у свою чергу складається з: відділів Головного диспетчерського управління та Управління залізничним рухом.

В основі SKRJ лежить цифрова інформація про всю інфраструктуру залізничної мережі компанії, так званий реєстр інфраструктури. Маючи всю інформацію про стан залізничної мережі, графісти за досить короткий проміжок часу можуть підготувати індивідуальний розклад руху. Середній час для підготовки індивідуального розкладу – дві години. Цілями такої організації перевезень є максимальне використання пропускнуої спроможності та ефективного використання залізничної інфраструктури, а також задоволення всіх потреб клієнта [162, 300].

Залізниці Швеції (оператор Green Cargo AB), Бельгії, Нідерландів, Чехії здійснюють управління ТП сортувальної станції при використанні технології бронювання (продажі) місць для вагонів у поїздах. Відповідно до технології при формуванні вантажних поїздів на сортувальних станціях, на що звернено увагу у роботі [191], клієнта інформують про час здійснення операції відправлення та номеру поїзду, у складі якого буде відправлено із сортувальної станції вагон з вантажем. Перевага цього методу є у наданні компаніям-операторам функцій контролю за своїми вагонними парками. Недолік – обмеження процесу оперативного планування роботи сортувальних станцій, але у контексті даного дослідження є важливим існування досвіду, що реалізує контроль ТП, на практиці.

Таким чином, можна зробити висновок, що зазначені Залізниці працюють з урахуванням дотримання часу доставки вантажу, «оперативного» або наперед встановленого графіку відправлення вантажу. У системах управління перевезеннями існують «вартісні» відношення між учасниками транспортування.

Одна з цілей дотримання норм технологічних процесів – це надання вчасної та якісної послуги клієнту. Науковці, розподіляючи показники якості транспортного обслуговування на групи, відзначають, що до групи показників якості обслуговування перевізного процесу відноситься – час доставки, безпека, надійність, доступність, тощо. У роботі [25] запропоновано розраховувати інтегральну оцінку якості послуги залізничного транспорту або його структурних підрозділів, порівнюючи еталонні та фактично отримані значення параметрів перевезення.

Для оцінки якості доставки вантажів щодо виконання нормативних термінів доставки вантажів у роботі [160] запропоновано використання показників:

- рівень виконання графіка доставки вантажів (РДВ): в цілому по полігону, у транзитному, місцевому сполученнях, на прибуття тощо;
- коефіцієнт нагону/ сповільнення доставки (КД): в цілому по полігону, у транзитному, місцевому сполученнях тощо.

Аналізуючи останні дослідження та публікації у сфері транспортних систем автор [312] вважає, що розвиток мультимодальних систем доставки базується на організаційно-технологічному взаємозв'язку всіх ланок транспортного процесу, сприяє соціально-економічному розвитку не лише окремих регіонів, а й країни в цілому.

Аналіз наукової літератури свідчить, що питаннями моделювання процесів доставки вантажів приділяється достатньо уваги в багатьох публікаціях.

## **1.2 Сучасна концепція побудови системи доставки вантажів суміжними видами транспорту**

Реалізація диспетчерським апаратом можливостей управління технологією вимагає формалізації та автоматизації технологічних рішень. Вочевидь, управління ТП можливе лише при наявності інформації про

майбутні події, у поточному часі здійснюється лише фіксація та аналіз подій. Участь диспетчерського апарату в ефективному використанні ресурсів передбачає наявність інформації про розвиток експлуатаційних подій та можливі варіанти управлінського впливу на ситуацію.

Технологічний процес доставки вантажу від етапу планування до етапу отримання вантажу власником відбувається при взаємодії з клієнтами залізниці та, найчастіше, з іншими видами транспорту. Експлуатаційна діяльність залізничного транспорту пов'язана зі сферами виробництва та споживання і покликана сприяти прийняттю ефективних рішень з організації та надання транспортних послуг користувачам. Для урахування інтересів всіх учасників процесу переміщення матеріальних потоків (вантажовласників, перевізників, експедиторів, операторів-власників рухомого складу) необхідне комплексне впровадження логістичних підходів до технології перевізного процесу на базі логістичного центру залізничного транспорту. Метою дослідження був аналіз сучасного рівня комплексного транспортного обслуговування на залізничному транспорті України, визначення загального стану з надання користувачам послуг, розробка концептуальних положень обслуговування клієнтури залізничного транспорту та функцій центру на базі логістичних принципів.

Наразі стримуючим фактором забезпечення конкурентних переваг якості надання залізничних послуг та безперебійності функціонування технологічних процесів є недостатність логістичної інфраструктури на мережі залізниць України. Перспектива розвитку логістичного центру залізниці пов'язана з системним підходом до вирішення задач складання графіків технологічних ДВ, маркетингу, прогнозування, виявлення «вузьких місць» на підставі аналізу потреб клієнтів та наявних можливостей залізниці, розробки методик та пропозицій розвитку (в чому числі з розвитку термінальної інфраструктури) з урахуванням в якості критеріїв оптимальності показників: якість транспортного обслуговування, стабільність та надійність надання послуги.

Сьогодні ринок транспортних послуг диктує все більш жорсткі умови для перевізників, експедиторів, операторів-власників рухомого складу щодо рівня якості транспортних послуг, їхньої комплексності і оперативності реагування на вимоги клієнтури. Вантажовласник при виборі перевізника віддає перевагу комплексному наданню транспортної послуги.

Вимоги вантажовласників до організації процесу перевезень вантажів залізничним транспортом є складовими функцій транспортно-логістичного обслуговування, дотримання яких забезпечує комплексну реалізацію вимог клієнтури до транспортно-логістичного обслуговування, а саме вимоги щодо доставки вантажу у потрібне місце, потрібної якості, оптимальної вартості, у потрібний час і у потрібному обсязі.

Проведені дослідження показують, що в сучасних умовах транспортного ринку співвідношення позицій суб'єктів господарювання на ринку транспортних послуг постійно змінюється. Через це компанії, які не удосконалюють технології надання транспортних послуг і відмовляються від зміни застарілих принципів управління, значно піддані ризику втрати завойованих позицій у порівнянні з конкурентами.

Проведений аналіз існуючого стану функціонування бізнес-процесів з надання комплексного транспортного обслуговування користувачів транспортних послуг на залізничному транспорті виявив недосконалість ряду технологічних ланок транспортного обслуговування і дозволив висунути основні вимоги до удосконалення системи надання комплексного транспортного обслуговування на залізничному транспорті. Результати досліджень систематизовані за основними вимогами вантажовласників до системи комплексного транспортного обслуговування і наведені у табл. 1.1.

Основні вимоги до удосконалення системи надання комплексного транспортного обслуговування на залізничному транспорті, як і існуючий стан бізнес-процесів комплексного транспортного обслуговування, доцільно систематизувати за основними вимогами вантажовласників (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 – Аналіз існуючого стану бізнес-процесів транспортного обслуговування вантажовласників

Вимоги вантажовласника	Існуючий стан надання транспортних послуг на залізничному транспорті
<b>1. Необхідність:</b>	
доставки вантажів «точно в строк»	Відсутність системи контролю
доставки вантажів «від дверей до дверей»	Існуюча мережа і існуючі функції МЧ
гнучкого обслуговування	АС МЕСПЛАН, АРМ ТВК, традиційний прийом від клієнтів замовлень на перевезення вантажів
митного обслуговування	Відсутність системи взаємодії
супроводження вантажу	Послуги з охорони вантажів Інформація про дислокацію вагонів з вантажами
<b>2. Зручність:</b>	
пред'явлення вантажу до перевезення	Вантажні райони залізничних станцій і під'їзні колії підприємств
розташування пунктів навантаження	Залізничні станції, відкриті для вантажних операцій
отримання вантажу у пункті призначення	Вантажні райони залізничних станцій і під'їзні колії підприємств
документального оформлення	АС МЕСПЛАН, АРМ ТВК
інформаційного обслуговування	Договір з ГЮЦ на інформацію про дислокацію вагонів з вантажами
<b>3. Забезпечення:</b>	
надійності перевезень	АС МЕСПЛАН
регулярності перевезень	АС МЕСПЛАН
безпеки перевезень	Супроводження вантажів ВОХР
збереженості вантажу	Вимоги Правил приймання вантажів до перевезення і Правил видачі вантажів Пункти комерційного огляду поїздів (промислове телебачення, динамічні ваги, електронна контрольна рама габаритів навантаження)
<b>4. Оптимізація:</b>	
вартості перевезення	По факту положень Тарифного керівництва № 1
проміжних перевантажувальних операцій	Існуюча мережа та існуючі функції МЧ
<b>5. Інформування:</b>	
про тарифи на перевезення	Традиційне інформування на станції відправлення (АРМ ТВК)
про умови перевезень	Традиційне інформування на станції відправлення (АРМ ТВК)
про місцеперебування вантажу	Договір з ГЮЦ на інформацію про дислокацію вагонів з вантажами
<b>6. Надання і дотримання:</b>	
додаткових сервісних послуг	По факту положень Тарифного керівництва №1 (договірні тарифи)
необхідної транспортної тари	Процедура підготовки вантажу до перевезення покладена на клієнта
раціональної технології в пунктах перевалки та перетину міждержавного кордону при зміні ширини колії	Існуюча мережа перевантажувальних комплексів

Таблиця 1.2 – Удосконалення системи надання комплексного транспортного обслуговування

Вимоги вантажовласника	Існуючий стан надання транспортних послуг на залізничному транспорті
<b>1. Необхідність:</b>	
доставки вантажів «точно в строк»	Контроль за дотриманням доставки вантажів «точно в строк» диспетчерською службою з координації та взаємодії з ЦД, ЦМ, ЦВ
доставки вантажів «від дверей до дверей»	Розклад графіка доставки вантажу, визначення місця розташування складів, розробка методів прийняття, розміщення, обліку вантажів, організація ввезення, складування, вивезення вантажів дистанціями МЧ за бажанням вантажовласника з урахуванням цілісної складської мережі залізниць, визначення технології перевезень, вибір доцільної транспортної тари, вибір стратегії формування партії відправником, вибір місця розташування вантажу на складі
гнучкого обслуговування	Прийом замовлень з використанням Web-технологій
митного обслуговування	Взаємодія з митними органами
супроводження вантажу	Взаємодія з ЦУО (ВОХР)
	Надання комплексного інформаційного обслуговування (ГІОЦ)
<b>2. Зручність:</b>	
пред'явлення вантажу до перевезення	Організація вивезення вантажу зі складу клієнта засобами МЧ
розташування пунктів навантаження	Розташування представництв МЧ
отримання вантажу у пункті призначення	Організація доставки вантажу до «дверей» клієнта засобами МЧ
документального оформлення	Впровадження електронних перевізних документів
інформаційного обслуговування	Комплексне інформаційне обслуговування
<b>3. Забезпечення:</b>	
надійності перевезень	Система контролю за надійністю перевезень
регулярності перевезень	Система контролю за регулярністю перевезень
безпеки перевезень	Взаємодія з ЦРБ
збереженості вантажу	Посилення відповідальності Виконавця перед Замовником
	Оптимізація розташування пунктів комерційного огляду поїздів (ПКО) на мережі залізниць
	забезпечення ПКО відповідним рівнем технічного оснащення та інтеграція системи відеоспостереження та динамічного зважування в систему АСК ВП УЗ-Є
	100% впровадження АРМ ПКО
<b>4. Оптимізація:</b>	
вартості перевезення	Гнучка тарифна політика в залежності від кон'юнктури ринку транспортних послуг
	Визначення рівня економічної ефективності певних видів вантажних перевезень

Продовж. табл. 1.2

проміжних операцій	перевантажувальних операцій	Організація перевантаження і складування вантажів засобами МЧ
<b>5. Інформування:</b>		
про тарифи на перевезення	Інформування засобами Internet через спеціальну довідкову автоматизовану систему	
	Оформлення перевізних документів та розрахунок тарифу в Єдиному розрахунковому центрі	
про умови перевезень	Інформування засобами Internet через спеціальну довідкову автоматизовану систему	
про місцеперебування вантажу	Договір на комплексне інформаційне обслуговування (в залежності від вимог клієнта)	
<b>6. Надання і дотримання:</b>		
додаткових сервісних послуг	Дослідження кон'юнктури ринку транспортних послуг (консалтингові послуги, страхові послуги, охоронні послуги, робота від імені вантажовласника)	
необхідної транспортної тари	Надання через МЧ комплексу послуг з підготовки вантажів до перевезення	
раціональної технології в пунктах перевалки та перетину міждержавного кордону при зміні ширини колії	Розвинення мережі перевантажувальних комплексів	
	Аутсорсинг перевантажувальних послуг	

У роботі [281] запропоновано підхід до організації транспортного процесу на залізницях України, який ґрунтується на необхідності формування логістичної системи з відповідними центрами управління логістикою на базі інформаційних технологій на підрозділах. Логістична взаємодія з іншими видами транспорту всебічно враховує інтереси транспортного процесу всіх учасників перевезення. у роботі зазначається, що створення системи управління на базі мережі логістичних центрів обумовить появу у система синергетичного ефекту.

Функціонування логістичного обслуговування на залізничного транспорту дозволяє забезпечити координацію та інтеграцію процесу перевезень, дотримання найважливіших критеріїв оптимальності, таких як якість, надійність та безпека процесу перевезень. Сучасний рівень обслуговування клієнта визначає ще одну обов'язкову умову функціонування конкурентоспроможної залізниці, а саме надання якісної послуги клієнту з доставки вантажів продовж всього процесу перевезення, від замовлення до закінчення перевезення «у дверей одержувача».

Впровадження сучасних інформаційних систем – необхідна умова успішного виконання логістикою своєї головної функції – скорочення витрат. На основі інтегрованих логістичних рішень, високого ступеня інформатизації процесу перевезень можлива реалізація таких новітніх технологій, призначених для впровадження в ланцюги доставок, як крос-докінг. Крос-докінг (з англ. cross-docking – cross – той, що йде напряму і dock – док, причал, стиковка, з'єднання) – рух вантажів через склад на пряму, фактично без його розміщення на зберігання (рис. 1.1). Дуже часто під крос-докінгом розуміють пряме перевантаження вантажу між транспортними засобами або товароносіями. При використанні цієї технології відвантаження із складу і доставка товарів максимально точно узгоджуються за часом [212]. У результаті продукція (вантаж) доставляється за максимальний строк. Зберігання товару (вантаж) на складі при цьому повністю виключено. Тобто вхідний потік вантажу  $V$  у випадку крос-докінга буде відвантажений в той же день у повному об'ємі і розподілений між  $n$  клієнтами:

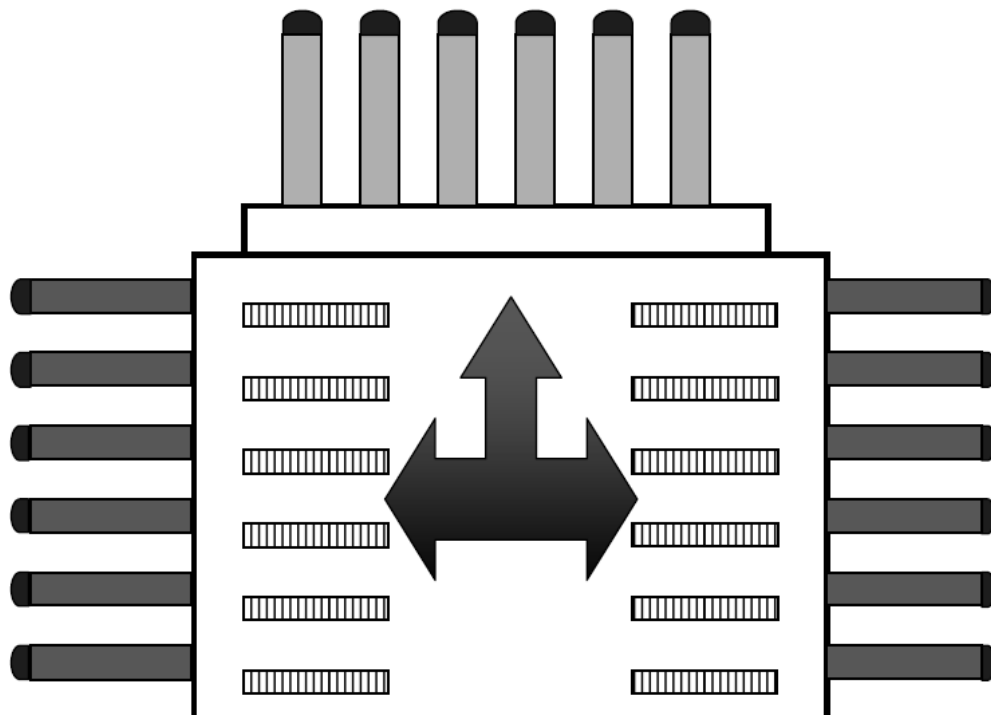


Рисунок 1.1 – Рух вантажів при крос-докінгу

$$\sum_{i=1} V_i = \sum_{j=1} V1_j = \sum_{k=1} V2_k,$$

де  $V1_j$  – вхідний потік вантажу (вивантаження);

$V2_k$  – вихідний потік вантажу (навантаження).

Подібного роду системи – справа майбутнього для українського ринку. Однак на даний час залізниці не повинні залишатись осторонь від цього процесу, створюючи необхідну інфраструктуру, в т.ч. у інформаційній сфері [47].

Останнім часом операція крос-докінга набуває більшу популярність. Це пояснюється перш за все скороченням витрат на 20-30% при організації складських операцій в порівнянні із загальною сумою витрат, що, у свою чергу, пов'язане з відсутністю зони зберігання. Крос-докінг також дозволяє прискорити доставку вантажу до вантажоотримувача, що являється важливим в умовах сучасної конкуренції на ринку транспортних послуг. Як правило, крос-докінг використовується, коли необхідно змінити вид транспорту (в портах, на залізничних станціях і т.д.), відсортувати вантаж по пунктах доставки або скомбінувати вантажі різних відправників в один автомобіль (контейнер, вагон), який прямує в конкретний пункт призначення [10].

Якщо розглядати крос-докінг, то нічого інноваційного в даному процесі не має. Це адаптована під складські операції виробнича система Just-in-Time, коли знижуються витрати на зберігання шляхом здійснення операції без пауз і зупинок в процесі руху вантажу. Зрозуміти, як і за який рахунок, це досягається, а також що для цього потрібно змінити в різних ланках ланцюга поставок, простіше, якщо розглянути схему наскрізного складування.

Крос-докінг проходить в один або два етапи:

- одноетапний крос-докінг – відправник адресує вантаж визначеному отримувачу, і вантаж проходить через склад як окреме замовлення, без змін;
- двоетапний крос-докінг – партія вантажу надходить на склад в якості логістичної одиниці, проходить переформування – або поділяється на дві

групи для доставки в різні точки, або збирається в єдиний блок (логістичну одиницю) разом з іншими частинами цього ж замовлення.

Вигода від такого роду діяльності очевидна – зниження вартості складських послуг за рахунок відмови від зберігання і дублювання ряду вантажно-розвантажувальних робіт. Крім того, наскрізне складування прискорює доставку до пунктів призначення. Оскільки вантаж направляється до місця призначення одразу після його отримання. На практиці, для ефективної роботи по системі крос-докінга повинні бути створені всі умови. По-перше, між відправником, складом і отримувачем повинна бути чітка взаємодія. Тому що всі партії вантажу повинні прибути на склад в обумовлений час, правильно упаковані і промарковані – тільки тоді вони мають шанс без затримок відправитись далі по ланцюгу [305]. Якщо розглядати крос-докінг з точки зору транспортної складової, то при доставці вантажів, виникає проблема – дефіцит транспорту. Причиною такої ситуації, є необхідність вступу в міжнародні асоціації, отримання різних дозволів на перевезення, проблеми на кордонах, великий ринок європейських перевезень, «особливості» роботи митних і прикордонних служб в Україні. Ось тільки декілька причин, чому велика кількість транспортних компаній не прагнуть працювати в напрямку України. Наприклад, на кордоні орендується митний склад, куди буде завозитися весь товар, і паралельно з цим залучаються транспортні компанії, які б даний вантаж із складу доставляли в Україну. Після ряду пробних доставок і усунення неточностей з оформленням документів. А також прийняття даної схеми митними службами країн СНД і України, проблема дефіциту транспорту була б вирішена. Система планування транспортних потоків, надає можливість досягнути визначеного результату, а саме: коли вантаж надійшов на склад, його очікує інший транспорт (автомобіль/вагон/контейнер), який забирає вантаж без вивантаження його на склад. Якщо врахувати оперативність оформлення документів і вирішення митних питань, а також збільшення швидкості навантажувально-розвантажувальних робіт, це дає можливість уникнути

штрафів і санкцій за простій транспортних засобів. Таким чином, від проблеми дефіциту транспорту, повернемося до питання організації крос-докінга [226].

При розробці наскрізного складування важливо в першу чергу оцінити наявні технічні можливості, також необхідно проводити аналіз вантажопотоків.

Необхідні елементи (рис. 1.2) для створення проекту «крос-докінг»:



Рисунок 1.2 – Елементи проекту «крос-докінг»

1. Оскільки при наскрізному складуванні робота найбільш ведеться поблизу приймальної і відвантажувальної естакад, то необхідно передбачити достатню кількість воріт і навантажувально-розвантажувальної техніки, а також забезпечити швидке і вільне транспортування вантажу.

2. Щоб на складі дотримувалася інтенсивний графік вивантаження-навантаження, який неминучий при наскрізному складуванні, диспетчер на стояночній площадці повинен слідкувати, щоб автомобілі/вагони/контейнери

направлялись до потрібних воріт у потрібний час. А також координувати рух прибуваючих транспортних засобів, щоб уникнути витрат.

3. Крос-докінг вимагає переміщення великих об'ємів вантажів за мінімальний час. Використання конвеєрів, які встановлюються в полу причепів, в поєднанні з вантажно-розвантажувальними конвеєрами самого складу може значно прискорити транспортування піддонів з вантажем і збільшити пропускну здатність ділянки.

4. Кваліфікований персонал і своєчасна інтегрована інформаційна система.

Можна сказати, що система наскрізного складування – це прогресивний, ефективний і логічно правильний спосіб організації процесу руху вантажів. При впровадженні даної системи потрібно звернути увагу на вищевказані фактори, які необхідно враховувати. В протилежному випадку, крос-докінг може призвести до порушення умов і строку транспортування, накопичення великої кількості «термінового» вантажу на складі, збитки і не виконання зобов'язань перед клієнтом. Необхідно врахувати, що крос-докінг не панацея і в окремих випадках відмова від цієї операції дозволить скоротити кількість ланок ланцюга поставок, тому важливо уважно аналізувати ефективність логістичної схеми, яка використовується.

### **1.3 Аналіз методів управління взаємодією різних видів транспорту**

Ефективність експлуатації транспортних засобів залізниці залежить від організації діяльності її підрозділів та взаємодії з іншими підсистемами транспортної сфери країни. Сучасні вимоги вантажовласників, перевізників, операторів вагонних парків та експедиторів потребують організації перевезень в ряді випадків з участю різних видів транспорту. Управління таким процесом вимагає взаємодії на рівні інформаційних «внутрішніх» систем та координації дій диспетчерськими службами. В останні роки в достатній кількості розроблялись системи, які поєднують інтереси різних

учасників процесу перевезень та координують їх зусилля (що свідчить про нагальну потребу) [13, 120, 190]. Автори методів вирішували, у тій чи іншій мірі, задачі управління доставкою вантажу, питання координації дій на окремих ланках загального ланцюга перевезення на підставі обмеженого інформаційного обміну. Проте іще не розроблені принципи створення та функціонування спільних інформаційних баз. Крім того, відсутність алгоритмів підтримки прийняття рішення є характерною рисою для автоматизованих технологій і залізниці, і портів, і також промислового транспорту.

Наявність та урахування всіх перелічених факторів при перевезенні вантажів складають проблему управління технологічними процесами доставки вантажів, у т.ч. при взаємодії різних видів транспорту.

Процес аналізу таких складних транспортних організаційно-технічних систем ускладнюється впливом декількох аспектів дослідження:

- відсутністю системної класифікації існуючих та перспективних автоматизованих систем, інформаційного забезпечення координації роботи залізничного транспорту у припортових вузлах, на прикордонних передавальних станціях, на станціях примикання у промислових центрах;

- одночасною дією різних критеріїв, показників роботи в різних підсистемах загального ланцюга «виробник – транспорт1 – транспорт2 – споживач»;

- відсутністю загальної інформаційної бази даних про вантажі, що перевозяться та плануються до перевезення різними видами транспорту, про взаємні можливості щодо перевезення та переробки вантажів, про прогнози та плани поточної та перспективної транспортної роботи;

- відсутністю інформаційного моніторингу транспортних процесів у режимі реального часу.

Ряд методів, які поєднують інтереси різних учасників процесу перевезень та координують їх зусилля розроблено та впроваджено у існуючи

процеси перевезення. Результати аналізу найбільш характерних з цих методів, зведені у табл. 1.3. Наведені методи реалізують координацію виконання технологічних процесів на різних етапах перевезення. Для визначення степеню охоплення процесу та перспективи розвитку систем інформаційного забезпечення координації роботи здійснена класифікація з використанням положень таксономії. Класифікацію здійснено за показником – реалізація методу за етапами технологічного процесу перевезення. Загальний цикл перевезення умовно розділено на основні стадії: планування, відправлення, транспортування, подавання на місця призначення.

Для позначення класу, до якого відноситься координація дій, скористуємося деревом Хаффмана [195], де 0 – позначає відсутність охоплення стадії, 1 – охоплення визначеної стадії перевезення. Рівні вузлів на схемі відповідають стадіям: планування – вузли 2, 3; відправлення – вузли 4, 5, 6, 7; транспортування – вузли з 8 по 15; подавання на місця призначення – вузли 16 по 31. На рис. 1.3 наведено приклад кодування, що використано у класифікації основних методів координації диспетчерських служб.

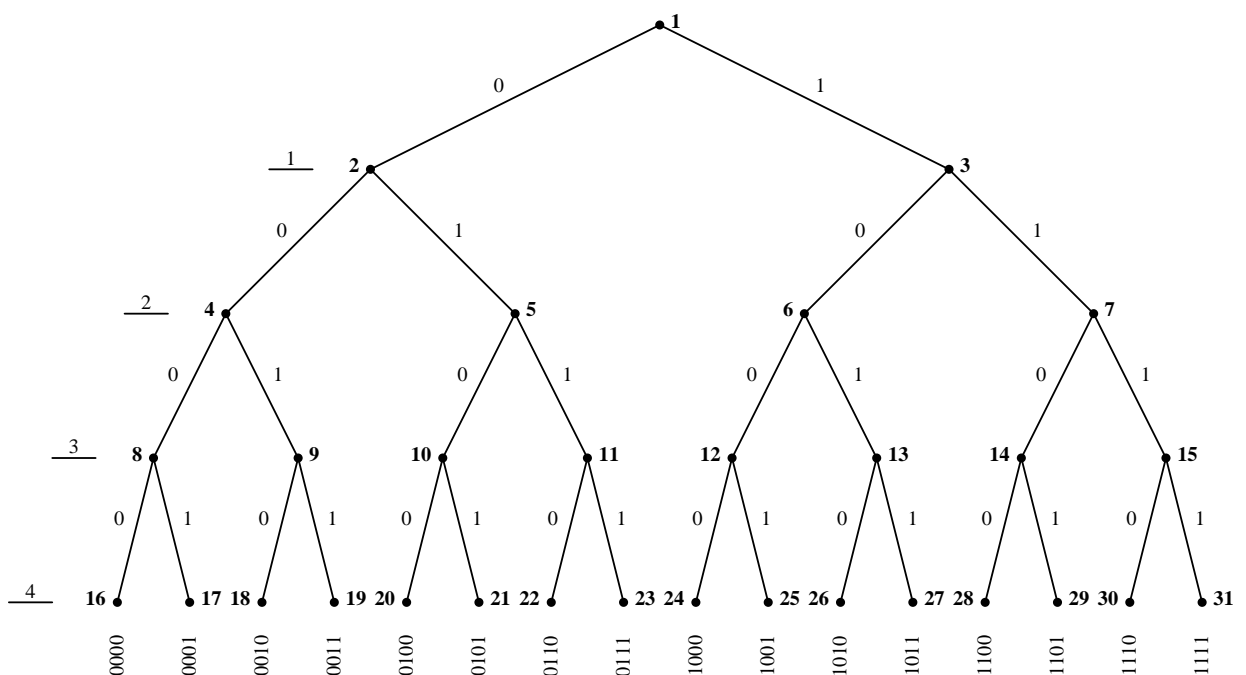


Рисунок 1.3 – Приклад кодування класів для 4 стадій перевезення

Таблиця 1.3 – Аналіз існуючих методів управління взаємодією різних видів транспорту

Назва методу взаємодії	Характеристики		Суть дій, що складають основу методу	Фактори, що не враховані	Реалізовано при виконанні функцій				
	Основні які враховані	Не враховані			Планування	Відправлення	Перевезення	Подавання в порт	Розподіл під навантаження
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Формування суднової партії (ВТТЛ)	Час знаходження судна у порту	Дотримання часу доставки вантажу-обіг вагонів на залізничі-простій вагонів	Прогнозне визначення обсягів вантажів при плануванні, обмін інформацією між логістичними центрами окремих видів транспорту у міжнародному форматі EDIFACT	1- не враховуються зміни умов просування вантажів у порт, 2-обробка інформації у форматі EDIFACT потребує значних витрат на підтримку програмного забезпечення	АС Месплан АРМ ТВК	-	-	-	-
Тимчасові склади	Зменшення нерівномірності потоку вантажів у порт	Затримки при просуванні вантажу, дислокація вантажу	Поповнення недостатніх обсягів вантажу до суднової партії із складів тимчасового збереження. Затримка відправки зі складу вантажів, для яких немає судна	Відсутнє програмне забезпечення	-	Забирання вагонів у відправника	-	-	-
Твердий графік руху	Виконання точно у строк доставки вантажу	Умови нечіткості та несвочасності передачі інформації про операції з вантажем	Формування відправки у строго визначений графіком термін	Вплив навігаційних, погодних умов	-	-	+	-	-
Центри управління перевезеннями (ЦУП)	Експлуатаційні витрати залізниці та порту	Якість послуги Час доставки вантажів	Перевага у просуванні потоків вантажів, які порт вивантажує. Порівняння експлуатаційних витрат залізниці і порту за варіантами	Надається перевага у просуванні вантажу, що визначає порт. Не враховано виконання терміну доставки інших вантажів	-	-	+	+	-

Продовж. табл. 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розподіл під навантаження (АС ДРП)	Мінімум порожній пробіг вагону -мінімум простій вагонів на станціях	Інтереси власників вагонів	Автоматизований підбір для вагону станції навантаження (після вивантаження у порту) за критерієм min порожнього пробігу	Не враховано необхідність надання залізницею транспортних послуг іншим власникам	-	-	-	-	(після вивантаження)
Інформаційна система Укрморпорт	Створення єдиної бази даних роботи морських портів	Оперативність інформації	Збір даних з усіх портів про: -прибуття суден та обсяг навантаження - вивантаження, -наявність вантажу на складах, визначення їх ємності - наявність вантажу у вагонах перед подаванням	оперативні дані про рух вантажів у портах оперативні дані про подавання – забирання вагонів з вантажами у порт	(за періодами доби)	-	-	-	-

Для визначення класу, до якого відноситься метод, прослідковано охоплення ним стадій перевезення за відповідними вузлами. Наприклад, кодування класу методу, який не охоплює жодної стадії, здійснюється по вузлах 1, 2, 4, 8, 16; код класу методу, що охоплює всі зазначені стадії, здійснюється по вузлах 1, 3, 7, 15, 31.

За здійсненою класифікацією кожний із зазначених методів у табл. 1.3 слід віднести:

- формування суднової партії до класу C1000;
- тимчасові склади до класу C0100;
- твердий графік руху до класу C0010;
- центр управління перевезеннями до класу C0011;
- розподіл вагонів під навантаження до класу C0100.

Таким чином, жоден з існуючих наразі методів не охоплює всього циклу перевезення від стадії планування до доставки вагонів та вантажів у місце призначення. Створення центрів управління перевезеннями в більшій мірі реалізують координацію дій у процесах перевезення. Розвиток методів взаємодії, безумовно на основі інформаційного забезпечення, слід здійснювати в напрямку повного охоплення стадій доставки вантажу, а саме розробки методів класу C1111 за даною класифікацією.

У контексті зазначеної проблеми проаналізовано стан інформаційного забезпечення існуючих систем управління на транспорті. Як відомо, основою управління є прийняття рішень, від якості рішення в значній мірі залежить ефективність функціонування системи в цілому. І якщо інформаційна складова системи управління залізницею сформована та у поточний час вирішуються задачі підвищення достовірності та своєчасності передачі даних, переходу до автоматизації технологічних процесів, то створення інтегрованої інформаційної системи морських портів тільки передбачається у проектах. У кожному морського порту функціонує «своя» унікальна автоматизована система з різним рівнем розвитку. «Загальним» для автоматизованих систем і залізниці, і портів є відсутність алгоритмів з

надання оптимального варіанту для прийняття рішень. Тому саме зараз актуальне створення єдиної інформаційної бази та розробки на ній АС надання ефективного рішення, при чому ефективному або «не збитковому» для всіх учасників процесу перевезень.

Один із методів, що призначені координувати дію учасників перевезень запропоновано у роботі [23] – систему ВТТЛ. Основною задачею системи є формування судової партії на етапі планування перевезення в системі АРМ товарного касира залізничної станції. Проблема реалізації цього методу складається в організації єдиного інформаційного простору даних перевізних документів у міжнародному форматі EDIFАКТ.

Складну проблему організації взаємодії морського та залізничного транспорту в роботі [120] пропонується вирішувати на етапі відправлення вантажів з підприємства шляхом регулювання запасів вантажів на тимчасовому складі. На думку автора статті для планування прибуття вантажів у порт, необхідне складання графіку доставки вантажів. Розробка методів складання технології доставки вантажу та графіку доставки вантажу передбачається в рамках розробки СУ ВВТ.

У роботі [54] організацію взаємодії залізниці та портів пропонується вирішувати вже безпосередньо на «припортових» залізницях, на етапі просування потоків залізницею, порівнюючи експлуатаційні витрати за варіантами. Але ж експлуатаційні витрати не в повній мірі відображають «погіршення плану», вони не відображають такі показники, як якість послуги, надійність партнерства і подібні вимоги клієнтів, виконання яких мають зараз важливу роль. У самих портах критерієм вибору оптимального темпу переробки вантажу на причалі є мінімізація загальних експлуатаційних витрат на причалі [1], від цього залежить вибір екстенсивного або інтенсивного шляху розвитку портів. Запропонований у роботі метод не враховує вплив аритмічності підводу вантажів залізницею, стану вантажу у вагонах в залежності від погодних умов.

Фахівці на практиці йдуть шляхом використання детермінованих методів організації залізничних перевезень вантажів, наприклад – за твердими графіками руху поїздів. Це технологія організації перевезень на основі дискретних методів планування, яка дозволяє «прикріпити» відправку до конкретної нитки графіку. Але дотримання твердих ниток графіку знов таки залежить від навігаційних, погодних умов, роботи механізмів на виробництві. Навіть на залізницях, робота яких напряду не залежить від навігаційних умов, рівень виконання твердого графіку може складати до 87 % [112]. Залізниці України, що взаємодіють з близько 13 морськими торговельними портами, залізницями більш ніж 10 країн та згущеною транспортною мережею промислових комплексів, через це мають високу ступінь залежності від стабільності роботи цих підсистем. Виникає потреба втручання диспетчерського апарату, навіть при умові функціонування твердого графіку або змішаного підходу з «частковим використанням жорстких ниток графіку» [24], у процес регулювання. Таким чином виникає потреба у використанні моніторингу подій з вагонами, вантажами, з обробкою суден для наступного аналізу та прийняття рішень у відповідних системах підтримки прийняття рішень.

Спеціалісти з організації морських перевезень відзначають, що діяльність портів залежить від інших видів транспорту та загальних логістичних і маркетингових систем, тому розвиток діяльності морських портів, на їх думку, пов'язаний, крім розвитку технічних засобів, з питаннями інтеграції, за принципами логістики та системного аналізу, транспорту та автоматизованих інформаційних систем [43, 51].

Кожний з запропонованих методів реалізується на різних етапах доставки вантажу, але загальним є для них неповна інформаційна визначеність, нечіткість опису умов функціонування систем та відсутність СППР. Тому в управлінні перевезеннями вантажів використовуються підходи, що базуються на евристичних методах, власному досвіді управлінців та дисципліні виконання наказів. На практиці це означає

виникнення реальних втрат, пов'язаних зі збільшенням терміну доставки, простоями вагонів у «кинутих поїздах» на підходах до портів, прикордонних переходів та промислових підприємств, аритмію роботи підсистем транспорту та промислових підприємств.

Складність створення математичного апарату СППР обумовлюється наявністю суперечливих обмежень, критеріїв, конфліктів цілей, стратегій та ресурсів різних видів транспорту. Із-за відсутності вільних складських приміщень у портах вигідно залишати вантаж «на колесах», що є не вигідним для залізниці, бо плата за користування вагонами не компенсує залізниці втрати від відсутності ресурсу вагонів для наступного навантаження, зменшує переробну спроможність перегонів і станцій. З іншого боку, подавання вагонів у порти без врахування характеристик вантажу, а лише за ознакою «тарифно-статистичної номенклатури», зменшує переробну спроможність вантажних фронтів під'їзний колій порту, затримує роботу порту взагалі. Автором роботи [13] пропонується проводити вирішення багатоцільових задач з залученням апарату багатокритеріальної оптимізації.

Знаходження Парето-оптимальних рішень для всіх учасників взаємодії, послідовно на всіх етапах комплексу доставки вантажу потребує врахування всієї множини факторів, умов перетворення інформації, зовнішнього доповнення, за якими здійснюється конкретне перевезення, від управління замовленням відправника вантажу (або надходження вагону з вантажем на прикордонну станцію) до управління складанням коносаменту в порту. Приклади знаходження таких рішень у транспортних комплексах науковцями ще не пропонувались.

Один із методів вирішення складної багатофакторної проблеми управління доставкою вантажу використовує методологію концептуально-логічного відображення та проектного моделювання [171], шляхом побудови імітаційних моделей процесу взаємодії видів транспорту. При цьому враховується, що у процесі прийняття рішення використовуються логічні роздуми людини, для яких неможлива або недоцільна формалізація критерію

оцінки у вигляді систем математичних рівнянь, з іншого боку, опис критерію можливий у вигляді правил прийняття рішень як сукупності фраз природної мови.

#### **1.4 Проблеми й завдання дослідження систем управління технологічними процесами доставки вантажів при взаємодії суміжних видів транспорту**

Підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами потребує розробки і впровадження системи управління з використанням формалізованих знань, процедур та інструментів контролю стану засобів транспорту у спільному експлуатаційному процесі ДВ. Тобто стратегія управління реалізується через систему нормативів, що адекватна поточній експлуатаційній роботі, наявність прогнозу експлуатаційних ситуацій при передачі вантажів з одного виду транспорту на інший, оцінки відхилень від нормативів, локалізації проблемної ланки управління та надання рекомендацій щодо управлінських дій суміжникам.

Основна складність дослідження обумовлюється обмеженою кількістю наукових робіт, в яких досліджується питання управління технологічними процесами на всіх етапах перевезення: від підприємств-виробників до отримувача вантажу. Також дуже обмежена кількість даних, що характеризують процеси некоординованості дій транспортників. Інформаційні системи, що відтворюють процеси взаємодії передачі вагонів та вантажів наразі майже відсутні. Також відсутні зв'язки між інформаційними середовищами систем управління учасників ТП ДВ. Можна констатувати відсутність єдиної національної транспортної системи управління доставкою вантажів.

Завдання, що повинні вирішуватись при дослідженні можливості координації технологічних процесів при взаємодії видів транспорту визначаються наступним:

- необхідністю врахування, при прогнозуванні та плануванні ТП доставки вантажів та координації спільних транспортних процесів, не тільки експлуатаційних витрат перевізника, а також якісних та кількісних показників з обслуговування відправників та одержувачів вантажів, характеристик надійності партнерства;

- розробкою спільного для всіх учасників перевезення інструменту обліку втрат із-за неузгоджених дій різних транспортних систем,

- розробкою спільного для всіх учасників перевезення термінологічного тезаурусу.

Для обґрунтування та вибору основних принципів побудови системи управління взаємодією різних видів транспорту необхідне вирішення ряду задач, що складаються з:

- вибору технологічних методик, реально функціонуючих зараз на різних видах транспорту, з організації та координації їх взаємовідношень;

- оцінки обраних методик на предмет достатності та доцільності їх технологічних рішень для координації, виходячи з таких класифікаційних ознак – рівень управління, управляючий суб'єкт, об'єкти управління, метод і функції управління, критерії управління, що досліджуються, та інше;

- оцінка корисності рішень, які покладені в основу роботи цих технологій, а також визначення недоліків з метою їх подальшого усунення;

- аналізу необхідності та можливості створення системи з використанням сучасних інформаційних технологій, баз знань та експертних систем;

- конкретизації інтерфейсних границь та зв'язків загальної області діяльності, яка підлягає управлінню за критеріями узгодженості та ефективності управління.

Для управління перевезеннями із взаємодією декількох видів транспорту наразі актуальне завдання створення єдиної системи управління ТП ДВ, що має у своєму розпорядженні методи оптимального управління, в т.ч. методи планування, контролю, підтримки прийняття рішення та економічної, фінансової оцінки наданої клієнту послуги.

Одне з базисних завдань при дослідженні системи – визначення «інструментів», спільних критеріїв для моніторингу за процесами виконання транспортної послуги у ТП доставки вантажів при їх прогнозуванні, плануванні, відправленні, транспортуванні і до моменту одержання клієнтом.

### **1.5 Розробка концептуалізації та термінологічного оснащення системи управління технологічними процесами доставки вантажів і процесу її дослідження**

Питання управління технологічними процесами вантажних перевезень та організації взаємодії з різними видами розглядаються з метою підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів та вирішення логістичних задач транспортних процесів [23, 54, 120, 171, 190]. При цьому з поля зору дослідників випадає ряд питань, починаючи з необхідності конкретизації термінології сучасного наукового напрямлення досліджень складних транспортних організаційно-технічних систем до вибору та обґрунтування концептуальних, предметних моделей проблемних областей функціонування транспортних систем, формування баз знань для прийняття управлінських рішень.

Зміна парадигми управління експлуатаційною роботою, що дозволить оперувати формалізованими знаннями, пов'язана, в значній мірі, із зміною понять та термінології.

Основна маса термінів і їх визначення в області транспортної системології створювались в 60-70-х роках минулого століття. Тезаурус залізничних перевезень складався ще на сотню років раніше. Зараз у нас 20-і

роки XXI століття, за цей проміжок часу отримала значний розвиток транспортна наука і практика. Все це викликає необхідність перегляду термінологічної системи [175, 230], що зв'язано з теоретичними і емпіричними дослідженнями в сфері транспорту.

Оскільки проблема досить велика і багаторівнева, термінів багато, в цьому розділі розглянемо частину з них, а саме термінологію, яка відсутня, але необхідна для створення системи, у т.ч. автоматизованих, управління технологічними процесами доставки вантажу, яка наразі є актуальним напрямком розвитку транспортної діяльності.

Перспектива реалізації управління доставкою вантажу пов'язана з системним підходом до вирішення задач складання графіків доставки вантажів, функціонуванням систем моніторингу виконання графіка та прийняття рішення з доведення системи до нормального стану. Організація перевезення «точно в строк» є наслідком дотримання нормативів технологічних процесів диспетчерськими службами залізниці та необхідною умовою забезпечення якості обслуговування клієнтів залізниці, дотримання фінансових умов у договорах з отримувачами послуг. При організації роботи між видами транспорту використовуються «контактні графіки», основу при розробці яких складає час передачі вантажу. Для прогнозування реальних термінів доставки при наданні послуги використовується моделювання процесів [163, 313] з використанням вже формалізованих знань на підставі нової термінології.

Нижче представлені означення нової термінології, яка застосовується при синтезі сучасних АС.

Визначення 1. Доставкою вантажу (ДВ) – називаються цілеспрямовані зміни навколишнього положення вантажу впорядковане в часі, як результат діяльності окремих або паралельних систем.

Визначення 2. Планування ДВ здійснюється попереднім складанням сценарію доставки вантажу за нормативними документам або евристично,

виходячи з достатнього досвіду особи, що складає сценарій (експедитор, диспетчер, логіст та ін.).

Визначення 3. Технологія ДВ – порядок операцій з вагоном та вантажем для забезпечення доставки в термін, що зазначений у договорі з клієнтом.

Визначення 4. Сценарій ДВ (СДВ) це варіант можливий реалізації гіпотетичної, логічної послідовності ситуацій процесу доставки вантажу в виді декларативно-графічного опису, складеного евристичним методом на основі експертної оцінки.

Визначення 5. План-графік ДВ (ГДВ) – затверджений план-графік у вигляді планової послідовності ситуацій та подій, з зазначенням часу їх виконання, або із зазначенням часових інтервалів між подіями.

Визначення 6. Процес ДВ (ПДВ) – послідовність фактичних подій з об'єктом доставки (вантажом, вагоном), при переміщенні його у часі та просторі.

Аналіз фактичних реалізацій ПДВ показав, що вони по своїй природі унікальні – немає двох реалізацій процесу доставки вантажу, які повторили в точності один одного.

Визначення 7. Відхилення ГДВ. У процесі ДВ здійснюється контроль за відхиленням фактичних значень часу від визначених планом-графіком періодично, з потрібною для кожної ситуації частотою.

Визначення 8. Управління ДВ – заходи, які направлені на дотримання ГДВ, а саме часових параметрів зобов'язань, встановлених договором з клієнтом та мінімізацію відхилень при проходженні контрольно-часових точок або у часових інтервалах між запланованими подіями.

Визначення 9. Управління технологічними процесами – комплекс заходів, які на першій стадії спрямовані на визначення засобами АС часових характеристик технологічних процесів відповідно до ГДВ та поточних експлуатаційних умов по всьому маршруту слідування вантажу; та на другій

стадії – заходи з боку диспетчерського апарату, що спрямовані на мінімізацію відхилень від встановлених норм.

Визначення 10. Управління технологіями – заходи, що направлені на ув'язку технологічних процеси підрозділів залізниці, єдиних технологічних процесів з нормативними документами: графіком руху, системою нормування та планом формування з метою оперативного контролю за ефективним використанням рухомого складу залізниці.

Раніше наводилось, що науковці у [154] визначають найвищий рівень розвитку складної транспортної системи як мультимодальний рівень, для оцінки стратегій розвитку системи використовують теоретико-множинну модель. У складі моделі – множини технологічних процесів, подій, що впливають на стан системи, технологічних операції для реалізації перевізного процесу вантажів та пасажирів, організаційно-технічних заходів, критеріїв, що характеризують цілі розвитку, тощо.

Визначення терміну «мультимодальна доставка вантажів» [63] потребує наразі термінологічної бази. Наведемо поняття, що характеризують процес мультимодальної доставки вантажів.

Визначення 11. Мультимодальною доставкою вантажів (МДВ) називається процес зміни просторового положення вантажів, що впорядкований по часу, як результат:

- застосування взаємопов'язаних транспортних операцій по перевезенню вантажів суміжними видами транспорту;
- дії логіко-семантичних рішень по управлінню графіками доставок;
- реалізації процедур інформаційного забезпечення системи прийняття рішень по управлінню;
- здійснення дій по матеріально-ресурсному забезпеченню системи доставки вантажів.

Перейдемо до обґрунтування терміну «тезаурус» процесів МДВ.

Визначення 12. Тезаурус – систематизований набір даних про яку-небудь область знань, що представлений у вигляді ключових слів (дескрипторів), співвіднесених між собою по яким-небудь семантичним параметрам, та дозволяє людині або ЕОМ орієнтуватися в ній [208].

Поняття «тезаурус» характеризує обов'язковість наявності зв'язку між термінами (дескрипторами) у професійно-орієнтованому середовищі термінів. Тобто тезаурус найбільше підходить до процесу вирішення проблеми моделювання складної картини взаємодії об'єктів та суб'єктів у реальному світі. Зв'язки між термінами визначаються наявністю класифікаційної схеми понять. Послідовність розробки подібної схеми складається з виконання трьох етапів [37]:

- виділення найсуттєвіших (визначних) ознак понять в якості основи для ділення;
- побудови окремих схем, що відображають систему понять (відповідно, систему термінів) та використовують виділені суттєві ознаки;
- об'єднання окремих схем понять до загальної класифікаційної схеми, що конкретизує поняття системи галузевої термінології.

Розглянемо семантичне (сислове) навантаження терміну – «процес мультимодальної доставки вантажів». Визначення 11 акцентує увагу на мультимодальності доставки вантажів, у даний момент важлива системна суть терміну «процес». Дано іще одне визначення терміну «процес доставки вантажів» (ПДВ), який у повній мірі має право приймати участь у розробці класифікаційної схеми понять ПДВ та термінів, що семантично підпорядковані поняттю «процес доставки вантажів» (рис. 1.4).

Визначення 13. Процес доставки вантажів – послідовність дій транспортного та забезпечуючого характеру, що направлена на задоволення заявки відправника вантажу і переміщення вантажу в часі та просторі відповідно до затвердженого графіку.

Визначення 14. Дія – одиниця поведінки людини (колективу людей), структуровану роль у якій відіграють ціль та цілеспрямованість, а потім і спосіб досягнення цілі [109].

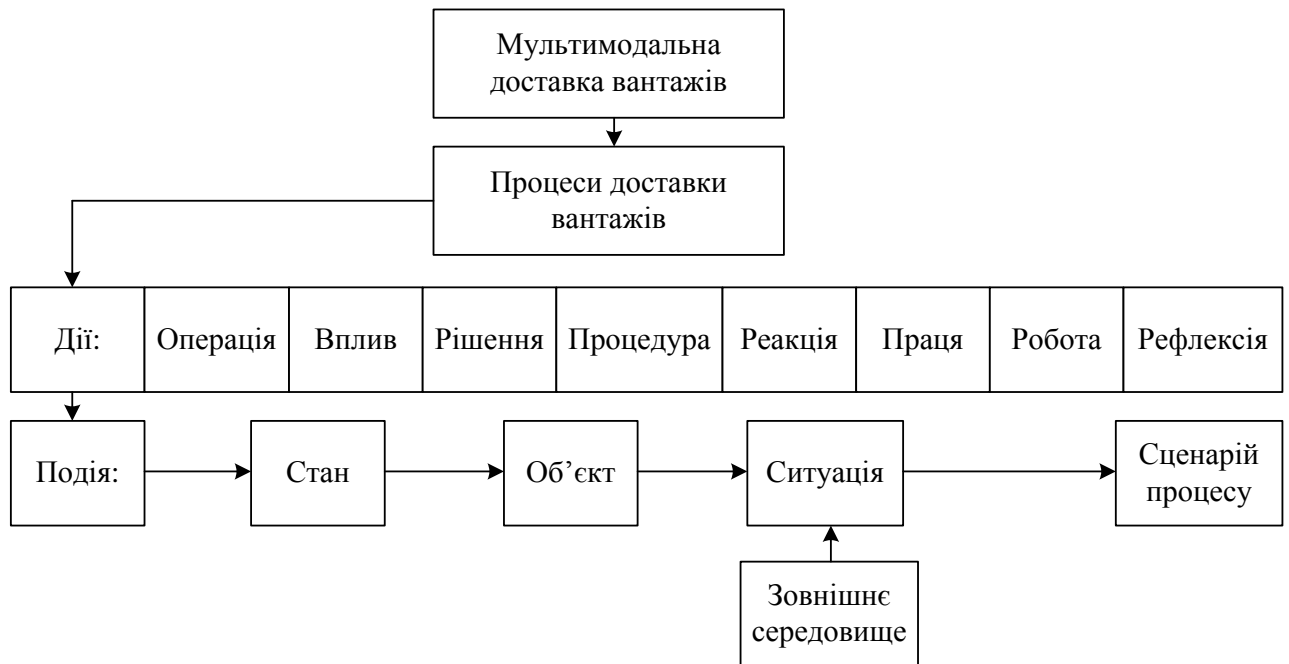


Рисунок 1.4 – Морфологія класифікаційної схеми понять процесів мультимодальної доставки вантажів

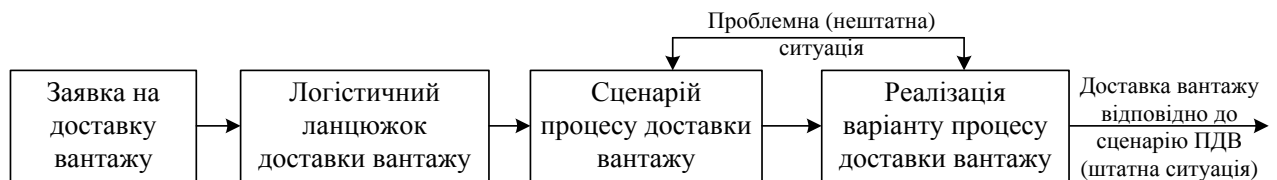


Рисунок 1.5 – Логічна послідовність сценарного розвитку ПДВ

Вихідною умовою оформлення дій є перетворювальне відношення до реальності. Будемо розрізняти такі види дій: операція, вплив, рішення, процедура, реакція, праця, робота, рефлексія (відображення). У цьому випадку в якості формальної логіко-математичної методології аналізу та синтезу ПДВ з високою ефективністю можна застосовувати теорію діяльності, що щільно прилягає до теорії прийняття рішень.

Визначення 15. Подією ПДВ називається дія (причина) планового та непланового характеру, прояв якої призводить до зміни стану того чи іншого об'єкту процесу (наслідок).

Визначення 16. Стан об'єкту процесу доставки вантажів визначається ресурсами, які надходять на вхід об'єкту (матеріальні, енергетичні, інформаційні, людські), переробка (дія) яких в умовах конкретного об'єму дозволяє отримати продукцію.

Визначення 17. Об'єктом ПДВ можуть бути: поїзд (автомашина, морське судно тощо); вантажний контейнер; одиниця вантажу в індивідуальній упаковці (тарі). Оскільки об'єкт представляє собою форму єдиної, неподільної, точечної субстанції, то об'єктами можуть бути і склад вантажної станції; припортова залізнична колія; прикордонний перехід; приймач GPS і т.п. Рамки об'єкту задаються виходячи з поставленої перед системою доставки вантажу задачі.

Визначення 18. Суб'єктом ПДВ є водійський (екіпажний), диспетчерський, інженерно-технічний та управлінський персонал, що бере участь у плануванні, моніторингу, управлінні, забезпеченні та фізичному впливу на об'єкти та інші суб'єкти процесу доставки вантажів з метою виконання поставленої задачі доставки вантажів.

Визначення 19. Ситуація – сукупність станів системи та середовища в один і той же момент часу [230].

Визначення 20. Проблемна ситуація (ПС) процесу доставки вантажів представляє собою нештатний стан об'єкту ПДВ, який, як правило, викликається подією, не передбаченою плановим графіком доставки вантажів.

Проблемні ситуації можуть виникнути в результаті того, що відбулася транспортна подія (І – інцидент, СІ – серйозний інцидент, А – аварія, ВА – важка аварія), відсутні необхідні ресурси на виконання транспортної та іншої операції; відбулася перевантаженість припортової станції; тимчасово закрилася митниця тощо.

Визначення 21. Сценарій – варіант можливої реалізації гіпотетичної логічної послідовності ситуацій процесу МДВ у вигляді декларативно-

графічного опису, складеного евристичним методом на основі експертного оцінювання.

Особливо варто відмітити, що сценарії ПДВ не є функціями часу, тобто послідовність ситуацій не впорядкована по часу (не працює часова вісь, не визначається часова тривалість ситуацій). При завданні (прогнозуванні) часових характеристик ситуацій сценарії ПДВ перетворюються у план-графік або в заплановану реалізацію ПДВ. Аналіз ПДВ показав, що фактичне здійснення процесу унікальне по своїй природі – немає двох реалізацій процесу, які повторяли б повністю один одного.

В силу своєї специфіки та місцезнаходження рухомих транспортних засобів у межах стаціонарних об'єктів ПДВ (аеропорти, вантажні залізничні станції, морські та річкові порти, автомобільні навантажувально-розвантажувальні термінали) не усі види транспорту можуть стикуватися один з одним при організації мультимодальної доставки вантажів. У табл. 1.4 показані можливі комбінації рухомих транспортних засобів по видам транспорту. Знак «+» вказує на наявність принципової можливості безпосереднього контакту та виконання навантажувально-розвантажувальних робіт з одного транспортного засобу на інший. Але в кожному конкретному випадку це питання вирішується з урахуванням місцевих географічних, організаційних, технічних та технологічних умов. Знак «-» вказує на неможливість виконання навантажувально-розвантажувальних робіт безпосередньо з одного виду транспортного засобу на інший.

Представимо у вигляді теоретико-множинної моделі (ТММ) множину сценаріїв ПДВ [4]. Найбільш загальну, спрощену ТММ маємо у вигляді відображення, в якому у якості концептів приймають множини: вантажів, що підлягають доставці (категорія, клас, рід, вид, тип тощо) – В; заявок на доставку вантажів (з пункту А в пункт В) – Зя; етапів ПДВ, прогноз яких у значній мірі залежить від інформації І (довгострокової та поточної) – Ет.

Таблиця 1.4 – Можливість та неможливість безпосереднього контакту рухомих транспортних засобів при мультимодальній доставці вантажів

№ з/п	Вид транспорту (рухомий транспортний засіб)	Можливість безпосереднього виконання навантажувально-розвантажувальних робіт
1	Авіаційний транспорт (повітряне судно – ПС) ⇔ Автомобільний транспорт (автомашина – АМ)	+
2	ПС ⇔ Залізничний транспорт (вантажні вагони – ВВ)	-
3	ПС ⇔ Морський транспорт (морське судно – МС)	-
4	ПС ⇔ Річковий транспорт (річкове судно – РС)	-
5	АМ ⇔ ВВ	+
6	АМ ⇔ МС	+
7	АМ ⇔ РС	+
8	ВВ ⇔ МС	+
9	ВВ ⇔ РС	+
10	МС ⇔ РС	+

Визначення 22. Заявка на доставку вантажу – документ, що пропонує транспортній фірмі (логістичній організації) здійснити доставку вантажу об'ємом  $V$  з пункту А в пункт В, що гарантує відповідну оплату робіт та містить, за необхідності, додаткові (інші) умови доставки вантажу – УмД.

Заявка слугує підставою для планування дій по доставці вантажів – складання сценарію та графіку ДВ, організації транспортних, інформаційних, ресурсних та сервісних послуг.

Визначення 23. Етапом сценарію є послідовність дій, що здійснюються з вантажем на одному і тому ж об'єкті та/або паралельно виконуються з метою організації цих дій та які реалізуються на тому ж або на інших об'єктах системи доставки вантажів.

Наприклад, паралельно з транспортною операцією по переміщенню вантажів практично безперервно виконуються інформаційні процедури формування, передачі та аналізу елементів інформації (моніторингу), забезпечення ресурсами, дії по охороні праці, сервісні роботи. Після аналізу інформації, за необхідності, приймаються рішення з впливу на транспортні операції, як реакція на відхилення від графіку доставки вантажів. Виконуються рефлексивні дії по оцінці проблемних ситуацій доставки

вантажів з метою знаходження виходу із ускладнень в умовах невизначеності та можливого ризику. Значні трудові ресурси виконавців затрачуються, навіть при використанні різноманітних автоматизованих робочих місць (АРМ), на оформлення документації (проїзні, навантажувально-розвантажувальні, для перетину кордонів, митні, складські, інформаційні для контрольно-пропускних пунктів тощо). Етапи сценаріїв вводяться для досягнення більшої адекватності моделей реальних процесів доставки вантажів. Таким чином, етапи представляють собою одну і більше послідовностей ситуацій ПДВ, прив'язаних до визначених об'єктів системи доставки вантажів.

$$Сц = \cup_i Eт_i = D_j \cap_j (Cт_k \cup_{k,n} Об_n) \cup_m Cу_m \cap W, \quad (1.1)$$

Сц – множина логіко-семантичних сценаріїв ПДВ;

Ет – множина етапів сценаріїв;

Д – множина дій по реалізації сценаріїв доставки вантажів;

Ст – множина ситуацій доставки вантажів;

Об – множина об'єктів транспорту та інфраструктури системи доставки вантажів;

Су – множина об'єктів, що виконують дії на об'єктах;

W – множина впливів зовнішнього середовища на систему доставки вантажів.

Переходячи на представлення сценаріїв у вигляді теоретико-множинної моделі отримаємо [4]:

$$M_1^1: \Gamma \times Зя \times Eт \rightarrow Cц \quad (1.2)$$

У свою чергу Зя та Ет мають власні ТММ, тому модель Сц другого рівня розкриття буде мати наступний вигляд:

$$M_2: \Gamma \times A \times B \times V \times УмД \rightarrow Зя, \quad (1.3)$$

$$M_3: \Gamma \times Об_1 \times Cу_1 \times D_1 \times Об_2 \times Cу_2 \times D_2 \times W \rightarrow Eт, \quad (1.4)$$

$$M_1^2: \Gamma \times A \times B \times V \times УмД \times Об_1 \times Cу_1 \times D_1 \times Об_2 \times Cу_2 \times D_2 \times W \rightarrow Cц, \quad (1.5)$$

де  $Об_1, Об_2 \in Об$ ;  $Су_1, Су_2 \in Су$ ;  $Д_1, Д_2 \in Д$ .

Щоб явно розрізняти концепти моделі  $M_1^2$  перейменуємо деякі з них:

$Об_2 \cong Тр$  – множина транспортних засобів, що доставляють вантаж;

$Су_2 \cong ВТр$  – водій (машиніст, рульовий, екіпаж);

$Д_2 \cong ПрР$  – прийняття управляючих рішень по ситуаціям доставки вантажів;

$А \cong ВдВ$  – пункт відправки вантажу, відправник вантажу (юридична особа, фізична особа);

$В \cong ОдВ$  – пункт доставки вантажу, одержувач вантажу.

Модель  $M_1^2$  можна з урахуванням попереднього представити у вигляді:

$$M_1^3: Г \times ВдВ \times ОдВ \times V \times УмД \times Об_1 \times Су_1 \times Д_1 \times Тр \times ВТр \times ПрР \times W \rightarrow Сц, \quad (1.6)$$

Опишемо лексично заявку, що надійшла до логістичної фірми, наприклад  $Зя_{17}$ , потім приведемо логістичний ланцюжок доставки вантажу, складену попередньо по заявці  $Зя_{17}$  (рис. 1.5).

$Lex(Зя_{17})$  { 3 пункту відправлення вантажу – складу заводу «Київприлад» відправити вантаж (48 картонних коробок з апаратурою, загальним об'ємом приблизно  $42 \text{ м}^3$ , загальною масою приблизно 2,6 т) до пункту доставки – морський порт м. Салоніки (Греція) для акціонерної фірми «Гермес». Вантаж до вивезення зі складу заводу буде готовий до 12:00 24 січня 2013 року. Вантаж повинен бути доставлений до морського порту м. Салоніки не пізніше 6 лютого 2013 року. Копії документів на вантаж з дозволом на вивезення апаратури через державний кордон України додаються. Оплату транспортних, сервісних та логістичних робіт, по затвердженім тарифам, по пред'явленню рахунку гарантуємо.

Логістичний ланцюжок: склад заводу «Київприлад» – автомашина – контейнерний майданчик Українського державного центру транспортного сервісу «Ліски» – вантажний поїзд – контейнерний майданчик «Одеса-Ліски» – вантажний поїзд – митний термінал морського торгового порту «Одеса» – контейнерна площадка морпорту «Одеса» – причал морпорту – контейнеровоз – морський порт «Салоніки» (Греція) – митний термінал морпорту «Салоніки» – автомашина – склад акціонерної фірми «Гермес».

Для кратності викладення помістимо послідовність етапів сценарію, семантику концептів моделі  $M_1^3$  до табл. 2 при  $B, B\partial B, O\partial B, V, УмД \cong const$  (визначені  $Зя$ ).

Створення моделі сценарію доставки вантажу (наведено на прикладі табл. 1.5), вибір одного із сценаріїв є основою для складання технології доставки вантажу по конкретній заявці. Витрати на проведення робіт, пов'язані з реалізацією етапів технології є, в свою чергу, однією із складових предмету Договору на надання логістичних послуг по виконанню заявки. На основі технології доставки розробляється (модель) графіка доставки вантажу для здійснення безпосередньо перевезення. На адекватність моделі процесу, що відбувається, особливо впливає такий концепт моделі як «Ситуація ПДВ – Ст». Чим детальніше, з урахуванням усіх можливих ризиків, прописаний сценарій на лексичному рівні, тим повніше, достовірніше буде створена модель процесу. А це означає, згодом, складання реально здійсненого графіку доставки вантажу та умов договору взагалі. Створення ТММ дозволяє врахувати всі можливі фактори, у тому числі ті, що формуються з практичного досвіду.

Застосування тезаурусу, що характеризується обов'язковою наявністю зв'язків та співвідношень між термінами та їх групами дозволяє точно, відповідно до понять предметної області характеризувати об'єкти, події та сценарії подій з об'єктами управління, наповнювати бази знань при розробці інтелектуальних систем, до яких відноситься і система управління технологічними процесами перевезень залізницею.

Таблиця 1.5 – Концепти (елементи множин) теоретико-множинної моделі сценарію доставки вантажу (заявка –  $Z_{я17}$ )

№ з/п	Етап сценарію – $Em_i$	Можливий негативний фактор зовнішнього середовища – $W$	Ситуація ПДВ – $Ст$	Транспортний засіб – $Tr$	Об'єкт інфраструктури – $Об_1$	Суб'єкти, що виконують дії – $Су_1, ВTr$	Дія – $Д_1, ПрР$	Подія – $Под$	Стан вантажу – $СВ$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Перевірка стану вантажу (тари). Паралельно: оформлення документів	Вихідні та святкові дні	Штатна	–	Склад та канцелярія заводу «Київприлад»	Працівники відділу збуту, працівники складу. Представник логістичної фірми	Оформлення (друк, підписи, печатка) документації на вантаж. Огляд тари, в яку упакований вантаж, на цілісність, підрахунок кількості місць вантажу	Вказівка начальника складу на допуск представника логістичної фірми на склад заводу. Вказівка керівництва заводу на оформлення документації	Очікування навантаження на автомобіль
2	Транспортування вантажу до Центру транспортного сервісу «Ліски»	Обідня перерва. Справність/ несправність першого штабелеру	Штатна	Автомашина	КПП заводу. Склад заводу	Працівники складу заводу. Оператор штабелеру. Представник логістичної фірми	Початок навантаження вантажу на автомобіль. Навантаження. Завершення навантаження. Отримання документів	Автомобіль прибув до навантажувальної рампи складу. Завершено навантаження вантажу	Очікування руху по маршруту
		Затор («пробки») на дорогах	Позаштатна	Автомашина	Дорога по маршруту	Водій автомашини	Прийняття неправильного рішення (НПрР) по управлінню машиною, в результаті якого виник серйозний інцидент (СІ)	Проїзд КПП заводу. Початок руху по маршруту. Дорожньо-транспортна пригода (подія). Продовження руху по маршруту	Рух по маршруту залежно від складності ДТП та його наслідків
		ДТП (І-СІ-А-ТА)	Позаштатна (може послідувати перегляд сценарію)	Автомашина	- // -	- // -			

Продовж. табл. 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Організація дій в Центрі транспортного сервісу «Ліски»	Черга на здачу вантажу. Зайнятий (не працює) штабелер. Зайнята рампа вантажного майданчику	Штатна	Автомашина	Вантажний майданчик Центру «Ліски»	Представник логістичної фірми. Водій автомашини	Вказівка очікувати розвантаження автомобіля	Інформація про неможливість негайного розвантаження	Очікування розвантаження автомобіля
			Штатна	Автомашина		- // -	Розвантаження автомобілю	Команда на розвантаження автомобілю	Вантаж знаходиться на вантажному майданчику Центру «Ліски»
			Штатна	Автомашина		Оператор штабелеру			
		Позаштатна	-	Працівники Центру «Ліски»		Укладання вантажу (48 коробок, маса приблизно 2,3 т, загальний об'єм приблизно 42 м <sup>3</sup> ) до 20-футового контейнеру. Оформлення документації	Дозвіл на навантаження вантажу до контейнеру та його закриття	Навантаження вантажу до контейнеру. Очікування навантаження контейнера на вантажну платформу	
		Відсутність вільного 20-футового контейнеру							
		Відсутність достатньої кількості попутного вантажу (на «Одеса-Ліски»)	Позаштатна	-	- // -	- // -	Навантаження контейнера з вантажем на платформу вантажного поїзда	Дозвіл диспетчера на навантаження контейнера	Навантаження вантажу в контейнері на платформу

Продовж. табл. 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4	Організація і рух залізничного вантажного поїзда	Неготовність залізниці приймати вантажний состав	Позаштатна	Вантажний поїзд	Платформа вантажного поїзда	Диспетчер залізниці, складачі поїздів, оглядачі вагонів, машиністи	Оформлення поїзної документації. Формування составу. Включення його до графіку руху.	Дозвіл поїзного диспетчера на виконання необхідних дій	Очікування руху по залізниці	
		Затримка в русі вантажного поїзда	Штатна	Вантажний поїзд	- // -	Машиністи, поїзний диспетчер	Контроль за рухом поїзда. Прийняття рішень по зупинці та послідуєчому русі поїзда	Вказівки поїзного диспетчера	Рух по маршруту та стоянці на бокових коліях в очікуванні дозволу на рух	
		Зайнятість станційних колій «Одеса-Ліски»	Позаштатна	- // -	- // -	Вузлова станція (сортувальна станція)	Диспетчер центру «Одеса-Ліски». Диспетчер залізничної станції. Поїзний диспетчер, локомотивна бригада	Прийняття рішення про зупинку руху вантажного поїзда	- // -	Довготривале (більше доби) очікування руху
								Прийняття рішення про можливість прийому вантажного поїзда на станційних коліях «Одеса-Ліски»	Дозвіл поїзного диспетчера на рух по маршруту	Рух по маршруту
						Зайняття вказаної станційної колії	Прибуття на колії станції «Одеса-Ліски»	Очікування розвантаження вантажного поїзда		

Продовж. табл. 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Організація дій в Центрі транспортного сервісу «Одеса-Ліски»	Затримки в прийомці вантажних вагонів з контейнерами через повну зайнятість колій припортової станції та/або зайнятості розвантажувальних фронтів	Позаштатна	Вантажна платформа поїзда	Контейнерний пункт центру «Одеса-Ліски»	Диспетчер центру «Одеса-Ліски». Працівники центру	Розвантаження поїзда та встановлення контейнера на майданчику центру «Одеса-Ліски»	Дозвіл диспетчера на розвантаження контейнерів та вказівка місця встановлення контейнеру	Очікування митного контролю
			Позаштатна	-	Контейнерний майданчик центру «Одеса-Ліски». Митний термінал	Працівники митної служби та працівники центру «Одеса-Ліски»	Митний огляд вантажу. Пломбування контейнеру. Оформлення документації	Дозвіл митниці на пропуск вантажу закордон України та оформлення документації	Очікування навантаження на поїзд у напрямку морпорту «Одеса»
			Позаштатна	-	- // -	Диспетчер мор. порта «Одеса». Диспетчер центру «Одеса-Ліски». Працівники центру	Інформаційна процедура обміну інформацією	Дозвіл диспетчера морпорту на приймання вантажних платформ з контейнерами. Дозвіл диспетчера на навантаження контейнера на платформу	Навантаження контейнера на платформу. Очікування руху

Продовж. табл. 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	Організація навантаження контейнерів по схемі «вагон-судно»	-	Штатна	Вантажна платформа поїзда поїзда	Залізнична колія від центру «Одеса-Ліски» до морпорту «Одеса»	Локомотивна бригада. Диспетчер морпорту «Одеса»	Оформлення документації на вантаж, що відправляється морським шляхом. Виписка коносаменту на вантаж (найменування та марка вантажу, його кількість, вантажовідправник та вантажоодержувач)	Дозвіл на приймання вантажного поїзда на залізничну колію причалу №... Дозвіл на оформлення коносаменту	Рух вантажного поїзда. Очікування навантаження контейнера на борт
		Відсутність необхідної кількості бригад вантажників (докерів)	Позаштатна	Контейнеровоз	Причал №... з портовим краном	Стивідор, бригада вантажників (докерів), тальмани	Перевалка контейнерів по схемі «вагон-судно»	Дозвіл стивідора на навантаження контейнерів	Очікування відплиття та проходження маршруту «Одеса-Салоніки»
7	Організація морського переходу по маршруту «Одеса-Салоніки»	Затримка при проходженні проливу «Босфор». Затримка при проходженні проливу «Дарданели»	Позаштатна	Контейнеровоз	-	Екіпаж контейнеровоза. Диспетчери морських проливів. Лоцмани	Транспортна операція: супровід	Дозвіл на прохід проливів	Рух на морському судні
8	Організація вивантаження контейнерів у морпорту «Салоніки» по схемі «судно-автомобіль»	Відсутність до моменту вивантаження працівників митниці та/або автомашини	Позаштатна	Автомобіль	Морський порт «Салоніки», митний термінал	Бригада вантажників (докерів), працівники митниці, стивідор	Митний огляд, оформлення документації	Дозвіл на вивезення вантажу та передача документів представнику логістичної фірми (водію автомобіля)	Розвантаження по схемі «судно-автомобіль». Очікування руху по маршруту

Продовж. табл. 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	Організація приймання вантажу вантажоодержувачем	Невідповідність документів на вантаж та фактичного стану вантажу (якість, збереженість тощо)	Позаштатна	Автомобіль	Маршрут від морпорта «Салоніки» до складу акціонерної фірми «Гермес» (Греція)	Водій автомашини, представник логістичної фірми	Рішення про огляд та приймання вантажу	Прибуття на склад фірми «Гермес»	Розвантаження автомашини, очікування контейнера
		-	Штатна	-	Вантажний склад фірми «Гермес»	Працівники складу. Приймальники вантажу	Рішення про розміщення вантажу на складі. Інформування представників логістичної фірми про доставку вантажу «в повному об'ємі та в строк». Оформлення документації та рахунків на оплату організаційних, транспортних, сервісних і логістичних послуг	Дозвіл керівництва фірми на приймання вантажу і оформлення документації та рахунків	Розміщення вантажу на складі та очікування використання його за призначенням

## 1.6 Висновки за розділом 1

1. Ретроспективний аналіз світового і вітчизняного досвіду теоретичних й експериментальних досліджень систем управління засобами транспорту у сфері перевезення вантажів свідчить, що проблема створення АС доставкою вантажів полягає у наявності суперечливих критеріїв на окремих етапах доставки, що ускладнює оптимізацію взаємодії та управління при ДВ. Проблема залишається далеко не вирішеною із-за своєї складності, багатфакторності та відсутності для її вирішення діючих, сучасних методологій. У наукових дослідженнях застосовується моделювання процесів доставки вантажів з використанням кібернетики, принципів системного підходу та математичної логіки. Разом з цим, вважається доцільним і необхідним застосування нових підходів, заснованих на використанні сучасних технологій штучного інтелекту, пов'язаних з теорією нечітких множин і нечіткою логікою.

2. Представлено класифікацію методів координації транспортних підрозділів за ознакою повноти охоплення етапів повного циклу перевезення. Аналіз класифікаційних ознак таких методів координації показав, що жоден із нинішніх методів не охоплює всього циклу перевезення від стадії планування до доставки вагонів та вантажів у місце призначення.

3. Досліджено концептуальну повноту нормативної бази, що застосовується в системах управління технологічними процесами, розроблено нові поняття й терміни.

## **РОЗДІЛ 2**

### **ЕМПІРИЧНА БАЗА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ**

У розділі розроблено емпіричну базу дослідження проблем управління технологічними процесами з врахуванням аналізу критеріїв якості роботи у системах управління, у т.ч. інформаційних, за видами транспорту; проведено аналіз існуючих методів обліку порушень з невчасної доставки вантажів клієнтам. Досліджено критерії управління технологічними процесами; запропоновано нові принципи укладання договорів між клієнтом і залізницею; розроблено структурну схему функціонування системи моніторингу; розроблено структуру понять та зв'язки сценаріїв, подій з об'єктами управління у технологічних процесах доставки вантажів залізницею засобами фреймовій моделі.

Створення емпіричної бази дослідження пов'язано з визначенням основних технологічних операцій з вагонами та вантажами у ТП підрозділів перевезення та визначенням критеріїв ефективності управління. Технологічно-програмні комплекси інтелектуального управління передбачають наявність створення баз даних з реквізитами, що достатньо описують процес. У розділі визначено параметри і характеристики, що утворюють технології та базу даних дослідження для побудови системи управління ТП.

#### **2.1 Аналіз класифікаційних ознак, кількісних та якісних критеріїв у системах управління транспортними засобами**

Оскільки основна ціль діяльності будь-якого виду транспорту – перевезення, реалізація цілі відбувається через систему управління, в сучасний період – за допомогою інформаційних автоматизованих систем. Дослідження було проведено також з метою визначення можливості

створення єдиного інформаційного простору СУ ТП доставкою вантажів при координації окремих видів транспорту.

Було досліджено кваліфікаційні ознаки, які б відображали найбільш суттєві спільні риси СУ в окремих видах транспорту такі, як рівень концентрації управління, наявність автоматизованих систем управління технологічним процесом, склад показників роботи системи та критерії управління відповідними підрозділами транспорту. У табл. 2.1 наведено аналіз класифікаційних ознак (за рівнем управління, методами та функціями, критеріями управління та ін.), можливість взаємодії між собою СУ або їх елементах.

Слід сказати, що для управління перевезеннями наразі актуальне створення системи за принципом взаємоорганізації систем, коли коливання в одній можуть бути амортизованими діями в іншій, але складність дотримання зазначеного принципу полягає, що системи управління знаходяться на різних стадіях розвитку та більшість з них не містить функцій управління ТП.

Стадія, на якій зараз знаходиться система управління залізницею, за градацією фахівців з теорії управління визначається як стадія зросту, що характеризується частковим делегуванням повноважень та розподілом сфери відповідальності та має наступні особливості – реактивну орієнтацію керівництва на максимум прибутку, розвиток організації методом проб та помилок, що підштовхується посилюючою конкуренцією з іншими видами транспорту, а також перехід від «рутинної праці» до автоматизованих операцій. Система, яка призначена координувати роботу, знаходиться ще тільки на стадії зародження, ієрархія її відсутня, процес управління визначається особистими відношеннями управлінців. Особливості такого управління полягають в тому, що координуючий орган не має методів, достатньо формалізованих знань та досвіду; управління реагує, в основному, на невідкладні справи з розв'язання претензій сторін та діяльність

Таблиця 2.1 – Аналіз класифікаційних ознак, кількісних та якісних критеріїв у системах управління

Об'єкт управління	Рівень концентрації управління	Характеристики управління				Показники роботи системи	Взаємодія з суміжними системами			
		Використання кількісних оцінок		Критерії ефективності управління	Використання автоматизованої системи		Мор/зал	Корд/зал	Пром/зал	З внутр. системи
		Стан об'єктів	Стан процесу							
Морський транспорт	Автономність управління	1-вантажі на складах 2- наявність та підхід суден 3 - вантажі на судах	– (існує лише в Південному порту)	Простій судна у порту	В кожному порту окрема	Виконання графіку обробки суден Обсяг вант. у порту	–	–	–	–
Взаємодія морського з залізничним	При виникненні проблем	1-наявність вант. на складі 2- обробка суден за періодами доби	Частково	Простій судна, вагонів	Дослідна експлуатація	Облік обсягів вивантаження вагонів	Дослідна експлуатація	–	–	–
Залізничний транспорт	Строга ієрархія	1-вагони, 2-локомотив 3-замовлення 4-вантажі	Частково	Обіг вагону	Комплекс систем	Облік обсягів роботи	–	+	+	+
Взаємодія на прикордонних ст. з сусідніми країнами	При виникненні проблем	1-вантажі 2-вагони	Частково	Простій вагонів	Дослідна експлуатація	Облік обсягів передачі вагонів	–	–	–	+
Взаємодія з промисловим підприємством	При виникненні проблем	1-вагони 2- час за користування вагоном	Частково	1-наявність вагону під навант. 2- прибуття вантажу	–	Облік обсягів забезпечення вагонами плану навантаження	–	–	–	–

координуючого органу зводиться до планування обсягів перевезень на місяць та розв'язанню, при потребі, конфліктів. На залізниці економічними та політичними умовами було продиктовано створення строго ієрархічної системи управління (перевезеннями), в той же час у кожному морському торговельному порту були створені самостійні, відокремлені системи. Також автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) були створені в рамках промислових підприємств та промислових комплексів. При цьому орган управління на стиках взаємодії: залізниця – морський порт, залізниця – залізниця іншої країни, залізниця – промисловий транспорт виявився відсутнім. Координація дій портів та залізниці, на кордонах та при обслуговуванні промислових підприємств залежала і залежить на поточний час від професійних комунікативних якостей конкретних управлінців. Але наявність і функціонування транснаціональних транспортних коридорів, вимоги вчасної доставки вантажів вимагають ритмічної роботи на зазначених стиках, строгої координації дій при перевезенні вантажів різними видами транспорту.

У цьому аспекті було розглянуто найбільш суттєві спільні риси, об'єкти та процеси СУ. Як слідує з аналізу табл. 2.1, спільним об'єктом управління в наведених системах є вагон, з параметрами – час здійснення операцій.

Кожний вид транспорту «дотримується» виконання власних показників ефективності роботи, але спільними є показники, що пов'язані з обліком часу використання транспортних заходів. Логічно при створенні методології підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту вдосконаленням системи управління висунути гіпотези 1 – ключовий параметр системи управління – є час здійснення операцій з об'єктом управління, а також гіпотезу 2 – спільний параметр СУ при взаємодії суміжних видів транспорту – є час здійснення операцій із спільним об'єктом управління – вагоном та вантажем.

## **2.2 Аналіз якісних показників використання вагонного парку залізниці**

Ефективність організації перевізного процесу оцінюється обсягами та якістю експлуатаційної роботи, що здійснюється за допомогою системи показників. Система показників дозволяє планувати та обліковувати роботу, контролювати виконання планів та аналізувати використання транспортних засобів. До важливих показників ефективного використання рухомого складу відносяться обіг вагону (час виконання перевізного циклу – від навантаження до наступного, вимірюється у добах), коефіцієнт порожнього пробігу вагону. Обіг приймає участь у визначенні необхідного ресурсу вагонів для здійснення запланованих перевезень. Аналіз за матеріалами [299] даних виконання показників ефективності використання вагонів у 2019-2020 рр. дозволяє констатувати, що обіг вагону має постійну динаміку і на практиці не впливає у значній мірі на утримання робочого парку, рис. 2.1. Обіг вагонів парку УЗ значно перевищує цей показник для вагонів, які мають власників, рис. 2.2, це свідчить про недостатність контролю за рухом вагонів парку УЗ у процесах перевезення. Аналіз порожніх пробігів на рис. 2.3 свідчить, що вагони при виконанні повного циклу перевезення знаходиться більшість часу у порожньому стані, тобто використовується неефективно, коефіцієнт порожнього пробігу полувагонів до загального пробігу складає не нижче 0,4. Порожні пробіги вагонів складають «нетехнологічну» частину експлуатації ресурсу.

Система показників формується на стадії технічного нормування на підставі нормативно-технологічних документів. Реальний перевізний процес відрізняється від документів, внаслідок чого планові показники не повно відображають ситуації перевезення та відрізняються від фактично виконаних. Крім того, не існую інструменту контролю диспетчерськими службами показників у процесі оперативного управління, який пов'язаний з дотриманням нормативів технологічних процесів та часу виконання операцій

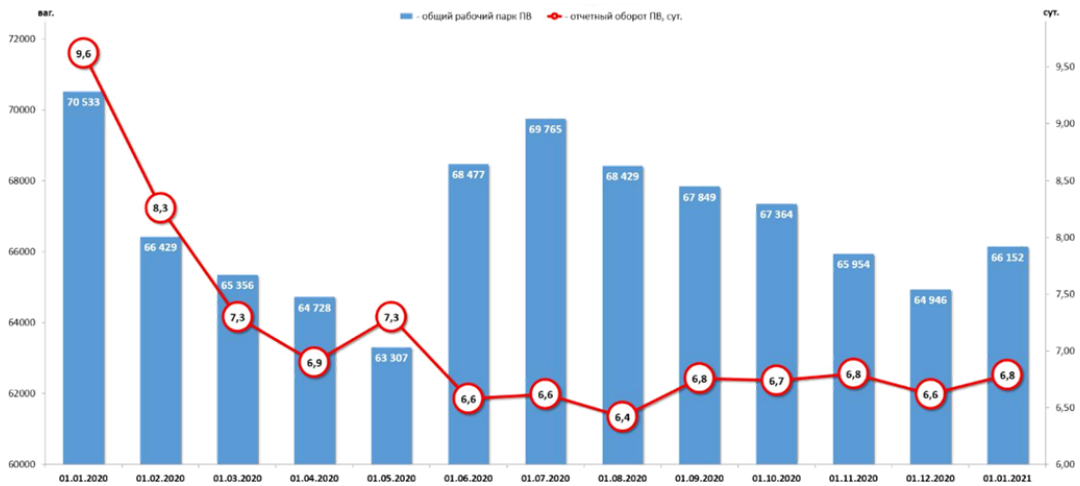
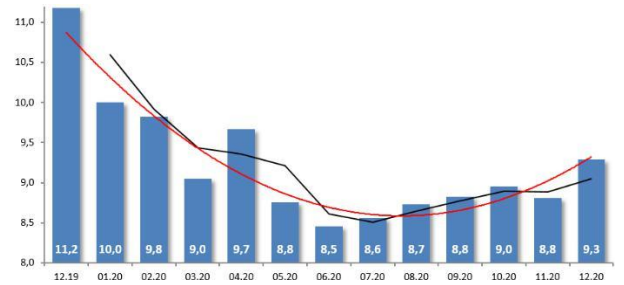
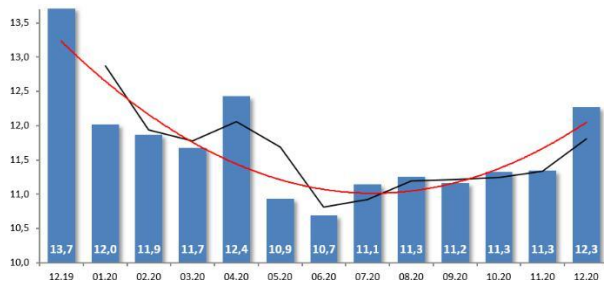


Рисунок 2.1 – Динаміка робочого парку та обігу вагонів на залізницях України у 2019-2020 рр.



а) Загальний середній обіг напіввагона по УЗ, дів

б) Середній обіг власного напіввагона підприємств України, дів

Рисунок 2.2 – Динаміка робочого парку та обігу вагонів на залізницях України (грудень 2019 – грудень 2020)

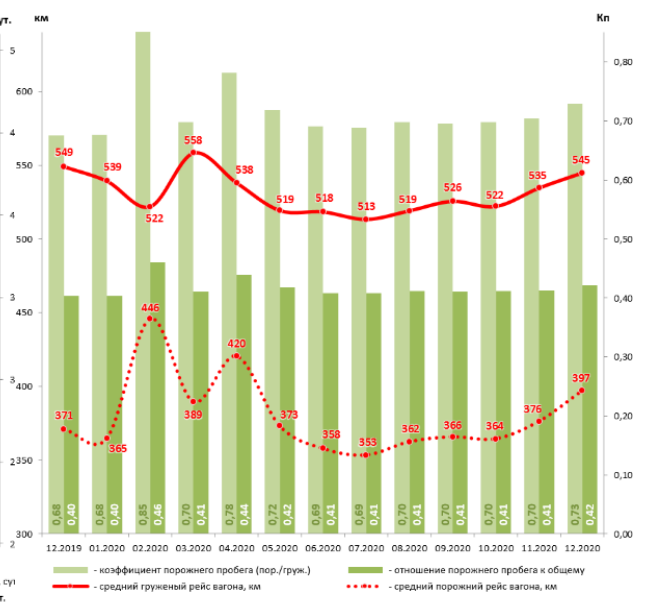
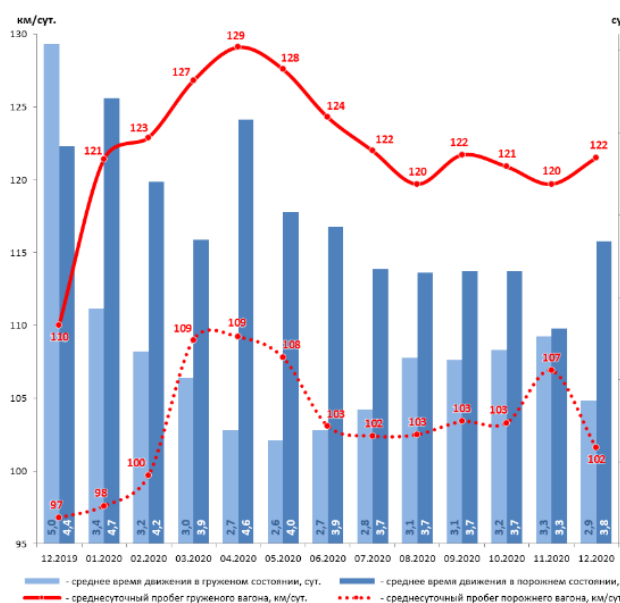


Рисунок 2.3 – Аналіз показників використання напіввагонів за пробігом у 2020 році

з вагоном відповідно до встановленої технології. У роботі проведено дослідження можливості оперативного контролю відхилення часу виконання операцій від нормативів ТП.

### 2.3 Дослідження процесів управління доставкою вантажів

Оскільки управління ТП не здійснюється у існуючий СУ і контроль за процесами доставки вантажів відбувається лише при потребі, після звершення процесу доставки, по суті він являє собою фіксацію перевищення нормативного часу отримання вантажу власником (рис. 2.4.) з подальшим з'ясуванням причин і відповідальності.

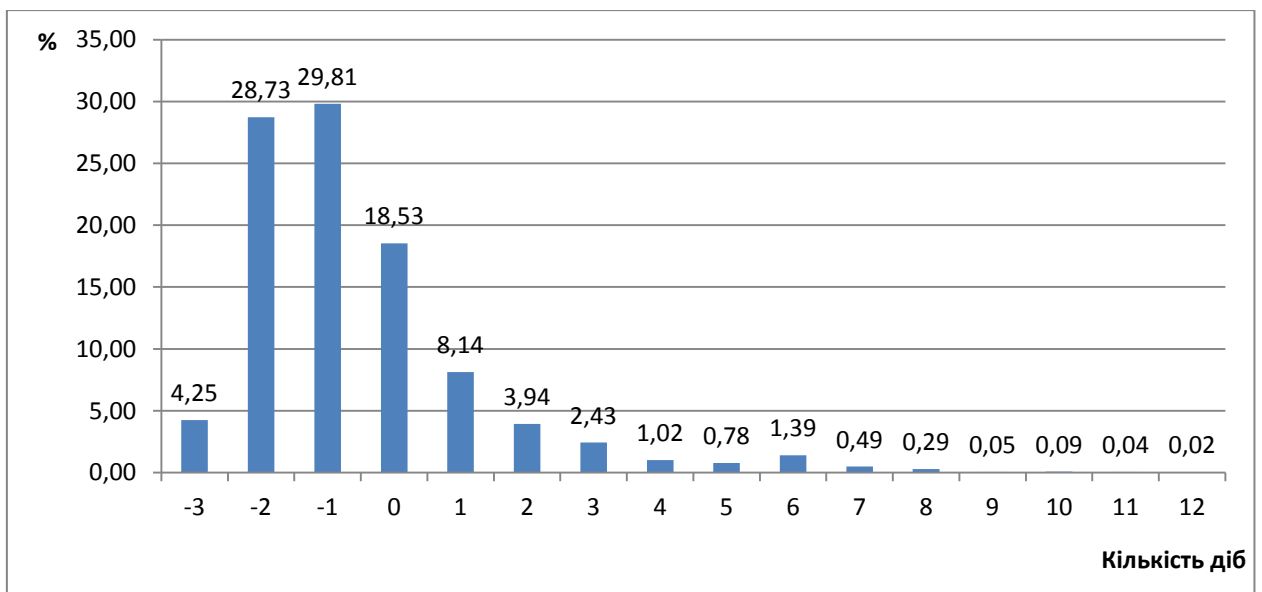


Рисунок 2.4 – Аналіз відхилення термінів доставки при перевезенні металопродукції зі станції Кривий Ріг до Одеси-Порт за 2019 рік

Вибірковий аналіз виконання термінів доставки вантажів (на підставі даних інформації з перевізного документу та розрахованої в автоматизованих системах норми терміну доставки) свідчить, що порушення терміну відбувається при перевезеннях (за всіма видами) маршрутами на рівні 5 %, контейнерними 32 %, вагонними – 17 % та груповими відправками – 8 %.

Залізниці України, що взаємодіють з близько 13 морськими торговельними портами, залізницями більш ніж 10 країн та згущеною транспортною мережею промислових комплексів мають високу ступінь залежності від стабільності роботи цих підсистем. Технологічні проблеми, погодні умови у морських портах, відсутність вільних вантажних фронтів - все це може викликати зупинки поїздів на підходах до станцій призначення, внаслідок чого час доставки вантажів збільшується. Під час затримки поїздів та вагонів у «нетехнологічних» операціях вагони використовуються неефективно. На рис. 2.5 наведено діаграми середнього часу простою вагону по залізницях України, що свідчать про наявність процесів, що збільшують час обігу вагону на всій мережі.

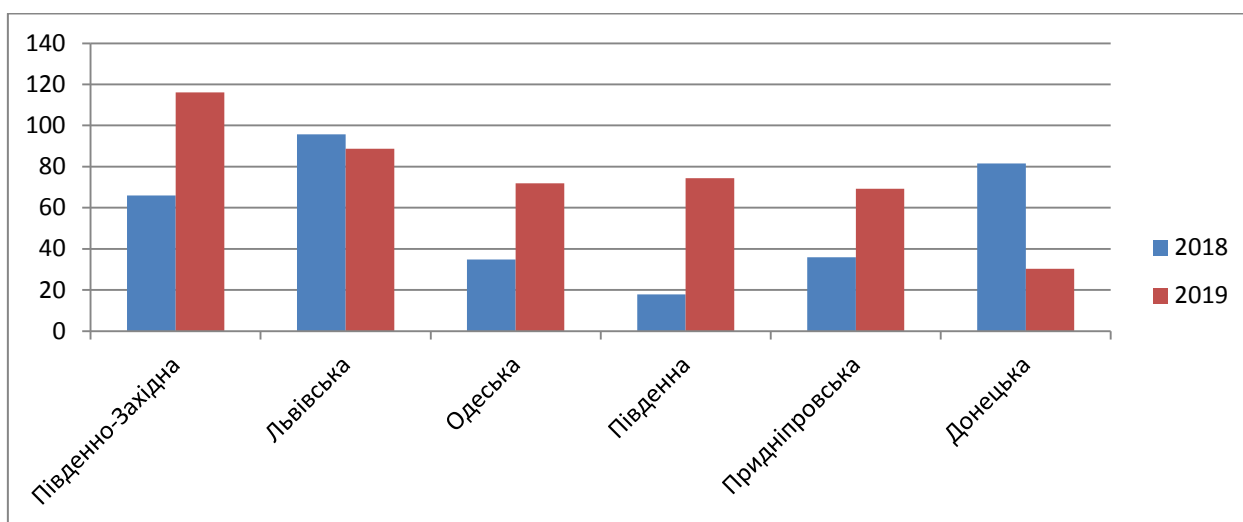


Рисунок 2.5 – Середній час простою затриманих вагонів по залізницях за 2018-2019 роки

В той же час існуючі автоматизовані технології та системи на залізниці, що використовуються при управлінні процесами доставки вантажів являють собою сховища даних, що описують виконану роботу. Для контролю термінів доставки вантажу використовуються довідки (зразки наведені на рис. 2.6), дані яких лише констатують час операцій вже здійсненого процесу. Такі довідки можуть служити, лише в якійсь мірі, для аналізу якості

## Довідка про перевезення вантажів маршрутними відправками у внутрішньому сполученні

Станція відправлення		Станція призначення		Тарифна відстань, км	Дата			Нормативний термін доставки	Термін доставки	
Код ЄСР	Назва	Код ЄСР	Назва		прийняття до перевезення	прибуття на станцію призначення	видачі одержувачу		за Правилами	фактичний
341408	СЛАВУТА І	442904	ПАНЮТИНЕ	870	24.10.2008	01.11.2011	01.11.2011	31.10.2008	7	1103
401905	АККАРЖА	442904	ПАНЮТИНЕ	827	10.01.2011	07.04.2011	07.04.2011	17.01.2011	7	87

## Довідка про перевезення вантажів контейнерними відправками у внутрішньому сполученні

Станція відправлення		Станція призначення		Тарифна відстань, км	Дата			Нормативний термін доставки	Термін доставки	
Код ЄСР	Назва	Код ЄСР	Назва		прийняття до перевезення	прибуття на станцію призначення	видачі одержувачу		за Правилами	фактичний
402508	ІЛІЧІВСЬК-ПОРОМНА	321000	КИЇВ-ЛІСКИ	690	11.12.2011	14.12.2011	14.12.2011	17.12.2011	6	3
471809	АЙВАЗОВСЬКА	321000	КИЇВ-ЛІСКИ	1126	08.12.2011	20.12.2011	20.12.2011	20.12.2011	12	12

## Довідка про перевезення вантажів (призначенням на Донецьку залізницю) вагонними відправками у внутрішньому сполученні

Станція відправлення		Станція призначення		Тарифна відстань, км	Дата			Нормативний термін доставки	Термін доставки	
Код ЄСР	Назва	Код ЄСР	Назва		прийняття до перевезення	прибуття на станцію призначення	видачі одержувачу		за Правилами	фактичний
496007	ПОПАСНА	495502	ПЕРВОМАЙСЬК	26	15.12.2011	15.12.2011	15.12.2011	18.12.2011	3	0
491605	ЧАСІВ ЯР	495502	ПЕРВОМАЙСЬК	125	19.10.2011	22.10.2011	24.10.2011	22.10.2011	3	3
501900	ЩОТОВЕ	495502	ПЕРВОМАЙСЬК	102	31.08.2011	02.09.2011	03.09.2011	03.09.2011	3	2

## Довідка. Одеська залізниця слідування. Загальний парк. По усіх власниках. По всіх родах рухомого складу по всіх кодах вантажу.

№ п/п	Номер вагону	Вантаж	Маршрут по УЗ (залізниця, станція)		Залізниця слідування, станція		Відстань, км		Різниця, км	Термін доставки		Різниця в доб	Швидкість доставки км/доб	
			відправлення	призначення	початку руху	закінчення руху	Тариф	Експлуат.		норма, доба	факт, доба		тариф	експлуат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16
1	94612942	КОНТЕЙНЕРЫ КРУПНОТОН	40 ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.) (400409)	32 КИЇВ-ЛІСКИ (321000)	ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.) (400409)	ВАПНЯРКА (408504)	313	321	8		1-13:06			208
2	94725009	КОНТЕЙНЕРЫ КРУПНОТОН	40 ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.) (400409)	32 КИЇВ-ЛІСКИ (321000)	ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.) (400409)	ВАПНЯРКА (408504)	313	321	8		1-07:16			246
3	94727708	КОНТЕЙНЕРЫ КРУПНОТОН	40 ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.) (400409)	32 КИЇВ-ЛІСКИ (321000)	ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.) (400409)	ВАПНЯРКА (408504)	313	321	8		1-07:16			246

Рисунок 2.6 – Довідки із порушенням термінів доставки вантажів

організації перевезень залізницею та початковим матеріалом при з'ясуванні відповідальності сторін після порушення зобов'язань.

У технологічному аспекті контроль доставки вантажу передбачає визначення часу завершення доставки за відомими логістичними принципами.

Операція ДВ є кінцевою у ТП перевезення. Управління ТП на всьому шляху транспортування вантажу визначає управління ПДВ та забезпечує якісне надання транспортної послуги. Диспетчерське управління ТП ДВ потребує розробки автоматизованих функцій контролю за доставкою вантажу. Наразі контроль ДВ та процеси перевезення вантажів розведені у просторі та часі, задача розробки функцій контролю за ТП ДВ ставиться на найвищому рівні оперативного управління – департаменті перевезень. У роботі досліджено проблему та запропоноване її вирішення за допомогою встановлених технологічних нормативів за маршрутом ДВ і відповідним контролем диспетчерських служб виконання нормативів.

#### **2.4 Критерії управління технологічними процесами перевезення**

Наразі у практиці на залізницях використовуються методи, що реалізують контроль доставки вантажу вже після здійснення перевезення. У розділі в якості інструментів диспетчерського управління технологічними процесами запропоновано: графік доставки вантажу (ГДВ) на підставі розробленої та узгодженої з клієнтом технології кожного окремого перевезення (ТПВ), відповідно до технології укладається договір на виконання робіт та здійснюється оплата послуг клієнтом.

У контексті даного дослідження Технологія перевезення вантажу, його доставки (ТДВ) визначає всі стадії обробки вантажу, в тому числі ті, що здійснюються за замовленням клієнта. Наприклад, це пакування на складі клієнта або вже приймання вантажу у вагоні на станційних коліях. Мета технології є визначення технологічних стадій перевезення, обсягів робіт на

кожній з них ( $V_{ij}$ ), часу їх виконання ( $T_{ij}$ ), визначення плати за виконання всіх стадій робіт на залізниці ( $\sum P_{ij}$ ), включаючи тариф за перевезення. Приклад технології доставки вантажу із складом робіт, що замовляє клієнт зображено на рис. 2.7.

У Договорі на перевезення зазначаються час прибуття вантажу до одержувача ( $T_{\text{кк}}$ ), обсяг робіт за технологією ( $V_{ij}$ ), оплата ( $\sum P_{ij}$ ). Для складання графіку доставки використовується час виконання ТПВ конкретного перевезення, час прибуття вантажу до одержувача ( $T_{\text{кк}}$ ), що встановлений у Договорі.

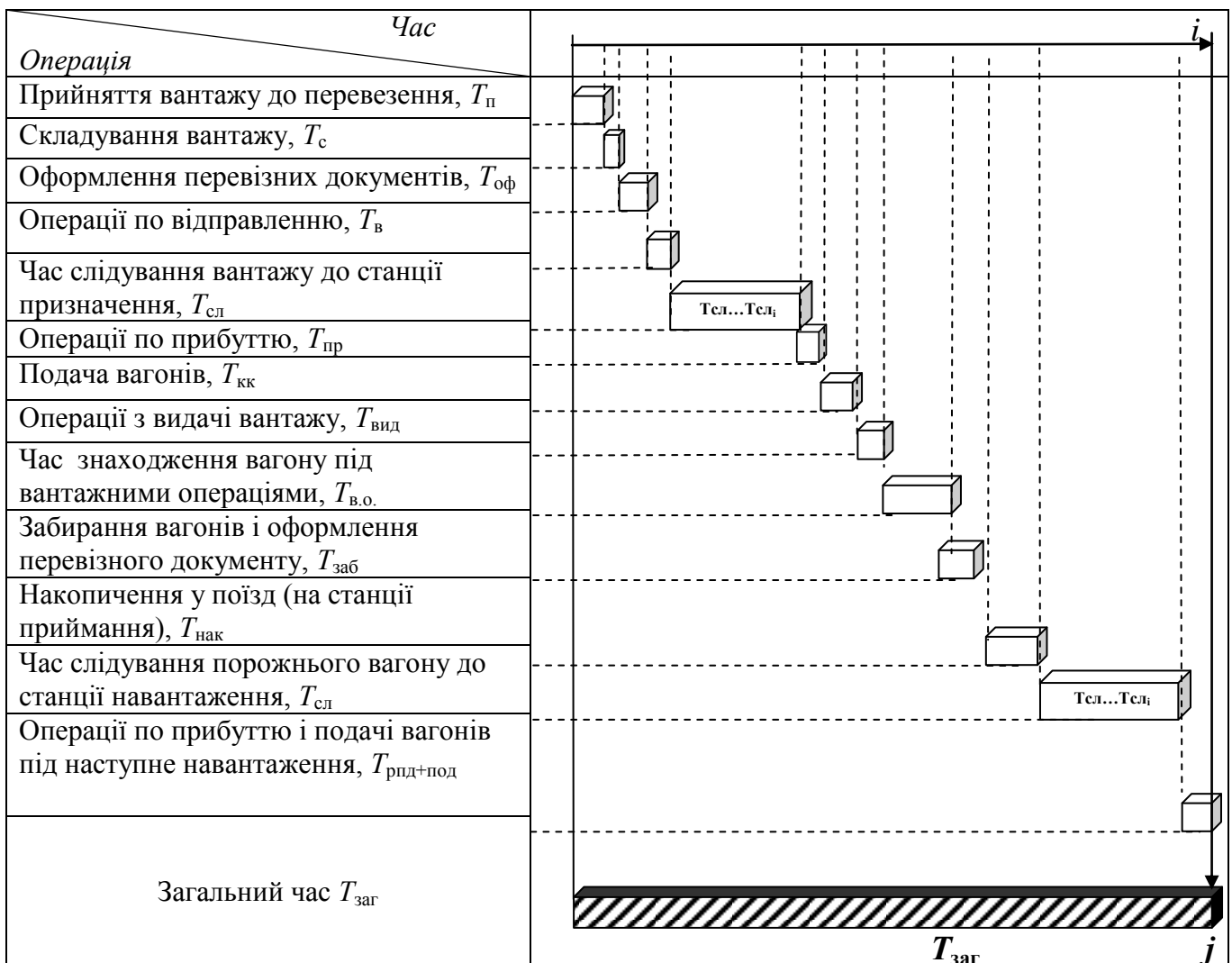


Рисунок 2.7 – Приклад технологічних стадій ДВ

Метою складання графіка доставки вантажу (ГДВ) є розрахунок контрольно-часових точок ( $KЧТ_{ij}$ ) при перевезенні вантажу залізницею та визначення часу початку робіт з вагоном та вантажем на станції відправлення. Особливістю складання графіку доставки є принцип «розрахунку у зворотному напрямку», починаючи з запланованого часу подавання ( $T_{кк}$ ) вагона на пункти переробки (з урахуванням подачі вантажу у відповідності до єдиного технологічного процесу (ЄТП) до моменту ( $i$  місця) приймання вантажу до перевезення (або початку роботи з вантажем) ( $T_{пк}$ ). На підставі існуючого порядку направлення вагонопотоків та організації їх у вантажні поїзди на залізницях України (план формування поїздів), нормативного графіку руху за маршрутом слідування, встановлюються час проходження контрольних точок ( $КТ_{ij}$ ). Серед них контрольно-часові точки ( $KЧТ_{ij}$ ) закінчення обробки та відправлення зі станцій, в тому числі сортувальних, проходження стиків дирекцій, залізниць, ін. При цьому у процесі розформування-формування переробка вагонів на сортувальних станціях здійснюється відповідно оперативному плану формування, який, крім станції призначення вантажу, враховує  $KЧТ_{ij}$ . Визначення  $KЧТ_{ij}$  знаходження вантажів на станції, при потребі, можливо деталізувати до норм виконання операцій з вагонами. Слід зазначити, у процесі розрахунку контрольно-часових точок ймовірно виявляться протиріччя, що наразі існують у нормативній базі: в ряді випадків при виконанні плану формування поїздів вже завідомо перевищується термін доставки. Виявлення протиріч надає можливість корегування нормативно-технологічних документів відповідно до реальних експлуатаційних умов.

Фактичне знаходження вагону встановлює  $ФЧТ_{ij}$ . Відхилення ( $\Delta Ч$ ) фактичного часу ( $Чф_{ij}$ ) проходження  $КТ_{ij}$  від встановленого розрахунками  $KЧТ_{ij}$  періодично (із потрібною для кожної ситуації частотою) контролюється системою інформаційного моніторингу (СІМ) та передається для прийняття рішення з управління процесом доставки вантажу до СППР.

Диспетчерський апарат контролює виконання операцій з вагоном та вантажем у ході всього циклу доставки вантажу – від однієї диспетчерської дільниці до іншої, відхилення, що допущені на одній дільниці, на практиці викликають нарощування відхилень на наступних. Вплив роботи стикових пунктів на функціонування технологічної системи розглянуто у роботі [40], де наведено теоретико-множинний опис стану системи  $S$ .

Нормальне функціонування підсистеми «диспетчерська дільниця – стиковий пункт – диспетчерська дільниця» описано наступним:  $S \subseteq U \times V$ .

Технологічна система переробки вагонопотоку на дирекції залізничних перевезень (залізниці) функціонує в часі, тому  $U$  (вхідний потік) та  $V$  (вихідний потік) є часовими об'єктами.

Сімейство реакцій  $G$  будуть складати залежності, що пов'язують параметри та показники функціонування дирекції, залізниці такі, як обіг вагона, робочий парк тощо, вхідний потік (прийом вагонів по стиковим пунктам) із величиною вихідного потоку (здача вагонів).

Межа переходу підсистеми «диспетчерська дільниця – стиковий пункт – диспетчерська дільниця» із одного стану в інший буде визначатися простором:

$$S_n \subseteq U_n \times V_n.$$

Встановлення меж переходу підсистеми «диспетчерська дільниця – стиковий пункт – диспетчерська дільниця» у непрацездатний стан  $S_2$  найважливіше для визначення режимів роботи сортувальних станцій, прогнозування об'ємів роботи дирекцій та залізниць. Дотримання графіку доставки вантажу є основною функцією диспетчерського апарату з контролю ДВ. Відхилення ( $\Delta Ч$ ) утворюються у наслідок різних факторів, що пов'язано з умовами невизначеності, які характерні для транспортної системи. Автор роботи [40, стор. 90] наполягає, що відсутність обліку впливу випадкових факторів на входах дирекцій (залізниць) призводить до виникнення відмов у підсистемі, а також до відмов у роботі дирекції, залізниці та цілих напрямків.

Контроль виконання технологічних процесів доставки вантажів на основі контрольно-часових точок базується на наступних гіпотезах.

Якщо при моніторингу процесу доставки вантажу фактичне абсолютне значення КЧТ  $|\delta_{i,n}| (|\delta_{i,k}|)$  не відрізняється від планового значення контрольно-часової точки, що призначається за нормативним графіком доставки вантажу залізницею, більш ніж на допустимий (заданий) час  $\delta_{i,n}^d (\delta_{i,k}^d)$ , то вважається, що ситуація ПДВ є стандартною і реальний процес доставки вантажу не вимагає коригування (управляючого впливу – УВ). При цьому поточному фактичному значенню КЧТ присвоюється значення планової контрольно-часової точки. При всіх стандартних ситуаціях ПДВ, моніторинг якого проводиться, доставка вантажу буде здійснена в плановий термін, тим самим обслуговування клієнтів залізниці буде виконано в повному обсязі.

$\Gamma_1(\text{КВТ}_{i,j}) =$

Якщо при моніторингу процесу доставки вантажу фактичне абсолютне значення КЧТ  $|\delta_{i,n}| (|\delta_{i,k}|)$  відрізняється від планового значення контрольно-часової точки, що призначається за нормативним графіком доставки вантажу залізницею, більш ніж на допустимий (заданий) час  $\delta_{i,n}^d (\delta_{i,k}^d)$ , але менше ніж на 25 %  $-1,25 \delta_{i,n}^d (1,25 \delta_{i,k}^d)$ , то ситуації ПДВ присвоюється статус «передкритична» і розробляється управляючий вплив (УВ) для усунення розбіжностей КЧТ. При цьому УВ може не застосовуватися, а призначається ситуаційна контрольно-часова точка, що відповідає руху поїзда з контрольованим вантажем через проміжну залізничну станцію або стиковий пункт диспетчерських дільниць – СКВТ $_{i,j}$ .

$\Gamma_2(\text{КВТ}_{i,j}) =$

Якщо при моніторингу процесу доставки вантажу фактичне абсолютне значення КЧТ  $|\delta_{i,n}|$  ( $|\delta_{i,k}|$ ) відрізняється від планового значення контрольно-часової точки, що призначається за нормативним графіком доставки вантажу залізницею, більш ніж на 25 % -  $1,25 \delta_{i,n}^d$  ( $1,25 \delta_{i,k}^d$ ), але менше ніж на 100% -  $2 \delta_{i,n}^d$  ( $2 \delta_{i,k}^d$ ), то ситуації ПДВ присвоюється статус «критична» і розробляється (уточнюється раніше розроблений) управляючий вплив для усунення розбіжностей КЧТ. Реалізація УВ контролюється і призначається ситуаційна контрольно-часова точка – СКВТ $_{i,j}$ . Для СКВТ $_{i,1}$  призначається планове значення (СКЧТ $_{i,1}^p$ ) за яким контролюється фактичне значення СКЧТ $_{i,1}^f$  за умовами гіпотези  $\Gamma_2(\text{КЧТ}_{i,j})$ . За результатом контролю СКЧТ $_{i,1}^f$  може бути прийнята будь-яка гіпотеза з множини  $\Gamma = \{\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4\}$ . Розвиток ситуацій процесу доставки вантажу і усунення причин розбіжностей контрольно-часових точок формально описується у вигляді домену знань для подальшого використання в базі знань інформаційно-управляючої системи процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці.

Якщо при моніторингу процесу доставки вантажу фактичне абсолютне значення КЧТ  $|\delta_{i,n}|$  ( $|\delta_{i,k}|$ ) відрізняється від планового значення контрольно-часової точки, що призначається за нормативним графіком доставки вантажу залізницею, більш ніж на 100 % -  $2 \delta_{i,n}^d$  ( $2 \delta_{i,k}^d$ ), то ситуації ПДВ присвоюється статус «понадкритична». Після цього приймається рішення прийняти до реалізації гіпотезу  $\Gamma_3(\text{КВТ}_{i,j})$

Відхилення від нормативних точок  $KT_{ij}$  є предметом управління диспетчерського центру (логістичного) з послідуочим вибором (за допомогою СППР) оптимальної траєкторії з метою досягнення системою цілі – усунення відхилення від норм технологічного процесу. Таким чином, основною функцією системи управління ТП ДВ є функція контролю за відхиленнями від планових та нормативних точок  $KT_{ij}$  з наступним прийняттям рішення в умовах, що постійно змінюються. Фактичне знаходження вагону  $\Phi CT_{ij}$  встановлюється системою інформаційного моніторингу (СІМ).

З метою проведення дослідження було проаналізовано ТП доставки вагонів з чорними металами з Кривого Рогу до Одеського порту одиночними, груповими відправками та в маршрутах. Для аналізу даних за методом контрольно-часових точок розроблена таблиця часів  $KT_{ij}$  знаходження вагону по визначених станціях цієї ділянки, починаючи зі станції відправлення, відповідно нормативам графіку руху поїздів, з урахуванням часу технологічної обробки на стикових пунктах та станціях зміни тяги або локомотива, Додаток А. За даними бази АСК ВП УЗ-Є, фрагмент БД наведений у Додатку В, визначено фактичний час  $\Phi CT_{ij}$  знаходження вагону на станціях за технологічними операціями, Додаток Б. Визначено відхилення ( $\Delta Ч$ ) від нормативного часу для послідуочної обробки статистичними методами при розробці СУ. Дані, що використовувалися при дослідженні СУ представлені наступним чином, табл. 2.2.

Як можна бачити у табл. 2.2 відхилення від нормативного часу монотонно збільшується у кінці маршруту. Для проведення наступних етапів роботи дані бази АСК ВП УЗ-Є за 2017 рік відсортовані за параметром послідовного виконання операції з вагоном, фрагмент БД дослідження надається у Додатку Г. На наступному етапі розраховані середні відхилення та середньоквадратичне відхилення, що наведені у табл. 2.3, значення яких демонструють практичну відсутність управління у ТП доставки вантажів.

Таблиця 2.2 – Вагон 54754395 Кр.Ріг Гол.- Одеса (короткий), вантаж 281048

Код станції	Найменування станції	Час ходу до ст. (хв) ΔН	$T^{\min}$ зм л.б.(хв)	$T^{\text{TP}}$ зм л.б.(хв)	Розрахунковий час	Фактичний час	$\Delta\Phi = 7$ поточ. -7 попер.	$\Delta = 8-3 = \Delta\Phi - \Delta Н$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4672	Кривий Ріг	10			02.05.17 08:45	02.05.17 08:45		
4673	Кривой Ріг Зах.	9			02.05.17 08:54	02.05.17 09:01	00:16	00:07
4676	Мусіївка	14			02.05.17 09:08	02.05.17 09:12	00:11	-00:03
4679	Гейківка	11			02.05.17 09:19	02.05.17 09:23	00:11	0
4680	Висунь	19			02.05.17 09:38	02.05.17 09:42	00:19	0
41415	Тимкове	11	40	60	02.05.17 09:49	02.05.17 09:52	00:10	-00:01
41361	Червоне озеро							
413606								
414191	Долинська							
413606	Червоне озеро	23			02.05.17 11:12	02.05.17 11:50	01:58	01:35
414134								
414172								
414276	Бобринець	44			02.05.17 11:56	02.05.17 13:03	01:13	00:29
414295								
414223								
414242								
413517	Олійникове	225	40	60	02.05.17 15:41	02.05.17 15:54	02:51	-00:54
413502								
413413	Кавуни	16			02.05.17 16:57	02.05.17 16:17	00:23	00:07
413409								
413305	Южноукраїнська	10			02.05.17 17:07	02.05.17 16:47	00:30	00:20
413201	Трикратне	10			02.05.17 17:17	02.05.17 17:11	00:24	00:14
413201								
413108	Олександрівка	6			02.05.17 17:23	02.05.17 17:20	00:09	00:03
413004	Вознесенськ	6			02.05.17 17:29	02.05.17 17:37	00:17	00:11
413004								
412919	Мартинівська	20			02.05.17 17:49	02.05.17 18:11	00:34	00:14
412904								
412800	Веселинове	13			02.05.17 18:02	02.05.17 18:31	00:20	00:07
412711	Колосівка	20	40	60	02.05.17 18:22	02.05.17 18:51	00:20	0
412707								
401609	Березівка	12			02.05.17 19:34	02.05.17 19:17	00:26	00:14
401505	Раухівка	16			02.05.17 19:50	02.05.17 19:38	00:21	00:05
401435	Оккаржа експ.	Сербка ? 15			02.05.17 20:05	02.05.17 20:01	00:23	00:08
405900	Буялик	27			02.05.17 20:32	02.05.17 20:18	00:17	-00:10
401100	Чорноморська	7	40	60	02.05.17 20:39	02.05.17 20:30	00:12	00:05
4011011								
400907	Кулиндорове	18			02.05.17 21:57	02.05.17 20:54	00:24	00:06
400023	Одеса Східна	4			02.05.17 22:01	02.05.17 21:00	00:06	00:02
400004	Одеса Сорт.	5			02.05.17 22:06	02.05.17 21:15	00:15	00:10
400305	Одеса Порт	10			02.05.17 22:16	02.05.17 23:35	02:20	02:10
400004	Одеса Сорт.	5			02.05.17 22:21	04.05.17 09:33	33:58	33:53

Описаним чином були підготовлені дані для дослідження можливості побудови системи управління ДВ.

Таблиця 2.3 – Розрахунки середнього та середньоквадратичного відхилень

cstation	nstation	mean_delta	sd_delta
46720	КРИВИЙ РІГ	0,00	0,00
46730	КРИВИЙ РІГ-ЗАХІДНИЙ	0,48	2,64
46760	МУСІЇВКА	0,53	2,66
46790	ГЕЙКІВКА	0,58	2,68
46800	ВИСУНЬ	0,78	2,74
41411	ТИМКОВЕ	3,37	4,61
41360	ЧЕРВОНЕ ОЗЕРО (РЗД)	3,36	3,83
41420	БОБРИНЕЦЬ	4,01	3,90
41424	КРОПИВНИЦЬКА	6,46	7,25
41351	ОЛІЙНИКОВЕ	6,67	6,92
41340	КАВУНИ	7,49	7,81
41330	ЮЖНОУКРАЇНСЬКА	7,25	7,04
41320	ТРИКРАТНЕ	7,40	7,01
41310	ОЛЕКСАНДРІВКА	7,35	7,16
41300	ВОЗНЕСЕНСЬК	7,63	7,66
41290	МАРТИНІВСЬКА	7,90	7,01
41280	ВЕСЕЛИНОВЕ	8,04	7,30
41270	КОЛОСІВКА	16,85	31,69
40160	БЕРЕЗІВКА	18,63	35,42
40150	РАУХІВКА	18,87	35,41
40143	СЕРБКА	19,03	35,35
40590	БУЯЛИК	19,29	35,74
40110	ЧОРНОМОРСЬКА	18,69	34,04
40090	КУЛИНДОРОВЕ	21,66	36,68
40002	ОДЕСА-СХІДНА	26,91	42,64
40000	ОДЕСА-СОРТУВАЛЬНА	26,41	38,53
40030	ОДЕСА-ПОРТ	45,08	41,14

## 2.5 Конкретизація комплексу інформаційного моніторингу у системі управління технологічними процесами доставки вантажів

При управлінні доставкою вантажу використовується ГДВ та моніторинг процесу перевезення, організація якого виконується на основі ТДВ. Відомості про фактичне знаходження вагону ФЧТ<sub>ij</sub> встановлюється системою інформаційного моніторингу (СІМ), яка застосовує дані «Електронної схеми об'єктів залізничної інфраструктури та її використання для оперативного визначення дислокації рухомих об'єктів із застосуванням засобів GPS» або іншими технічними засобами ідентифікуючими об'єкт

управління – вагон. Надання відомостей користувачу системи управління про існуюче ДЧ здійснюється за умов, що встановлюється вимогами ситуаційного управління. Схема принципової взаємодії систем у єдиному комплексі управління процесом доставки вантажів (АСУ ТП ДВ) наведена на рис. 2.8.

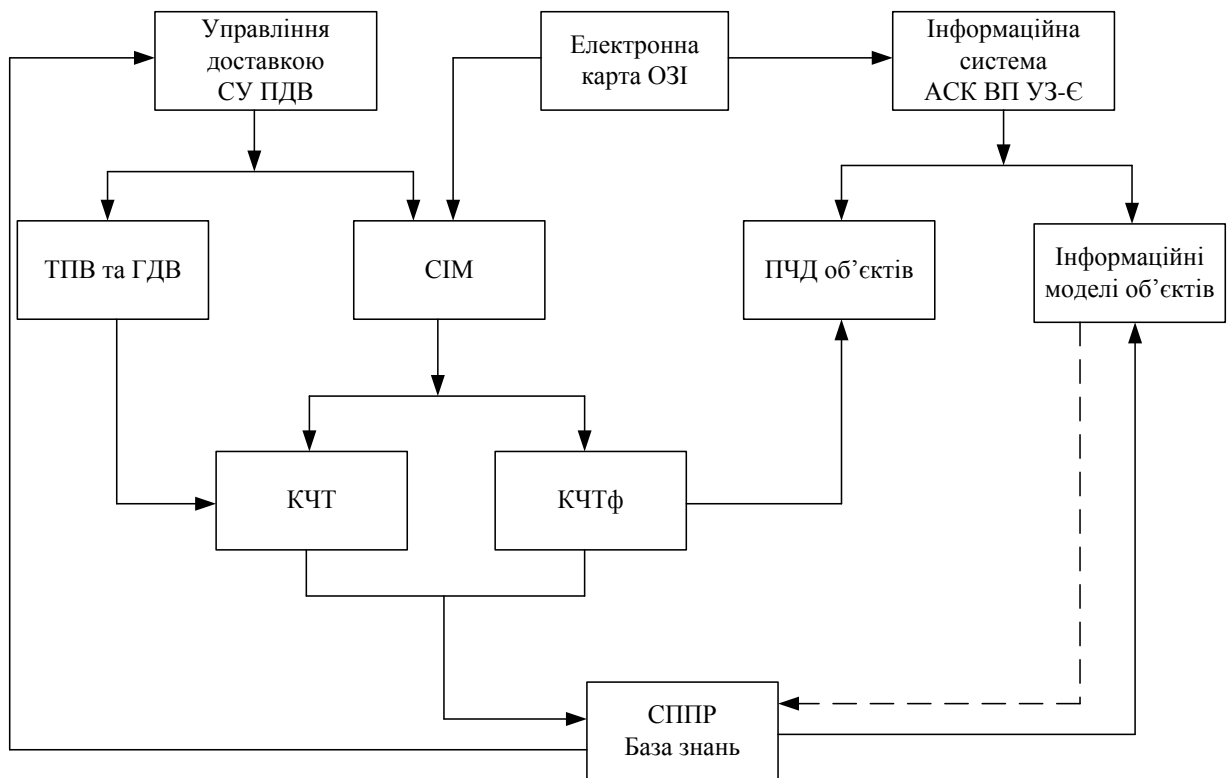


Рисунок 2.8 – Підсистема управління процесами доставки вантажів в загальному інформаційному просторі залізниці

В цілому система управління процесами доставки вантажів є складною організаційно-технічною системою. В якості елементів системи виступають різноманітні категорії: залізничний рухомий склад (локомотиви, поїзди), вантажні контейнери, окремі одиниці вантажу в індивідуальній упаковці (тарі), навігаційна апаратура споживачів, пристрої передачі і прийому даних, матеріальні і енергетичні ресурси, суб'єкти диспетчерського управління і виробничо-технічні працівники залізниць, логістичного центру і т.п. Подібна складна система вимагає наявності апарату дослідження, розробки, впровадження і експлуатації. Концептуальна ціль системи управління

процесом доставки вантажів визначає задачі управління при наявності інформації про просторово-часову дислокацію (ПЧД) вантажів. Управління транспортною системою складається з етапів, першим з яких є збір інформації про стан системи [41]. Також систему УПДВ можна класифікувати як складну, відкриту, імовірнісну, динамічну і дискретну систему. Дані СІМ, отримані за допомогою супутникових навігаційних технологій і мобільного зв'язку, надаються у вигляді репрезентативної інформації про процеси доставки вантажів в дискретному режимі реального часу для подальшого використання в управлінні процесами доставки вантажів у рамках єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є). Існування єдиної інформаційної бази надає національній транспортній системі залізниці створює унікальну можливість використання точної, достовірної інформації у процесах управління.

Функціональний склад модулів системи.

1. Електронна карта ОЗІ – оперативний контроль дислокації рухомого складу залізниці, зв'язок з геопорталом Укрзалізниці та інформаційною системою АСК ВП УЗ-Є;
2. ПЧД об'єктів – дані про просторово-часову дислокацію ваганів;
3. Інформаційні моделі об'єктів – дані вагону з вагонної та відправочної моделей, його технічні характеристики та відомості про вантаж;
4. КЧТф – дані про час та дислокацію вагону;
5. КТЧ – дані про контрольні-часові точки, що заплановані за маршрутом просування вагону;
6. ТПВ та ГДВ – дані нормативного часу всіх операцій з вагоном за маршрутом від станції відправлення до станції призначення;
7. СІМ – система інформаційного моніторингу даних нормативного та фактичного часу операції з вагоном;
8. СППР, база знань – аналіз відхилень від нормативів, надання інформації оперативному апарату про стан доставки вантажу;

9. Управління процесами доставки вантажів – інтеграція функцій модулів системи.

Функціонування системи можливе при формалізації процесів доставки вантажів залізничним транспортом, що базується на:

- плановому розділенні процесів на стандартні операції з доставки вантажів, впорядковані за часом, що дозволить розраховувати етапи ТПВ та ГДВ;

- можливості зафіксувати початок і кінець кожної операції процесів доставки вантажів, а також наявності внутрішніх контрольних часових точок, що характеризують відхилення від планових контрольних точок руху вантажів у просторі та часі;

- застосуванні супутникових радіонавігаційних систем для дискретної фіксації просторово-часової дислокації залізничного рухомого складу, окремих вантажів; передачу зазначених даних до інформаційної бази залізниці з використанням сучасних засобів зв'язку;

- використанні локомотивної, поїзної, вагонної та відправочної моделей автоматизованої системи УЗ, що дозволяє пов'язати просторово-часову дислокацію локомотива з вантажем.

Інформаційний моніторинг процесів доставки вантажів залізничним транспортом базується на:

- можливості застосування супутникових навігаційних технологій і мобільного зв'язку;

- можливості застосування «глобальної оперативної навігації» для контролю просторово-тимчасової дислокації поїздів, вагонів, контейнерів та окремих вантажів. Термін «глобальна оперативна навігація» означає, що рухомий об'єкт, оснащений навігаційною апаратурою споживача, може в будь-якому місці приземного простору в будь-який момент часу визначити параметри свого руху – три геодезичні координати: широта  $B$  ( $\varphi$ ); довгота  $L$

( $\lambda$ ); висота H (Alt); три складові вектора швидкості (на північ  $V_N$ , схід  $V_E$ , вгору  $V_H$ ) і час UTC [210];

– готовність залізниці приступити до впровадження інформаційного моніторингу та контролю технологій доставки вантажів.

Впровадження планування залізничних перевезень вантажів за твердими нитками графіків руху поїздів сприятиме застосуванню інформаційного моніторингу.

Систему моніторингу процесів доставки вантажів доцільно розробляти за наступними принципами:

– відкритість системи (до неї можуть підключатися системи моніторингу інших видів транспорту, особливо автомобільного і морського);

– модульність (здатність нарощування і збільшення функцій системи без переробки раніше впроваджених підсистем);

– спадкоємність (діючі технології маршрутизації поїздів з вантажами залишаються незмінними);

– захищеність від стороннього втручання і знімання інформації (неможливість проникнення в систему хакерів);

– дотримання режиму реального часу (дозволяє в подальшому реалізувати і управляти процесами доставки вантажами в режимі он-лайн);

– сумісність з системою електронного документообігу залізниці (шляхом використання однорідних шаблонів);

– орієнтація на найпрогресивніші і сучасні технології супутникової навігації і мобільного зв'язку (можлива орієнтація на систему GALILEO);

– керованість (СІМ однозначно реагує на дії для досягнення мети функціонування);

– стійкість (СІМ працює без збоїв при впливі зовнішніх і внутрішніх дестабілізуючих факторів);

– ефективність (економічний ефект від експлуатації СІМ перевершує витрати на створення і експлуатацію системи);

- інформаційна ефективність (забезпечення репрезентативності – достовірності, повноти, однорідності і безперервності інформації);
- надійність функціонування (можливість в певних умовах і протягом заданого періоду часу виконувати призначені функції).

При аналізі процесів доставки вантажів суміжними видами транспорту (автомобільний, морський) було визначено, що і ці процеси також можна контролювати (вести моніторинг) шляхом застосування супутникових радіонавігаційних систем та мобільного зв'язку [176]. Отже, є теоретичні і практичні передумови для інформаційного моніторингу процесів доставки вантажів від «дверей» виробника (відправника вантажу) до «дверей» споживача (одержувача вантажу), у тому числі можливості проміжного зберігання вантажів, перетину державного кордону і т.п. [96].

## **2.6 Техніко-економічні критерії репрезентативності інформаційного забезпечення як частини моніторингу об'єктів технологічних процесів**

Моніторинг, в загальному розумінні цього значення, складається з «чисто» інформаційної складової та аналізу поточного стану контрольованих процесів. Завдання інформаційної складової, або правильніше – інформаційного забезпечення (ІЗ), полягає в комплексуванні окремих процедур формування, збору, передачі, зберігання і видачі (далеко не повний список) поточної інформації про процеси доставки вантажів. Семантичний зміст трансформованих в часі і просторі інформаційних елементів (ІЕ) залежить від потреб в інформації (ПІ) при управлінні ТП ДВ. Даний аспект вирішується в результаті аналізу цих потреб, який має дві суттєвих підстави: в залежності від ПІ організують послідовність процедур і визначають відповідні значення критеріїв репрезентативності (показності) ІЗ; перелік потреб в інформації керуючого персоналу є складовою частиною опису

проблемних областей управління ТП. Зупинимося детальніше на критеріях репрезентативності ІЗ – Repr IS.

Репрезентативність інформаційного забезпечення управління процесами доставки вантажів характеризує якість представленої персоналу інформації і включає критерії:

- оперативності –  $\Omega$  і економічності ІЗ –  $\Sigma$ ;
- достовірності –  $\Delta$ ;
- повноти –  $\Pi$ ;
- однорідності –  $O$ ;
- безперервності –  $N$  інформації І.

У багатьох роботах дається досить повна класифікація узагальнюючих і приватних критеріїв ефективності інформаційних систем, однак багато хто з них подано в декларативній, описовій формі. Крім того, як правило, дослідники розглядають якісні критерії тільки для вихідної інформації, а слід контролювати і управляти якістю даних, починаючи з процедур їх формування.

Користуючись методологією концептуально-логічного відображення і проектного моделювання транспортних організаційно-технічних систем [175] поставимо завдання на першому етапі аналізу Repr IS визначити концептуальний підхід до оцінки репрезентативності, базуючись на аксіоматиці механізмів порушення якості інформації, що трансформується в часі і просторі. На другому і наступних етапах буде йти мова про концептуальні моделі Repr IS і формулах, що дозволяють обчислювати значення критеріїв репрезентативності ІЗ. В процесі реалізації як процедури формування інформації, так і інших інформаційних процедур (ІП), мають місце помилки відображення і перетворення інформації, які призводять до появи недостовірних, хибних інформаційних елементів – зазвичай реквізитів, що входять до складу більш складних ІЕ-повідомлень, показників, документів. Помилки мають різне втілення, в основному можна виділити

помилки лексики  $E_l$  (Lex) та синтаксису  $E_s$  (Synt), які змінюють практичне значення реквізитів, що відображають фізичну сутність явищ і подій процесів доставки вантажів, поряд з власне семантичними помилками. Це декларативний опис процесу освіти семантичної недостовірності позначимо його – *Decl*  $\Delta$ , показує, що по-перше, однією зі складових невизначеності інформації, яка використовується при управлінні семантична недостовірність  $I$ . По-друге, якщо прийняти, що кожен ІЕ – реквізит  $i_r \in I$ , має або повну достовірність  $\delta = 1$ ,  $\delta \in \Delta$  або, навпаки, повну недостовірність  $\delta = 0$ , то інформація складалася з елементарних ІЕ, в цілому буде мати достовірність, яка є в межах  $0 \leq \Delta \leq 1$ .

На відміну від  $\Delta$  повнота інформації характеризує ступінь достатності  $I$  за наявністю реквізитів її складових. Механізм виникнення інформації з неповним складом ІЕ різний – це і об'єктивні причини (несформованість через неможливість, технічна втрата даних, відсутність інформації в даний момент і в даному місці і т.д.), а також суб'єктивні фактори (помилки через неухважність, недотримання технологій, усвідомлені дії зі спотворення інформації і ін.). Знову ж, якщо взяти значення  $\pi = 1$ ,  $\pi \in \Pi$  при наявності ІЕ і  $\pi = 0$  в іншому випадку, то повнота інформації більш складного ІЕ буде визначатися не бінарною характеристикою, а можливою оцінкою  $0 \leq \Pi \leq 1$ . Виконаний декларативний опис позначимо – *Decl*  $\Pi$ .

Поняття однорідності інформації  $O$  несе в собі більш потужне семантичне навантаження. Однорідність як критерій *Rep* IS, характеризує каузальну (причинно-наслідковий) зв'язок подій і станів керованих процесів доставки вантажів, відображену в складних ІЕ-документах (*Decl*  $O$ ). Факторами, що породжують причини появи неоднорідності, є помилки в усвідомленні подій ПДВ (нестиковки, значні затримки рейсів, аварійні події та ін.) і ідентифікації їхніх причин, особливо при розслідуванні транспортних подій. Сукупність таких ІЕ дадуть при згортанні явно спотворену, неоднорідну інформацію, аналіз якої не дозволить визначити першопричину

(фактори) виникнення негативних подій процесів доставки вантажів або нестандартних станів рухомих засобів транспорту і транспортної інфраструктури. При мультимодальній доставці вантажів ці фактори особливо небезпечні при формуванні баз знань систем підтримки прийняття рішень, наприклад, для диспетчерів організації повітряного руху, диспетчерів залізничних і автомобільних станцій, морських портів і т.д. В цілому критерії однорідності  $O$  логічно застосовувати до вторинної, узагальненої інформації, оцінюючи її за ступенем каузальності первинних даних, які мають значення однорідності на множині  $\{0,1\}$ . Тоді однорідність агрегованої інформації знаходиться в межах  $0 \leq O \leq 1$ .

Безперервність інформації  $N$  також, як і однорідність, характеризує сукупність інформації або за обсягом подій ПДВ або за обсягом станів транспортних засобів та об'єктів. Втрачені дані можуть носити різний характер, наприклад, при реалізації розроблювального в даний час методу моніторингу ПДВ за тимчасовими контрольними точками вкрай небажано «втрачати» інформацію по просторово-тимчасовій дислокації рухомого транспортного засобу. Даний факт може мати місце при відмовах або збої супутникових радіонавігаційних систем GPS, GALILEO (*Decl N*) [210]. Дотримання умов обов'язкового формування інформації призводить до появи в моменти часу  $t$ , даних зі значенням  $\nu = 1$  умовної безперервності  $I$ , а недотримання до присутності їх, що адекватно значенням –  $\nu = 0$ . Тоді узагальнюючий ІЕ матиме модальну (можливу) оцінку безперервності в інтервалі  $0 \leq N \leq 1$ .

Перейдемо до оцінок тимчасових і вартісних характеристик інформаційного забезпечення ІМ процесів доставки вантажів. Оперативність ІЗ  $\Omega$  зазвичай оцінюють за часом реакції системи на інформаційний запит:  $\Omega = \tau_p - \tau_3$ . При такому підході характеристиці підлягає конкретна інформаційна система, тобто відсутня можливість порівняння систем різної структури і реалізації, так як оцінка виконується за абсолютними значеннями

різниці часів  $\tau_p$  і  $\tau_3$ . При відносних значеннях  $\Omega = \frac{\tau_3}{(2\tau_3 - \tau_p)}$  з'являється можливість порівняльного аналізу якості систем різної конфігурації по кількісній характеристиці – прийємо цей висновок за рівну точку вербальної оцінки оперативності ІЗ. Межі зміни модального значення  $\Omega$  складають від 1 – реакція ІЗ миттєва, до  $(-\infty)$  – система з різних причин потрапила в режим зациклення.

Аналогічно оперативності ІЗ визначається економічність системи інформаційного забезпечення  $\Sigma$ , тільки замість тимчасових показників використовуються сумарні показники матеріальних і трудових витрат  $\sigma$ . В узагальненому вигляді  $\Sigma = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{\sigma_1}$ ,

де  $\sigma_1$  – задані витрати або витрати визначені за базовою системою інформаційного забезпечення,

$\sigma_2$  – плановані або фактичні витрати на реалізацію ІЗ іншої структури (Decl  $\Sigma$ ).

Чисельні значення економічності ІЗ знаходяться в межах  $[1, -\infty)$ . Критерій приймає значення близькі до лівої межі інтервалу при високій економічності реалізації системи І О відносно заданого рівня витрат або базової системи за рахунок більш ефективної морфології або оптимізації виконання процедур інформаційного забезпечення моніторингу процесів доставки вантажів.

Конкретизація декларативного опису механізму формування кількісних оцінок критеріїв якості ІЗ моніторингу ПДВ дозволяє більш обґрунтовано підійти до аналізу ступеня впливу моніторингу на прагматичні характеристики транспортних інформаційно-керуючих систем.

## **2.7 Розробка фреймової моделі представлення даних системи управління технологічними процесами доставки вантажів**

З метою створення абстрактного образу області предметної діяльності – управління процесами доставки вантажів скористуємося одним із видів

евристичних моделей – фреймами. Засобами побудови фреймових моделей значною мірою поєднуються декларативні знання про область предметної діяльності та процедурні знання про методи перетворення інформації. Фрейм складається з імені, що виконує роль ідентифікатора, і слотів. Ідентифікатор, що привласнюється фрейму, наприклад, «Взаємодія», «Вантаж», «Клієнт», має унікальне ім'я, єдине в даній фреймовій системі. Слоти-посилання («part of», «is a» та ін.) у фреймовій системі утворюють ієрархічні структури та реалізують принцип спадкування інформації. Фреймову систему зручно використати при формалізованому описі декларативних знань про область предметної діяльності «Управління процесами доставки вантажів» та написання програмного забезпечення засобами об'єктно-орієнтованих мов при потребі.

При розробці фреймової моделі, рис. 2.9 процесу доставки вантажів було визначено ім'я головного фрейму як «Взаємодія» з міркувань найменшої змістовної довжини слова. Основні слоти фрейму «Залізниця», «Вантаж», «Клієнт», що в свою чергу, вже в якості фреймів, деталізуються відповідними слотами, що потім також у якості фреймів розпадаються на слоти. Взагалі, процес деталізації може бути достатньо глибоким. В аспекті вирішення проблеми – управління доставкою вантажів – граничні фрейми – це «План ДВ», що визначає контрольні-часові точки доставки вантажу за конкретною технологією, «Факт ДВ», що визначає фактичний час та місце знаходження вантажу. Окремі фрейми містять сценарії, формули, тощо. Слоти-посилання визначають зв'язки між фреймами, наприклад фрейм «Вагон» є у даному контексті наслідуваним «is a» (IS-A) від фрейму «Вантаж». Це є незвичним для експлуатаційної практики, де головні об'єкти управління – вагон та поїзд, але такий зв'язок відображає основну мету побудови системи – доставки вантажу, а саме – у визначений термін, «від дверей до дверей», із збереженням та дотриманням безпеки. Вагон є одним (хоча і основним) із атрибутів вантажу, так як внаслідок форс-мажорних

експлуатаційних подій цей атрибут може бути змінений, наприклад, вантаж може бути розміщений в іншому вагоні.

Ім'я фрейму: Взаємодія			
Ім'я слоту	Значення	Тип	IF-NEDEED
Залізниця	Pointer	Frame	
Клієнт	Pointer	Frame	
Вантаж	Pointer	Frame	

Ім'я фрейму: Вантаж Part of Взаємодія		
Слот	Значення	Тип
Код		Integer
Специфікація	Procedure	Table

Ім'я фрейму: План ДВ IS-A Вантаж		
Ім'я слоту	Значення	Тип
Місце	Pointer	Table
Час	Pointer	Table
Підрозділ	Procedure	Table

Ім'я фрейму: Вагон Content Вантаж		
Ім'я слоту	Значення	Тип
План ДВ	Pointer	DateTime
Факт ДВ	Pointer	DateTime
Відхилення	Procedure	Table

Ім'я фрейму: Факт ДВ IS-A Вантаж		
Ім'я слоту	Значення	Тип
Місце	Pointer	Table
Час	Pointer	Table
Підрозділ	Procedure	Table

Ім'я фрейму: Клієнт Part-of Взаємодія		
Ім'я слоту	Значення	Тип
Вантаж	Pointer	Table
План ДВ	Procedure	DateTime
Факт ДВ	Procedure	DateTime

Ім'я фрейму: Залізниця Part-of Взаємодія		
Ім'я слоту	Значення	Тип
Підрозділ	Procedure	Table

Ім'я фрейму: Підрозділ		
Ім'я слоту	Значення	Тип
Станція	Procedure	Table
Під'їзна колія	Procedure	Table
Склад	Procedure	Table

Рисунок 2.9 – Фреймова модель представлення даних

## 2.8 Висновки за розділом 2

1. Розроблено емпіричну базу дослідження проблем управління технологічними процесами з урахуванням аналізу методів обліку невчасної доставки вантажів клієнтам, використання нових принципів укладання договорів між клієнтом і залізницею та умов функціонування системи моніторингу;

2. Доведено, що емпірична база дослідження СУ процесами обробки вагонів та вантажів повинна містити аналіз класифікаційних ознак СУ суміжних видів транспорту з метою визначення критеріїв та спільних для систем характеристик і показників роботи. Аналіз діючих СУ процесами обробки вагонів та вантажів свідчить, що оцінка якості про виконання технологічного процесу відсутня, інформаційне забезпечення якісно не характеризує об'єкти управління, СУ не містить методи підтримки прийняття рішення. Спільним показником, характеристикою стану об'єкту управління є час, який цей об'єкт знаходиться під управлінням системи.

3. Запропоновані нові принципи управління, а саме контроль за виконанням ГДВ, що складаються на підставі розробленої ТПВ, яка визначає всі стадії обробки вантажу. Визначено основну функцію управління ТП – оперативний контроль за відхиленнями від нормативного часу. Договір на перевезення, складаний на основі ТПВ, містить фінансові зобов'язання виконання запланованих характеристик технології та ГДВ. Контроль дотримання ГДВ здійснюється з використанням інтелектуальної СУ.

4. У інформаційному моніторингу застосовується дані системи «Електронна схема об'єктів залізничної інфраструктури для оперативного визначення дислокації рухомих об'єктів із застосуванням засобів GPS». Визначені характеристики репрезентативності ІЗ управління МДВ для представлення якісної інформації персоналу за критеріями: оперативність, економічність, достовірність, повнота, однорідність, безперервність.

5. Розроблений опис структури понять та зв'язків сценаріїв, подій з об'єктами управління у технологічних процесах системи управління ТП засобами фреймової моделі.

## РОЗДІЛ 3

### ПОБУДОВА КОНЦЕПТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

У даному розділі удосконалено метод концептуально-логічного проектування технологічних переходів під час управління технологічними процесами доставки вантажів та розроблені логіко-семантичні моделі для визначення часу подій під час перевезення на основі сценаріїв доставки вантажів залізницею.

Одним із шляхів вирішення проблеми управління технологічними процесами на залізниці є визначення можливих відхилень від нормативного часу стану та операцій з об'єктами, якими управляють диспетчерські служби з метою прийняття своєчасних заходів зі зменшення можливих втрат. Приймати рішення диспетчерський апарат часто вимушений у неочікуваних ситуаціях та в умовах невизначеності. Визначення часу подій у ТП пов'язано з розробкою та впровадженням в управління транспортними процесами ІТ та здійснюється шляхом побудови логіко-семантичних моделей.

#### **3.1 Адаптація методології концептуально-логічного відображення та проектного моделювання технологічних процесів у складних транспортних організаційно-технічних системах**

Одним із шляхів вирішення проблеми управління технологічними процесами на залізниці є визначення можливих відхилень від нормативного часу стану та операцій з об'єктами, якими управляють диспетчерські служби та прийняття своєчасне заходів із зменшення можливих втрат. Визначення контрольно – часових точок подій ТП пов'язано з розробкою та впровадженням в управління транспортними процесами інформаційних технологій та здійснюється на підставі теорії та методології концептуально-логічного відображення та проектного моделювання [175], шляхом побудови моделей, алгоритмів прогнозування технологічних процесів. Визначення

часових характеристик процесів необхідно також при взаємодії залізниці з портами, промисловими підприємствами, прикордонними передавальними пунктами. До проблем оптимізації дій між учасниками процесу доставки вантажу відносяться комплексні проблеми, які існують на рівні планування, узгодження, реалізації перевезень та обліку виконаної роботи [127].

При наявності таких характеристик та існуючому, назвемо його «принципом несумісності», коли складність системи і точність, з якою її можна описати моделю системи традиційними математичними методами, суперечать один одному [225], для побудови моделі доцільно використовувати логіко-лінгвістичну модель (ЛЛМ). Вона відображає загальну смислову постановку задачі – дотримання мінімальних часових відхилень від контрольних часових точок за маршрутом слідування вантажу, при використанні якісних уявлень, які відповідають «людським» способам мислення диспетчерського апарату при контролі доставки вантажу та прийнятті (оптимального) рішення.

У даних умовах був виконаний аналіз придатності методології концептуально-логічного відображення та проектного моделювання [171] складних транспортних організаційно-технічних систем для побудови моделі системи управління ТП ДВ як елемента загальної транспортної системи. Суть використання методології наступна.

Визначимо область предметної діяльності (ОПД) – виділимо із множини транспортних процесів систему, яка включає в себе підсистеми СІМ, що взаємодіє з СППР в загальному інформаційному просторі.

На першому етапі виконується декларативно-графічний опис (ДГО) області предметної діяльності з доставки вантажів, при якому надається вербальний опис ОПД з різних точок зору. Основна задача ДГО міститься у визначенні семантики функціонування системи доставки вантажів залізницею: ціль та задачі; перелік функцій та структура, що реалізує ці функції; матеріальні, інформаційні, енергетичні потоки та графіки, принципи управління; стратегічні, тактичні і оперативні методи управління; механізми

впливу та ресурси управління; критерії та показники, що характеризують ступінь досягнення цілі функціонування системи і т.п. Тобто є все, що необхідно і суттєво вже для формального опису процесів доставки вантажів, що досліджуються. Декларативно-графічний опис області предметної діяльності з доставки вантажів – це графічне відображення структури ОПД, який наданий на рис. 2.6, зроблене за результатами аналізу доступної науково-технічної, технологічно-конструкторської і законодавчо-нормативних документів, та декларативний опис у плані проблематики рішення поставлених задач.

Результати ДГО використовуються на другому етапі реалізації методології, при побудові теоретико-множинних моделей (ТММ) у вигляді відображення, елементами якого є множина концептів, приймаючих участь у формуванні кінцевого концепту ТММ. Вхідні концепти моделей являють собою множини, в тому числі і в лінгвістичній формі. У свою чергу, концепти моделей можуть мати свої ТММ з більш високим ступенем деталізації. Відображення, у найбільш простому випадку представляються у вигляді аналітичних залежностей, але частіше всього при дослідженні складних транспортних систем вони є семантичним описом причинно-наслідкових зв'язків, що приводить до необхідності залучення апарату математичної логіки.

Теоретико-множинна модель у вигляді відображення представляє собою декартовий добуток множин (концептів моделі) у вигляді:  $M: A \times B \times C \rightarrow D$ .

Цей вираз кожному трьохелементному кортежу  $\{a, b, c\}$  ставить у відповідність елемент  $\{d\}$ , де  $a, b, c, d$  – елементи універсумів, множин  $A, B, C, D$ , тобто  $a \in A, b \in B, c \in C, d \in D \subseteq U$ . Іншими словами, відображення представляє собою функцію  $M$ , визначену на множинах – універсумах  $A, B, C$  та приймаючу значення у множині  $D$ . При цьому функція  $M$  не пов'язує множини  $A, B, C, D$  аналітично, а є, як правило, логічною (алгоритмічною, лінгвістичною) формою відповідності кожному варіанту кортежа

(упорядкованого набору елементів  $a, b, c$ ) елементу  $d$ . Універсум  $U$  – універсальна множина  $U$ , яка складається із всіх елементів, які, в принципі, можуть брати участь у даній задачі або, більш широко, у задачах даного класу.

Декларативно-графічний опис та теоретико-множинні моделі надають можливість побудувати інфологічні моделі (ІМ) системи з описом потоків інформаційних елементів різної складності. При цьому слід виділяти, або статистично визначати такі показники як: достовірність, повноту, визначеність, безперервність інформації, що циркулює у системі. ДГО, ТММ та ІМ у сукупності являють собою концептуальну модель (КМ) системи, що досліджується.

Інфологічна модель – це відображення інформаційних можливостей, які можуть бути реалізовані у системі моніторингу та інформаційних потреб, необхідних для ефективного управління процесами доставки вантажів у відповідності з теоретико-множинною моделлю управління.

Концептуальна модель – множинне відображення цілей та задач моніторингу процесів доставки вантажів, як аналітичних і семантичних функцій моделі, на множині концептів – аргументів моделі, у термінах та виділених категоріях інформаційного моніторингу, виходячи із результатів ДГО, побудови теоретико-множинних і інфологічних моделей ОПД.

Концептуальна модель дозволяє уникнути «провалів», «розривів» в описі процесів з одного боку, та з іншого зменшити або взагалі усунути надлишковість у системному описі об'єкту дослідження – інформаційного моніторингу. Варто враховувати, що загальної (глобальної) моделі ІМ в принципі немає – намагання побудувати її показали, що це буде надто складною, громіздкою конструкцією, з якою неможливо працювати. Необхідно створювати окремі моделі, які відображають аспекти функціонування моніторингу. Наприклад: ДГО структури інформаційного моніторингу, процесуальна ТММ, теоретико-множинна модель ситуаційного управління, ІМ моніторингу процесу доставки вантажів тощо.

Наступний етап складається із створення логіко-семантичних моделей (ЛСМ) з використанням апаратів математичної логіки та семантичного аналізу. Ці моделі утворюють основу для побудови вузькопрофесійних баз знань, що є невід’ємною частиною системи прийняття рішення. Базы знань створюються окремо за сукупністю основоположних знань і окремо за фактографічними знаннями. Вищенаведені описи та моделі служать для реалізації програмно-конструкторського опису (ПКО) системи моніторингу на базі сучасних інформаційних технологій. Основною задачею ПКО є можливість проведення логіко-семантичних операцій з послідуочим проектним моделюванням системи інформаційного моніторингу.

Разом логіко-семантична модель і програмно-конструкторський опис являють логіко-лінгвістичну модель (ЛЛМ). Сукупність КМ та ЛЛМ надає можливість реалізувати узагальнену модель системи управління процесом доставки вантажів – проектну модель (ПМ) (рис. 3.1).

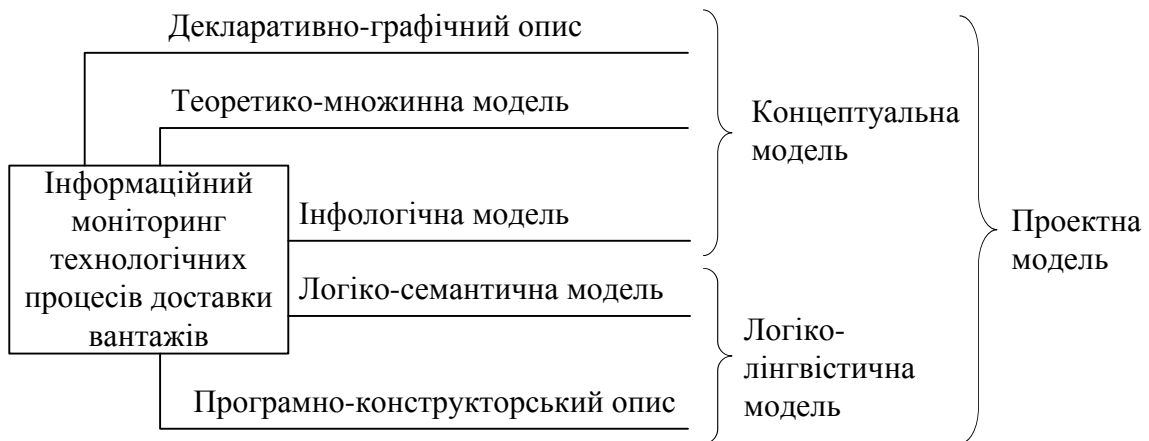


Рисунок 3.1 – Структура досліджень ОПД, інформаційного моніторингу процесів доставки вантажів із застосуванням методології концептуально-логічного відображення та проектного моделювання складних транспортних організаційно-технічних систем

В силу об’єктивних умов транспортна система та її підсистеми являють собою, в ряді випадків, нечіткі множини; крім того, ці системи нестационарні

з недетермінованими об'єктами, на які впливає значна кількість факторів, у т.ч. природного характеру. В автоматизованих системах утворюються нечіткі бази даних на підставі не завжди достовірної, повної та своєчасної інформації, в обробці якої приймає участь людина.

Аналіз науково-технічної літератури показав, що питання формування термінологічної системи транспортних процесів на значному проміжку часу практично не розглядалися дослідниками. Які або, знаючи, що синтез термінології є досить складною й невдячною роботою, або ігноруючи проблему «усе саме налагодиться» не приділяли належну увагу назрілому питанню практики з 60-х років минулого сторіччя. Разом з тим за минулий час перед транспортною інфраструктурою були поставлені й багато в чому вирішені проблеми логістики, інтелектуалізації інформаційного забезпечення транспортних процесів, мультимодальних перевезень вантажів, використання сучасних інформаційних технологій на основі супутникових навігаційних систем і ін. Змінилася концепція реалізації транспортних послуг: від вимоги про необхідність ефективного транспортного забезпечення тільки перевезення вантажів до вимоги забезпечення логістичних послуг («точно у час» та «від воріт до воріт»). У зв'язку з цим виникає потреба в управлінні технологічними процесами і на залізниці, що дозволить реалізовувати стратегію ефективного використання ресурсів та забезпечити надання якісної транспортної послуги. Усе це викликає й зміни застосовуваної термінологічної системи на основі якої відбуваються комунікаційні процеси між дослідженнями (розробниками) і практиками (експлуатантами) у такій області предметної діяльності (ОПД), як управління перевезення вантажів. Крім того, у комунікаційні процеси вклинюються різні інформаційно-аналітичні системи реалізовані на сучасній обчислювальній техніці, тобто питання «поняття» один одного ще більш ускладнюється.

Як правило, при зміні концепцій змінюються (з'являються, уточнюються) нові терміни понятійного апарата дослідження, розробки й впровадження більш досконалої методики. Виходячи з вищенаведеного, у

першу чергу, доцільно поряд з поняттям терміну «мультимодальні перевезення» застосовувати термін більш багатий семантикою ОПД. Доцільно говорити про «мультимодальну доставку вантажів» – це розширює область предметної діяльності, робить її більш реальною, адекватною природною реалізацією процесів. До наведеної у розділі 1 термінології додано поняття та визначення, що застосовуються у методології концептуально-логічного відображення та проектного моделювання.

Дамо варіант більш формального визначення терміну «мультимодальна доставка вантажів».

Визначення 1. Мультимодальною доставкою вантажів (МДВ) називається процес зміни просторового положення вантажів, що упорядкований за часом, як результат:

- застосування взаємозалежних транспортних операцій перевезення вантажів суміжними видами транспорту;
- впливу логіко-семантичних рішень по управлінню виконанням графіків доставки вантажів;
- реалізації процедур інформаційного забезпечення в СППР;
- здійснення дій з матеріально-ресурсним забезпеченням системи доставки вантажів;
- виконання організаційно-технічних заходів по підготовці та здійсненню транспортних операцій, прийняття рішень, інформаційних процедур та матеріально-ресурсних дій.

Розглянемо семантичне поняття терміну – «процес доставки вантажів». Визначення 1 акцентує увагу на мультимодальній доставці вантажів, але нас більше цікавить системний зміст терміну «процес». Тому дамо визначення терміну «процес доставки вантажів» (ПДВ), який повною мірою має право брати участь у розробці класифікаційної схеми понять ПДВ і термінів, що йому семантично підлегли.

Визначення 2. Процес доставки вантажів – послідовність дій транспортного характеру, що й забезпечує та/або спрямована на задоволення

заявки відправника вантажу й переміщення вантажу в часі й просторі відповідно до затвердженого графіка.

Визначення 3. Дія – одиниця поведінки людини (колективу людей), у якій відіграють роль мета й цілеспрямованість, а потім і спосіб досягнення мети [230].

Вихідною умовою оформлення дії є перетворювання відношення до реальності. Слід розрізняти наступні види дій: операція, вплив, рішення, процедура, реакція, праця, робота, рефлексія (відбиття). У цьому випадку в якості формальної логіко-математичної методології аналізу й синтезу ПДВ із високим ступенем ефективності можна застосовувати теорію діяльності, що примикає до теорії прийняття рішень.

Визначення 4. Операція технологічного процесу ДВ – закінчена, неподільна частина процесу доставки вантажу, що виконується на одному і тому ж робочому місці.

Операція триває визначений проміжок часу, який можна розділити на рівні/нерівні інтервали часу. Інтервали відокремлені один від одного контрольними часовими точками (КЧТ) –  $t_i$ . Оскільки КЧТ та вид операції визначають просторове положення об'єкту процесу доставки вантажу, то будемо використовувати термін: просторово-часова дислокація (ПЧД) об'єкта процесу доставки вантажу.

Визначення 5. Об'єктом ПДВ можуть бути: поїзд, вагон, вантаж (автомашина, морське судно, і ін.); вантажний контейнер; одиниця вантажу в індивідуальній упаковці (тарі). Тому що об'єкт являє собою форму єдиної, неподільної, точкової субстанції, то об'єктами можуть бути й склад вантажної станції; припортова залізнична колія; прикордонний перехід; приймач GPS/GALILEO та ін. Рамки об'єкта задаються виходячи з поставленої перед транспортною інформаційно-управляючою системою задачею.

Визначення 6. Суб'єктом ПДВ – є водійський (локомотивна бригада), диспетчерський, інженерно-технічний і управлінський персонал, що бере

участь у плануванні, моніторингу, керуванні, забезпеченні й фізичному впливі на об'єкти й інші суб'єкти процесу перевезень з метою виконання поставленого завдання – доставки вантажів.

Визначення 7. Транспортна інформаційно-управляюча система (ТІУС) – система, що здійснює всі операції по прогнозуванню потоку заявок на доставку вантажів, плануванню графіка доставки вантажів по призначенню, інформаційному моніторингу, контролю фактичного графіка доставки, оцінці ступеню відхилення фактичних значень КЧТ від планових, ведення баз даних та знань, розробці та видачі у вигляді рекомендацій управляючих дій у процесі прийняття рішень по коригуванню проблемних ситуацій, які виникають при доставці вантажів.

Визначення 8. Ситуація – сукупність станів системи й середовища в той самий момент часу [229].

Визначення 9. Проблемна ситуація (ПС) ТП доставки вантажів являє собою позаштатний стан об'єкта ПДВ, який, як правило, викликається подією, не передбаченою плановим графіком доставки вантажів.

Проблемні ситуації можуть виникнути в результаті того, що виникла транспортна подія (І – інцидент, СІ – серйозний інцидент, А – аварія, ТА – тяжка аварія), відсутні необхідні ресурси на виконання транспортної й інших операцій; відбулася перевантаженість припортової станції; тимчасово «закрилася» митниця й т.п. На осі часу, поряд з КЧТ окремих операцій зазначаються події процесів доставки вантажів. Протягом інтервалів часу виконання операцій стан об'єкту приймається постійним (незмінним). Хоча, строго кажучи, це не так. Наприклад: залізничний поїзд виконує транспортну роботу, витрачаючи енергетичні ресурси та витрачаючи свій технічний ресурс. Але на цьому етапі досліджень будемо вважати  $C_j = const$  на інтервалі реалізації операцій  $D_i$ , (рис. 3.2).

Визначення 10. Подією ПДВ називається дія (причина) планового або непланового характеру, прояв якої призводить до зміни стану того чи іншого об'єкту процесу (наслідок).

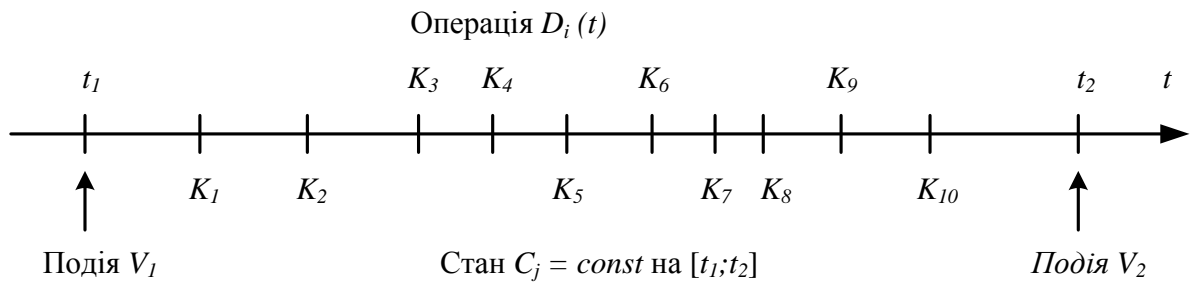


Рисунок 3.2 – Інтервал поточного часу  $t_1, t_2$ , на якому виконується операція  $D_i(t)$  та контролюються часові точки  $K_m$

Причинно-наслідковий зв'язок дозволяє прогнозувати хід розвитку процесу доставки вантажів. Але це складно виконати, якщо причиною є результат дії зовнішнього середовища – зовнішнього по відношенню до транспортної інформаційно-керуючої системи. Це можуть бути: кліматичні, екологічні та техногенні впливи середовища, акти незаконного втручання у транспортну діяльність, негативний вплив системи вищого рівня тощо.

Визначення 11. Стан об'єкта ТП ДВ визначається ресурсами, які надходять на вхід об'єкту (матеріальні, енергетичні, інформаційні, людські), переробка яких в умовах конкретного обсягу дозволяють одержати продукцію.

Не все ресурси, які надходять, призводять до наявності необхідної (планової) продукції. Відсутність узгодженості між транспортними підрозділами, видами транспорту при доставці вантажів, при надходженні ресурсів не тієї номенклатури або обмеженість потрібних ресурсів викликає знову ж появу проблемних ситуацій. Так, наприклад, відсутність такого матеріального ресурсу як необхідні вантажні фронти під'їзних колій морського порту призводить до проблемної ситуації «кинутих поїздів» тощо.

Послідовність операцій у ТП доставки вантажів залежить від багатьох факторів, як детермінованих, так і випадкових. При плануванні послідовність операцій однозначно відображає практику графіку ДВ. Це своєрідні сценарії просторово-часових дій. Специфіка цих сценаріїв полягає в тому, що інформація про завершення будь-якої операції процесу доставки вантажів надходить до диспетчерського центру значно пізніше моменту закінчення

операції. Для управління процесами доставки вантажів у режимі on-line (режимі реального часу) необхідно отримувати оперативну інформацію не тільки про закінчення операції, а й відслідковувати моменти контрольних часових точок посеред інтервалів часу виконання операцій –  $K_j$ . Саме тому, стоїть задача розробки, впровадження та використання інформаційного моніторингу (ІМ) процесів доставки вантажів для контролю просторово-часової дислокації об'єктів процесу, в першу чергу, вантажів.

Визначення 12. Сценарій – варіант можливої реалізації гіпотетичної логічної послідовності ситуацій ТП ДВ у вигляді декларативно-графічного опису, складений евристичним методом на основі експертного оцінювання.

Особливо слід зазначити, що сценарії ПДВ не є функціями часу, тобто послідовність ситуацій не впорядкована за часом (не працює часова вісь, не визначається часова тривалість ситуацій).

Аналіз ПДВ показав, що фактичне здійснення процесу унікально за своєю природою – немає двох реалізацій процесу, які повторювали б повністю один одного.

Визначення 13. Заявка на доставку вантажу – документ, що пропонує транспортній фірмі (логістичній організації) здійснити доставку вантажу обсягом  $V$  з пункту  $A$  в пункт  $B$ , що гарантує відповідну оплату робіт та додаткові (інші) умови доставки вантажу – Усд.

Заявка є підставою для планування дій щодо доставки вантажів – складання сценарію й графіка ДВ, організації транспортних, інформаційних, ресурсних і сервісних послуг.

Визначення 14. Етапом сценарію є послідовність дій, з вантажем на тому самому об'єкті й/або паралельно виконуваних з метою організації цих дій і які реалізуються на тому ж або на інших об'єктах системи доставки вантажів.

Наприклад, паралельно із транспортною операцією з переміщення вантажів практично безупинно виконуються інформаційні процедури формування, передачі й аналізу елементів інформації (моніторингу),

забезпечення ресурсами, дії з охорони праці, сервісні роботи. Після аналізу інформації, при необхідності, ухвалюються рішення з впливу на транспортні операції, як реакція на відхилення від графіку доставки вантажів. Виконуються рефлексивні дії з оцінювання проблемних ситуацій ДВ із метою знаходження виходу з ускладнень в умовах невизначеності й можливого ризику. Значна праця виконавців затрачається, навіть при використанні різних АРМів, на оформлення документації (проїзні, навантажувально/розвантажувальні, для перетинання кордонів, митні, складські, інформаційні для контрольно-пропускних пунктів тощо). Етапи сценаріїв вводяться для досягнення більшої адекватності моделей реальних процесів доставки вантажів. Таким чином, етапи являють собою одну або більше послідовностей ситуацій ПДВ, прив'язаних до певних об'єктів системи доставки вантажів.

Під процесуальними визначаються такі категорії, характеристики і параметри ПДВ:

- дії (операції, процедури тощо) процесів доставки вантажів;
- події ПДВ, що змінюють стан вантажів;
- стан вантажу у просторі і в часі;
- сценарії процесів доставки вантажів;
- об'єктні характеристики (місце знаходження та розміщення);
- суб'єктні характеристики (особи, що здійснюють управління ПДВ);
- часові параметри процесу доставки вантажу;
- інформаційні показники ПДВ.

Основою моніторингу процесів доставки вантажів є метод контролю моментів часу, в основному, початку і кінця технологічних операцій виконуваних з вантажем на залізничних станціях. Різні послідовності цих операцій у часі становлять реалізації ТП ДВ. Для повноцінного моніторингу підлягають контролю наступні часові параметри операцій (дій):

- моменти часу настання певних подій, що змінюють стан вантажів;

- інтервали часу виконання дій (операцій, процедур тощо);
- тимчасові допуски на моменти та інтервали часу ТП ДВ.

Почнемо конкретизувати процесуальні категорії та характеристики з часових параметрів.

1. Планова контрольна-часова точка –  $кчт_{i,н}^п(кС_m, С_m)$ ,  $кчт_{i,к}^п(кС_m, С_m)$ , де  $i$  – операція ТП доставки вантажів; індекс  $н$  означає початок  $i$ -ої операції; індекс  $к$  означає кінець  $i$ -ої операції, індекс  $п$  означає, що  $кчт$  визначається відповідно до плану доставки вантажу;  $кС_m$  – код станції,  $m = \overline{1, M}$ ; – назва залізничної станції.

2. Фактична  $кчт$  –  $кчт_{i,н}^ф(кС_m, С_m)$ ,  $кчт_{i,к}^ф(кС_m, С_m)$ , де індекс  $ф$  означає, що значення параметра – це момент часу при контролі фактичного стану (положення) вантажу.

3. Тимчасові допуски для планових значень  $кчт$  –  $\Delta кчт_{i,н}^п(кС_m, С_m)$ ,  $\Delta кчт_{i,к}^п(кС_m, С_m)$ . Як правило, вони рівні один одному, але можуть бути і не рівними.

4. Тимчасові допуски для фактичних значень  $кчт$  –  $\Delta кчт_{i,н}^ф(кС_m, С_m)$ ,  $\Delta кчт_{i,к}^ф(кС_m, С_m)$ . З приводу їх рівності, аналогічно п. 3.

5. Ситуаційна  $кчт$  –  $скчт_{i,j}^п(кС_m, С_m)$ . Ситуаційна контрольна-часова точка  $i$ -ої операції плану доставки вантажу контролюється після призначення процедури присвоєння статусу ситуації (передкритична, критична, надкритична),  $j = \overline{1, N}$ .

6. Фактичне значення ситуаційної  $кчт$   $i$ -ої операції доставки вантажу  $кчт_{i,н}^ф(кС_m, С_m) < скчт_{i,j}^ф(кС_m, С_m) < кчт_{i,к}^ф(кС_m, С_m)$ .

7. Тимчасовий допуск для планових значень  $скчт$  –  $\Delta скчт_{i,j}^п(кС_m, С_m)$ .

Зазвичай  $\Delta скчт_{i,j}^п < \Delta кчт_{i,н}^п < (\Delta квт_{i,к}^п)$ .

8. Тимчасової допуск для фактичних значень СКЧТ –  $\Delta \text{СКЧТ}_{i,j}^{\Phi} (K C_m \cdot C_m)$ .

Буває, що  $\Delta \text{СКЧТ}_{i,j}^{\Phi} \neq \Delta \text{СКЧТ}_{i,j}^{\Pi}$ .

9. Відхилення фактичного значення КЧТ від планового значення  $\delta_{i,n}(\delta_{i,k})$ :

$$\delta_{i,n}(K C_m \cdot C_m) = \left( \text{КВТ}_{i,n}^{\Phi} \pm \Delta \text{КВТ}_{i,n}^{\Phi} \right) - \left( \text{КВТ}_{i,n}^{\Pi} \pm \Delta \text{КВТ}_{i,n}^{\Pi} \right);$$

$$\delta_{i,k}(K C_m \cdot C_m) = \left( \text{КВТ}_{i,k}^{\Phi} \pm \Delta \text{КВТ}_{i,k}^{\Phi} \right) - \left( \text{КВТ}_{i,k}^{\Pi} \pm \Delta \text{КВТ}_{i,k}^{\Pi} \right).$$

10. Допустиме відхилення фактичного значення КЧТ від планового значення  $\delta_{i,n}^{\Delta}(\delta_{i,k}^{\Delta})$ . Якщо  $\delta_{i,n}(\delta_{i,k}) \leq \delta_{i,n}^{\Delta}(\delta_{i,k}^{\Delta})$ , то перевизначається:

$$\text{КЧТ}_{i,n}^{\Phi} = \text{КЧТ}_{i,n}^{\Pi} \quad \& \quad \text{КЧТ}_{i,k}^{\Phi} = \text{КЧТ}_{i,k}^{\Pi}.$$

11. Передкритичне відхилення фактичного значення КЧТ від планового –  $\delta_{i,n}^{\text{ПК}}(\delta_{i,k}^{\text{ПК}})$ .

12. Критичне відхилення фактичного значення КЧТ від планового –  $\delta_{i,n}^{\text{К}}(\delta_{i,k}^{\text{К}})$ .

13. Надкритичне відхилення фактичного значення КЧТ від планового –  $\delta_{i,n}^{\text{СК}}(\delta_{i,k}^{\text{СК}})$ .

14. Момент часу початку і-ої операції згідно з плановим графіком доставки вантажу –  $t_{n,i}^{\Pi}(K C_m \cdot C_m)$ .

15. Момент часу кінця і-ої операції згідно з плановим графіком доставки вантажу –  $t_{k,i}^{\Pi}(K C_m \cdot C_m)$ .

16. Нормативний інтервал часу виконання і-ої операції –  $\tau_i^{\text{H}}(K C_m \cdot C_m)$ .

17. Плановий інтервал часу виконання і-ої операції –  $\tau_i^{\Pi}(K C_m \cdot C_m)$ .

18. Фактичний інтервал часу виконання і-ої операції –  $\tau_i^{\Phi}(K C_m \cdot C_m)$ .

19. Фактичний момент часу початку (кінця) і-ої операції –  $t_{n,i}^{\Phi}(t_{k,i}^{\Phi})$ .

20. Тимчасові допуски на момент початку (кінця)  $i$ -ої операції згідно з плановим графіком доставки вантажів –  $\Delta t_{H,i}^{\Pi}(\Delta t_{K,i}^{\Pi})$ .

21. Тимчасові допуски на фактичний момент початку (кінця)  $i$ -ої операції –  $\Delta t_{H,i}^{\Phi}(\Delta t_{K,i}^{\Phi})$ .

22. Допуск на нормативний інтервал часу виконання  $i$ -ої операції –  $\Delta \tau_i^{\Pi}(KC_m \cdot C_m)$ .

23. Допуск на плановий інтервал часу виконання  $i$ -ї операції –  $\Delta \tau_i^{\Pi}(KC_m \cdot C_m)$ . Зазвичай, але для деяких залізничних станцій можуть і відрізнятися в ту чи іншу сторону.

24. Допуск на фактичний інтервал часу виконання  $i$ -ої операції –  $\Delta \tau_i^{\Phi}(KC_m \cdot C_m)$ .

Наведемо спрощений перелік просторових станів доставки вантажу:

1. Стан руху в просторі –  $D_1$ ;
2. Стан зберігання (очікування) –  $D_2$ ;
3. Навантаження (переміщення всередині кола радіусом не більше 25 м) –  $D_3$ ;
4. Розвантаження (переміщення всередині кола радіусом не більше 25 м) –  $D_4$ ;
5. Упаковка в тару (переміщення всередині кола радіусом не більше 5 м) –  $D_5$ ;
6. Розпакування (переміщення всередині кола радіусом не більше 5 м) –  $D_6$ .

Перелік операцій ( $Op_i$ ) процесів доставки вантажу слід розглядати в сукупності з подіями ( $Пд_j$ ) ПДВ, тому що початок операції означає подію і навпаки – подія означає зміну стану ( $Ст_k$ ) вантажу (вагона, поїзда) в контексті початку операції процесу доставки вантажу.

Транспортування вантажу –  $Op_1$       Відправлення –  $Пд_1$

Очікування – Оп <sub>2</sub>	Прибуття – Пд <sub>2</sub>
Формування – Оп <sub>3</sub>	Початок формування – Пд <sub>3</sub>
Розформування – Оп <sub>4</sub>	Початок розформування – Пд <sub>4</sub>
Прийом вантажу – Оп <sub>5</sub>	Початок прийому – Пд <sub>5</sub>
Здача вантажу – Оп <sub>6</sub>	Початок здачі – Пд <sub>6</sub>
Митний контроль – Оп <sub>7</sub>	Початок митного контролю – Пд <sub>7</sub>
Навантаження вантажу – Оп <sub>8</sub>	Початок навантаження вантажу – Пд <sub>8</sub>
Розвантаження вантажу – Оп <sub>9</sub>	Початок розвантаження вантажу – Пд <sub>9</sub>

Номенклатура об'єктів і суб'єктів сценарного відображення ТП ДВ являє собою близько 35...40 множин, що містять формалізовані елементи, які у свою чергу є теж множинами. Теоретико-множинну модель [163] процесу доставки на підставі вищенаведених гіпотез уявляємо у вигляді:

$$M(KC_m, C_m): KCT^{\Pi} \times KCT^{\Phi} \times \Delta KCT \times UB \times T \rightarrow S(P_{дг}) \times T,$$

де:  $KCT^{\Pi}$  – множина планових значень контрольно-часових точок призначених за нормативним графіком доставки вантажів;

$KCT^{\Phi}$  – множина фактичних значень контрольно-часових точок;

$\Delta KCT$  – множина значень розбіжностей планових і фактичних КЧТ;

$\Delta KCT = \{ \delta_{i,n}^d, \delta_{i,k}^d, 1,25 \delta_{i,n}^d, 1,25 \delta_{i,k}^d, 2 \delta_{i,n}^d, 2 \delta_{i,k}^d \}$ ;

$UB$  – множина управляючих впливів щодо усунення розбіжностей між плановими та фактичними контрольно-часовими точками;

$T$  – множина значень реального часу;

$S(P_{дг}) = \{ S_{ст}, S_{пк}, S_k, S_{ск} \}$  множина ситуацій процесів доставки вантажів

$P_{дг}$ ;

$KC_m$  – множина кодів залізничних станцій;

$C_m$  – множина залізничних станцій відповідних кодам.

Концепти моделі  $M(KC_m, C_m)$  мають, в свою чергу, власні моделі.

Інформаційний моніторинг є невід'ємною частиною транспортної інформаційно системи. Ціллю ІМ є безперервне або дискретне формування представницької (репрезентативної) інформації, як мінімум, про просторово-

часову дислокацію виділених об'єктів, що беруть участь у процесі доставки вантажу. Задачі інформаційного моніторингу:

- формування первинної інформації про ПЧД об'єктів ТП ДВ у вигляді інформаційних елементів визначеного об'єму;
- зберігання інформації на пристроях типу «чорний ящик», впорядковано за часом;
- передача інформаційних елементів у режимі реального часу (безперервно і/або по запити);
- передача масиву інформаційних елементів у пакетному режимі;
- первинна обробка інформації з метою перевірки відповідності.

У зв'язку з цим надано наступне визначення терміну моніторинг:

Визначення 15. Інформаційний моніторинг процесів доставки вантажів представляє транспортну інформаційну систему, яка здійснює формування, передачу, збір, зберігання та первинну обробку інформаційних елементів, що характеризують просторово-часову дислокацію вантажів.

### **3.2 Декларативно-графічний опис програмно-технічного комплексу управління технологічними процесами доставки вантажів**

Складною проблемою управління технологічними процесами на залізниці є своєчасне визначення можливих відхилень функціонування об'єктів, якими управляє диспетчерські служби та прийняття заходів із зменшення можливих втрат. Відхилення від нормативного часу визначаються постійним моніторингом відповідності фактичній ситуації та часу операції нормативним, що передбачає технологія перевезення. В цілому інформаційний моніторинг є складною організаційно-технічною системою, дослідження якої ускладнено різноплановістю та багатofакторністю проблем, відсутністю прийнятних моделей, високою вартістю робіт та витрат при реалізації системи «в сліпу», значними затратами часового ресурсу при реалізації системи на практиці, вирішенням проблем створення ІМ методом

«проб та помилок» тощо. Намагання вирішити складну інформаційну задачу на основі традиційних ентропійних моделей не приводять до очікуваних результатів. Також неспроможними виявилися моделі, побудовані з використанням диференціальних та інтегральних рівнянь, моделі систем масового обслуговування.

Слідуючи класиці системного підходу можна представити ТМ ДВ у вигляді загальної (повної) системи  $S$ , у якій ідентифікується сім підсистем із врахуванням їх інтерфейсних зв'язків [230]:

$S_1$  – реалізації множини транспортно-логістичних робіт з ДВ;

$S_2$  – виробничо-диспетчерського забезпечення процесів з ДВ;

$S_3$  – державного контрольно-наглядового моніторингу реалізації процесів з ДВ;

$S_4$  – нормативно-правового забезпечення діяльності операторів ДВ;

$S_5$  – законодавчої бази здійснення процесів ДВ;

$S_6$  – розробки науково-методологічних основ та навчально-кваліфікаційних програм підготовки спеціалістів з ДВ;

$S_7$  – інформаційного забезпечення функціонування всіх підсистем та системи в цілому.

Структура взаємодії підсистем при використанні методології концептуально-логічного проектування з ДВ показана на рис. 3.3. Особливий інтерес представляє функціонування трьох підсистем  $S_1$ ,  $S_2$  та  $S_7$  з урахуванням їх інтерфейсних зв'язків. Ці підсистеми виконують реальні процеси МДВ з відповідним виробничо-диспетчерським, матеріально-технічним та інформаційним забезпеченням. Виділимо їх в окрему систему фактичної реалізації (СФР) мультимодальної доставки вантажів (рис. 3.4). Дамо узагальнений перелік функцій  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_7$ . До підсистеми  $S_1$  входять функціональні компоненти (ФК), які виконують наступні задачі по підготовці та здійсненню робіт по МДВ (табл. 3.1). Аналогічно по підсистемам  $S_2$ ,  $S_7$  (табл. 3.1).



Рисунок 3.3 – Структура організаційно-технічною системою управління ТП ДВ

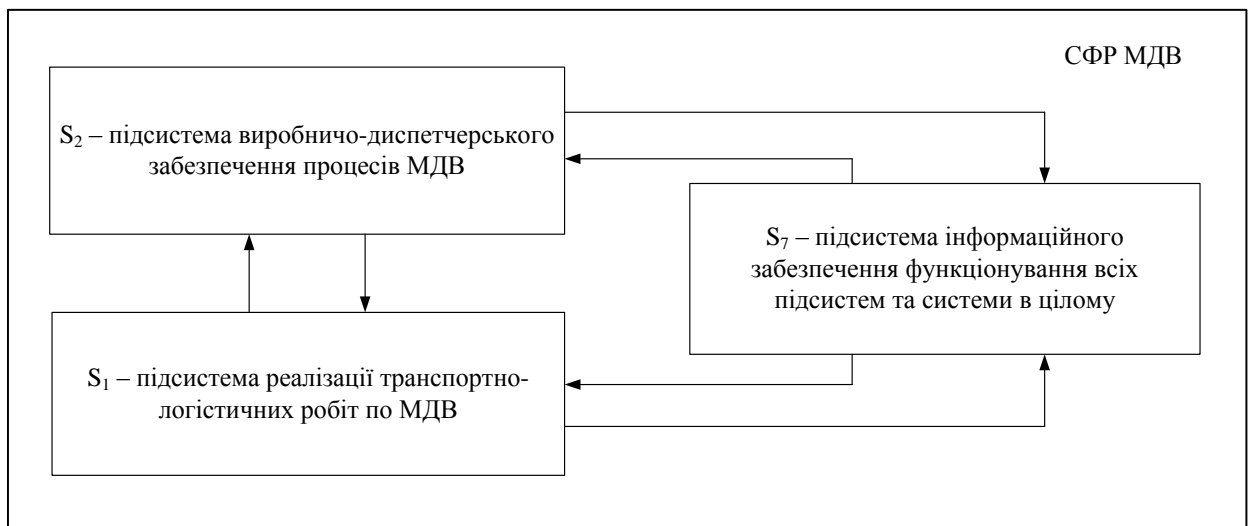


Рисунок 3.4 – Структура системи фактичної реалізації ДВ

Таблиця 3.1 – Перелік задач, що вирішуються функціональними компонентами підсистем системи мультимодальної доставки вантажів

Підсистема, функціональна компонента	Функціональна задача, що вирішується
$S_1; F_{1,1}$	Перевезення вантажів окремим і/або суміжними видами транспорту
$S_1; F_{1,2}$	Підготовка й здійснення робіт на складах (відправників і одержувачів вантажів, транспортних організацій, прикордонних і митних терміналів, промислових підприємств)
$S_2; F_{2,1}$	Оперативна диспетчеризація транспортних операцій по перевезенню вантажів
$S_2; F_{2,2}$	Контроль у реальному режимі часу графіка доставки вантажів за даними моніторингу
$S_2; F_{2,3}$	Прийняття логіко-семантичних рішень по керуванню транспортними операціями і контроль над реалізацією
$S_2; F_{2,4}$	Прийняття логіко-семантичних рішень по керуванню графіком процесів доставки вантажів при неузгодженості планових і фактичних значень тимчасових крапок
$S_2; F_{2,5}$	Середньодобове планування виробничої діяльності за наявними заявками на доставку вантажів
$S_2; F_{2,6}$	Довгострокове прогнозування обсягів і періодів стабільно-постійних відправників
$S_2; F_{2,7}$	Узгодження строків і обсягів вантажів у місцях стикування суміжних видів транспорту, при перетинанні границь і т.п.
$S_2; F_{2,8}$	Контроль над наявністю парку рухомих транспортних засобів і за витратою матеріально-технічних ресурсів і своєчасне їхнє поповнення
$S_7; F_{7,1}$	Інформаційний моніторинг ТП на основі супутникових радіонавігаційних систем і мобільному зв'язку
$S_7; F_{7,2}$	Попередня оцінка поточних даних про тимчасові показники графіка доставки вантажів і видача інформації про істотні невідповідності відхилення від планових значень контрольних точок
$S_7; F_{7,3}$	Інформаційна підтримка прийняття логіко-семантичних рішень по керуванню ТП ДВ із використанням баз знань
$S_7; F_{7,4}$	Формалізація даних про виконані сценарії й проблемні ситуації процесів ТП ДВ для інтелектуалізації програмного забезпечення виконання ДВ.

Наступну деталізацію структур функціональних компонентів  $F_{i,j}$ , можна здійснити шляхом декомпозиції компонентів на системні елементи  $R_{i,j,k}$  елементарні операції, що реалізують, процедури, дії та заходи, які виконують відповідні завдання як складові частини перерахованих функціональних завдань. Така деталізація необхідна при постановці завдань і створенні апаратно-програмного комплексу транспортних інформаційних керуючих систем (ТІУС).

### **3.3 Ідентифікація сценаріїв технологічних процесів доставки вантажів**

Управління технологіями у процесах перевезення вантажів передбачає функціонування технологічного забезпечення режиму оперативної роботи підрозділів відповідно встановленим нормативам. Один з нових нормативних документів, що запропоновану у роботі, є Технологія ДВ, яка є основою договору на перевезення між залізницею та клієнтом та містить часові характеристик етапів перевезення. Часові характеристики є нормою технологічних процесів, за якими здійснюється диспетчерське управління ДВ.

Дотримання встановлених часових параметрів договору між учасниками ланцюгів постачань є основою організації процесів доставки. Також у такому аспекті є актуальним складання та контролінг виконання контактних графіків [171], що можливо використовувати для взаємодії всіх учасників перевезення, в т.ч. різних видів транспорту, контролюючих органів та отримувачів послуги.

Метод складання контрольних-часових точок (КЧТ) [82, 88] дозволяє встановити графікові точки знаходження вантажу на шляху прямування як на залізниці, так і при передачі вантажу на інші види транспорту, на місця зберігання, тощо. Такий метод дозволяє визначити КЧТ також на місцях стикування у контактних графіках, технологія доставки відповідно якої він

складається, є предметом Договору між отримувачем послуги та організатором SCM. Слід враховувати, що визначення КТЧ з урахуванням практичного досвіду, знань про можливі часові відхилення від нормативів означає мінімізацію витрат за порушення термінів доставки.

При розробці технології та графіку її виконання, а особливо при встановленні КТЧ на стиках, при контакті різних видів транспорту, необхідно враховувати умови невизначеності та наявності багатьох варіантів здійснення подій, зміни їх послідовності, що супроводжують та впливають на процеси доставки вантажів. Ці фактори здійснюють вплив на ситуацію ( $S$ ) з доставкою вантажу. Варіанти можливої гіпотетичної логічної послідовності ситуацій складаються у сценарії, які складаються на основі нормативів та експертного оцінювання [171].

При формалізації знань необхідно абстрагуватись від класичних визначень, таких, як сортувальна або вантажна, технічна, дільнична, тупикова станція, залізничний вузол, розвинений залізничний вузол і т.ін. Та й у реальному житті не існує сортувальної станції без якоїсь вантажної роботи і навпаки. Крім того, опис процесів, що надається при розробці систем працюючими, має суб'єктивний характер і часто не відображає суті подій, що відбуваються в дійсності [125].

З іншого боку існують уніфіковані мови моделювання для проектування автоматизованих систем, що оперують такими поняттями, як категорії об'єктів, діаграми класів, станів, послідовності, діяльності, компонентів, відношень між властивостями тощо [38]. Ці поняття дозволяють формалізувати технологічні процеси, привести до однотипних представлень основних об'єктів транспорту та наглядно показати їх взаємодію (рис. 3.5).

Технологія, або сценарій, послідовності станів чи операцій характеризується побудовою графічного представлення орієнтованого на

візуалізацію та формалізацію процесу, в т.ч. засобами UML [38] для послідуочого накладання на часову вісь.

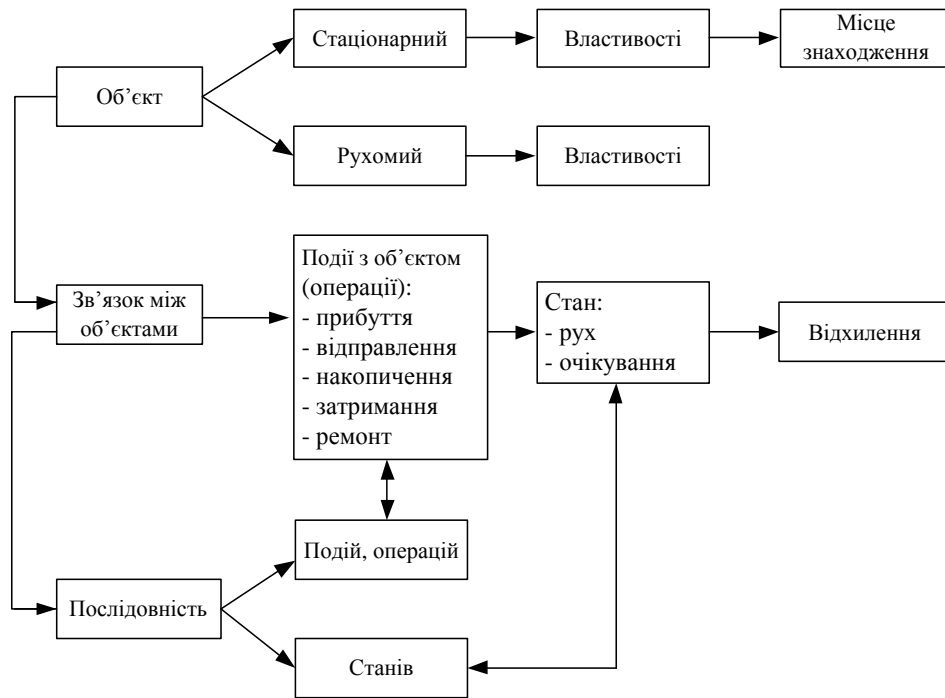


Рисунок 3.5 – Категорії уявлень для складання діаграм класів, станів, послідовностей виконання операцій

Для визначення КЧТ моделюються процеси доставки, в якості концептів моделі використовуються сценарії та можливі відхилення КЧТ від плану. На етапі побудови теоретико-множинної моделі [171] треба враховувати, що метамодель технологічного процесу являє собою композицію моделей: моделі процесу, цілей та моделі ризиків. У рамках зазначеної проблеми метамодель  $M_1:Op$  надамо у вигляді відображення (3.1), маючи на увазі, що всі концепти, які входять до складу моделі є множинами.

Логіко-семантична модель представлення визначення часу у ТП ДВ:

$$M_1:Op \times Об \times Пд \times Сц \times Ст \rightarrow КЧТ^П \quad (3.1)$$

де: Оп – множина операцій ПДВ;

Об – множина стаціонарних об'єктів (залізничних колій і споруд);

$P_d$  – множина суб'єктів управляючих і приймаючих рішення по ПДВ;

$S_c$  – множина сценаріїв процесів доставки вантажів;

$S_t$  – множина просторових станів вантажів.

Наступний рівень розкриття моделі (3.1) має наступний вигляд:

$$M_2: O_p \times S \times D \times t_n \rightarrow S_c ;$$

$$M_3: O_b \times \Delta T \times T \rightarrow O_p \times T ;$$

$$M_4: D \times O_p \times I \rightarrow S_t ,$$

де:  $S$  – множина ситуацій ПДВ;

$D$  – множина подій процесу доставки вантажів;

$\Delta T$  – множина інтервалів часу виконання операцій ПДВ.

$t_n$  – множина інтервалів часу між подіями

$$t_n = t_i \pm \Delta t_i^n$$

$\Delta t_i^n$  – середні (прогнози) відхилення від нормативного часу.

Кожний концепт моделі  $M_i$  є або складовим показником, який має власну модель, або первинним параметром (аксіоматичним) – категорією даного процесу [88]. Перелік операцій ( $O_{p_i}$ ) процесів доставки вантажу слід розглядати в сукупності з подіями ( $P_{d_j}$ ), тому що початок операції означає подію і навпаки – подія означає зміну стану ( $S_{t_k}$ ) вантажу (вагона, поїзда) в контексті початку операції процесу доставки вантажу.

Одним з концептів моделі процесу доставки є сценарій подій з вантажем. Сценарії описують можливі варіанти послідовності подій та вміщують компоненти: події з вантажем та його стан, та, можливі відхилення у часі при здійсненні подій. Концепти сценаріїв:

Вантаж – партія товару –  $P_t$ .

Події процесу (з вантажем) –  $D_i$ .

Середні (статистичні) відхилення від нормативів з БЗ –  $\Delta t_i^n$ .

Об'єкти переробки вагону з вантажем (партії товару) –  $O_b$ .

У подальшому необхідно враховувати, що події, стан вантажу, відхилення від нормативів являють собою нечіткі підмножини, тому що їх наявність, кількість залежить від умов експлуатаційної роботи, середні прогнози відхилення – від попередньо отриманої інформації, що змінюється.

Сценарії з доставки вантажу складаються на події, що відбуваються:

1. на (сортувальній, дільничній), станції Сц-ст;
2. при прийомі від клієнта на залізницю (забирання), Сц-пр;
3. на дільниці між станціями, Сц-дл;
4. при передачі партії товару до клієнта (від залізниці) Сц-вд;
5. при взаємодії державних митних органів Сц-там;
6. при передаванні вантажу з залізниці на автотранспорт Сц-за;
7. при передаванні вантажу з автотранспорту на залізничний транспорт

Сц-зм.

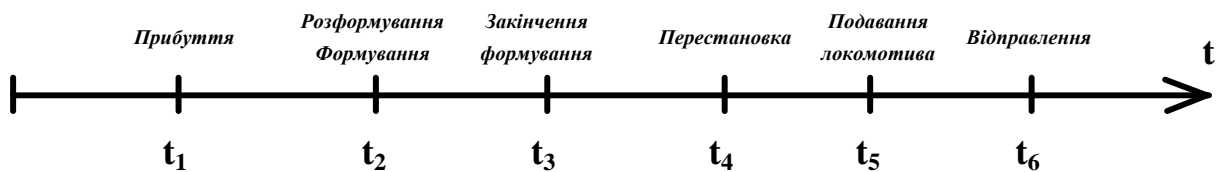


Рисунок 3.6 – Сценарій подій на (сортувальній) станції – Сц-ст

$$M_{\text{СЦ}}: \text{Пд}_n \times a \rightarrow \text{СЦ}_n$$

$$M_{\text{СЦ}}^2: \text{Пд}_i \times \Delta t_i^{\text{СЦ}} \times \Delta t_i^n \times T \rightarrow P$$

$$\text{СЦ}: \text{Пд}_1 \times \text{Пд}_2 \Delta t_1 \times \text{Пд}_3 \Delta t_2 \times \text{Пд}_4 \Delta t_3 \times \text{Пд}_5 \Delta t_4 \times \text{Пд}_6 \Delta t_5 \times \text{Пд}_7 \Delta t_6 \times \text{Пд}_8 \Delta t_7$$

Подія 1 – прибуття вантажу в момент  $t_1$ ,  $\text{Пд}_1$

Подія 2 – розформування в момент  $t_2$ ,  $\text{Пд}_2$

$$\Delta t_1 = t_2 - t_1 \text{ (} S_1 \text{ – в очікуванні розформування)}$$

Подія 3 – формування в момент  $t_3$ ,  $\text{Пд}_3$

$$\Delta t_2 = t_3 - t_2 \text{ (} S_2 \text{ – під накопиченням)}$$

Подія 4 – перестановка вагону на відправлення в момент  $t_4$ ,  $\text{Пд}_4$

$$\Delta t_3 = t_4 - t_3 \text{ (} S_3 \text{ – очікування при формуванні)}$$

Подія 5 – подача локомотива під состав в момент  $t_5$ , Пд<sub>5</sub>

$$\Delta t_4 = t_5 - t_4 \text{ (} S_4 \text{ – очікування подачі локомотива)}$$

Подія 6 – відправлення вантажу в момент  $t_6$ , Пд<sub>6</sub>

$$\Delta t_5 = t_6 - t_5 \text{ (} S_5 \text{ – очікування відправлення сформованого поїзду)}$$

Інтервал між подіями  $\Delta t_n$ , що включає в себе як встановлені технологічним процесом норми часу –  $t_i$ , так і відхилення  $\Delta t_i^n$  від норм, що не передбачені ГДВ. Вони можуть виникати в будь-який момент процесу доставки від  $t_1$  до  $t_6$ . Сукупність таких подій утворюють умови невизначеності, вплив яких на процес перевезення необхідно враховувати. Таким чином, кожному подію «супроводжують» концепти моделі – стан очікування та прогнозне відхилення від нормативного часу очікування наступної події. Цією інформацією доповнена БД АСК ВП УЗ-Є нормами виконання технологічних операцій, відхиленнями від норми (гр. 2 та гр. 4 табл. 3.2) та візуалізовано диспетчерському апарату.

Таблиця 3.2 – Склад даних про час здійснення подій

	Нормативний час тех. операцій $t_i$	$T$ факт.	$\Delta t$
1	2	3	4
Прибуття	–	20:02	–
Розформування	25 хв.	40 хв.	15 хв.
Формування	8 год. 50 хв.	10 год. 15 хв.	1 год. 25 хв.
Перестановка вагону з вантажем на відправлення	30 хв.	27 хв.	–3 хв.
Подача локомотива	40 хв.	1 год. 20 хв.	40 хв.
Відправлення вантажу	20 хв.	35 хв.	15 хв.

Можливі сценарії Сц на множині Об – (стаціонарні об'єкти) містять різні комбінації подій –  $D$ , сценарії подій на станції та на ділянках між станціями можливо описати єдиним набором подій, наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Перелік подій для складання сценаріїв процесу доставки

Події з об'єктом	СЦ 1	СЦ 2	...	СЦ-ст N
1. Прибуття Пд <sub>1</sub>	×	×		×
2. Розформування Пд <sub>2</sub>		×		×
3. Формування Пд <sub>3</sub>		×		×
4. Перестановка вагону з вантажем на відправлення Пд <sub>4</sub>				×
5. Подача локомотива Пд <sub>5</sub>				×
6. Відправлення вантажу Пд <sub>6</sub>	×	×		×
7. Початок затримки вагона з вини клієнта Пд <sub>7</sub>				×
8. Кінець затримки вагона Пд <sub>8</sub>				×

Сценарії Сц-спр , або Сц-свд містять дані, наведені у табл. 3.4.

При прогнозуванні часових характеристик ситуацій сценаріїв ТП ДВ перетворюються в план-графік або в плановану реалізацію процесу доставки вантажів. Приклад такого план-графіку наведений на рис. 3.7.

Сценарії, що описують варіанти події та відхилень від технологічної норми при передачі-прийомі вантажу від клієнта містять значну кількість подій, пов'язаних з юридичними, фінансовими та інформаційними супроводженням умов Договору на доставку вантажу.

Таблиця 3.4 – Перелік подій для складання сценаріїв процесу доставки

Сц-спр Сц-свд	СЦ 1	СЦ 2	...	Сц-стпр N
.....	×	×		
повідомлення про закінчення вантажних операцій Пд <sub>9</sub>	×			×
початок акту про затримку забирання з вини клієнта Пд <sub>10</sub>	×			×
кінець акту про затримку забирання з вини клієнта Пд <sub>11</sub>	×			×
.....	×	×		

	Перелік робочих операцій	Тривалість виконання операцій у часі					
		$t_1$	$t_2$	$t_3$	...	$t_{13}$	$t_{14}$
1	Надходження заявки на порожні вагони від клієнта-відправника вантажу	■					
2	Подача порожніх вагонів на під'їзні шляхи клієнта-відправника вантажу		■				
3	Завантаження вагонів на під'їзному шляху клієнта-відправника вантажу			■			
	...						
13	Накопичення вагонів на станції приймання і формування поїзда						■
14	Знаходження вагонів у поїзді до відправлення новому клієнту-відправнику вантажу						■
	Загальний час, $t_{ij}$	■					

Рисунок 3.7 – План-графік виконання технологічних операцій з визначеними КЧТ

Алгоритм, що генерує множину сценаріїв  $S_c$  можливих подій  $D$  з вантажем  $P_t$  у вагоні, як партії товару. Моделювання сценаріїв з урахуванням часу здійснення подій, та можливими відхиленнями від технологічних норм дозволяє визначити прогностичні КЧТ для складання умов договору на доставку вантажу, наближених до реальних експлуатаційної роботи залізниці, зокрема.

Наведений алгоритм (рис. 3.8) генерування можливих сценаріїв подій з вантажем у вагоні та розрахунку КЧТ визначених подій враховує дані  $TABL [k,5]$  бази даних АСК ВП УЗ-Є про відхилення  $\Delta t_j$  відхилення від норм виконання операцій, що супроводжували доставку вантажу.

Можна стверджувати, що встановлення часових параметрів договору між учасниками перевезення вантажу, розробка технології та графіку ДВ є основою для нормування ТП з урахуванням поточних умов експлуатаційної роботи залізниці та ефективного використання рухомого складу. В той же час дотримання нормативів ТП перевезення покращує якість послуги, яка

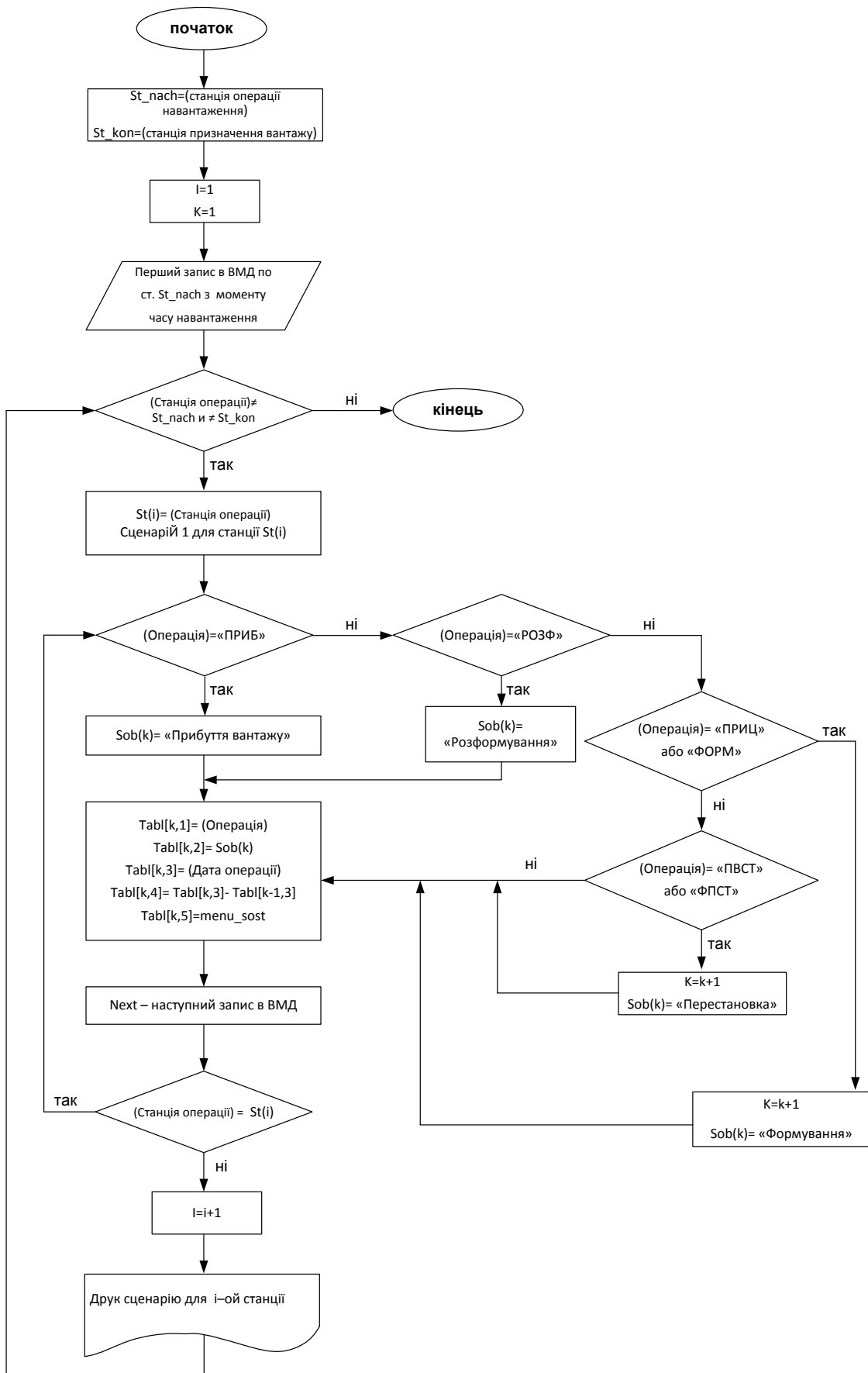


Рисунок 3.8 – Блок-схема генерування сценаріїв подій на станціях та визначення КЧТ

Таблиця 3.5 – Дані АСК ВП УЗ-Є про фактичний час здійснення подій.

## Станція 37006-Львів

Операції з ВМД	Подія	Дата і час події	$\Delta t_j$	Стан ( $S$ )
ПРИБ	Прибуття вантажу	12.042016 6:20		
РАСФ	Розформування вантажу	12.042016 8:35	2:15	В очікуванні розформування
ПВСТ	Перестановка	12.04.2016 13:24	4:49	Очікування при підформування
ПРИЦ	Формування	12.04.2016 13:24	0:00	–
РАСФ	Розформування вантажу	12.04.2016 13:30	0:06	Очікування формування
ФОРМ	Формування	12.04.2016 21:54	8:24	Очікування формування
РАСФ	Розформування вантажу	12.04.2016 22:12	0:18	Очікування формування
ФОРМ	Формування	13.04.2016 4:51	6:39	Очікування формування
ОТПР	Відправлення вантажу	13.04.2016 7:47	3:56	Очікування відправлення сформованого поїзду

Таблиця 3.6 – Дані АСК ВП УЗ-Є про фактичний час здійснення подій.

## Станція 411102-Чорноліська

Операції з ВМД	Подія	Дата і час події	$\Delta t_j$	Стан
ПРИБ	Прибуття вантажу	14.042016 0:14		В очікуванні розформування
ОТПР	Відправлення вантажу	14.042016 0:50	0:36	Очікування відправлення сформованого поїзду
...	....			

надається клієнту, за кошти якого здійснюється технологічний процес. Дотримання «часових» зобов'язань залежить від адекватності моделі процесу, що відбувається реально. Такий концепт моделі як «сценарій» процесів доставки вантажів, що в свою чергу включає концепти – ситуації, подій, відхилення від норм, суттєво впливає на точність прогнозу КЧТ. Дані

про відхилення часу реального здійснення подій враховуються в моделі процесу доставки. Один з концептів моделі – середнє (прогнозне) відхилення від нормативів з бази знань системи АСК ВП УЗ-Є ( $\Delta t_i$ ) дозволяє врахувати вплив можливих факторів, в тому числі практичний досвід та умови реальної експлуатаційної роботи.

Реалізація диспетчерським апаратом можливостей управління технологією вимагає формалізації та автоматизації технологічних рішень. Вочевидь, управління ТП можливе лише при наявності інформації про майбутні події, у поточному часі здійснюється лише фіксація та аналіз подій. Участь диспетчерського апарату в ефективному використанні ресурсів передбачає наявність інформації у нього про розвиток експлуатаційних подій та можливі варіанти управлінського впливу на ситуацію. Прогноз розвитку експлуатаційних подій за основними етапами ТП ДВ, прогнозних даних про відхилення від плану здійснюється за допомогою ТММ, оцінки відхилень надаються диспетчеру у лінгвістичному вигляді.

Як наводилося вище, четвертий рівень розкриття моделі має наступне вигляд:

$$M_4: D \times O_p \times I \rightarrow S_t ,$$

де:  $S$  – множина ситуацій ПДВ;

$D$  – множина подій процесу доставки вантажів, Пд;

$\Delta T$  – множина інтервалів часу виконання операцій ПДВ;

$t_n$  – множина інтервалів часу між подіями.

$$t_n = t_i \pm \Delta t_i^n$$

$\Delta t_i^n$  – середні (прогносні) відхилення від нормативного часу, за даними  $\Delta KCT$  по подіях;

$I$  – множина інформаційних елементів, що формуються і використовуються в ТП доставки вантажів.

Інформація  $\Delta T$ ,  $t_n = t_i \pm \Delta t_i^n$ , про події з об'єктами управління (поїздами, вагонами та вантажами) накопичується в базі даних автоматизованої системи.

Наявність у БД (табл. 3.7) відомостей про реальний хід перевезення, відставання від прогнозних та нормативних контрольних-часових точок дозволить враховувати їх в наступних етапах.

Таблиця 3.7 – *Fakt\_Vagon\_Reis\_T3*

N_Vag	Kod_Stan...	Oper_vag...	T_Ktch	T_Oper_Norm	T_Oper_real	Delta_Norm	Delta_Fakt	Delta	Delta_Ktch
54754395	467201	1	2017-05-01 06:50:...	2017-05-01 07:03:...	2017-05-01 07:21:...	NULL	0,18	NULL	0,31
54754395	467201	311	NULL	2017-05-01 07:13:...	2017-05-01 07:40:...	0,1	0,19	0,09	NULL
54754395	467201	312	NULL	2017-05-01 07:33:...	2017-05-01 08:15:...	0,2	0,35	0,15	NULL
54754395	467201	300	NULL	2017-05-01 07:15:...	2017-05-01 08:00:...	0,1	0,39	0,29	NULL
54754395	467201	301	NULL	2017-05-01 07:35:...	2017-05-01 08:40:...	0,2	0,4	0,2	NULL
54754395	467201	313	NULL	2017-05-01 08:00:...	2017-05-01 08:45:...	0,25	0,25	0	NULL
54754395	467201	4	NULL	2017-05-01 08:15:...	2017-05-01 09:10:...	0,15	0,3	0,15	NULL
54754395	467201	314	NULL	2017-05-01 08:30:...	2017-05-01 09:40:...	0,15	0,5	0,35	NULL
54754395	467201	315	NULL	2017-05-01 10:00:...	2017-05-01 10:30:...	1,3	3	1,3	NULL
54754395	467201	698	2017-05-01 08:50:...	2017-05-01 12:00:...	2017-05-01 13:30:...	2	1,3	0,3	4,4
54754395	467201	697	2017-05-01 21:00:...	2017-05-01 20:00:...	2017-05-01 21:30:...	8	0,3	7,3	0,3

Дані таблиці містять:

*N\_Vag* – номер вагону з вантажем;

*Kod\_Stan* – код залізничної станції за розміткою ЄМР;

*Oper\_vag* – код операції з вагоном та (або) вантажем відповідно до кодифікації АС;

*T\_Ktch* – контрольні-часові точки (КЧТ) при транспортуванні вантажів, що прогнозовано у моделі;

*T\_Oper\_Norma* – час операцій відповідно до технологічного процесу перевезення;

*T\_Oper\_real* – час здійснення операцій у реальному процесі;

*Delta\_Norma* – нормативний час між подіями, нормативи з технологічного процесу роботи об'єктів;

*Delta\_Fakt* – час між подіями реального експлуатаційного процесу,  $t_n = t_i \pm \Delta t_i^n$ , дані АС;

*Delta* – різниця часу між нормативним виконання операцій та реальним між операційним часом, відхилення (або випередження) від нормативного виконання операцій у процесі перевезення  $\pm \Delta t_i^n$ .

Відхилення у часі при здійсненні операцій з вагоном та вантажем від норми або від прогнозу оцінюються на підставі експертних оцінок, величини яких представлені у табл. 3.8. Розмірність наведена у хвилинах.

Характеристикам відставання або випередження від нормативних та прогнозованих КЧТ<sup>п</sup> привласнено лінгвістичні визначення станів Ст перевезення, що відповідають категоріям мислення диспетчерського апарату, що контролює хід ТП доставки вантажу. Лінгвістичні визначення містять семантику процесу і інструктивний сенс щодо необхідності управлінського впливу, вони складають вертикаль матриці у табл. 3.8. Основні етапи процесу доставки такі, як прийом вантажу до перевезення від клієнта, відправлення зі станції, слідування і інші, які зазначені у горизонталі матриці табл. 3.8. Відхилення  $\Delta t_{ij}^n$  від прогнозу (або нормативного часу) з припустимими інтервалами складають матрицю даних.

Оцінка етапу «слідування» деталізується при потребі до операції з вагоном та вантажем. До «нетехнологічних операцій» відносяться операції та події з вантажем, що не передбачені технологічним процесом залізниці такі, як зупинка поїзду на підходах до станції призначення з різних причин в т.ч. з вини клієнта. Порівняння поточних даних АС процесу доставки  $\Delta t_i^n$  у табл. 3.7 (стовпчик *Delta*) з даними матриці оцінок відхилень  $\Delta t_{ij}^n$  у табл. 3.8 надає можливість оцінити стан ТП та якість процесу доставки, в т.ч. за його складовими. Часові межі відхилень для представлення у вигляді оцінок встановлені експертним шляхом.

Відповідно до цієї шкали достатньо висока якість перевезень забезпечується при оцінках «точно в строк», «нормально», «відставання» «випередження» по всіх подіях процесу доставки, за виключенням «нетехнологічних операцій». Оцінка виконання запланованого часу подій

Таблиця 3.8 – Матриця оцінки відхилень у ГДВ

«Репери» якості Оцінка	Прийом вантажу	Відправлення вантажу	Слідування	Нетехнологічні операції (киданні)	Прибуття	Контроль (кордон)	Здача вантажу
1. Точно в строк	$10 < \Delta_{11} \leq 10$	$10 < \Delta_{21} \leq 10$	$10 < \Delta_{31} \leq 10$	-	$30 < \Delta_{51} \leq 30$	$60 < \Delta_{61} \leq 60$	$30 < \Delta_{71} \leq 30$
2. Нормально	$11 < \Delta_{12} \leq 30$	$11 < \Delta_{22} \leq 30$	$11 < \Delta_{32} \leq 30$	$0 < \Delta_{42} \leq 30$	$31 < \Delta_{52} \leq 60$	$61 < \Delta_{62} \leq 120$	$31 < \Delta_{72} \leq 60$
3. Відставання	$31 < \Delta_{13} \leq 50$	$31 < \Delta_{23} \leq 50$	$31 < \Delta_{33} \leq 60$	$31 < \Delta_{43} \leq 60$	$61 < \Delta_{53} \leq 120$	$121 < \Delta_{63} \leq 180$	$61 < \Delta_{73} \leq 120$
4. Випередження	$31 < \Delta_{14} \leq 50$	$31 < \Delta_{24} \leq 50$	$31 < \Delta_{34} \leq 60$	-	$121 < \Delta_{54} \leq 180$	$61 < \Delta_{64} \leq 180$	$121 < \Delta_{74} \leq 180$
5. Відставання з порушенням	$51 < \Delta_{15} \leq 90$	$51 < \Delta_{25} \leq 90$	$61 < \Delta_{35} \leq 120$	-	$121 < \Delta_{55} \leq 180$	$181 < \Delta_{65} \leq 240$	$121 < \Delta_{75} \leq 180$
6. Випередження з порушенням	$51 < \Delta_{16} \leq 90$	$50 < \Delta_{26} \leq 90$	$60 < \Delta_{36} \leq 120$	-	$181 < \Delta_{56} \leq 240$	$181 < \Delta_{66} \leq 240$	$181 < \Delta_{76} \leq 240$
7. Передкритичний	$91 < \Delta_{17} \leq 120$	$91 < \Delta_{27} \leq 120$	$121 < \Delta_{37} \leq 180$	$61 < \Delta_{47} \leq 120$	$181 < \Delta_{57} \leq 240$	$241 < \Delta_{67} \leq 300$	$181 < \Delta_{77} \leq 240$
8. Критичний	$121 < \Delta_{18} \leq 180$	$91 < \Delta_{28} \leq 120$	$181 < \Delta_{38} \leq 240$	$121 < \Delta_{48} \leq 180$	$241 < \Delta_{58} \leq 300$	$301 < \Delta_{68} \leq 360$	$241 < \Delta_{78} \leq 300$
9. Сверх критичний	$180 < \Delta_{19}$	$180 < \Delta_{29}$	$241 < \Delta_{39}$	$181 < \Delta_{49}$	$301 < \Delta_{59}$	$361 < \Delta_{69}$	$301 < \Delta_{79}$

здійснюється як аналіз відхилень та надається у лінгвістичній формі диспетчерському апарату для прийняття рішення.

Прогнозування КЧТ<sup>П</sup> здійснюється у моделі  $M_1$ , концептом якої є множина сценаріїв  $S_c$ , моделювання яких містить (залежить) від множини ситуацій  $S$ , модель ситуацій  $M_3$  включає відхилення  $\Delta t_i^n$ . Таким чином, поточні дані АС про реальні часові параметри експлуатаційного процесу, їх відхилення від прогнозних та нормативних враховуються у моделі прогнозу КЧТ<sup>П</sup> у подальшому.

Прогнозування з використанням наведених моделей  $M_1$ ,  $M_3$  дозволить визначити час етапів та операцій з вагонами та вантажів з урахуванням реальних подій експлуатаційного процесу.

### **3.4 Висновки за розділом 3**

1. Удосконалено метод концептуально-логічного проектування технологічних переходів під час управління технологічними процесами доставки вантажів.

2. Розроблено логіко-семантичні моделі для визначення часу подій під час перевезення на основі сценаріїв доставки вантажів для визначення контрольно-часових точок процесу доставки.

3. Розроблено алгоритм генерування можливих сценаріїв подій з вантажем у вагоні з розрахунком КЧТ подій ТП.

4. Запропоновані нові терміни та поняття, що відображають логістичні бізнес-процеси, об'єкти управління в експлуатаційній.

5. Розроблена шкала ситуацій за етапами у вигляді матриці відхилень від плану та їх оцінок відхилення. Лінгвістичні визначення містять семантику процесу і інструктивний сенс щодо необхідності управлінського впливу.

## **РОЗДІЛ 4**

### **ІДЕНТИФІКАЦІЯ, ОЦІНКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

У розділі розроблено адаптивну модель оцінки якості виконання технологічного процесу учасниками доставки вантажу з використанням нечітких множин та метод визначення частки впливу роботи транспортних підрозділів, видів транспорту на загальний обіг вагону й час доставки вантажу. Також розроблені схема та засоби імітаційного моделювання технологічних процесів доставки вантажу з використанням та без використання нечіткого управління.

Реальні експлуатаційні ситуації значно відрізняються від ситуацій, що враховуються при складанні довгострокових нормативно-технологічних документів [118]. Оперативний апарат управління аналізує події, що вже відбулись та приймає рішення, використовуючи досвід та інтуїцію.

У той же час значна кількість учасників перевезень наразі, і збільшення їх числа у майбутньому, обумовлюють необхідність точного дотримання нормативів технологічних процесів. Для реалізації управління технологіями та прийняття рішення диспетчерському апарату потрібен прогноз, бо події, що відбулися можна лише аналізувати. Сучасний ринковий принцип клієнтоорієнтованості також передбачає виконання доставки вантажу точно у термін. Поняття якості оцінки доставки вантажу, а саме надійності дотримання часових зобов'язань учасників перевезення пов'язано з моделювання процесу та точністю визначення прогнозованого часу виконання кожного з етапів ТП ДВ. Вочевидь, контроль часу транспортування є основним фактором в управлінні технологічними процесами, в т.ч. при взаємодії декількох підсистем, так як це відбувається у портах, на кордонах країн або при взаємодії залізниці та потужних промислових підприємств.

У наступних розділах досліджується такий показник як оцінка експлуатаційного відхилення по етапах перевезення, що дозволяє кількісно оцінити ступінь виконання ТП та якість управління перевезення вантажів залізницею. Оцінки виконання ТП надаються диспетчерському апарату у реальному режимі часу з використанням лінгвістичних визначень станів перевезення для прийняття управлінського впливу та контролю виконання показників ефективності експлуатації рухомого складу.

Метою дослідження у розділі є принципи формування системи показників залізничних вантажних перевезень, адекватної поточному стану ТП перевезень та здатної сприяти підвищенню ефективності використання рухомого складу залізниць.

#### 4.1 Загальна схема виконання технологічного процесу

Для дослідження умов ефективного регулювання ТП представимо загальну схему виконання експлуатаційних робіт, як показано на рис. 4.1.

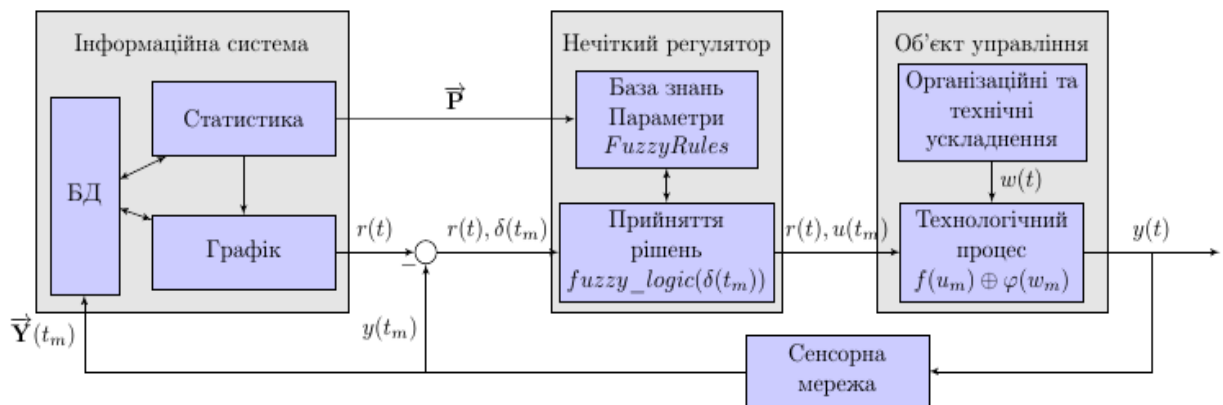


Рисунок 4.1 – Загальна схема

Тут прийнято, що власне виконання технологічних робіт здійснюється у блоці, позначеному як «Об'єкт управління». Об'єкт управління можна представити як операційний механізм «Технологічний процес», що функціонує у відповідності до графіку виконання робіт (сигнал  $r(t)$ ) та під впливом оперативних управлінських рішень (сигналів)  $u(t_m)$  від блоку

«Прийняття рішень» і перешкод, позначених блоком «Організаційні та технічні ускладнення» з впливом, представленим як  $w(t)$ . Діяльність здійснюється у часі, а її результат – вихідна змінна  $y(t)$ , яка утворюється як певна композиція реакцій на оперативні управлінські рішення та наявні перешкоди  $f(u_m) \oplus \varphi(w_m)$ .

Множина датчиків та інших засобів збору даних позначена на схемі як «Сенсорна мережа» здійснює фіксацію усіх доступних даних  $\bar{Y}(t_m)$ , у т.ч. і поточне значення результату виконання технологічного процесу, у певні моменти часу  $t_m$  та передає їх на зберігання до бази даних «БД». Зафіксовані значення вихідної змінної  $y(t_m)$  передаються також на вхід системи управління через компаратор.

Система управління, позначена як «Нечіткий регулятор», передбачає що її реальним втіленням може бути як особа, що приймає рішення (ОПР) – вона послуговується як наявними знаннями про операційні механізми технологічного процесу, так і формальною чи формалізованою системою, здатною автоматично генерувати обґрунтовані рішення. У всякому разі із-за складності експлуатаційних процесів регулятор є нечіткою системою, що функціонує на основі уявлення (моделі, образу) операційної системи «Технологічний процес» з метою мінімізації чи максимізації цільової функції.

Зміст блоку «База знань» складають моделі технологічних процесів та їх окремих ланок, правила прийняття рішень, декларативні представлення сценаріїв діяльності та цільові функції. Актуальність змісту «Бази знань» визначає дієвість рішень, які можуть бути згенеровані блоком «Прийняття рішень» та ефективність ТП, якщо ці рішення будуть реалізовані «Об'єктом управління».

База знань формується на основі статистичних даних про функціонування операційних механізмів у попередні періоди від блоку «Статистика» зі складу «Інформаційної системи», та інших регламентних,

економічних тощо обмеженнях та даних, що зберігаються в «Інформаційній системі» і на схемі окремо не позначених.

Статистичні дані використовуються також для складання реалістичних графіків, блок «Графік», прив'язаних до часу виконання планових робіт.

Незалежно від конкретного втілення (реалізації) системи прийняття рішень (ОПР чи автоматизована система), операційні механізми можуть виконувати отримані приписи (управлінські рішення) не точно (частково), або взагалі не виконувати. Змістовно це означає часткову чи повну некерованість, що можливо, зокрема, у випадках, коли:

1. прийнята модель операційного механізму не є адекватною (наприклад операційний механізм неспроможний виконати припис із-за техніко-організаційних обмежень);

2. цільова функція операційного механізму не збігається або суперечить цільовій функції системи управління (виконавець, – операційний підрозділ, не залежить від досягнутих значень даної цільової функції).

3. представленої схеми виконання ТП впливає, що необхідними умовами забезпечення його ефективності слід вважати керованість ТП та актуальність бази знань. З чого випливають наступні необхідні вимоги до організації ТП:

1. Узгодженість цільових функцій системи управління та операційного механізму (об'єкта управління) ТП.

2. Узгодженість цільових функцій системи управління та кожного окремого операційного підрозділу.

3. Надійність ідентифікації процесів – актуальність значень статистичних показників (параметрів моделі) всього процесу та його окремих складових, необхідних для планування ТП та прийняття оперативних рішень.

4. Узгодженість правил прийняття рішень з актуальними цільовими функціями та обмеженнями.

## **4.2 Критеріальне оцінювання показників виконання технологічного процесу**

Як це видно з наведених вимог до забезпечення ефективності виконання технологічного процесу, надзвичайно важливим є фактор узгодженості цільових функцій системи управління з діяльністю по виконанню технологічного процесу, як операційним механізмом в цілому, так і з окремих його елементів. Ця узгодженість має підтримуватись і системою управління в частині пошуку та прийняття рішень.

Наявність цільових функцій передбачає певні механізми критеріального оцінювання діяльності. У організаційно-технічних системах для цього використовують ті чи інші показники діяльності, за значенням яких, порівнюючи з критеріальними значеннями, і визначають наскільки ефективно (добре, якісно) були виконані роботи.

Вибір конкретних показників виконання технологічного процесу здійснюється неформально, виходячи з розуміння сутності та призначення технологічного процесу у всіх його вимірах та відношеннях, зокрема організаційному, технічному та економічному.

Після вибору показника виникає питання щодо обґрунтованості вибору критеріальних значень показника, бажане значення якого приймають як нормативне.

Залежність економічних результатів від ступеня дотримання нормативних значень при виконанні технологічного процесу становлять елемент узгодження цільових функцій з аспектом діяльності, який характеризується таким показником.

Виходячи з необхідних умов ефективного виконання технологічного процесу сформулюємо такі принципи вибору критеріальних (нормативних) значень показників діяльності:

1. нормативні значення мають бути адекватними технологічному процесу у його поточному стані. Забезпечує відповідність нормативного

значення вимогам ефективності 1, 3, 4;

2. нормативні значення мають бути масштабованими до рівня технологічної ланки, щоб невідповідність нормативним значенням не тільки сигналізувала про наявність проблемної ситуації, але і сприяла виявленню проблемної ланки. Забезпечує відповідність нормативного значення вимогам ефективності 2, 3, 4;

3. критеріальне значення має бути адаптивним, тобто нормативне значення має бути здатним змінюватись з часом у напрямку покращення економічних результатів діяльності. Забезпечує відповідність нормативного значення вимогам ефективності 3, 4;

4. нормативні значення мають бути стійкими, тобто не чутливими (мало чутливими) до випадкових чи маніпулятивних відхилень. Забезпечує відповідність нормативного значення вимогам ефективності 1, 3, 4;

5. система нормування має бути безпечною, тобто рекомендовані нормативні значення не мають збігатись з гранично можливими значеннями показників ефективності, аби запобігти вимозі постійного функціонування системи на межі спроможності. Забезпечує відповідність нормативного значення вимогам ефективності 1-4.

### **4.3 Проблема критеріальної оцінки показника «обіг вагона»**

У системі управління експлуатаційною діяльністю залізниці технічне нормування роботи відіграє важливішу роль, так як через систему показників реалізується стратегічне управління перевізним процесом. Технічне нормування здійснюється на підставі нормативно-технологічних документів, що розроблюються на тривалий період за середньодобовим параметрами. Реальні ситуації значно відрізняються від взятих за основу умов при складанні технологічних документів, внаслідок чого нормативні показники втрачають функцію стратегічного управління. Крім того, в арсеналі диспетчерських служб, що здійснюють оперативне управління, відсутні

інструменту оперативного контролю виконання показників; вони аналізують події, що вже відбулися. Існуюча система управління не містить методів та засобів врахування впливу диспетчерського апарату на ефективність використання рухомого складу. У зв'язку з цим проведено дослідження щодо можливості оперативного визначення часу перебування вагонів на підрозділі залізниці, порівнянні з нормативним часом технологічного процесу та локалізації проблемної ланки. Такий аналіз дозволяє також виявити зону відповідальності кожної із залізниць в межах усієї системи.

Один з основних комплексних показників роботи залізниці є обіг вагону, що відображає час повного циклу роботи вагону. Якщо обіг вагону збільшується, для залізниці це означає невиконання встановлених норм, для отримувачів послуг – клієнтів залізниці – це означає прострочення термінів доставки вантажу, порушення фінансових зобов'язань перед іншими учасниками процесу перевезень. Інформаційні технології залізниці обумовлюють можливість контролю за виконанням нормативу обігу вагону та дотриманням термінів доставки вантажу з подальшим вдосконаленням існуючих методик та методів визначення показників експлуатаційної роботи.

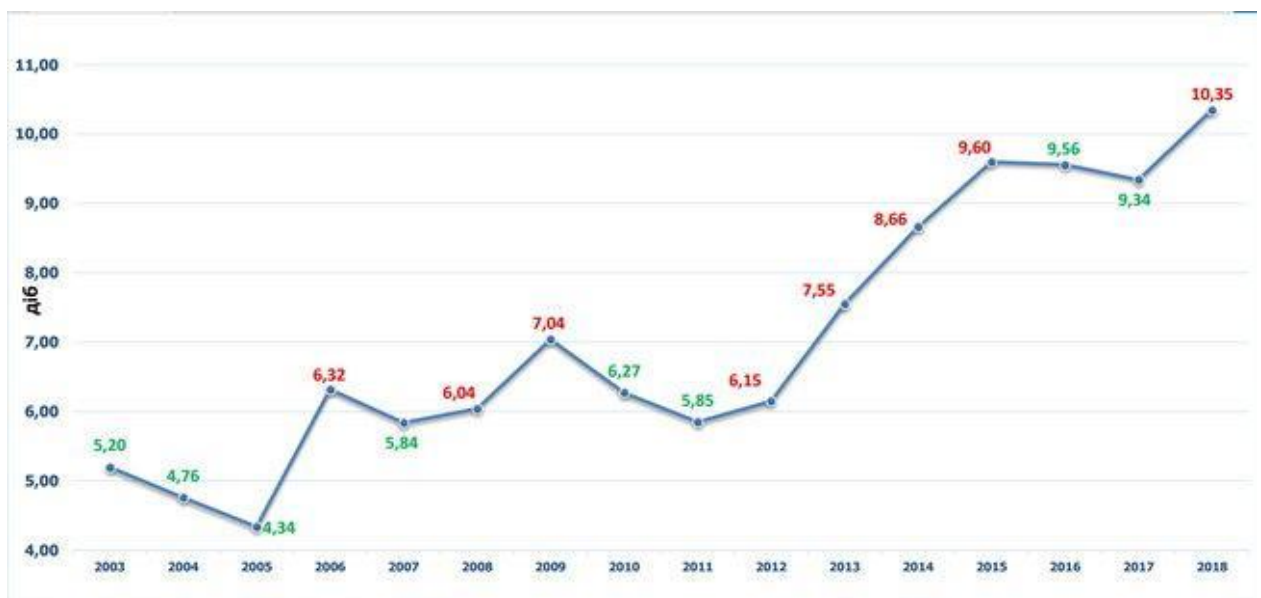


Рисунок 4.2 – Обіг вагону УЗ в 2003 – 2018 рр.

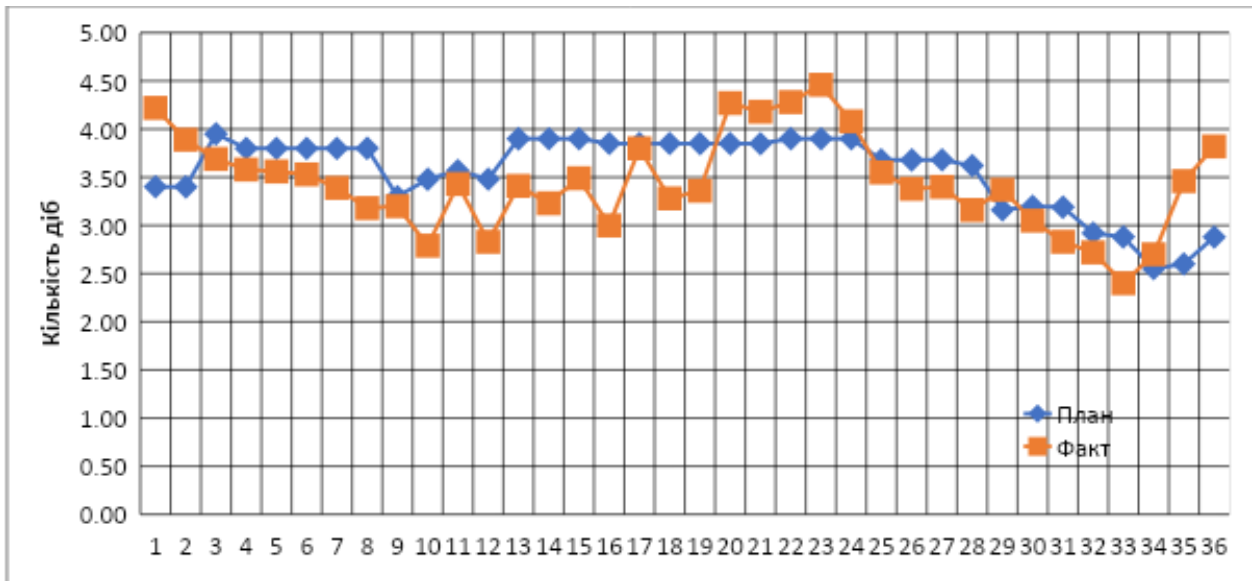


Рисунок 4.3 – Обіг вантажного вагона (дів) на Криворізькій дирекції залізничних перевезень Придніпровської залізниці у 2017-2019 роках

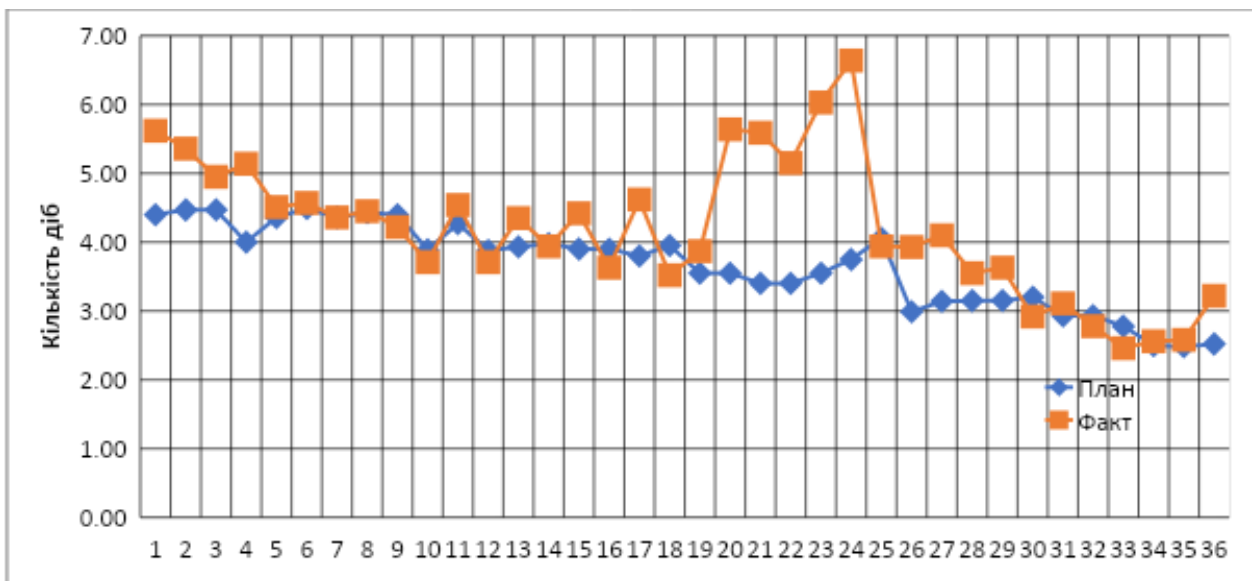


Рисунок 4.4 – Обіг місцевого вагона (дів) на Криворізькій дирекції залізничних перевезень Придніпровської залізниці у 2017-2019 роках

Як показує практика роботи залізничної мережі України залізниці мають певні резерви часу обігу вагона. Як відомо, 40-45 % з повного циклу обігу вагон знаходиться на технічних станціях, 30-35 % – на станціях де виконуються вантажні операції і тільки 20-25 % часу з обігу вагон знаходиться на дільницях, причому в чистому русі (за винятком стоянок

поїздів на проміжних станціях) – біля 15-20 %. Задіяння цих резервів надасть можливість підвищення ефективності експлуатації рухомого складу залізниці.

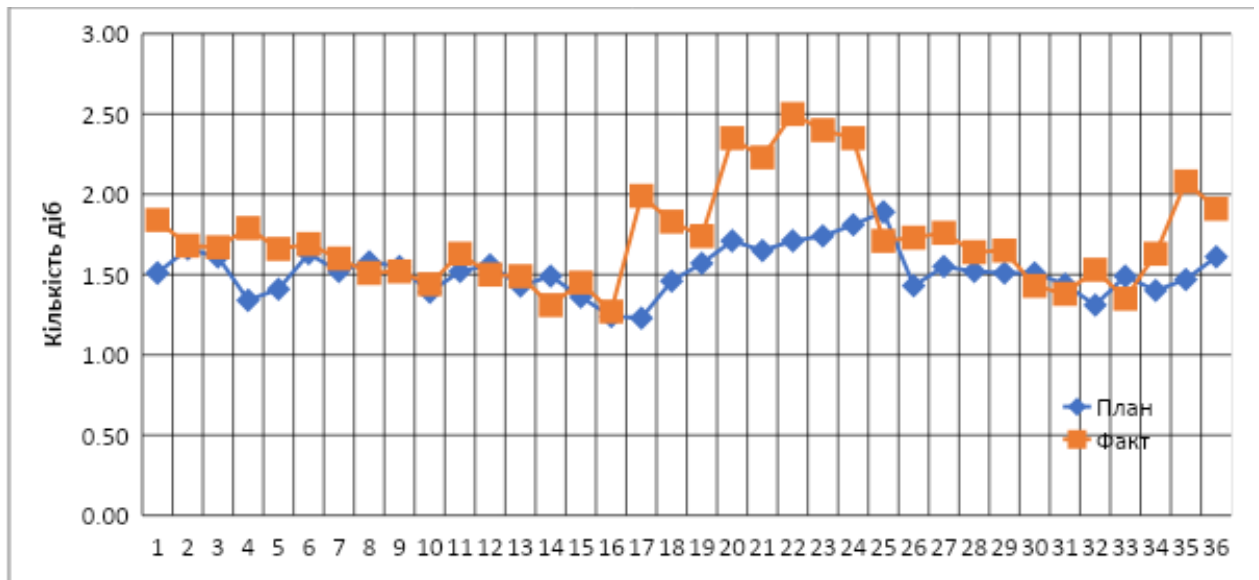


Рисунок 4.5 – Обіг навантаженого вагона (днів) на Криворізькій дирекції залізничних перевезень Придніпровської залізниці у 2017-2019 роках

Дотримання обґрунтованих норм обігу вагонів та виконання термінів доставки, на нашу думку, є ознакою досконалого технологічного процесу, за яким організована експлуатаційна робота. За попередні роки, а саме з 2003 по 2020 рр. цей показник мав стійку тенденцію до збільшення, про що свідчать звіти залізниці та дослідження фахівців [63, 87, 99, 153, 275]. Невиконання норм обігу вагонів та термінів доставки вантажів вказує на недотримання технології процесів. Крім того, існує значна різниця між плановими та виконаними показниками обігу вагону, як у бік збільшення так і у бік зменшення проти встановлених норм. Це свідчить про невідповідність запланованих показників фактичним, необхідність нових методик та принципів розрахунку, нормування і прогнозу основних показників роботи залізниці. Наразі фахівцями розглядаються різні шляхи вирішення задачі адекватного прогнозування процесів перевезення з урахуванням поточних

умов експлуатаційної роботи [173, 278] для встановлення обґрунтованих норм обігу вагонів та термінів доставки вантажів. Фахівцями-практиками також висувуються завдання зміни принципів нормування при плануванні показників перевізного процесу з метою прискорення обігу вагонів, виконання термінів ДВ та удосконалення системи диспетчерського управління [82, 213]. Ефективне використання рухомого складу та прискорення оборотності вагонів, розглядається також у працях [86, 100, 277, 278, 317, 320], присвячених оптимізації роботи залізничних підрозділів промислових підприємств.

Як відомо, [128, с. 24], середній (умовний) обіг та обіг за елементами визначається за формулою:

$$O_v = \frac{1}{24} \left( \frac{l}{V_d} + \frac{l}{L_{\text{тех}}} t_{\text{тех}} + k \cdot t_{\text{ван}} \right), \quad (4.1)$$

де  $l$  – повний рейс вагона, км;

$V_d$  – середня дільнична швидкість вагона, км/год.;

$L_{\text{тех}}$  – вагонне плече, км;

$t_{\text{тех}}$  – середній простій вагона на одній технічній станції, км;

$k$  – коефіцієнт місцевої роботи;

$t_{\text{ван}}$  – середній простій вагона на одній станції з вантажними операціями, год.

Вочевидь, певні характеристики перевізного процесу не враховані у наведених формулах, тому і фактичне виконання обігу вагонів значно перевищує нормативи. Так, існуючі формули не враховують час ремонту вагонів, хоча технічний стан вагонного парку суттєво впливає на час циклу роботи вагона. Це – одна із причин невиконання запланованого обігу вагонів і постійного його збільшення в останні роки [15]. Аналогічні задачі існують і в сусідніх адміністраціях (ОАО «РЖД», БЧ, країни Балтії), у формули розрахунків обігу фахівцями вводяться коефіцієнти, що оцінюються експертами та використовується елементи прогнозування [193].

У той же час інформаційна система (ІТ) залізниці (АСК ВП УЗ-Є) являє собою сховище даних, що описують виконану роботу, констатує процеси, що відбулись [57] і містить всі операції з кожним вагоном. Це означає, що існує можливість розрахунку обігу кожного вагона окремо, що частково використовується при розрахунку часу знаходження під вантажними.

Отже, зважаючи на значні розбіжності показників обігу рухомого складу, розрахованих на основі функціональної залежності від обмеженого набору параметрів див. формулу (4.1), та їх фактичних значень, відомих з практики здійснення перевезень, необхідно побудувати таку систему нормування, яка б адекватно відображала процеси перевезень залізничних вантажів. Для цього застосуємо наведені у п. 4.2 принципи до критеріальних значень показників.

Для дослідження процесів обігу вагонів з метою розробки нової методики та можливості локалізації проблемних ланок управління ТП були висунуті наступні припущення:

1. Не розраховувати обіг за існуючими застарілими формулами, а встановлювати обіг вагону, виходячи з фактичної роботи, що відображається у базі даних АСК ВП УЗ-Є.

2. Обіг вагонів розраховувати за родом рухомого складу при перевезенні певного роду вантажу (у т.ч.), тобто визначати обіг вагону як показник обслуговування певного вантажопотоку.

3. Якщо на однієї із залізниць здійснюється неповний цикл роботи вагону, розраховувати /ю (залізниці) в обігу (повному циклі від навантаження до наступного навантаження).

4. За даними показників обігу та роботи вагонного парку слід розраховувати необхідний робочий парк вагонів для перевезення визначеного вантажу у визначеному рухомому складі.

З метою аналізу показника обігу вагонів у процесах перевезень вантажів були оброблені дані про транспортування маршрутів (та групових відправок) з чорними металами з Кривого Рогу до Одеського порту за

декількома маршрутам слідування. Для аналізу даних розроблено таблицю норм руху поїзду за графіком по визначених станціях маршруту, з урахуванням часу обробки на стикових пунктах та станціях зміни тяги або локомотива.

Дані про час слідування вагонів від початкової станції маршруту до станції призначення складають частину показника – обіг вагонів. Продовження циклу роботи вагонів – це час знаходження вагонів на під'їзній колії, що визначається операціями у ІТ з умовною позначкою «ПОГР» або «ВЫГР» (аналізується час здійснення операції). І третю складову частину обігу вагонів додає час слідування під наступне навантаження або вивантаження.

За вказаним маршрутом вибірку склали 2242 вагони з такими статистичними показниками: середній час обігу – 10,14, стандартним відхиленням – 5,87, медіаною – 8,77, мінімальним часом обігу – 2,52 та максимальним часом обігу – 61,01. Тут і далі, час вимірюється у добах.

Як видно з гістограми (рис. 4.6) вибірка містить дані про 53 вагони (2,4 % вибірки) з часом обігу до 4 діб та про 123 вагони (5,4 % вибірки) з часом обігу понад 20 діб. Решта вагонів, з часом обігу від 4 до 20 діб, складають понад 92 % вибірки.

Для того, щоб зрозуміти динаміку функціонування транспортної системи через динаміку статистичних показників вибірки, на рис. 4.7 представлено розраховані для кожного місяця значення нижньої межі (*Min*), верхньої межі (*Max*), першого та третього кuartилів, а також медіани та середнього значення часу обігу. Нижня та верхня межа вибирались як значення, що знаходиться на відстані, що не перевищує 1,5 міжквартильного розмаху (IQR – Interquartile range) від медіани. Дані, що виходять за межі *Min* та *Max* вважаються викидами і на графіках не представлені.

Як можна бачити найбільші варіації спостерігаються для верхньої межі – від 24,30 у січні до 12,53 у вересні, що становить 11,77 доби чи 48 % від максимального значення. Значно менші абсолютні варіації спостерігаються

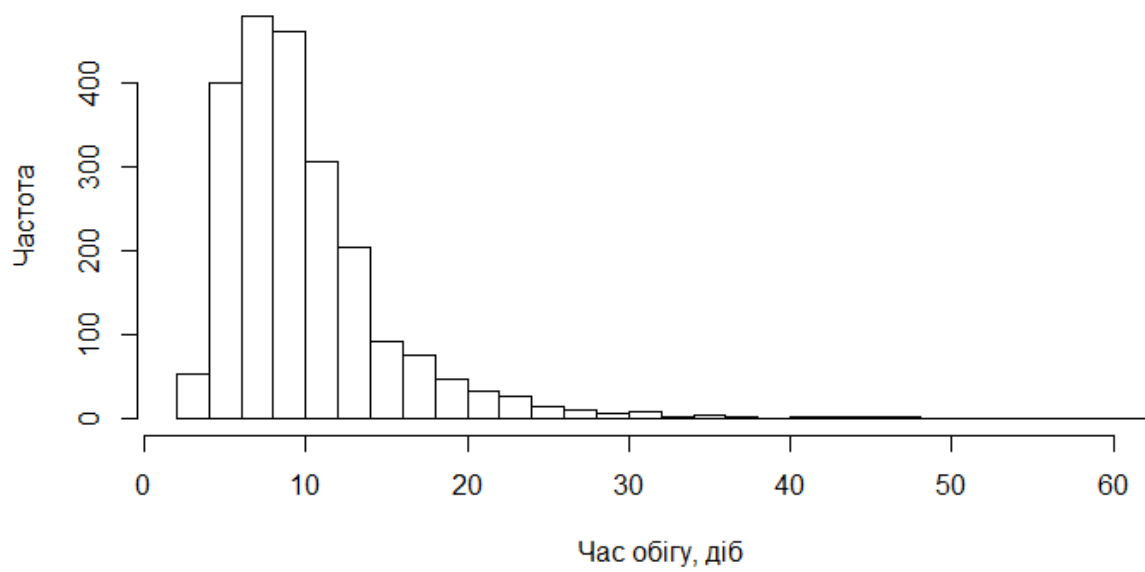


Рисунок 4.6 – Розподіл часу обігу вагонів

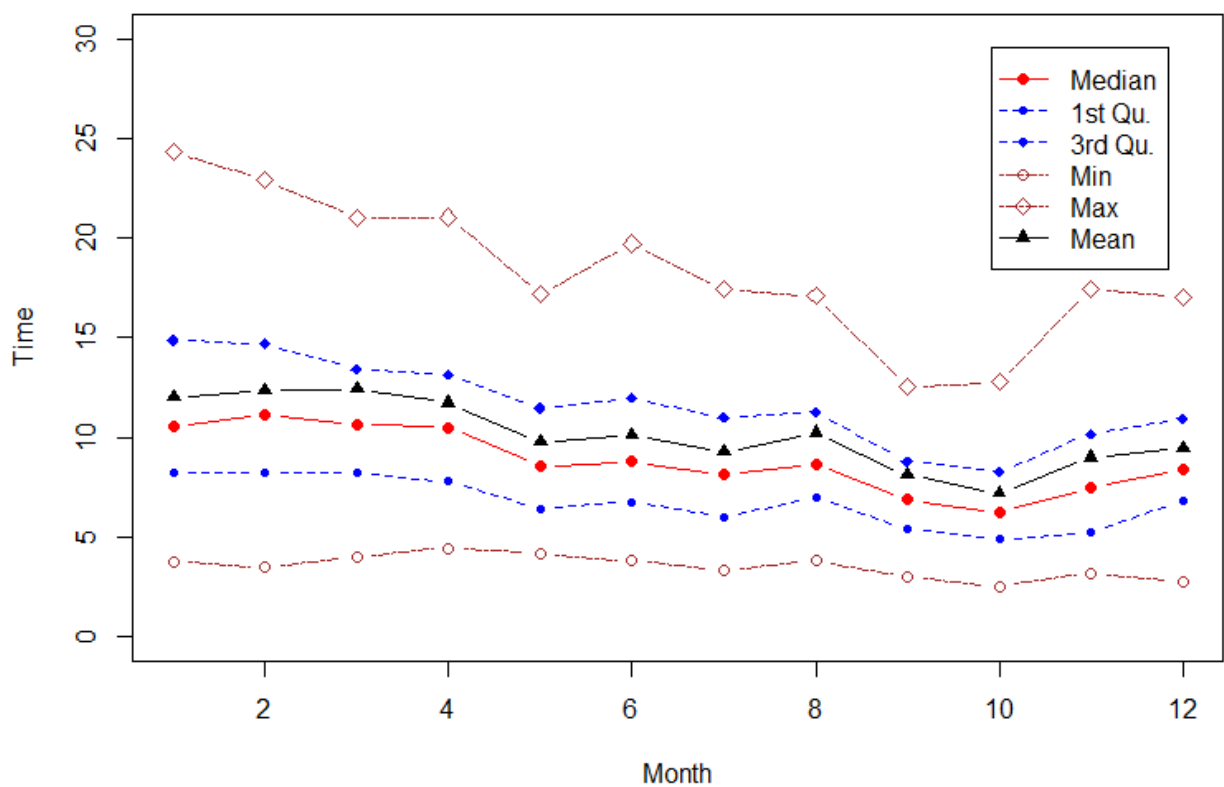


Рисунок 4.7 – Динаміка часу обігу

для медіани та середнього значення. Так середнє значення змінювалось у діапазоні 12,41-7,2, що становить 5,21 доби або 42 % від максимального

значення, а медіана – від 11,14 до 6,25, що становить 4,89 доби або близько 44 % від максимального значення. Найменші абсолютні варіації спостерігаються для нижньої межі – від 4,45 до 2,52, тобто 1,93 доби або 43 % від максимального значення. Подібні зміни спостерігаються також у динаміці першого та третього кватилів.

Отже, наведені дані свідчать про доволі значні варіації усіх наведених статистичних показників при перевезенні вказаних вантажів. Проте вони є об'єктивними показниками функціонування системи перевезення, і тому можуть бути покладені в основу системи нормування.

Так медіана, як стійкий до викидів, на відміну від середнього, статистичний показник, може бути прийнятий як поточна норма часу обігу вагонів. У випадку, коли час обігу вагона перевершує медіану, має бути застосована функція втрат (штрафна функція) до тих суб'єктів діяльності, які спричинили перевищення такої норми. В розглянутій вибірці медіана вибірки становить 8,77 доби, і в семи місяцях з дванадцяти медіана місячної вибірки менша за медіану усієї вибірки, що свідчить про те, що така норма не є надто жорсткою. Проте, звичайно, це не виключає застосування функції втрат у тих конкретних випадках, коли час обігу все ж перевищує медіану, як нормативного часу. Вибір функції втрат є окремим питанням системи керування перевезеннями, який потребує окремого розгляду.

З наведених даних можна також зробити висновок, що в чинному для вибірки часі стан системи транспортних перевезень за вказаним маршрутом має межу спроможності близьку до 4 діб, оскільки кількість таких випадків складає всього лише 2,4 %, а нижня межа, як зазначено раніше, знаходиться у діапазоні від 4,45 до 2,52 доби.

Таким чином побудована система нормування відповідає сформульованим вище вимогам 1), 4) та 5), оскільки: заснована на реальних даних – адекватність; медіана є стійким до викидів даних показником; дозволяє визначити, а отже і убезпечитись від досягнення граничних значень ефективності – значень нижньої межі, хоча саме по собі зближення медіани з

нижньою межею є практично неможливим явищем для настільки складної транспортної системи.

Для більш детального аналізу поведінки транспортної системи розглянемо статистичні дані вибірки, яку побудуємо з початкової, виокремивши тільки дані про вагони, повний цикл обігу яких починався і закінчувався на Придніпровській залізниці. При цьому з початкової вибірки були видалені дані про вагони, наступне навантаження яких відбувалось не на Придніпровській, а на Одеській, чи якій іншій залізниці.

Побудована таким чином вибірка, назвемо її  $S_2$ , містить дані про обіг 1632 вагонів з такими статистичними показниками: середній час обігу – 10,35, стандартним відхиленням – 5,61, медіаною – 9,00, мінімальним часом обігу – 3,16 та максимальним часом обігу – 53,28 (рис. 4.8).

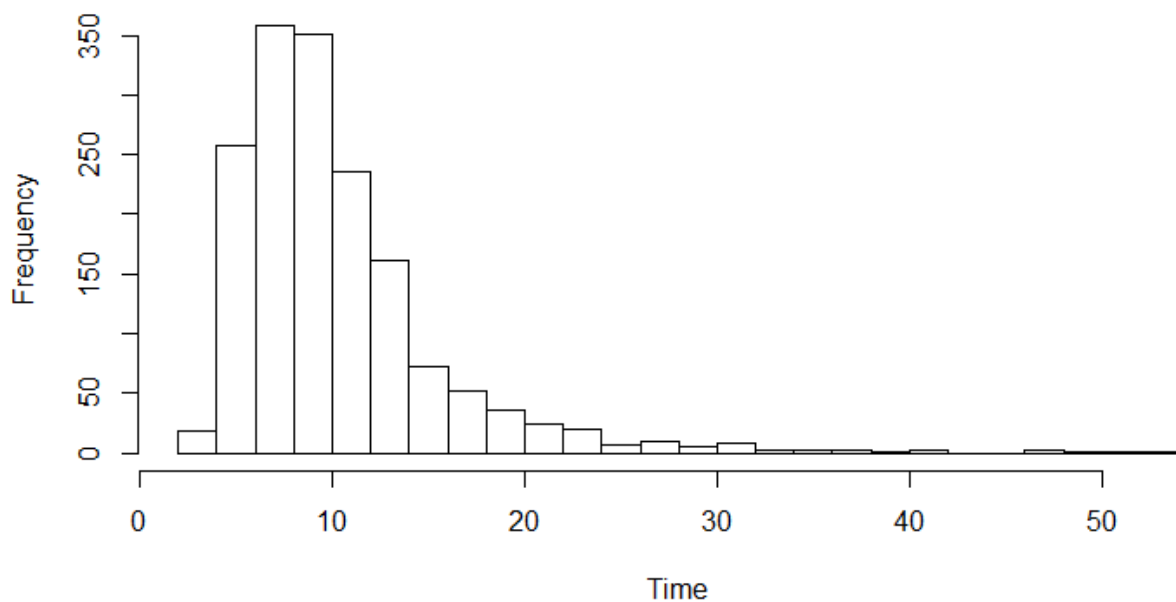


Рисунок 4.8 – Діаграма частот вибірки  $S_2$

Порівняння діаграм частот часу перебування вагонів в межах Придніпровської (рис. 4.9) та Одеської (рис. 4.10) залізниць ілюструє залежність показників функціонування транспортної системи при

переміщенні одних і тих же вагонів. Зокрема з графіків квантилів часу перебування вагонів на Придніпровській та Одеській залізницях (рис. 4.11) видно, що серед вагонів з часом руху до трьох діб як на Одеській, так і на Придніпровській залізниця рухалося близько 30 % від їх загального числа. Проте на менших часових інтервалах Придніпровська залізниця виявляла більшу оперативність, так для 10 % вагонів з найменшим часом руху на Придніпровській він не перевершував 1,8 діб, а на Одеській – 2,58 діб. Проте на більших часових інтервалах вагони швидше рухались на Одеській залізниці – з медіаною 3,74 проти 4,65 на Придніпровській, тобто медіана на Одеській залізниці менша на майже на добу (0,91 доби). А вже 90-й процентиль часу руху по Одеській залізниці на 4,32 доби менший відповідного значення для Придніпровської залізниці.

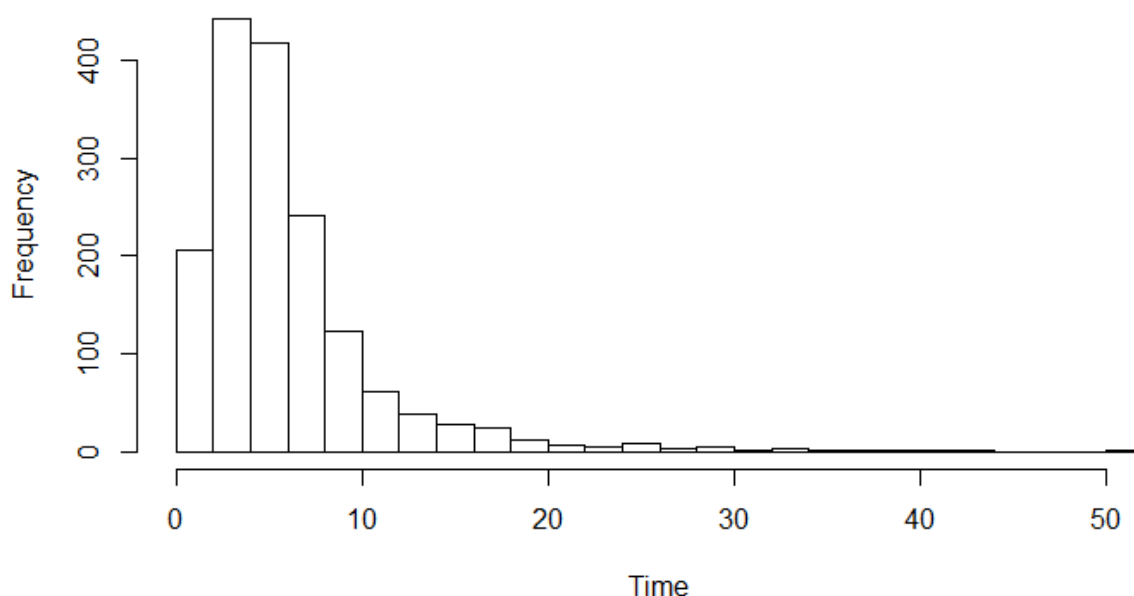


Рисунок 4.9 – Розподіл часу перебування на Придніпровській залізниці

Вказана залежність визначається усім комплексом факторів, що впливають на час обігу вагонів – номенклатурою та кількістю операцій оброблення вантажів, кілометражем, організаційними та іншими особливостями залізниць, і навряд чи можуть бути раціональним чином уніфіковані. Тому, для забезпечення вимоги адекватності системи

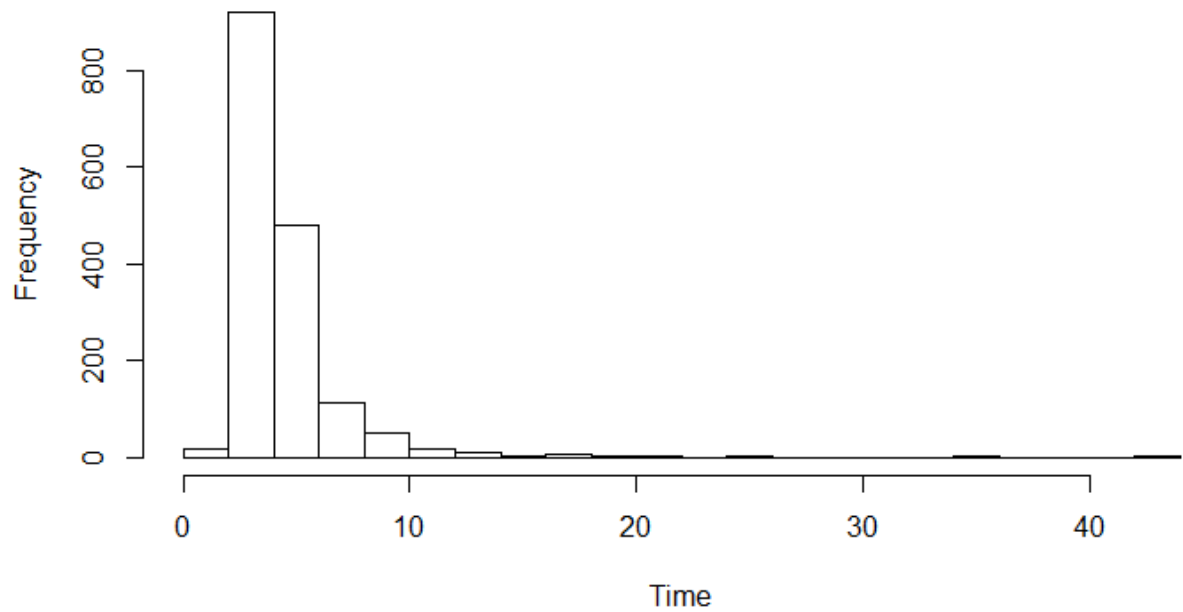


Рисунок 4.10 – Розподіл часу перебування на Одеській залізниці

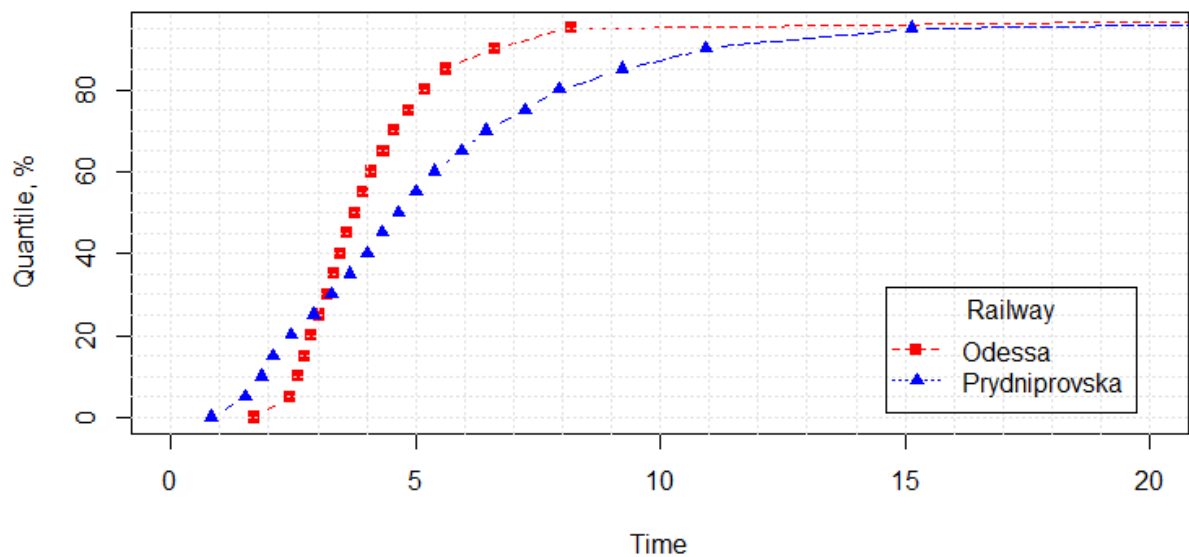


Рисунок 4.11 – Квантилі часу перебування вагонів у межах залізниць

нормування фактичному стану транспортної системи вважаємо за доцільне визнати функціонування кожної із залізниць окремою підсистемою та обрати в якості нормативних значень медіану – 4,65 доби для Придніпровської та 3,74 доби для Одеської залізниць. Значення граничних значень ефективності

можна прийняти 5% квантиль – 1,52 та 2,44 для Придніпровської та Одеської залізниці відповідно.

Для задоволення вимоги 2) до системи нормування з'ясуємо, як розподіляються вагони вибірки  $S2$  за часом перебування на кожній із залізниць відносно статистичних показників відповідної залізниці.

Введемо логічну змінну  $b_1 = t^{Od} > bound^{Od}$ , яка приймає значення true у випадку, якщо час руху вагона по Одеській залізниці  $t^{Od}$  більший за значення певної межової характеристики руху по Одеській же залізниці  $bound^{Od}$ . З аналогічною метою для Придніпровської залізниці введемо логічну змінну  $b_2 = t^{Pr} > bound^{Pr}$ . Значення true та false логічних змінних  $b_i$  будемо також позначити як t та f відповідно,

Замість  $bound^{Od}$  та  $bound^{Pr}$  будемо писати  $bound^R$ , де  $R \in \{Od, Pr\}$ . У випадку, коли  $bound^R$  є середнім значенням часу перебування на залізниці  $R \in \{Od, Pr\}$ , будемо замість  $bound^R$  писати  $mean^R$ .

У табл. 4.1 наведено дані про структуру вибірки вагонів відносно межової характеристики руху вагонів  $bound^R$  зі значеннями 25-го перцентиля, медіани, середнього значення та 75-го перцентиля.

Таблиця 4.1

№ рядка	$bound^R$	$q(S2, T_v=1),$ %	$q(S2, T_v=2),$ %	$q(S2, T_v=3),$ %	$q(S2, T_v=4),$ %
		$b_1 = t \wedge$ $b_2 = f$	$b_1 = f \wedge b_2$ $= t$	$b_1 = t \wedge b_2$ $= t$	$b_1 = f \wedge b_2$ $= f$
1	$t_{0.25}^R$	17,8	18	57	7,2
2	$t_{0.5}^R$	24,6	24,6	25,4	25,4
3	$mean^R$	21.93	21.93	13.23	42.89
4	$t_{0.75}^R$	18,8	18.3	6.7	56,7

Будемо говорити, що вагон відноситься до вагонів типу 1 ( $T_v=1$ ), якщо час його руху по Одеській залізниці перевищує значення  $bound^{Od}$ , вказане у рядку таблиці, тільки на Одеській залізниці, але не на Придніпровській (тобто на Придніпровській той же вагон має менший час руху, ніж значення  $bound^{Pr}$ ). До вагонів типу 2 – ті, час руху яких перевершує значення  $bound^{Pr}$  навпаки тільки на Придніпровській залізниці, а на Одеській час руху менший за  $bound^{Od}$ . Вагони типу 3 – це вагони, час руху яких більший за  $bound^R$  на кожній із залізниць, тобто такі, що перебували в межах Придніпровської та Одеської залізниць час, більший за  $bound^{Pr}$  та  $bound^{Od}$  відповідно. І, нарешті, тип 4 – це вагони, час руху яких не перевершує  $bound^R$  на кожній із залізниць.

Кожен вагон вибірки  $S2$  потрапляє тільки до одного типу, а об'єднання цих чотирьох типів вагонів становить повну вибірку  $S2$ .

Кількість вагонів типу 1 та 2, як це видно з табл. 4.1, дуже близькі для різних значень  $bound^R$ . Разом вони дають уявлення про кількість вагонів, які перевершили відповідну межу  $bound^R$  тільки на одній із залізниць.

Так у рядку № 2 таблиці бачимо, що майже 50 відсотків вагонів (49,2 %) потрапили до частки вагонів з найбільшим часом руху (більшим за медіану на відповідній залізниці) тільки із-за проблем на одній із залізниць. Можливо, спільні проблеми призвели до того, що 25,4 % вагонів мали час руху, більший за медіану на обох залізницях одночасно – тип 3. Час руху решти 25,4 % вагонів, менший за медіану для кожної із залізниць.

Щодо вагонів з  $bound^R = mean^R$ , див. рядок № 3 таблиці, легко помітити, що понад 57 % вагонів мають час руху, більший за середнє значення руху на відповідній залізниці. При цьому із-за проблем однієї з залізниць – майже 44 %, та понад 13 % – з одночасним для обох залізниць перевершенням середнього значення часу руху.

Отже, частка вагонів, затримку яких спричинила в межах своєї підсистеми тільки одна залізниця, становить від 35,8 % до 49,2 %.

Такий аналіз дозволяє також виявити зону відповідальності кожної з залізниць в межах усієї системи. Для цього побудуємо вибірку  $S3$  з вибірки  $S2$ , залишивши тільки ті вагони, час обігу яких перевищує медіану часу обігу за вказаним маршрутом в початковій вибірці – 8,77 доби. Відповідні розрахунки наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

№ рядка	$bound^R$	$q(S3, T_v=1),$ % $b_1 = t \wedge b_2 =$ $f$	$q(S3, T_v=2),$ % $b_1 = f \wedge b_2$ $= t$	$q(S3, T_v=3),$ % $b_1 = t \wedge b_2$ $= t$	$q(S3, T_v=4),$ % $b_1 = f \wedge b_2$ $= f$
1	$t_{0.25}^R$	3,6	16,1	79,5	0,1
2	$t_{0.5}^R$	16,6	34,0	48,4	1,0
3	$mean^R$	26,7	41,0	25,2	7,1
4	$t_{0.75}^R$	27,8	34,7	12,8	24,5

Як можна помітити, частка вагонів, затримку яких спричинила тільки одна залізниця, становить від 19,7 % до 67,7 %. При цьому з усіх вагонів, час обігу яких перевищує медіану 8,77 доби у 16,6 % запізнення було спричинене виключно перевищенням власної медіани в межах Одеської залізниці, та у 34,0% – виключно перевищенням власної медіани в межах Придніпровської залізниці, та у 48,4 % – на обох залізницях було перевищене значення власної медіани.

Таким чином можна констатувати, що запропонований підхід до формування нормативної системи задовольняє вимогу 2) щодо локалізації проблемної ланки.

Медіана ділить всі вагони навпіл. Ті, чий час перебування менше медіани – це половина «швидких» вагонів, чий час більший за медіану –

половина «повільних» вагонів. Отже можемо говорити, що кожен вагон може бути або серед «швидких», або серед «повільних» на кожній із залізниць.

Позначимо літерою  $A$  ті вагони, які на Придніпровській залізниці потрапили до «швидких», а літерою  $B$  – до «повільних» на тій же Придніпровській залізниці.

Позначимо літерою  $C$  ті вагони, які на Одеській залізниці потрапили до «швидких», а літерою  $D$  – до «повільних» на тій же Одеській залізниці.

Отже кожен вагон потрапляє до множини  $A$  або  $B$  на Придніпровській та до множини  $C$  або  $D$  на Одеській залізниці. Тобто кожен вагон перебуває у двох множинах. Перелік можливих варіантів:

Таблиця 4.3 – Перелік можливих варіантів

	Придніпровська	
	«швидкі» – $A$	«повільні» – $B$
Одеська		
«швидкі» – $C$	$CA$	$CB$
«повільні» – $D$	$DA$	$DB$

Або інакше

Таблиця 4.4 – Перелік можливих варіантів

Множина	«швидкі»	«повільні»
$CA$	Одеська, Придніпровська	
$DA$	Придніпровська	Одеська
$CB$	Одеська	Придніпровська
$DB$		Одеська, Придніпровська

У даній роботі вагонами типу 1 названі вагони, які на Одеській залізниці були «повільними», тобто вагони з множини  $D$ , а на Придніпровській були серед «швидких», тобто з множини  $A$ , тобто  $DA$ . Тоді табл. 4.4 можна переписати так:

Таблиця 4.5 – Перелік можливих варіантів

Множина	«швидкі»	«повільні»	Тип
$CA$	Одеська, Придніпровська		4
$DA$	Придніпровська	Одеська	1
$CB$	Одеська	Придніпровська	2
$DB$		Одеська, Придніпровська	3

До типу 2 – «повільні» на Придніпровській ( $B$ ), але «швидкі» на Одеській ( $C$ ), тобто  $CB$ . Аналогічно «повільні» на обох залізницях ( $DB$ ) – тип 3, та «швидкі» на обох залізницях – тип 4 ( $CA$ ).

Тепер із табл. 4.5 та 4.1 бачимо, що 24,6 % усіх вагонів (тип 1) були «повільними» тільки на Одеській залізниці, а на Придніпровській вони серед «швидких».

Серед «повільних» тільки на Придніпровській залізниці, але «швидких» на Одеській також виявилось 24,6 % вагонів.

Далі – 25,4 % були серед «повільних» на обох залізницях (тип 3), і решта – теж 25,4 % серед «швидких» на обох залізницях (тип 4).

Тобто приблизно чверть вагонів виявились серед «повільних» виключно із-за Одеської залізниці, чверть – виключно із-за Придніпровської, чверть були повільними на обох залізницях і чверть – серед «швидких» на обох залізницях.

Як це видно з рядка 2 табл. 4.2 – 16,6% вагонів були «повільними» тільки на Одеській залізниці (відповідальність Одеської залізниці), 34 % – Придніпровської (відповідальність Придніпровської) та 48,4 % – з вини (на відповідальності) обох залізниць. Один відсоток вагонів був серед «швидких» на кожній залізниці, але у загальному рахунку їх час обігу все-таки виявився більшим за медіану обігу по маршруту.

Формальне представлення типу вагона  $T_v$  як функції належності вагона до множин  $A, B, C, D$ , виражені через  $b_i, i=1,2$ , може бути знайдена з системи рівнянь, отриманої шляхом запису рівняння

$$T_v = c_1 d_1 + c_2 d_2 + c_3 d_1 d_2 + c_3$$

для кожного значення типу вагона  $T_v$ :

$$1 = c_1 d_1 + c_2 d_2 + c_3 d_1 d_2 + c_3$$

$$2 = c_1 d_1 + c_2 d_2 + c_3 d_1 d_2 + c_3$$

$$3 = c_1 d_1 + c_2 d_2 + c_3 d_1 d_2 + c_3$$

$$4 = c_1 d_1 + c_2 d_2 + c_3 d_1 d_2 + c_3$$

де  $d_i=1$ , якщо  $b_i=true$  та  $d_i=0$ , якщо  $b_i=false$ .

Тоді, для прийнятої нумерації типів,  $T_v = -3d_1 - 2d_2 + 4d_1 d_2 + 4$ , або у формі таблиці

Таблиця 4.6

$b_1$	$d_1$	$b_2$	$d_2$	$T_v$
true	1	false	0	1
false	0	true	1	2
true	1	true	1	3
false	0	false	0	4

Таким чином можна констатувати, що нормування показника «обіг вагона» може бути здійснене на основі наведених у п. 4.2 принципів вибору критеріальних (нормативних) значень показників діяльності, тим самим задовольняючи необхідні умови ефективності технологічного процесу, п. 4.1.

Відповідність принципам вибору нормативних значень забезпечується таким чином:

1. адекватність нормативних значень технологічному процесу у його поточному стані забезпечується використанням натурних даних про факти виконання технологічного процесу при реальних перевезеннях;

2. принцип локалізації частки відповідальності за виконання технологічного процесу забезпечує вимогу масштабованості та демонструє спосіб обчислення до технологічної ланки довільного рівня;

3. адаптивність нормативного значення забезпечується уже використанням порядкових статистик (наприклад медіани), що разом з довізначенням функції втрат (штрафної функції) забезпечує здатність змінюватись з часом у напрямку покращення економічних результатів діяльності;

4. стійкість нормативних значень до випадкових чи маніпулятивних відхилень забезпечується використанням порядкових статистик (наприклад медіани);

5. безпечність нормативного значення забезпечується обчисленням граничних значень показника та можливості контролю зближення нормативного та нижнього граничного значення. Разом з тим саме по собі зближення, наприклад медіани, з нижньою межею є практично неможливим явищем для технологічних процесів такого рівня складності.

#### **4.4 Неузгодженість цілей замовника та залізниці: час доставки вантажів**

Управління бізнес-процесами транспортування вантажів передбачає наявність інформації про час, місцезнаходження та стан об'єкту. Використання інформаційних технологій дозволяє прогнозувати час операцій ТП, у т. ч. за ланцюгами ДВ.

Існує думка [246], що наразі конкуренція бізнесу – це конкуренція Supply Chain Management (SCM). Конкуренція SCM безпосередньо пов'язана з якістю обслуговування на кожному етапі доставки. У роботі [281] зазначено, що один з шляхів реформування та інтеграції залізниці України до Європейської транспортної системи пов'язаний з впровадженням логістичних процесів у всі сфери діяльності залізниці та організацією ієрархічної мережі логістичних центрів. Наведена модель транспортної системи, частина компонентів якої є операторами, функції яких пов'язані з контролем транспортних процесів та операцій з об'єктами у часі. Створення

технології та структур функціонування логістичних центрів залізниці дозволить впровадити логістичні процеси при обслуговуванні власників вантажу за їх вимогами.

Проблеми оцінки якості обслуговування клієнтів розглядаються в умовах стратегії інтеграції логістичних ланцюгів [270], інтегрована оцінка моделі вартості обслуговування, включає в себе індекс логістичних витрат, час обслуговування у мережі та ступінь якості обслуговування клієнта.

У роботі [292] наводяться моделі та аналіз систем доставок вантажу від місць виробництва до споживача, у зв'язку з цим розглядається проблема інформаційної асиметрії, пов'язаною з тим що виробник та споживач мають різні рівні інформованості про якість продукції. Розглянуті можливості оцінювання (засобами, що вимірюються) якості системи доставки, в т.ч. коли якість роботи системи залежить від прийняття рішення декількох осіб.

Класифікацію засобів прогнозу класичними статистичними методами для моделювання процесів доставки вантажу представлено у роботі [255]. Зазначено необхідність точного прогнозу часових точок як транзитних точок (LTg), стор. 342-343, особливо у складних моделях управління матеріальними ресурсами у мультиешелонних ланцюгах доставки.

Автори праці [318, стор. 346] наголошують на об'єктивній обумовленості відхилень при організації потоків вантажів на залізничній мережі та на необхідності контролю за часовими параметрами такими, як час відправки, зупинки, прибуття – у реальному режимі часу. Планування та контроль руху потоків пов'язаний з аналізом не тільки характеристик залізничної інфраструктури, підтримуючим обслуговуванням перевезень, а також із аналізом завантаженості поїзних диспетчерів.

У роботі [296] розглядаються структури організації ланцюгів постачань та ARA – модель взаємодії з партнерами. Зазначено, що технологія і планування інтеграції передбачає використання даних обчислювальних систем, а також наявність структури інтелектуального обміну даними ланцюгів доставок з клієнтами.

При моделюванні процесів у ланцюгах доставки [287] враховуються проблеми конкуренції, планування попиту та розподілення, а також використовуються дані про місцезнаходження та переміщення вантажів. Важливим є вибір інформаційних технологій, як засобів моделювання. Підкреслено, що взаємодія залежить від синхронізації інформації та її обміну у реальному режимі часу, стор. 237, між учасниками ланцюгів доставки та отримувачами товару. Така інформація містить дані про місцезнаходження вантажу, технології, планування дій з вантажем. Реальні події не завжди відповідають запланованим, так як їх виконання залежить від прийняття рішень персоналу різного рівня.

Точність, кількісна ефективність [301, стор. 155] сучасної доставки вантажів є функцією надійності та швидкості поповнення товарів на складах, дотримання термінів доставки, мінімізація втрат при перевезеннях та зберіганні на складах тощо. Час, зазначається при цьому, є важливішим фактором в управлінні логістичними процесами, якщо дивитись на мінімізацію повних витрат часу при переміщенні від джерела виробництва до кінцевого користувача через всі ланцюги процесів.

Для моделювання логістичних процесів та мереж з метою їх оптимізації та контролю функціонування застосовуються такі підходи як нечітка логіка та нейромережеві методи, генетичні алгоритми [256, 274]. Нечітка логіка використовується авторами [204] також у системах управління технічних систем.

У роботах [99, 279] запропонована модель для прогнозу контрольних часових точок у процесі доставки вантажів. Автори пропонують накопичувати дані про перевізний процес, у т.ч. дані про відхилення від прогнозу в існуючій інформаційній базі для контролю адекватності та еволюції моделі.

Диспетчерськими службами залізниці здійснюється контроль руху поїздів відповідно до встановленого графіка, але контроль та управління

доставкою вантажу, оцінка якості виконання ТП доставки вантажів залишаються проблематичними.

Разом з тим, бізнес-оточення користуючись послугами залізниці, очікує прозорості дій та дотримання логістичних принципів доставки вантажів, особливо коли це стосується перевезень, пов'язаних з прийомом-передачею вантажів за кордон або на інші види транспорту. При цьому якість надання послуги з доставки вантажу, найперше, пов'язується з дотриманням встановлених часових параметрів, що встановлюється договором між учасниками перевезень. Визначення часу передачі вантажу клієнту пов'язано з точним прогнозування часу операцій з вантажем при перевезенні.

Для виявлення об'єктивних аспектів вказаної проблеми здійснено аналіз даних про транспортування протягом року маршрутів (та групових відправок) з чорними металами з Кривого Рогу до Одеського порту за декількома маршрутами. Набір даних містить інформацію про операції та час виконання операцій під час транспортування.

Для аналізу даних розроблено таблицю графікових норм з урахуванням часу обробки на стикових пунктах та станціях зміни локомотивної бригади або локомотива. Відхилення від графікової норми називатимемо експлуатаційним відхиленням (ЕВ).

На рис. 4.12 представлено середнє значення та середньоквадратичне відхилення ЕВ. Середнє значення ЕВ помітно зростає на станціях Тимкове, Кропивницька, Колосівка та Одеса-Сортувальна, а зі станції Колосівка значно збільшується. Середньоквадратичне відхилення практично скрізь перевищує середнє значення ЕВ, різко зростає на тих же станціях, що і середнє, а зі станції Колосівка майже, та понад, ніж вдвічі, перевершує середнє значення. Така варіація, скоріш за все, свідчить про те, що мінімізація часу доставки вантажу не є цільовою функцією системи, що розглядається.

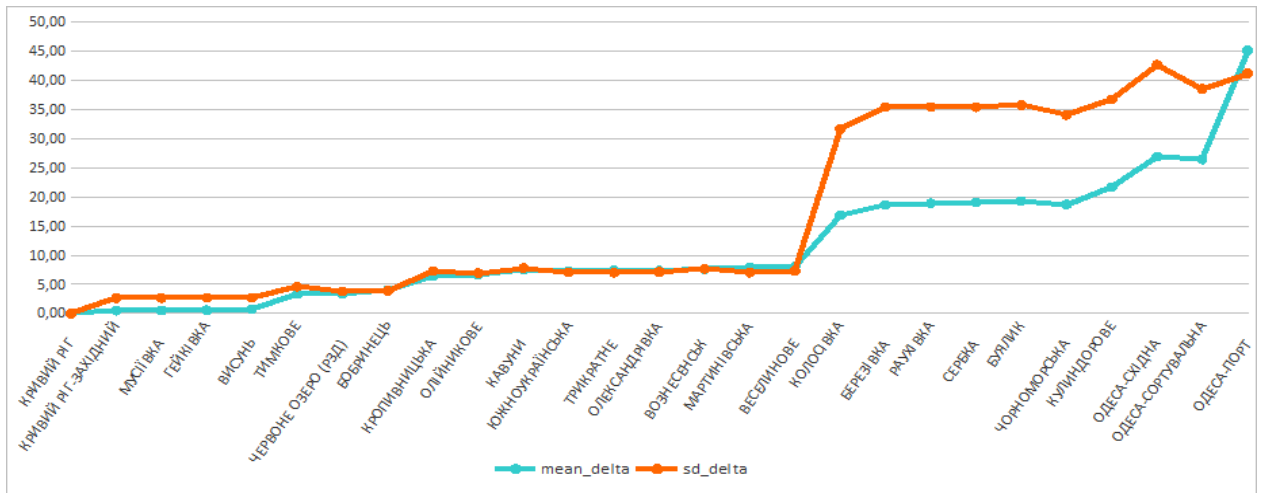


Рисунок 4.12 – Середнє значення та середньоквадратичне відхилення ЕВ

На рис. 4.13 наведені аналогічні характеристики руху одиночних та групових вагонів. Тут середньоквадратичне відхилення ЕВ складає приблизно половину середнього значення, яке багатократно перевищує графікову норму доставки вантажу.

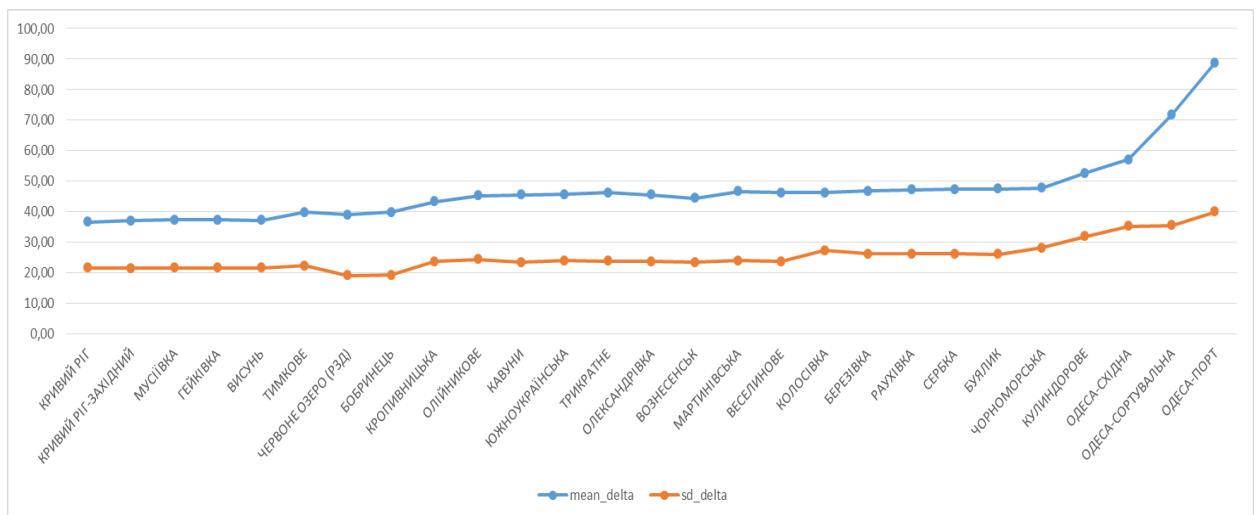


Рисунок 4.13 – Середнє значення та середньоквадратичне відхилення ЕВ

Спостерігається багаторазове підвищення встановлених графіком норм слідування. Час обслуговування маршрутів (близько 75% маршрутів) складає приблизно 50 год., 25% – більше середнього значення, 50% – 34 год. слідування до станції призначення (рис. 4.14).



Рисунок 4.14 – Відхилення від «норми» обслуговування маршрутів

При перевезенні груп та одиночних вагонів тільки чверть з них доставляється за 60 год., половина – за 79 год., а 25% – за понад 110 год. (рис. 4.15).

Діаграми розсіювання даних для станцій Кропивницька, Колосівка, Одеса-Сортувальна та Одеса-Порт (рис. 4.16) демонструють наявність певної кореляції значень ЕВ, а саме обмеженні знизу можливого відхилення від графікової норми.

Проте діаграми розсіювання тих же даних в діапазоні до 50 год. (рис. 4.17), свідчить про значне перемішування даних на цих станціях з посиленням тенденції у міру просування до пункту призначення. Така дифузна поведінка даних, очевидно, здатна завадити можливості прогнозування часу доставки конкретного вантажу за даними про його просуванню по маршруту.

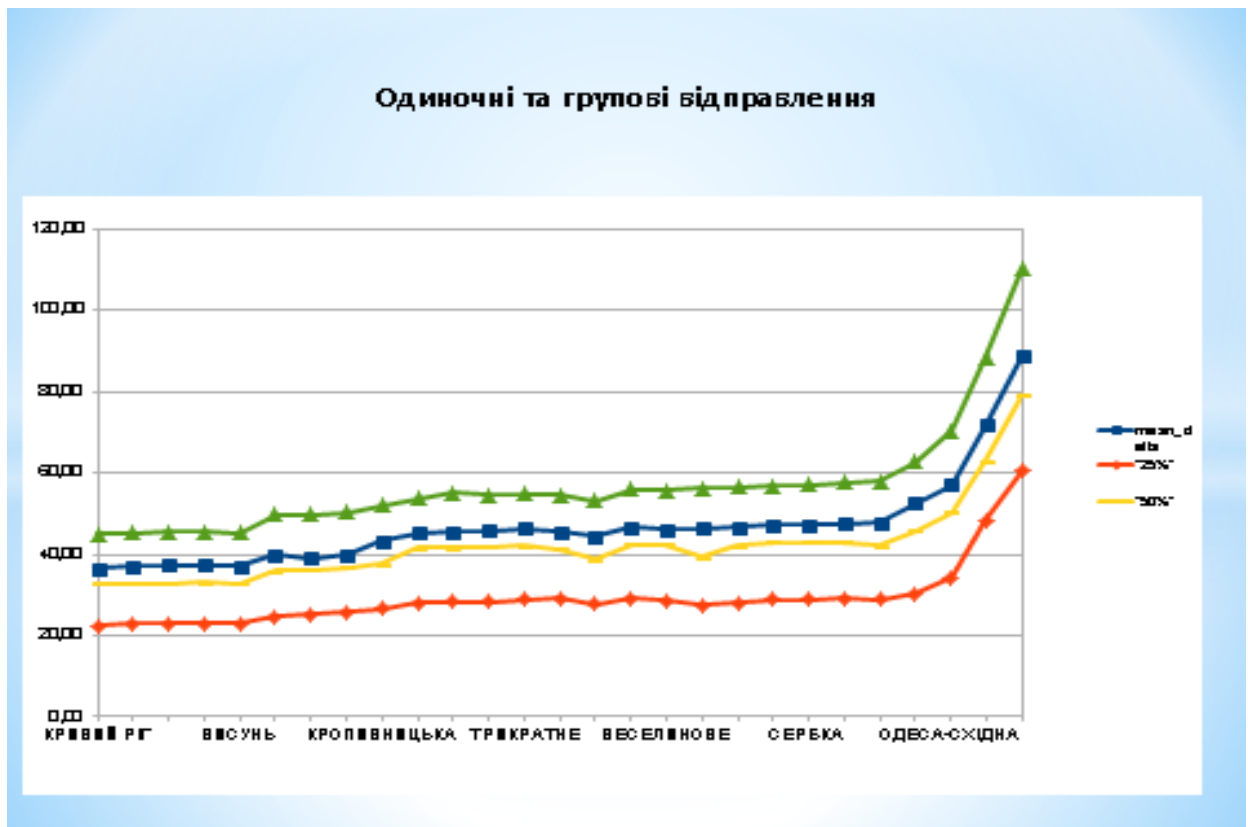


Рисунок 4.15 – Відхилення від «норми» обслуговування одиночних та групових відправок

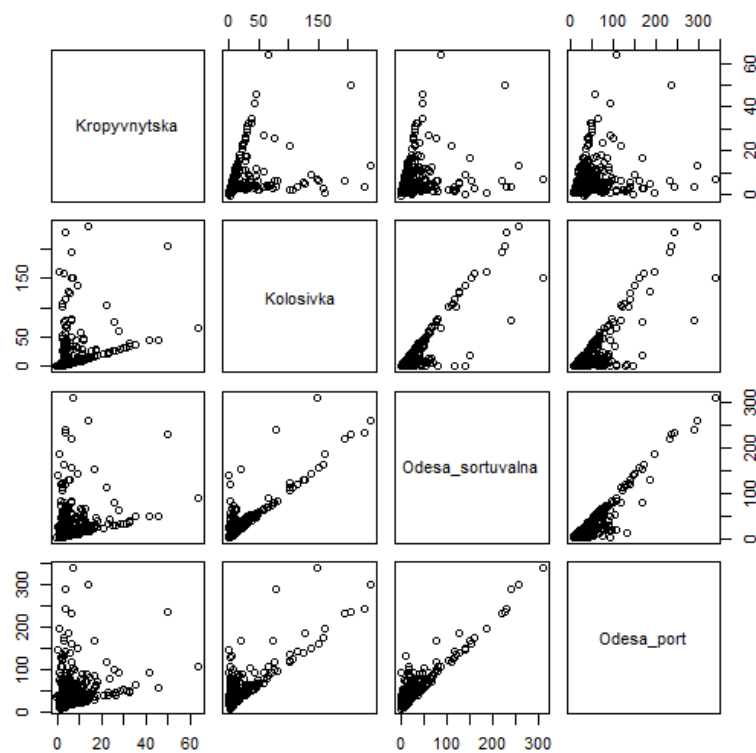


Рисунок 4.16 – Діаграми розсіювання даних

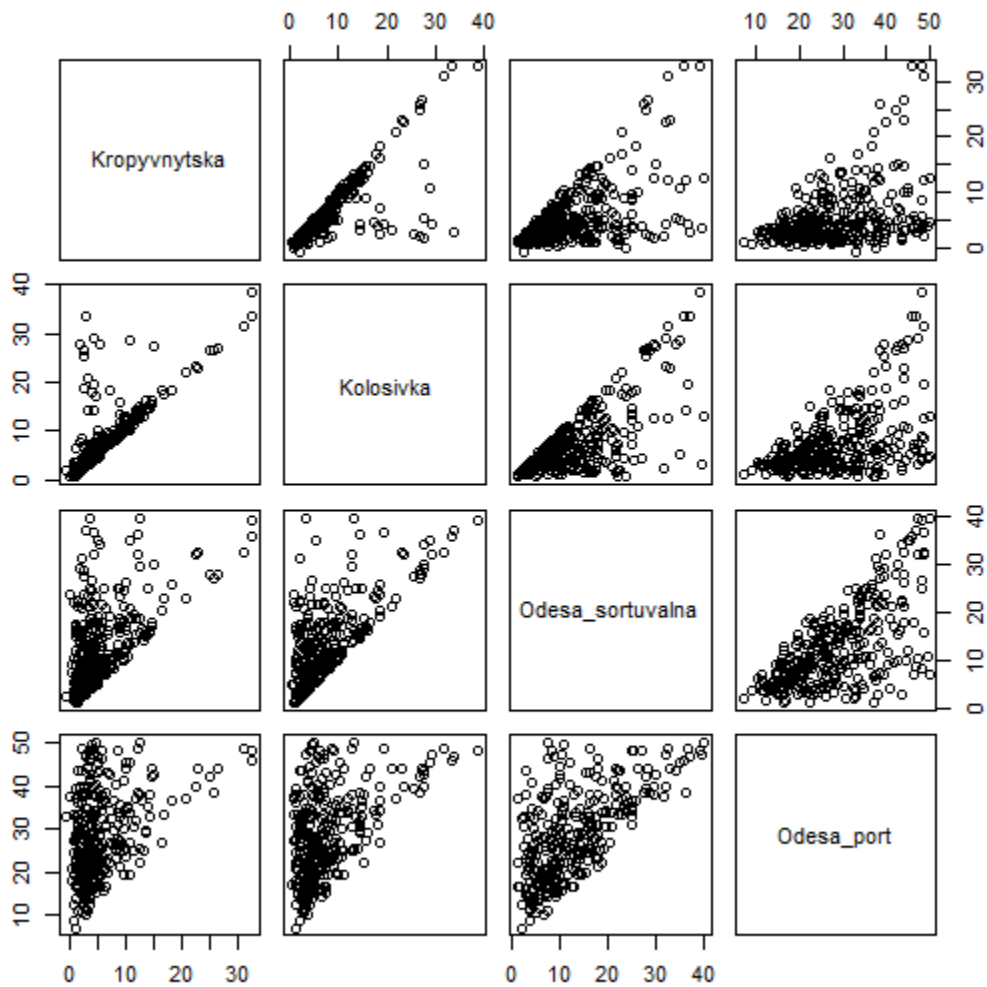


Рисунок 4.17 – Діаграми розсіювання даних в діапазоні до 50 год.

Побудуємо модель системи, що розглядається, для з'ясування самої можливості прогнозування на наявних даних. В якості моделі приймемо нечітку задачу класифікації з кількома (4) входами – ЕВ на станціях з різким зростанням середнього значення експлуатаційного відхилення, та одним виходом – ЕВ на станції призначення.

Для представлення даних видається доцільним обрати шкалу, яка б відображала ступінь відхилення від встановленого графіка та гарантувала наявність кожного її значення на довільному етапі доставки вантажу. Очевидно, що така шкала може бути тільки відносною, тому тут пропонується встановити її, базуючись на порядкових статистиках, а саме на

значеннях процентилів, див. табл. 4.7. При цьому вважається, що ліва границя не входить до відповідного діапазону.

Приклад значень відхилень та відповідних оцінок для станцій Тимкове та Одеса-Порт наведені у табл. 4.8. Так оцінка «Значне» (відхилення) становить від 0,79 год. до 1,81 год. та від 22,61 до 33,13 для вказаних станцій відповідно. Шкала відповідає наявним на певний час даним про рух вантажів через вказані станції і має регулярно перераховуватись, щоб залишатись актуальною.

Таблиця 4.7

№	Оцінка експлуатаційного відхилення	Діапазон (процентилі)
1	Прийнятне	(0; 5]
2	Помітне	(5; 15]
3	Явне	(15; 25]
4	Значне	(25; 50]
5	Серйозне	(50; 75]
6	Критичне	(75; 90]
7	Надкритичне	(90; 100]

Таблиця 4.8

Оцінка експлуатаційного відхилення	Тимкове (години)	Одеса-порт (години)
Прийнятне	(-0.22; 0.11]	(7.05; 14.69]
Помітне	(0.11; 0.53]	(14.69; 19.35]
Явне	(0.53; 0.79]	(9.35; 22.61]
Значне	(0.79; 1.81]	(22.61; 33.13]
Серйозне	(1.81; 4.00]	(33.13; 49.91]
Критичне	(4.00; 8.39]	(49.91; 79.58]
Надкритичне	(8.39; 44.71]	(79.58; 337.88]

Кожна оцінка шкали може бути представлена як лінгвістична змінна з відповідною функцією належності (рис. 4.18).

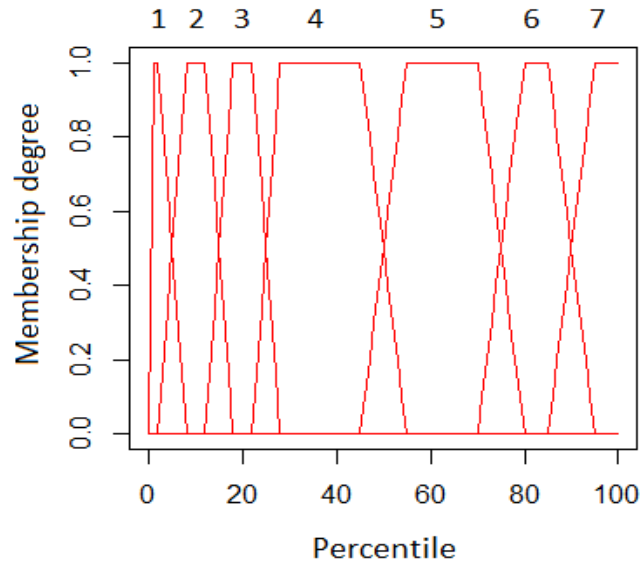


Рисунок 4.18 – Функції належності оцінок шкали

Дані про 406 випадків перевезення вантажів з Кривого Рогу до Одеського порту були використані для побудови заснованої на правилах нечіткої моделі системи (FRBS – Fuzzy rule-based system) як задачі класифікації. Значення експлуатаційних відхилень на станціях Тимкове, Кропивницька, Колосівка та Одеса-Сортувальна були прийняті як значення вхідних змінних, а оцінка якості перевезення по станції Одеса-Порт – як значення вихідної категоризованої змінної.

Синтез моделі здійснювали засобами бібліотеки frbs системи R [302]. Навчальна вибірка становила 306 точок, тестова – 100. На даних навчальної вибірки синтезувались правила в межах моделі Мамдані з такими основними параметрами: типи  $t$ -норми та  $s$ -норми –  $MIN$  та  $MAX$  відповідно, тип функції виведення –  $ZADEH$ .

При семи рівнях вхідних змінних та з функцією належності типу  $GAUSSIAN$  було згенеровано множину правил та їх функції належності, наприклад правило

"IF" "Тимкове" "is" "vv.small" "and" "Кропивницька" "is" "vv.small" "  
and" "Колосівка" "is" "vv.small" "and" "Одеса\_сортувальна" "is" "vv.small"

"THEN" "Odesa\_port" "is" "5"

зі ступенем належності 0,95.

За результатами навчання були згенеровані функції належності вхідних змінних у нормалізованій формі (рис. 4.19).

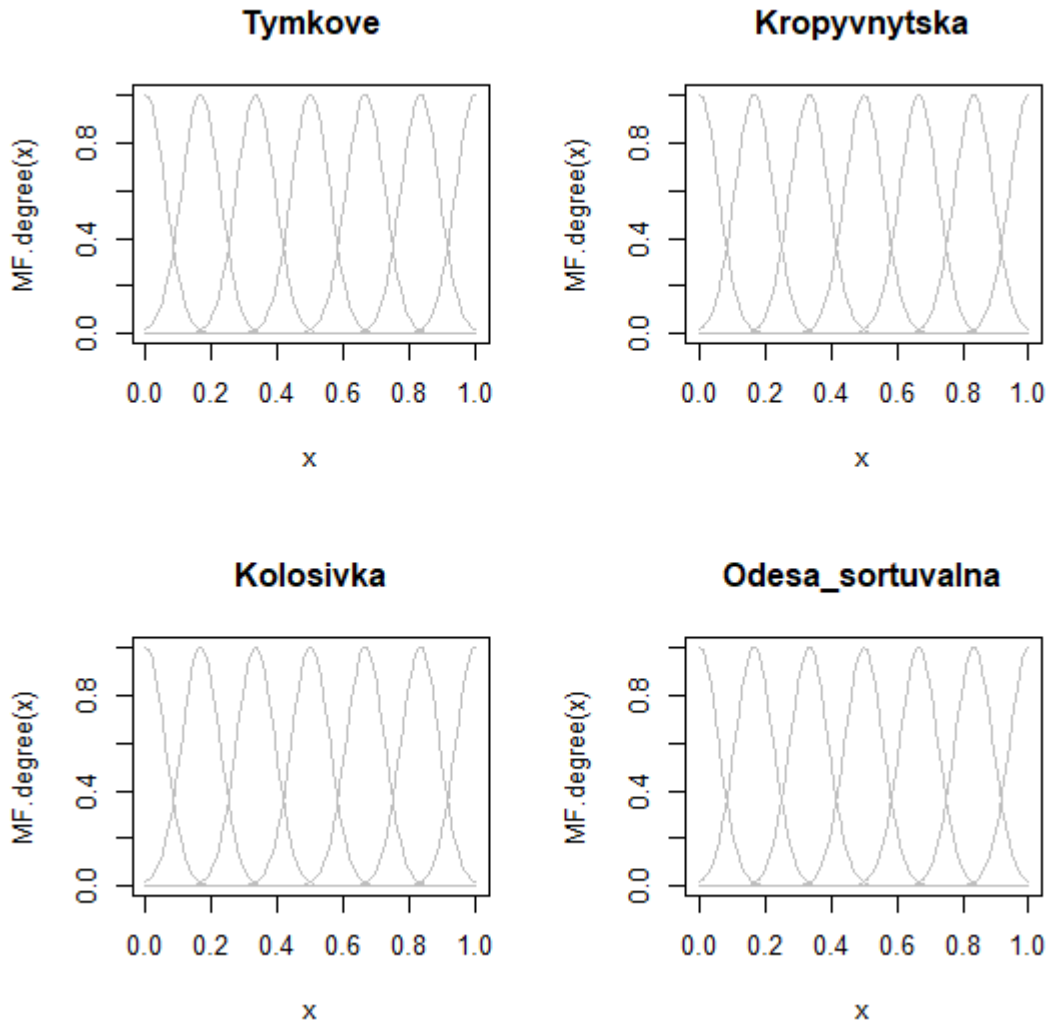


Рисунок 4.19 – Згенеровані функції належності вхідних змінних

При заданих параметрах точність прогнозу на тестовому наборі даних складає 78 % при класифікації відхилення за оцінками "ПРИЙНЯТНЕ", "ПОМІТНЕ", "ЯВНЕ", "ЗНАЧНЕ", "СЕРЙОЗНЕ", "КРИТИЧНЕ", "НАДКРИТИЧНЕ" для кінцевої станції Одеса-порт. Для більшості проміжних станцій надійність прогнозу категоріального значення відхилення

близька до 90 %, наприклад для Вознесеньська, за даними попередніх п'яти станцій, становить 89,6 %.

#### **4.5 Ідентифікація та регулювання технологічних процесів**

Як відзначалось вище, із-за відсутності методів та інструментів контролю виконання процесів, дотримання норм ТП може не бути пріоритетним завданням системи диспетчерського управління. Це спричинює потребу у розробці нових методів та алгоритмів отримання управлінського рішення щодо здійснення операцій та етапів технологічного процесу і розробки інструменту для рішення задачі управління технологією перевезення. При цьому треба враховувати, що процеси перевезення характеризуються такими властивостями як невизначеність, стохастичність, нерівномірність. Традиційна математична мова, що спирається на теорію множин та двозначну логіку недостатньо пристосована для опису подібних невизначеностей [202] Тому будемо розглядати можливості розв'язання задач управління ТП засобами математичного моделювання процесів з невизначеністю, використовуючи поняття нечітких множин. З метою проведення дослідження:

1. Розроблено структуру нечіткого регулятора.
2. Розроблено методологію управління технологічним процесом.
3. Описано способи побудови всіх елементів нечіткого регулятора.
4. Проведено імітаційне моделювання ТП з використанням (та без) нечіткого управління.
5. Показано, що настроювання нечіткого регулятора дозволяє наближувати цільову функцію до оптимального значення та покращувати ТП, в т.ч. при управління ДВ.

Будемо вважати, що головною метою дослідження є представлення моделі нечіткого регулятора як принципу формування системи управління

ТП, в основу якої покладена можливість оперування лінгвістичними представленнями елементів.

Структуру нечіткого регулятора розглянемо у складі контуру управління процесом перевезення відносно показника «Час доставки вантажу» (рис. 4.20).

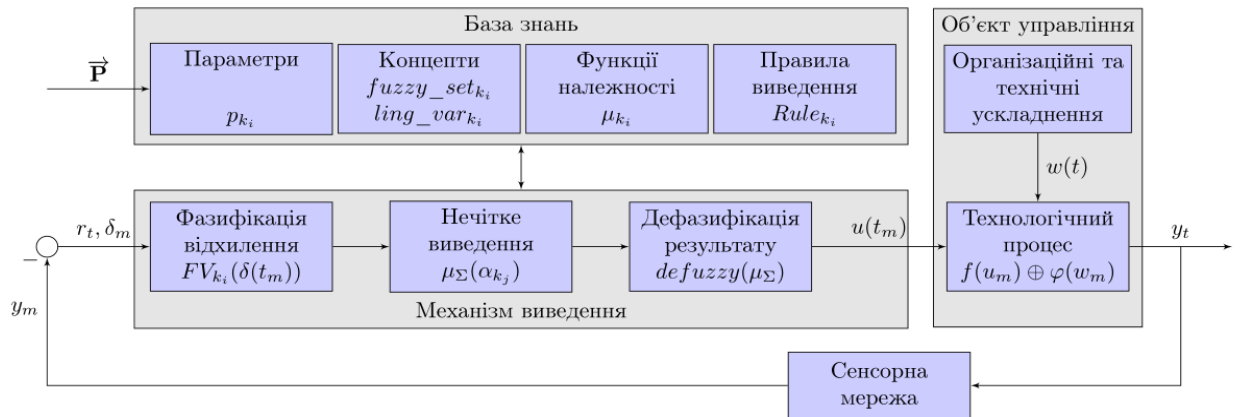


Рисунок 4.20 – Контур нечіткого регулювання технологічного процесу

Для управління процесом необхідно синтезувати нечіткий регулятор на основі даних про власне процес перевезення доставки вантажу. Нехай інформаційна система містить такі дані за попередній період, як показано на рис. 4.21.

Статистичні параметри:

- Мінімальний час доставки: 25,00 год.
- Максимальний час доставки: 63,50 год.
- Середнє значення часу доставки: 34,98 год.
- Перший, другий (медіана) та третій квартилі: 32,66, 34,36 та 36,34 год. відповідно.

Ті ж дані у формі відхилення від графіка представлені на рис. 4.22.

Статистичні параметри відхилення:

- Мінімальне відхилення часу доставки: -9,98 год.
- Максимальне відхилення часу доставки: 28,53 год.

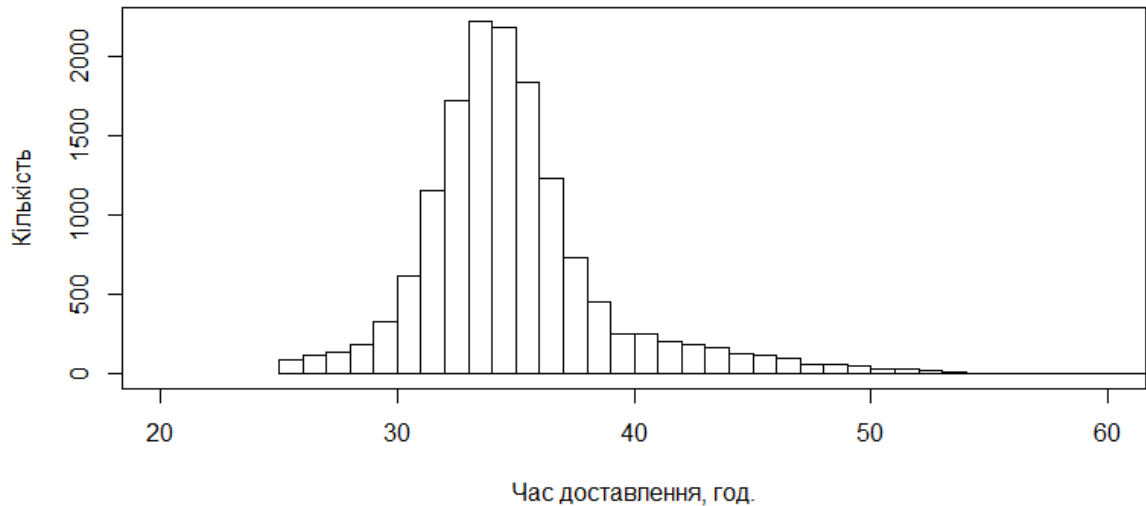


Рисунок 4.21 – Дані про час доставки вантажу

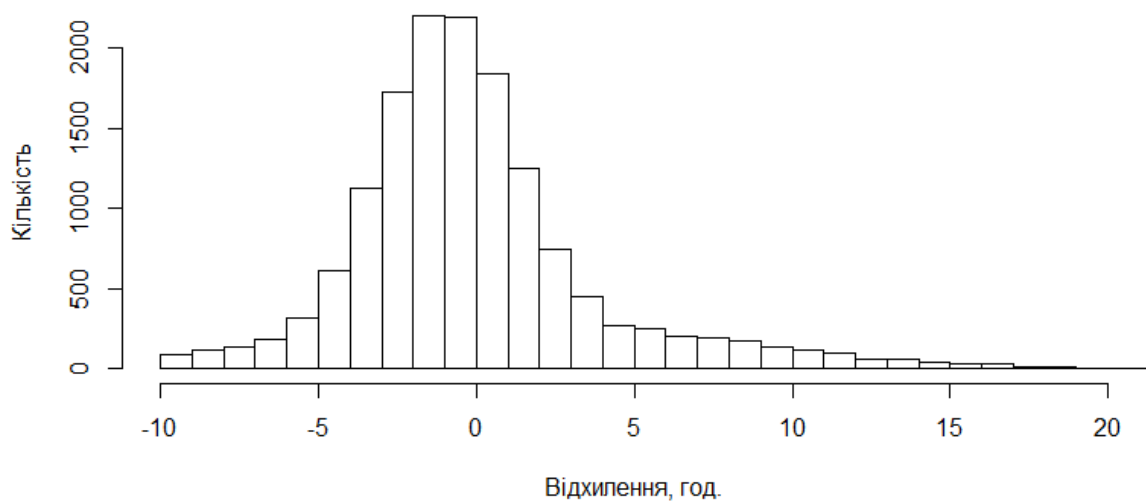


Рисунок 4.22 – Відхилення часу доставки вантажу

- Середнє відхилення часу доставки: 00,00 год.
- Перший, другий (медіана) та третій кuartилі: -2,32, -0,62 та 1,36 год. відповідно.

Прийmemo універсум – діапазон значень відхилення, які можуть трапитись у роботі системи: наприклад  $U = [-15 \text{ год.}; 30 \text{ год.}]$

Введемо поняття (концепти) для оцінки поточного стану та відповідні їм нечіткі значення:

1. Приблизно вчасно, позначимо його як *SV*.

2. Запізнення приблизно:

- a. на 1 год. –  $Z1$ ;
- b. на дві години –  $Z2$ ;
- c. на  $n$  годин –  $Zn$ .

3. Випередження приблизно:

- a. на 1 год. –  $V1$ ;
- b. на дві години –  $V2$ ;
- c. на  $n$  годин –  $Vn$ .

Введемо поняття (концепти) для оцінки цільового стану та відповідні їм нечіткі значення:

1. Приблизно своєчасна доставка, позначимо його як  $G0$ .

2. Доставка із запізненням від графіка приблизно на:

- a. на 1 год. –  $GZ1$ ;
- b. на дві години –  $GZ2$ ;
- c. на  $n$  годин –  $GZn$ .

3. Доставка з випередженням графіка приблизно:

- a. на 1 год. –  $GV1$ ;
- b. на дві години –  $GV2$ ;
- c. на  $n$  годин –  $GVn$ .

Введемо, наприклад, трикутні функції належності для нечітких вхідних та вихідних функцій.

На рис. 4.23 наведено приклади функцій приналежності для вхідних змінних  $SV$ ,  $Z1$ ,  $Z3$  та  $V4$ .

Таким же чином будуються функції приналежності вхідних та вихідних змінних для всього універсуму  $U = [-15; 30]$  (рис. 4.24). Вони являють собою, у цьому випадку, гребінець трикутних функцій з довжиною основи 2 год., побудовані для усіх можливих, за нашим припущенням, відхилень часу доставки.

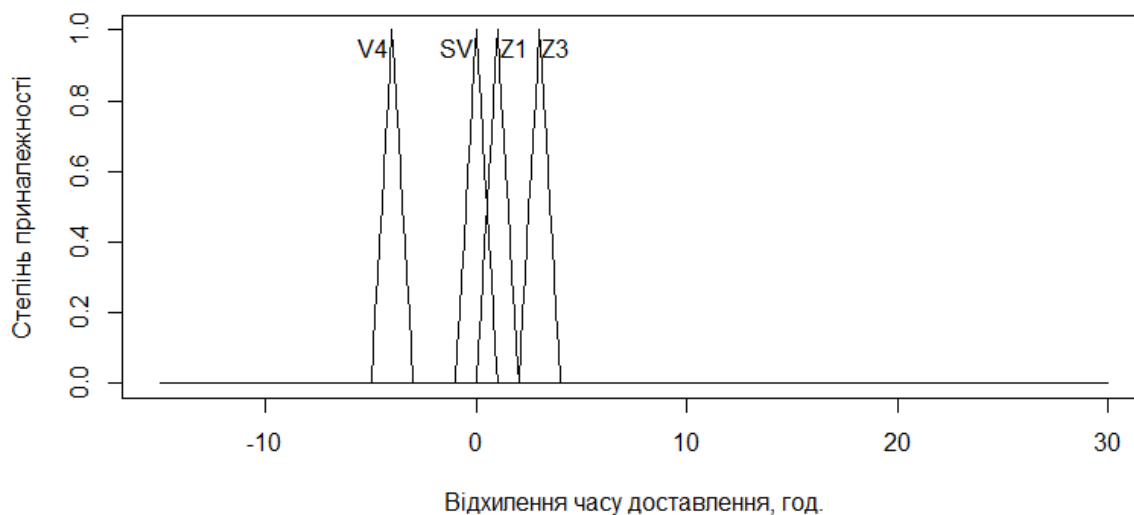


Рисунок 4.23 – Графічне представлення чотирьох функцій приналежності

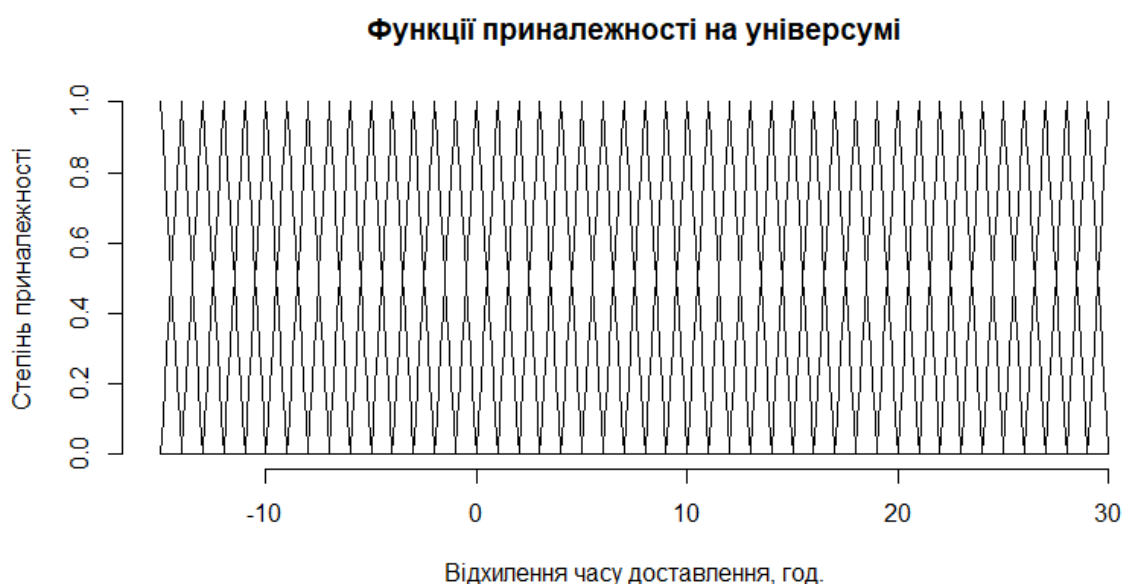


Рисунок 4.24 – Функції приналежності на універсумі  $U = [-15; 30]$

Правила виведення можуть бути сформовані у вигляді продукцій:

ЯКЩО відхилення є *State* ТО мета є *Goal*

Наприклад:

1. ЯКЩО відхилення є *SV* ТО мета є *G0*
2. ЯКЩО відхилення є *Z1* ТО мета є *G0*
3. ЯКЩО відхилення є *Z2* ТО мета є *GZ1*
4. ЯКЩО відхилення є *Z3* ТО мета є *GZ2*

5. ЯКЩО відхилення є  $V1$  ТО мета є  $G0$

6. ЯКЩО відхилення є  $V2$  ТО мета є  $GV1$

Правило 1 надає припис не змінювати відхилення, тобто виконувати роботу у плановому темпі.

Правило 2-4 передбачають зменшення запізнення приблизно на одну годину, тобто потребують виконання завдань у прискореному темпі.

Правило 5-6 передбачають зменшення випередження приблизно на одну годину, тобто потребують виконання завдань в уповільненому темпі.

Ті ж правила можна представити у формі таблиці:

Таблиця 4.9

Вхідне значення	$V2$	$V1$	$SV$	$Z1$	$Z2$	$Z3$
Цільове значення	$GV1$	$G0$	$G0$	$G0$	$GZV1$	$GZV2$

Розглянуті компоненти «Бази знань» становлять зміст блоків «Параметри», «Концепти», «Функції належності» та «Правила виведення» відповідно і можуть варіюватись чи доповнюватись у залежності від конкретних аспектів задачі регулювання.

Механізм виведення на множині нечітких правил у продукційній формі реалізує нечітке виведення Мамдані (алгоритм нечіткого виведення Мамдані) з варіантами реалізації, що визначаються застосованими  $t$ -нормами,  $t$ -конормами, методами дефазифікації тощо.

Проблема ідентифікації процесів вирішується на етапі, що передуює оцінці значень простих статистик, таких як середнє значення, медіана, стандартне відхилення, проценти тощо, оскільки передбачає виявлення власне адекватної статистичної схеми, чи моделі процесу.

На рис. 4.25 представлені дані про відхилення від нормативних значень при виконанні певних технологічних операцій у формі гістограми. Дані свідчать про певну несиметричність відхилень, проте статистична значущість

спостережуваної несиметричності не очевидна. За такими даними, крім обчислення статистичних моментів та порядкових статистик можна, за потреби, побудувати нечітку множину «Відхилення від норми» з функцією приналежності, яка визначається як нормалізована функція щільності розподілу, представлену на рис. 4.25 як детальна апроксимація. Проте така деталізація може виявитись надмірною і замість детальної побудувати просту апроксимацію, наприклад, трикутну функцію приналежності.

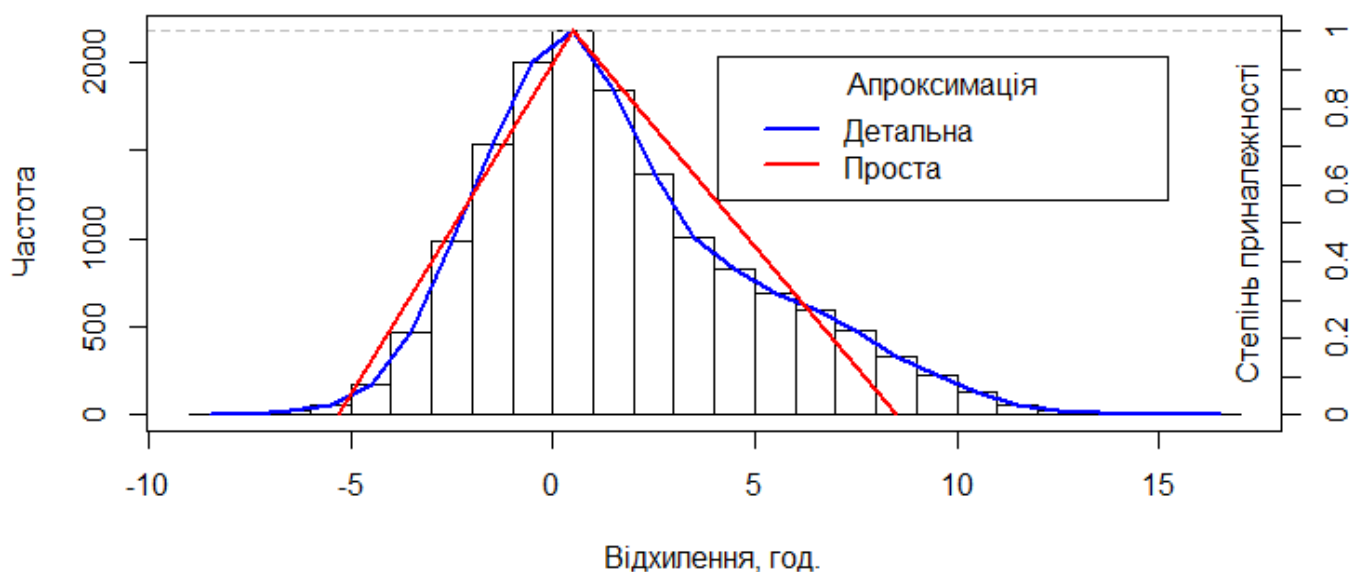


Рисунок 4.25 – Функція приналежності за даними спостережень

Бімодальний характер статистичних даних часто свідчить про наявну суміш двох процесів, та й проста апроксимація виглядає надмірно грубою, як це видно з рис. 4.26.

Така ситуація передбачає додатковий аналіз процесу, можливо реструктуризацію компонентної моделі, виокремлення інших чи додаткових акторів, тощо.

Для побудови імітаційної моделі регулювання технологічного процесу приймемо такі допущення.

Нормативний час доставки вантажу вважається відомим та таким, що відповідає техніко-організаційній спроможності операційного механізму.

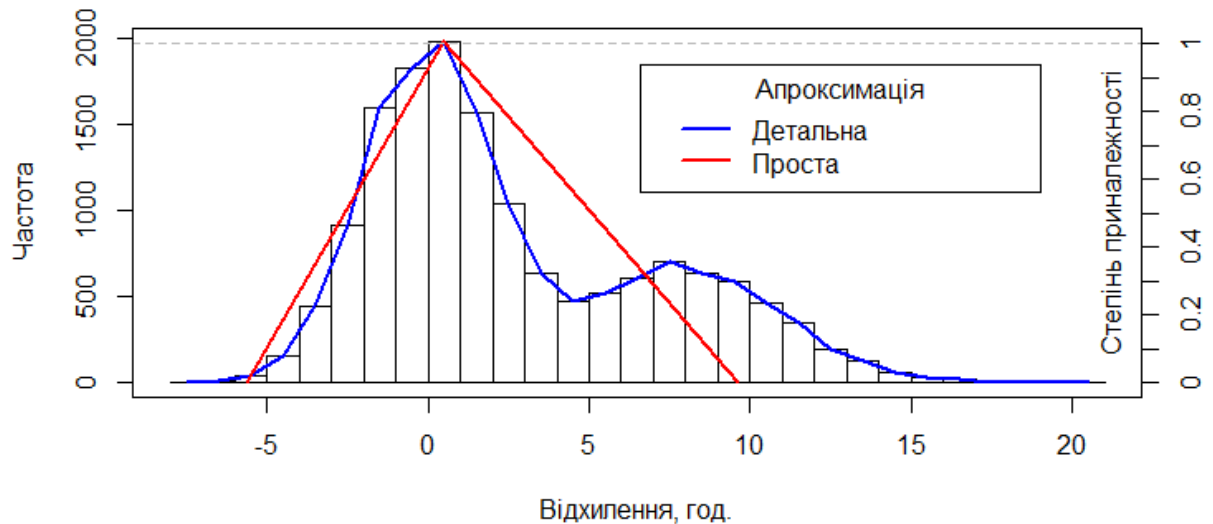


Рисунок 4.26 – Дані з підозрою на суміш процесів

Тоді можна обмежитись розглядом тільки відхилення  $\delta$  часу обслуговування від нормативного значення.

Увесь час обслуговування вважаємо розділеним на  $N$ . На кожній  $i$ -й ділянці трапляється  $n_\nu$  подій збільшення або зменшення відхилення  $\delta$  на випадкову величину  $w$ .

Числа  $n_\nu$  мають розподіл Пуассона з середнім значенням  $\nu$ . Розподіл значень  $w$  обирається відповідно до модельованої ситуації.

Загальне збільшення чи зменшення відхилення на  $i$ -й ділянці обчислюється як сума  $\delta_i = \sum_{j=1}^{n_\nu} \Delta w_j$ .

У випадку нормованого на максимальне значення відхилення часу оброблення вантажу обчислюємо вагу  $i$ -ї ділянки  $b_i$  як відношення нормативного часу обслуговування на ділянці до нормативного часу на усьому маршруті. У випадку рівномірного розбиття на  $N$  ділянок  $b = 1/N$ .

Загальне накопичене відхилення  $\delta_k^Q$  на  $k$ -й ділянці маршруту визначаємо:

– при відсутності нечіткого регулятора  $\delta_k^Q = \sum_{i=1}^k \Delta b_i \delta_i$ , зокрема, на усьому маршруті  $\delta = \sum_{i=1}^N \Delta b_i \delta_i$ .

- при використанні нечіткого регулятора  $\delta_k^Q = \psi(\delta_{k-1}^Q) + b_i \delta_i$ , зокрема, на усьому маршруті  $\delta = \psi(\delta_{N-1}^Q) + b_i \delta_i$ , де  $\psi(\delta_{k-1}^Q) = u(t_{k-1})$  - управлінське рішення механізму виведення нечіткого регулятора на  $k$ -ій ділянці маршруту.

Цільове значення відхилення  $\delta_{target}=0$ .

Значення  $w_i$ ,  $\delta_i$ ,  $\delta_k^Q$  та  $\delta$  зручно вимірювати у частках одиниці:

1.  $w_i=-0,03$  означає, що відбулась випадкова подія, яка призвела до зменшення відхилення на 3 %
2.  $\delta_i=0,03$  означає, що відхилення на  $i$ -й ділянці становить 3 %
3.  $\delta=0,11$  означає, що загальне відхилення на маршруті становить 11 %
4.  $\delta_k^Q=0,08$  означає, що загальне відхилення на  $k$ -ій ділянці маршруту становить 8 %.

Вага ділянки  $b_i = 1/N$

Середня кількість прецедентів на ділянці  $\nu = 3$

Максимальне очікуване значення відхилення на ділянці  $\delta_{max} = 0,15$

Нечіткі змінні *State* та *Goal* представлені на рис. 4.27.

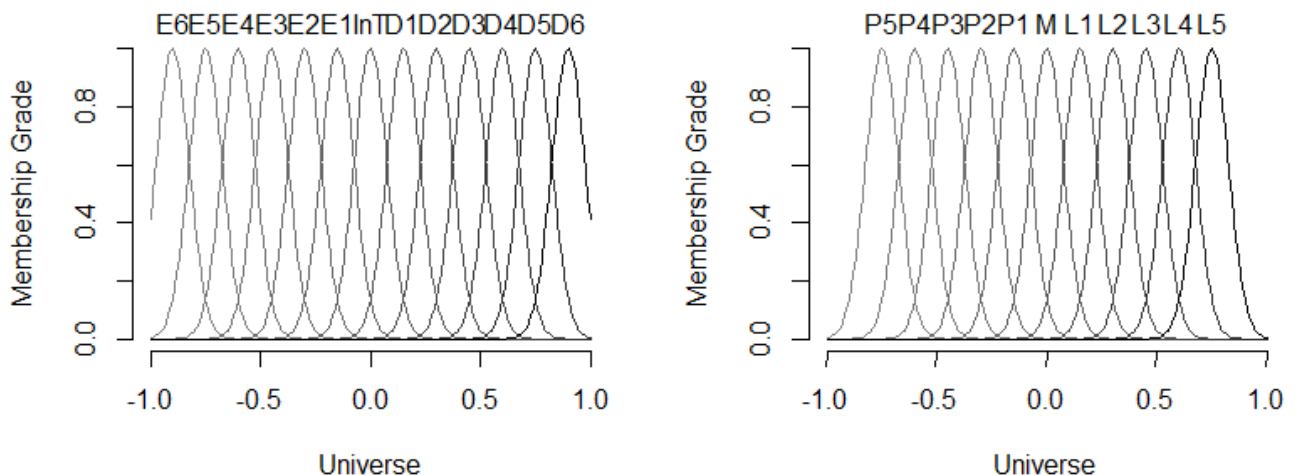


Рисунок 4.27 – Функції приналежності значень нечітких змінних

Правила виведення передбачають пришвидшення у випадку відставання від графіка та уповільнення при його випередженні. Таке

регулювання цілком виправдане при наявності графіка, який повністю відповідає можливостям та цілям операційних механізмів.

Таблиця 4.10

<i>State</i>	<i>E6</i>	<i>E5</i>	<i>E4</i>	<i>E3</i>	<i>E2</i>	<i>E1</i>	<i>InT</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>D4</i>	<i>D5</i>	<i>D6</i>
<i>Goal</i>	<i>P5</i>	<i>P4</i>	<i>P3</i>	<i>P2</i>	<i>P1</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L3</i>	<i>L4</i>	<i>L5</i>

Нехай збурення часу обслуговування  $w$  розподілені рівномірно у інтервалі  $[-\delta_{max}; \delta_{max}]$ , тобто випередження та відставання від графіка вважаються рівноймовірними. Результат імітації часу обслуговування для зроблених припущення та методі дефазифікації «центроїд» показаний на рис. 4.28. При використанні нечіткого регулятора відхилення зменшуються, в середньому, у 2.2 рази.

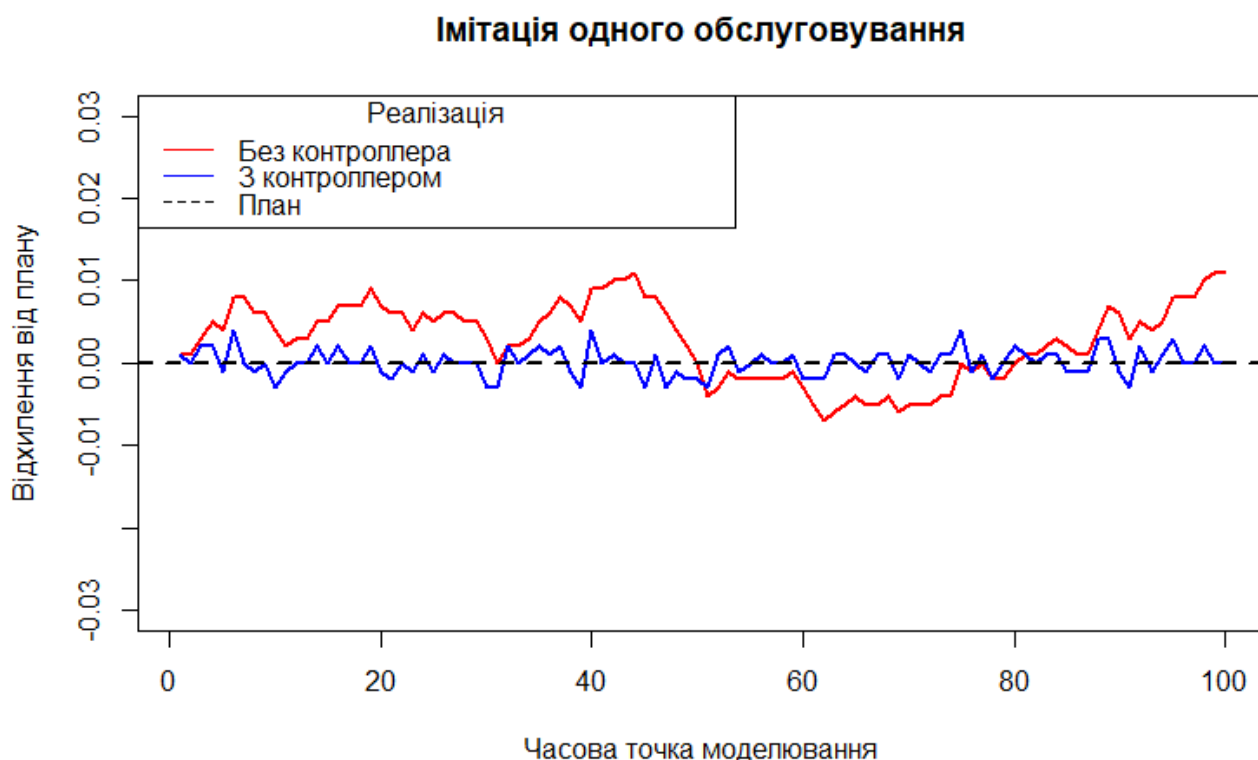


Рисунок 4.28 – Час обслуговування при рівноймовірних відхиленнях

У випадку, якщо більш імовірними є запізнення, тобто  $w$  розподілені рівномірно на інтервалі  $[-0,8\delta_{max}; 1,2\delta_{max}]$  поведінка системи значно змінюється: спостерігається системний дрейф відставання від графіка, адже математичне очікування значень  $w$  тепер позитивне, проте, при прийнятих параметрах та правилах моделі з методом дефазифікації «meanmax», регулятор здатний вчасно скоригувати та мінімізувати відхилення, як це видно на рис. 4.29.

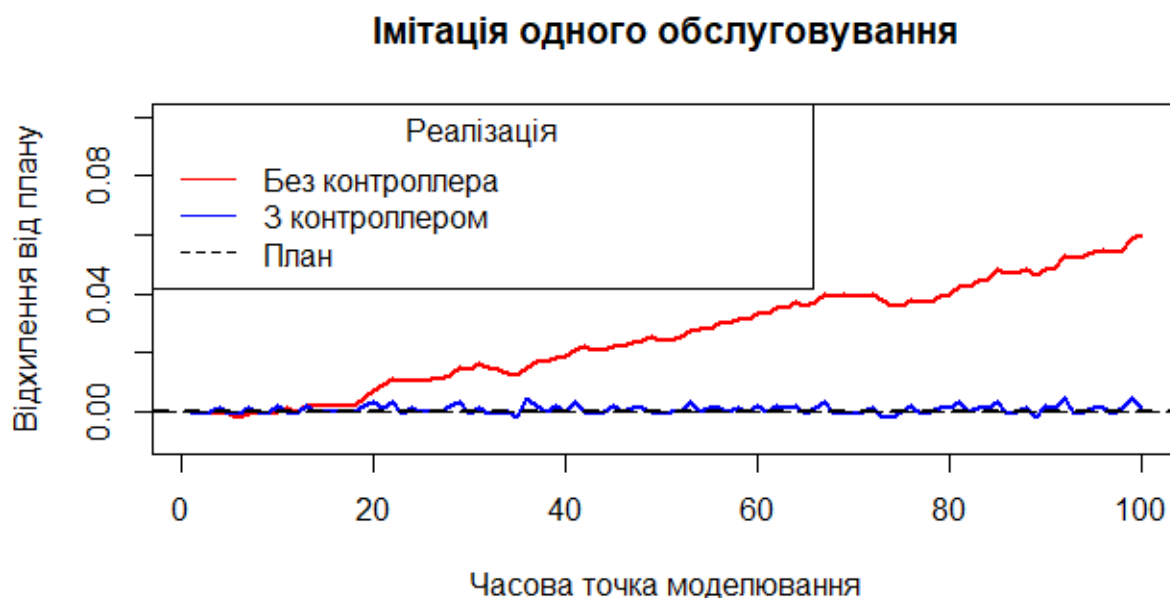


Рисунок 4.29 – Час обслуговування при додатному математичному очікуванні випадкових збурень часу обслуговування  $w$

Випадок, коли нормативний час доставки вантажу вважається невідомим, або, що те ж саме, нереалістичним для виконання, потребує окремого розгляду.

Отримані результати становлять зміст методології технологічно інформаційного моделювання управління технологічними процесами на залізничному транспорті, основами якої є:

1. Обґрунтованість даних: Дані про виконання усіх ланок ТП зберігаються автоматично з достатнім рівнем деталізації у ІС.

2. Адекватність представлень: Статистичні моделі операційних механізмів (ланок ТП) регулярно оновлюються за даними останнього періоду.

3. Узгодженість цілей: Управлінські цілі та цілі операційних механізмів (ланок ТП) зв'язуються через економічні результати діяльності.

4. Безпечність нормування: Нормативні показники засновуються на актуальних стійких статистичних критеріях та еволюціонують у бік підвищення ефективності економічної результативності ТП.

Використання запропонованої методології технологічно-інформаційного моделювання управління процесами доставки вантажів на залізничному транспорті забезпечує вирішення проблем практики експлуатаційної діяльності в частинах:

- формування інструментів оперативного контролю виконання технологічних процесів;
- прогнозування часу операцій технологічних процесів;
- ідентифікації проблемних ланок для прийняття управлінського впливу;
- оцінювання якості управління технологічними процесами перевезення вантажів залізницею;
- розробки принципів формування системи показників, адекватної поточному стану експлуатаційного процесу.

#### **4.6 Висновки за розділом 4**

1. Розроблено адаптивну модель оцінки якості виконання технологічного процесу учасниками доставки вантажу з використанням нечітких множин, яка доводить застосовність моделювання на основі часових даних. Надійність прогнозу категоріального значення відхилення для більшості проміжних станцій перевищує 89 %, для відхилення на кінцевій станції – 78 %.

2. Розроблено метод визначення частки впливу роботи транспортних підрозділів, видів транспорту на загальний обіг вагону й час доставки вантажу. Доведено, що система здатна до локалізації проблемних ланок та зон відповідальності підсистем, що дозволяє однозначно ідентифікувати підрозділ залізниці для здійснення управлінського впливу.

3. Розроблені схема та засоби імітаційного моделювання технологічних процесів доставки вантажу з використанням та без використання нечіткого управління. Розроблено структуру нечіткого регулятора та способи побудови всіх його елементів.

4. Проведено імітаційне моделювання технологічних процесів з використанням та без використання нечіткого регулятора. Настроювання нечіткого регулятора дозволяє зменшувати відхилення показників виконання технологічного процесу від нормативних значень в середньому у 2,2 рази та покращувати технологічні процеси управління доставки вантажів.

5. Встановлено, що час доставки вантажу, як базовий показник якості, не є цільовою функцією системи.

6. Розроблена методологія технологічно-інформаційного моделювання до управління технологічними процесами з метою підвищення ефективності експлуатації рухомого складу.

## **РОЗДІЛ 5**

### **КОНСТРУКТИВНО-ПРОГРАМНИЙ ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ**

У даному розділі розроблено функціональну структуру програмного комплексу системи управління технологічними процесами доставки вантажів, розглянуті питання взаємодії інформаційних систем суміжних морського та залізничного транспорту, формалізовано облік затримок вагонів на підходах до станції призначення, розроблені функції автоматизованого робочого місця диспетчера з контролю за процесами доставки та наведені шляхи інтеграції АРМу до єдиної інформаційної системи АСК ВП УЗ-Є.

#### **5.1 Аналіз складових моделі перевізного процесу вантажних перевезень залізничного транспорту**

Управління вантажними перевезеннями залізниці вже не існує без використання автоматизованих систем. Можна констатувати, що всі технології, які розроблюються та впроваджуються у процеси управління реалізуються тільки у інформаційне середовище. Зокрема облік роботи підрозділів і всієї залізниці, розрахунок кількісних та якісних показників роботи підрозділів та всієї залізниці у цілому, фінансова та облікова звітність, технологічні документи, розрахункові документи за наданні послуги та інше відбувається у інформаційній базі – єдиній автоматизованій системі управління вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є). Система, що містить величезний обсяг даних про всі операції з об'єктами управління, залишається по суті інформаційною. Розробники системи та практики-експлуатаційники наголошують у роботі [150] на необхідність перетворення інформаційної системи у систему підтримки прийняття рішень шляхом створення аналітичних серверів.

Існуючі автоматизовані технології, що використовуються при управлінні процесами перевезень, є в значній мірі, системами збору та

передачі даних, що часто здійснюється людиною, а значить із відставанням від реального часу виконання операції, з послідуною їх обробкою для складання технологічних, облікових, фінансових документів, звітів про виконану роботу та іншої документації [11, 235, 236]. Автоматизовані системи для формування нормативних та технологічних документів залізниці таких, як план формування, техніко – розпорядчий акт станції, де описана топологія станції, тягові розрахунки, система нормування показників, графік руху поїздів існують як окремі локальні комплекси, що не пов'язані між собою і не інтегровані у загальний інформаційний простір АСК ВП УЗ-Є. Початкові дані вводяться у локальні системи для послідуних інженерних розрахунків, вихідними документами систем є нормативно технологічні документи, які призначені реалізувати загальну стратегію управління залізницею та втілюватися в оперативні процеси через виконання нормативів та показників роботи.

Схема інформаційних потоків у системі управління залізничним транспортом (рис. 5.1) ілюструє практичну відсутність зв'язків між автоматизованими системами, які приймають участь у розрахунках довгострокових нормативно-технологічних документів, нормативів виконання робіт і автоматизованою системою АСК ВП УЗ-Є, де оброблюються дані технологічних процесів, розраховуються кількісні та якісні показники поточної експлуатаційної роботи та інформацією якої користуються диспетчерські служби та оперативні працівники. Своєчасність та достовірність даних про перевізний процес залежить від наявності на дільницях інформаційно-керуючих систем. Адміністративний рівень управління користується даними нормативних документів для формування довгострокових планів та завдань оперативному апарату. Зворотній зв'язок від інформаційної системи, яка містить дані технологічних процесів для аналізу та корегування довгострокових завдань взагалі відсутній. У зв'язку з цим доводиться констатувати відсутність можливості корегування

довгострокових нормативів та нормативно-технологічних документів, що складаються або розраховуються у локальних системах.

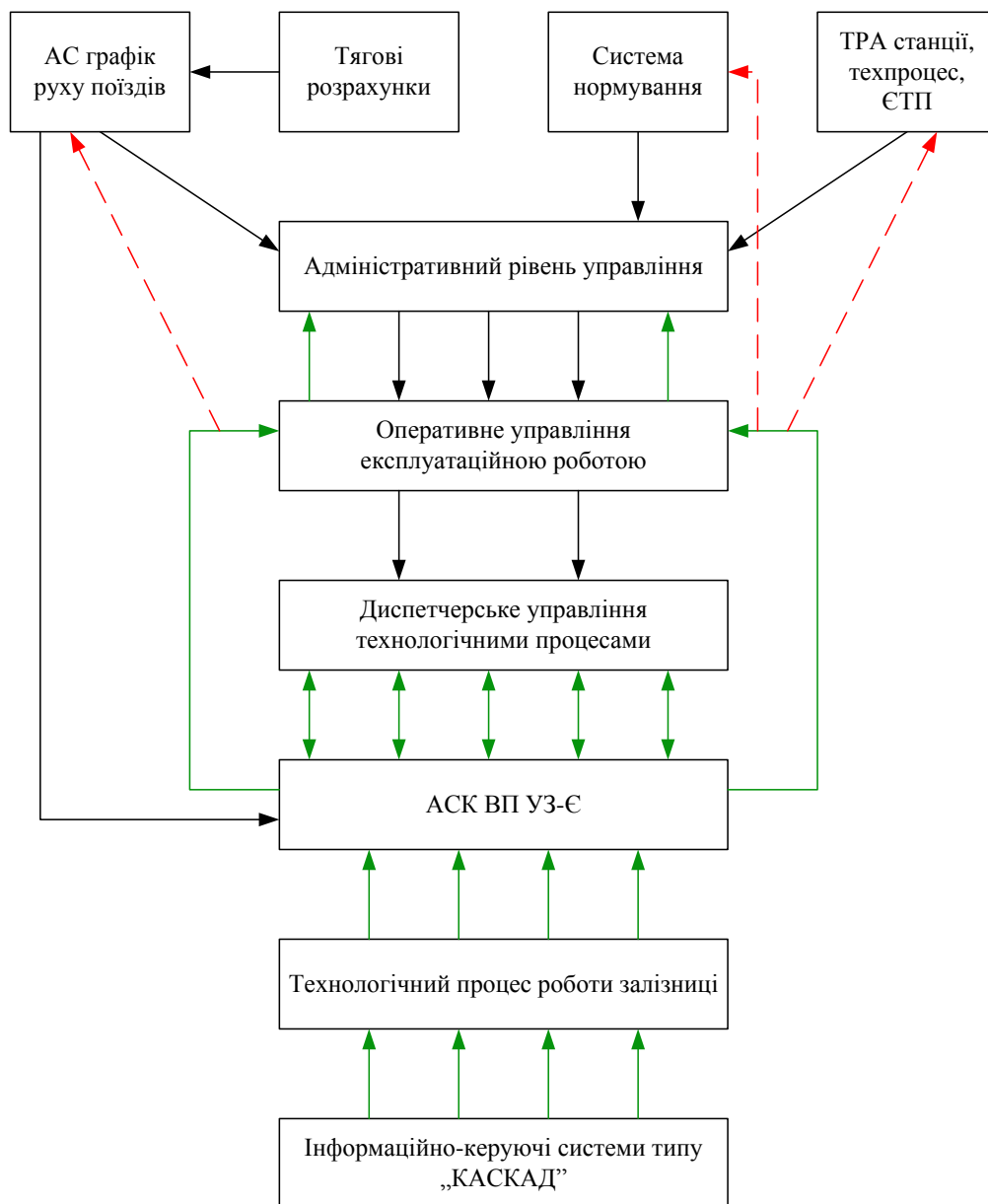


Рисунок 5.1 – Схема інформаційних потоків у системі управління залізничним транспортом

Слід зазначити, що інформаційна система залізниці являє собою гігантське сховище даних, що описують виконану роботу, та які лише констатують процеси, що вже відбулись. Значна кількість довідок, звітів використовується для аналізу роботи залізниці. Так, наприклад, персонал

дирекцій та залізниць України, що відповідає за планування роботи на добу, починає свій робочий день з четвертої години ранку. В плануванні роботи, як і у більшості процесів управління залізничними перевезеннями вантажів, не дивлячись на тотальне впровадження комп'ютерних технологій на всіх робочих місцях, використовуються підходи, що базуються на евристичних методах, власному досвіді управлінців та дисципліні виконання наказів. Отже, автоматизована система залізниці потребує розвитку у напрямку розробки та впровадження технологій підтримки прийняття диспетчерським апаратом рішення щодо управління технологічними процесами.

У той же час, від залізниці, як від сфери обслуговування, бізнесоточення вимагає прозорості дій, дотримання логістичних принципів при доставці вантажів, що пов'язано з точним прогнозування, та дотриманням встановлених часових параметрів договору між учасниками перевезень. Це все обумовлює необхідність переходу від інформаційної системи, як сховища даних та системи розрахунків документів і звітів, до інтелектуальної системи (ІС). У контексті зазначеного серед основних функцій ІС [26, 124] особливо важливі задачі, які базуються на системі підтримки прийняття рішення (СППР) диспетчерським апаратом, задачі планування та прогнозу виконання процесу перевезень, а також управління ТП доставкою вантажів.

У той же час, однією з основних тенденцій розвитку ІС сьогодні, як показує аналіз світових і вітчизняних досліджень [77, 261, 264], є використання автоматизованої розробки програмного забезпечення на основі об'єктно-орієнтованих моделей предметної області та певних семантичних конструкцій. Актуальним для підвищення сервісів у бізнес процесах є також впровадження семантичних технологій. У світі вже існує значна кількість програмних продуктів класу Business Intelligence (BI) [36], програмних засобів та технологій, що спрямовані на вибір обґрунтованих рішень на підставі інтелектуального аналізу даних, таких як, наприклад, Data mining [323]. Функціонування BI технологій спрямовано на накопичення знань та генерування нових. Всі ці засоби та системи використовують формалізовані

знання про предметну область технологічного циклу, від планування роботи в реальному режимі часу, моделюванні ситуацій до прогнозу їх розвитку та наданні рекомендацій засобами СППР.

За існуючою технологією інформація про події з об'єктами управління передається з АРМів працівників залізниць до центральної бази даних про перевізний процес АСК ВП УЗ-Є, де оброблюється, зберігається та утворює окремі моделі перевізного процесу.

Множина моделей перевізного процесу (інформаційних образів об'єктів управління) складає логічну базу даних (ЛБД), що забезпечує єдність інформаційного середовища АСК ВП УЗ-Є. Моделі зв'язані між собою різними відношеннями, але будуються за єдиною формальною схемою.

Кожна модель (її стан) характеризується множиною атрибутів, які поділяються на групи, що не перетинаються між собою – грані моделі, вони можуть містити внутрішні грані (підграні). Так вагонна модель, яка є одна з основних моделей системи, містить всі операції з вагоном від моменту появи цього об'єкта управління на мережі до моменту передачі його на металобрухт. Дані всіх операцій технологічних циклів та нетехнологічних подій зберігаються у сховище даних для розрахунків та аналізу. Вагонна модель логічно пов'язана з відправочною моделлю, те містяться перевізні документи на внутрішні перевезення та дані документів на міжнародні перевезення. Спільною гранню цих моделей є атрибут – вагон та час операції з ним.

Формування всіх даних АСК ВП УЗ-Є у типові моделі ТП перевезень та зв'язки між ними забезпечується дотриманням принципів побудови системи:

– інтеграція всіх даних системи, що дає можливість обирати будь-яку комбінацію даних різних об'єктів, пов'язаних різними зв'язками;

– відкритість бази даних БД для розширення – додавання до БД нової моделі практично не впливає на функціонування вже існуючих;

– типізація та універсалізація процесів запису та читання даних з моделей, а також полегшує їх супровід (розвиток, виправлення помилок і т.п.).

Можна стверджувати, що АСК ВП УЗ-Є – це інтегроване середовище для організації інформаційних технологій перевізного процесу, інформаційний простір для створення Технологій управління технологічними процесами.

Моделі АСК ВП УЗ-Є містять інформацію про події з основними об'єктами управління:

1. Локомотивна модель (локомотиви, поїзди, час роботи локомотивних бригад, дані про ремонт локомотивів).

2. Поїзна модель (інформація про вагони, локомотиви, локомотивні бригади).

3. Вагонна модель (всі події з вагонами).

4. Модель під'їзних колій (вагони, що знаходяться на підприємстві).

5. Модель нарахувань (всі нарахування за перевезення).

6. Контейнерна модель (вагони, контейнери, вантажі).

7. Відправочна модель (перевізні документи).

8. Модель станції (дислокація вагонів по коліях станції).

9 Контейнерна модель (вантаж, що знаходиться у контейнері у вагоні, контейнер).

10. Модель несправних вагонів (вагон у ремонті).

Моделі знаходяться у взаємодії, у строгій ієрархії по законах логічних контролів та за вимогами діючих законів, нормативів, наказів, інструкцій тощо (рис. 5.2).

Моделі зв'язані між собою різними відношеннями, але будуються за єдиною формальною схемою, що спирається на чотири базових типи:

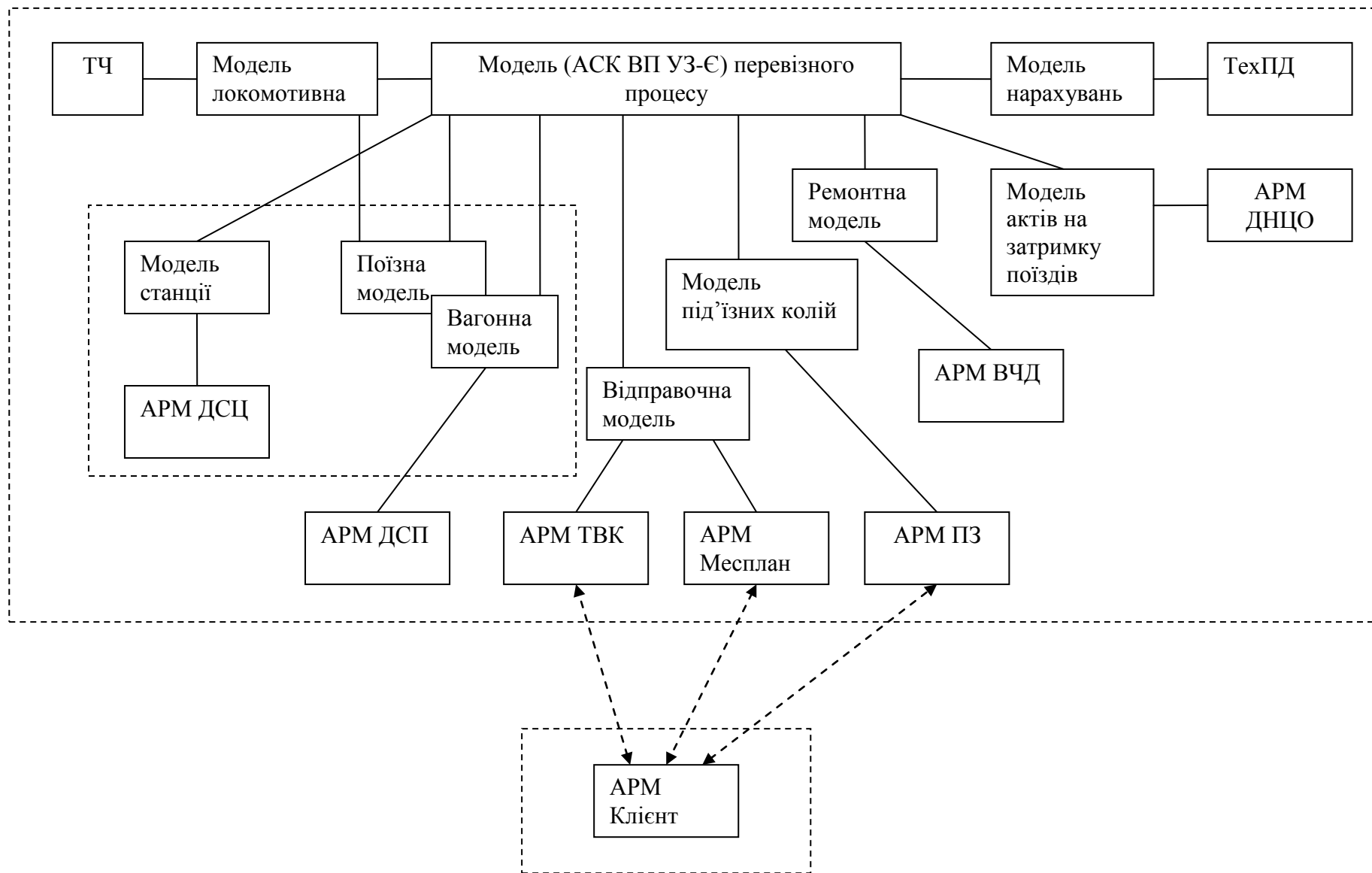


Рисунок 5.2 – Моделі АСК ВП УЗ-Є

- простий об'єкт – не змінюється впродовж всього періоду свого існування (життєвого циклу);
- змінний об'єкт (розвиток простого) – може змінювати свій стан впродовж життєвого циклу;
- рухомий об'єкт (розвиток змінного) – може переміщуватися між полігонами різних стаціонарних об'єктів (змінює дислокацію);
- стаціонарний об'єкт (розвиток змінного) – має полігон, топологічні зв'язки (примикання) з полігонами інших стаціонарних об'єктів.

Кожна модель, її стан характеризується множиною атрибутів, які поділяються на групи, що не пересікаються між собою – грані моделі, вони можуть містити внутрішні грані (підграні). Склад граней та атрибутів для кожної моделі специфічне, але можуть існувати типові грані та атрибути, які характерні для базового типу у цілому. Таки чином, всі моделі обов'язково включають так звану головну грань, що містить унікальний ідентифікатор об'єкта та його життєвий цикл, всі змінні моделі включають грань операцій з об'єктами даного типу, всі рухомі об'єкти мають дислокаційну грань і т.п.

Зв'язки між моделями організуються чи як посилання із грані однієї моделі на ідентифікатор об'єкта іншої, чи введенням підграні, загальної для двох граней різних моделей. Зведення всіх даних АСК ВП УЗ-Є до типових моделей та зв'язкам між ними забезпечує:

- інтеграцію всіх даних системи, що дає можливість обирати будь яку комбінацію даних різних об'єктів, пов'язаних різними зв'язками;
- принципову відкритість бази даних БД для розширення – додавання до БД нової моделі практично не впливає на функціонування вже існуючих;
- типізацію та універсалізацію процесів запису та читання даних з моделей, а також полегшує їх супровід (розвиток, виправлення помилок і т.п.).

База даних кожного вузла в загальному випадку відображає свій фрагмент технологічного процесу.

База даних АСК ВП УЗ-Є утворюється на підставі події з поїздом та вагоном, що передаються з автоматизованих робочих місць (АРМ) працівників станцій. Час передачі повідомлень повинен відповідати фактичному часу здійснення технологічних операціям, що не завжди відбувається в реальній експлуатаційній ситуації. Рішення задачі своєчасної передачі даних можливе при впровадженні датчиків «напольного» зчитування інформації, систем відеонагляду та іншими технічними пристроями.

Основні події з вагоном, що передаються зі станції до БД наступні:

$t_1$  – прибуття поїзда;

$t_2$  – списування по прибуттю номерів вагонів;

$t_3$  – корегування складу поїзда у ТГНЛ для точного розрахунку розміченої ТГНЛ та сортувального листа;

$t_4$  – початок комерційного огляду;

$t_5$  – початок технічного огляду;

$t_6, t_7$  – закінчення операцій комерційного та технічного;

$t_8$  – маневрові операції з поїздом та корегування складу поїзда, інформація про вантаж;

$t_8'$  – повідомлення клієнту про прибуття вантажу;

$t_9$  – розрахунок технологічних документів для обробки поїзда;

$t_{10}$  – розформування поїзду відповідно із складеним планом СЛ;

$t_{11}$  – маневрові операції, переставлення вагонів по коліях сортувального парку, корегування моделі сортувальних колій;

$t_{12}$  – подавання вагонів на під'їзну колію, контейнерний майданчик;

$t_{13}$  – подавання несправних вагонів на об'єкти ВЧД;

$t_{14}$  – закінчення накопичення складу поїзду на сортувальних коліях або на сортувально-відправних коліях, розрахунок НЛ сформованого поїзду;

$t_{15}$  – повернення вагонів після ремонту;

$t_{16}$  – забирання вагонів з п/к;

$t_{16}'$  – приймання вагону до перевезення;

$t_{17}$  – формування натурального листа сформованного поїзду;  
 $t_{18}$  – розрахунок довідки машиністу для випробування гальм;  
 $t_{18}'$  – відправлення поїзда;  
 $t_{19}$  – списування поїзда по відправленню та корегування складу поїзда;  
 $t_{20}$  – передача інформації про зміну складу поїзду до АСК ВП УЗ-Є для корегування поїзду по прибуттю.

Наведена схема (рис. 5.3) є фрагментом загального інформаційного потоку про події, що відбуваються у експлуатаційних процесах залізниці. Перевізний процес є одна із найскладніших систем, що визначається множиною залізничних об'єктів, рухомих і стаціонарних, множиною зв'язків між ними. Слід зазначити, що дані про експлуатаційні події, як зв'язки між складними сутностями мають багатозначні, кардинальні властивості [182].

Реалізовувати ефективне диспетчерське управління таким складним процесом неможливо без СППР, що надає рекомендації для прийняття рішення, містить апарат для моделювання ситуацій. Наразі інформаційна система залізниці залишається базою даних для аналізу подій, що відбулися. Управління технологічними процесами передбачає прогнозування подій, завчасне виявлення ситуацій з відхилень від прогнозу для прийняття диспетчерських оперативних заходів. Для цього необхідна розробка та впровадження автоматизованих додаткових функцій з організації технологічних процесів перевезення на платформі існуючого інформаційного простору.

## **5.2 Інформаційна взаємодія автоматизованої системи залізниці із суміжними видами транспорту**

Значна частина залізничних вантажів потребує перевезення за участю двох або більше видів транспорту. Наприклад, перевезення зерна на експорт через морські порти України у 2016 р. склало 434823 вагонів [200]. За матеріалами [299], рис. 5.4 майже половина перевезень залізничним

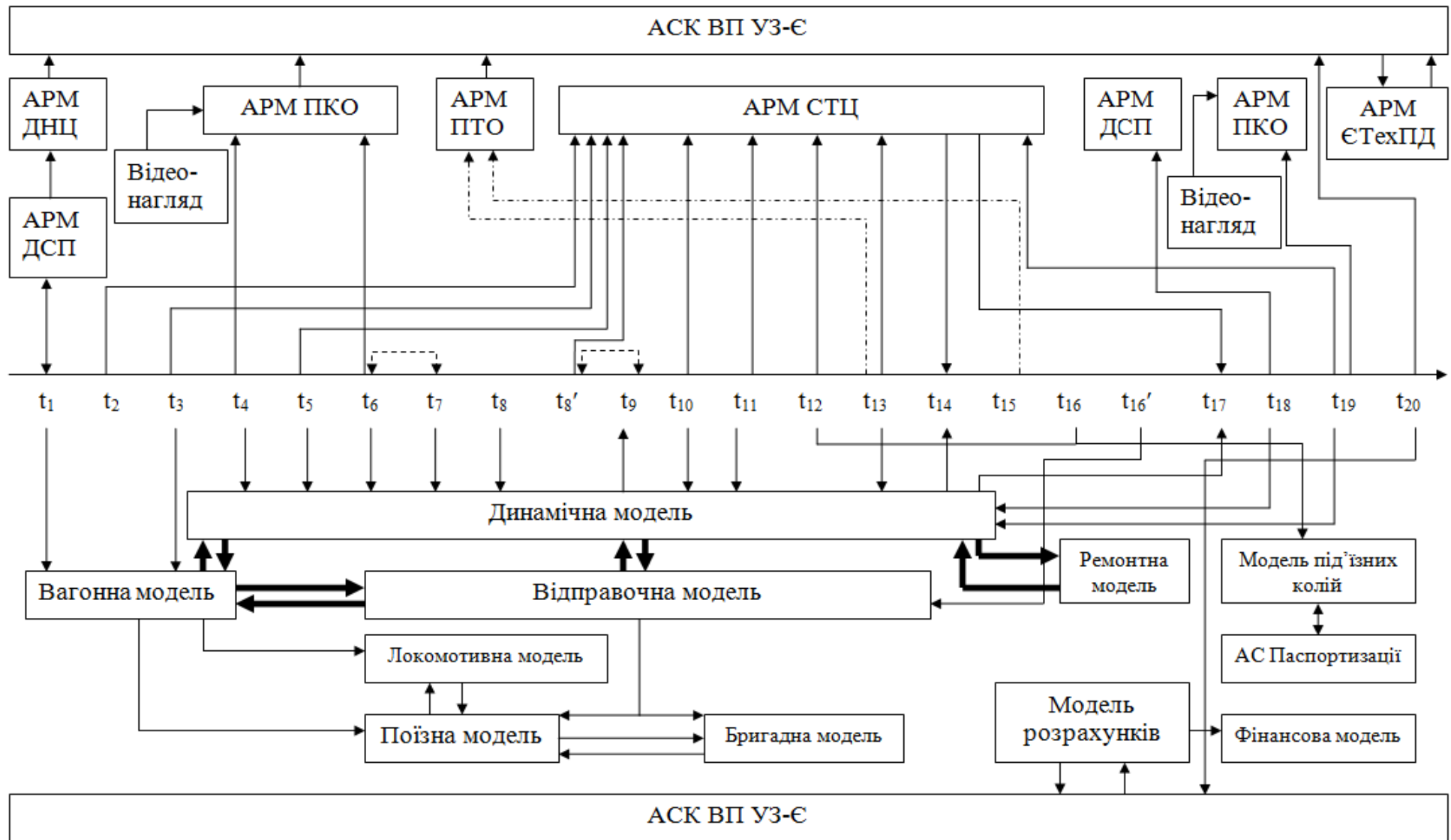


Рисунок 5.3 – Схема передачі даних про події з вагоном у технологічному процесі роботи станції

транспортом це перевезення експортно-імпортних та транзитних вантажів, більша частина яких надходить у порти або прикордонні передавальні станції із зміною рухомого складу.



Рисунок 5.4 – Діаграма структури обсягів перевезень вантажів залізницею

Для успішної взаємодії суміжних видів транспорту особливо важливе дотримання запланованого часу передачі вантажів у ТП ДВ. Процес доставки вантажів заснований на взаємодії різних видів транспорту, координація дій залежить від врахування критеріїв ефективності роботи кожного учасника перевезення. У роботі [108] автори вважають, що за рахунок врахування інтересів окремих учасників перевізного процесу можна досягнути мінімуму загальних втрат. Крім того, як було зазначено вище, впровадження функції управління технологічними процесами на залізниці з метою ефективного використання рухомого складу та функції з контролю вчасної ДВ клієнту мають спільну природу речей та вигідні всім учасникам процесу перевезення.

Процес доставки вантажів та найвищого його ступеню – мультимодальної доставки вантажів заснований на чіткій взаємодії різних видів транспорту, успішна координація дій залежить від врахування критеріїв ефективності роботи кожного учасника перевезення. Автори книги [318] визначають центральну проблему розвитку транспортних мереж як недостатню інтеграцію між видами транспортування та методологічними підходами.

Науковці зазначають, що наявність інформаційних технологій у ланцюгах постачань – це вже можливість виходу на глобальний ринок.

Технологічна взаємодія учасників перевезень навіть на одній ланці ланцюга постачань насправді являє складну систему обміну інформацією. Наразі створені передумови розробки єдиної інформаційного простору, або розробки перехідних модулів між АС деяких морських торговельних портів із залізницею. На жаль, з причини міжвідомчих протиріч неможливо реалізувати цілісність інформаційних ланцюгів, на практиці це виглядає вимогами введенням однакової інформації однією людиною (прийомоздавачем залізниці) на одному робочому місці у дві різні системи (АС одеського порту та АСК ВП УЗ-Є) з двох різних комп'ютерів.

Наприклад, щоб завезти або вивезти контейнер з вантажем в/з морського порту, треба виконати до трьох десятків різних технологічних операцій з оформленням значної кількості документів. Повна інформація про виконання операцій у учасників перевезення відсутня як і можливість відслідковувати не тільки відхилення у виконанні операцій від встановлених норм технологічних операцій, а і здійснення самих операцій у ланцюзі.

На схемі рис. 5.5 наведено операції ТП завезення (вивезення) контейнеру з вантажем в/з Одеського морського порту і навантаження його на транспортний засіб на станції Одеса-Порт Експорт та розрив технологічного ланцюга при передачі інформації про події. В цьому випадку для усунення розриву достатньо організаційних заходів, але на рівні міністерства інфраструктури. Інформаційні системи порту та залізниці мають можливість обмінюватися даними на рівні повідомлень про час операції з вагоном.

Головна складність формування єдиного інформаційного простору залізниці з МТП полягає у тому у відсутності спільної ІС морського транспорту. У кожному МТП функціонує своя унікальна АС, що не інтегрована у спільну систему.

Слід відмітити, що вже отримано ряд результатів, в тому числі і автора дисертації [64], в області координації логістичного управління процесами перевезень вантажів, а саме на стиках залізничного та морського транспорту

[23, 54, 120]. Пілотний варіант системи інтеграції АС МТП створено і впроваджено у роботу диспетчерської служби підприємства Укрморпорт, на практиці було доведено можливість поєднання ІТ на основі уніфікованих повідомлень для АС портів. Заходи, що були здійсненні для інтеграції даних:

- визначені укрупнені, загальні для всіх портів, об'єкти управління та експлуатаційні події, що відбуваються з об'єктами;

- розроблено єдиний довідник вантажів на базі єдиного довідника вантажів залізниці (ЄТСНВ), довідники особливих (для морського транспорту) відміток вантажів на базі інформації, визначеної статистикою водного транспорту, вантажовідправників, експедиторів на базі картотеки клієнтів залізниці (зараз це ЄЕКК), і тому подібне.

Принципи функціонування системи наступні:

- експлуатаційна модель МТП включає такі нестационарні об'єкти: судно, вагон, автотранспорт, що перевозиться; а також стаціонарні об'єкти: термінали, причали, склади, вантажні райони. З об'єктами відбувається: вивантаження, навантаження. У системі ведеться баланс наявності вантажів на складах;

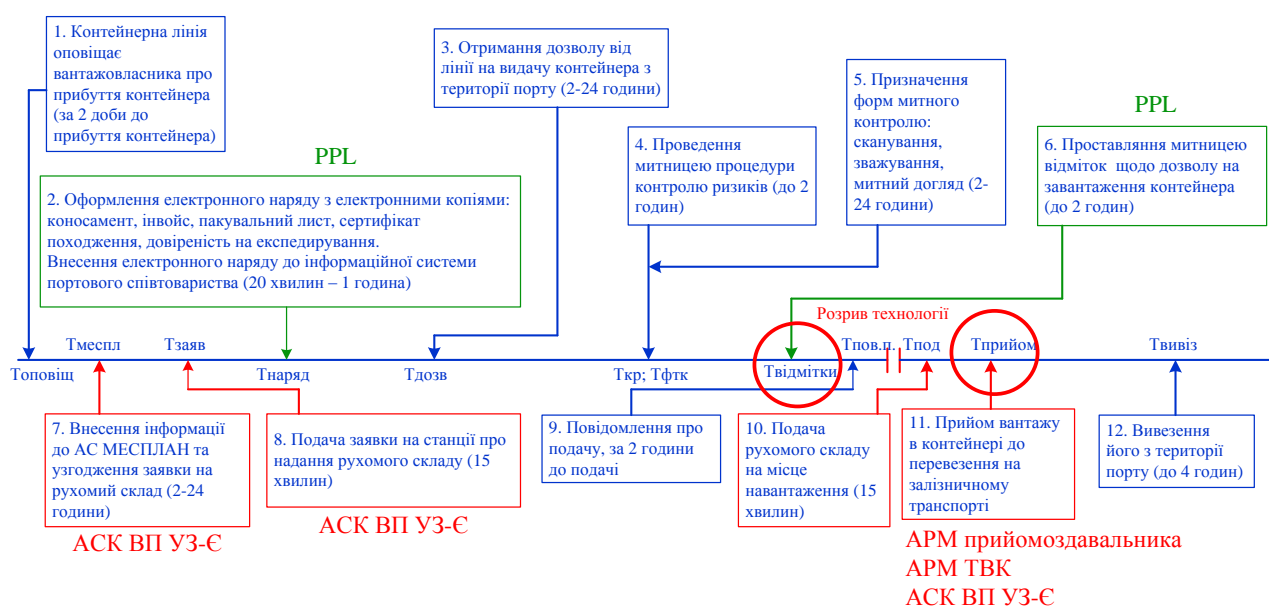


Рисунок 5.5 – Розрив у передачі інформації з оформлення вивозу-ввозу контейнера в порту між залізницею та МТП

– план-графік роботи з судами містить прогнози дані про судові партії, орієнтовний час прибуття судна в порт, тобто план вивезення на період;

– аналіз наявності вантажів на причалах, складах, визначення можливостей виконання плану-графіка здійснюється періодично.

Програмно-апаратний комплекс виконаний за технологією клієнт-сервер на платформі (СУБД) Adaptiv Server AnyWay 9.0. Клієнтська частина встановлюється на робочих місцях диспетчерських служб МТП для передачі повідомлень в форматі XML на сервер. Диспетчерський пункт координаційного органу знаходиться у підприємстві Укрморпорт. У функції центру входять координація та збір інформації про наявність вантажу до вивозу суднами та залізничним транспортом і взаємодія із диспетчерськими службами залізниць.

### **5.3 Методи та практика формалізації умов взаємодії залізниці з клієнтом залізниці**

При розробці автоматизованих систем, що вирішують завдання управління, знання подаються у структурованому вигляді для подальшого перекладу їх на мову програмування. Знання про процеси, які відбуваються у складній системі взаємодії залізниці з користувачами транспортних послуг, належать до слабоструктурованих, формалізація яких залежить від особистих знань технолога і вміння аналізувати та синтезувати експлуатаційні події, що відбуваються з вагоном, вантажем, документом, інформацією при обслуговуванні клієнта залізниці.

Натомість програмне забезпечення автоматизованих систем, що розробляється на підставі формалізованих знань, користується логікою картотек та строго організованих алгоритмів, тому мінімізує участь людини у технологічному процесі. Як наслідок цього – зменшення помилок працівників при розрахунках і оформленні звітів. Наразі на залізниці існує

практика автоматизованого нарахування плати за користування вагонами на під'їзних коліях морських портів, промислових підприємств та окремих клієнтів. Нарухування визначаються на підставі часу операцій з вагонами та вантажами, базують на інформації про події з вагоном або з вагоном та контейнером, що підтверджується представників двох взаємодіючих сторін.

Розробка інформаційної автоматизованої системи з обліку взаємодії залізниці з користувачами транспортних послуг, серед яких найскладнішими є під'їзні колії, передбачає формування понятійної структури проблемної області, що включає в себе нормативно-правові умови функціонування, експлуатаційні події, методики розрахунків обліку та аналітичний комплекс. Склад процесів, що формалізовані при побудові системи надано на рис. 5.6.

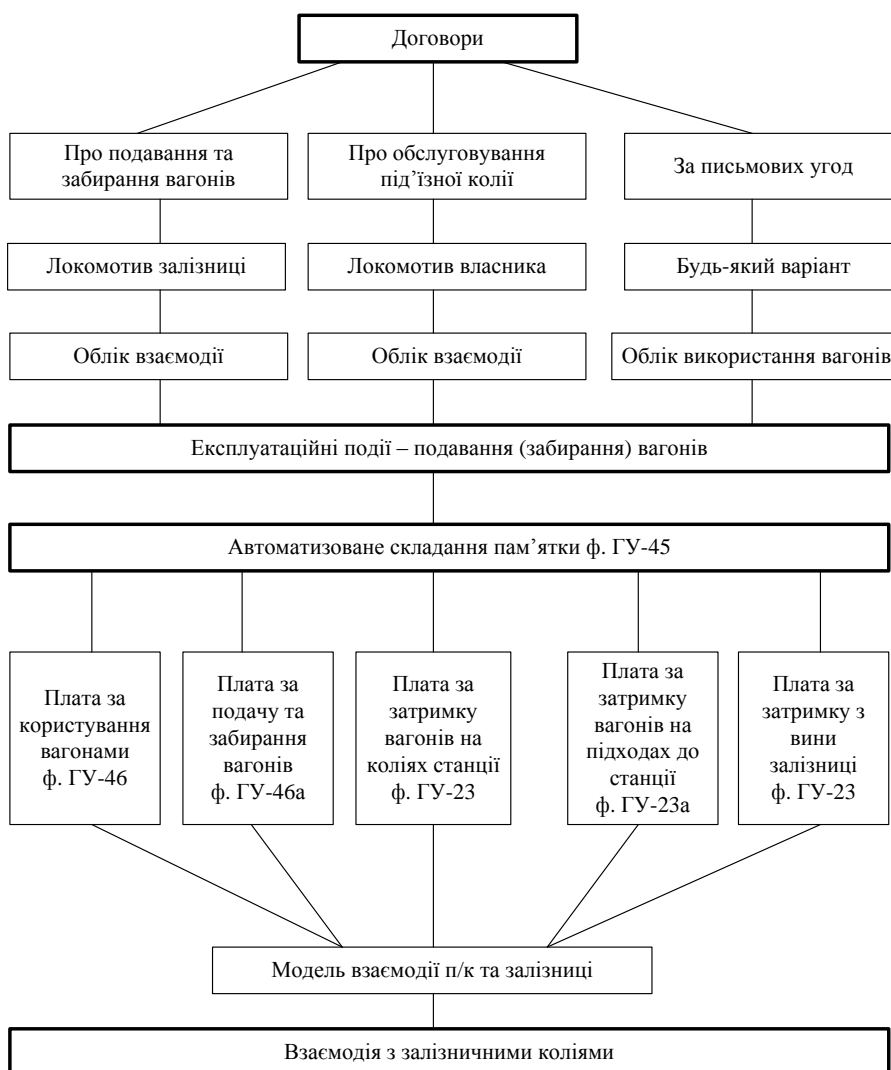


Рисунок 5.6 – Склад процесів, що формалізовані при побудові системи

Блок нормативно-правових умов взаємодії залізниці з клієнтами включає в себе та описується кількісними характеристиками, що містяться у договорах про перевезення, договорах про експлуатацію під'їзних колій (ПК), договорах про подачу-забирання вагонів, окремих додаткових та письмових угодах з конкретним клієнтом, а також правилами Тарифного керівництва № 1 та № 4 [219] та Правилами перевезень вантажів.

Експлуатаційні події складають базу даних вагонів та здійснюються за операціями: інформування залізницею вантажовласника про надходження вагонів на його адресу; інформування залізницею вантажовласника про подавання вагонів, інформування вантажовласником залізниці про закінчення вантажних операцій вагонів; подавання-забирання вагонів для (після) вантажних операцій, маневрова робота локомотива залізниці на під'їзних коліях; затримки вагонів при подаванні та забиранні вагонів, також затримки поїздів та вагонів на підходах до станції призначення з вини вантажовласника.

У системі для введення цієї інформації розроблене відповідний інтерфейс, зовнішній вигляд якого наведено у Додатку Д (на рис. Д.1). На підставі даних про події з подавання-забирання вагонів автоматично складаються пам'ятки форми ГУ-45, які є обліковими документами для проведення взаєморозрахунків між залізницею та клієнтом.

Блок розрахунків містить програмне забезпечення, що реалізує методики розрахунків з обліку та утворює значний аналітичний комплекс щодо взаємодії. Методики розроблені на підставі положень Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ним послуги [53], Статуту залізниць України [211], Правил перевезень вантажів залізничним транспортом України [189].

Облік часу користування вагонами і контейнерами та нарахування плати за користування ними провадиться за Відомістю плати за користування вагонами форми ГУ-46. Облік подавання – забирання вагонів, нарахування плати за ці види робіт здійснюється за Відомістю плати за подавання –

забирання вагонів форми ГУ-46а. Фінансові документи складаються автоматично, на підставі експлуатаційних подій з вагоном та вантажем. Ці події відображають взаємодію клієнта залізниці або іншого виду транспорту і обліковуються відповідними документами, час зазначений у них складає частину технологічного процесу доставки і відноситься до зазначених вище КТЧ. Аналогічні функції реалізовані автоматизованою системою, що наразі обліковує операції із взаємодії залізниці і всіх під'їзних колій України.

Система вирішує такі задачі:

- розрахунки всіх видів фінансових документів з обліку взаємодії під'їзної колії промислового підприємства та залізниці на підставі часу здійснення операцій;
- формування аналітичної інформації з обліку роботи підприємства на підставі бази даних та архіву вагонної моделі під'їзної колії [189];
- враховує умови нормативних документів, топологію об'єкта, умови договорів про експлуатацію під'їзної колії, договорів про подавання та забирання вагонів, додаткових умов договорів.

Використання системи дозволяє виключити помилки при розрахунку плати за користування вагонами з клієнтом залізниці, встановити місце знаходження вагону та час операцій з ним на під'їзних коліях. Головне в системі є те, що формалізація умов взаємодії залізниці з користувачами транспортних послуг дозволяє формувати фінансову звітність на підставі даних про операції з вагоном та (або) контейнером. Схема складу модулів АС під'їзних колій наведена на рис. 5.7.

Модель під'їзних колій є, в свою чергу, підсистемою єдиної автоматизованої системи управління вантажними перевезеннями України – АСК ВП УЗ-Є. У комплексі «Модель під'їзних колій» формалізовано експлуатаційну та облікову діяльність, що відбувається у процесах взаємодії залізниці із під'їзними коліями морських портів та промислових підприємств.

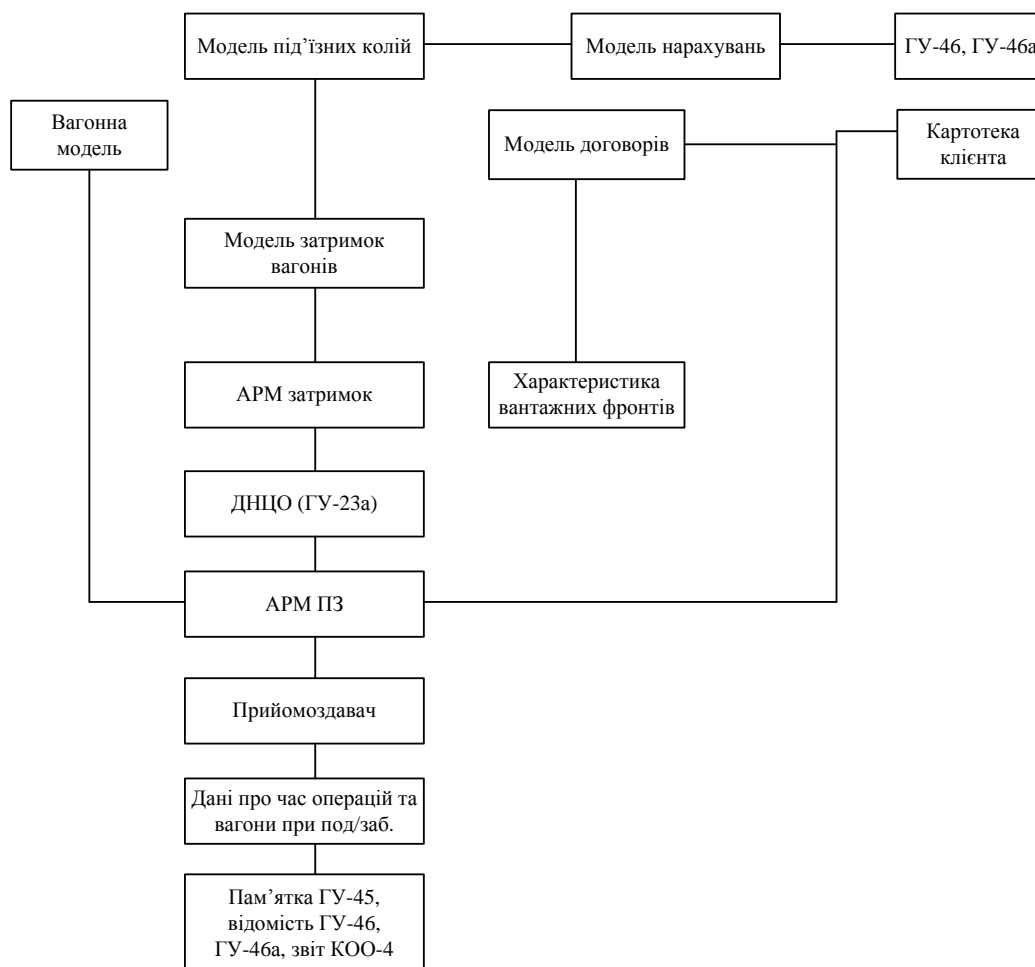


Рисунок 5.7 – Схема інформаційних взаємозв'язків підсистем у моделі ПК

При інтеграції інформаційних просторів суміжних видів транспорту, або АСУ окремих учасників перевезення інформація про події з вагоном або з вагоном та контейнером є базоутворюючою.

#### 5.4 Розробка технологічних обґрунтувань для реалізації процедур прийняття рішень при проблемних ситуаціях графіка

Процеси затримки руху поїздів та вагонів на залізниці, що відбуваються на підходах до станцій призначення з причини зайнятості вантажних фронтів, погодних умов або з інших причин оформлюється відповідно до існуючих правил та нормативів документом, що має назву акт форми ГУ-23а. Отримувач вантажу повинен компенсувати залізниці зупинку

руху поїздів, зайнятість станційних колій, а саме – оплатити цей вид простою; часто справедливість визначення цього часу, що здійснюється в напівручному режимі працівниками залізниці, та відповідних нарахувань є предметом розгляду господарських судів. Перехід на автоматизований облік часу забезпечує об'єктивність нарахувань для компенсації. Слід зазначити, практика автоматизованого визначення часу затримки руху поїздів «з вини» клієнта на дослідному полігоні станція Джанкой – станція Айвазовська довела аргументованість і правильність розрахунків за формалізованими принципами.

Створення системи, яка координує взаємодію та оптимізує управління процесом перевезень потребує значних теоретичних обґрунтувань. Особливо проблемними є питання координування роботи на стиках залізниці та морського транспорту, коли необхідно враховувати не тільки наявність вагонів та вантажів на стаціонарних об'єктах управління, але і характеристики вантажів, що не є суттєвими для залізниці, в той же час ці характеристики є основними для навантажувально-розвантажувальної роботи у портах.

Дані про затримані вагони на підходах до портів, прикордонних станцій та промислових підприємств, що наведені у діаграмі на рис. 5.8 свідчать про значну кількість вагонів у поїздах, рух яких припинено.

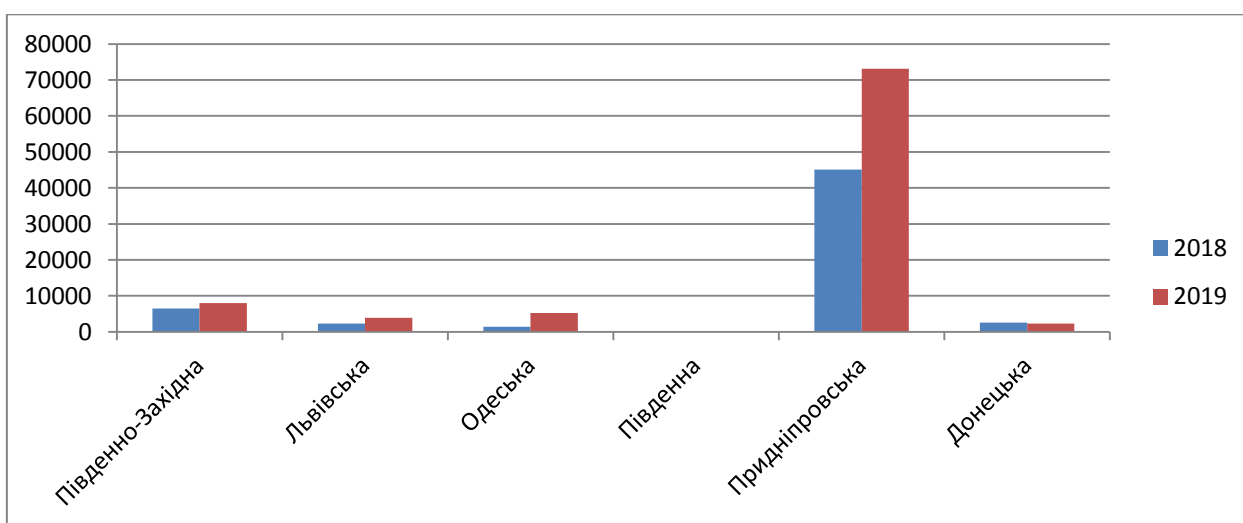


Рисунок 5.8 – Дані про затримані вагони на залізницях за 2018-2019 роки

Формалізація окремих складових процесу за принципами системного аналізу необхідна для автоматизації технологічного процесу перевезень. Детальний розгляд складових процесу перевезень вантажів, з аналізом витрат, пов'язаних з затримкою, залишається актуальним і наразі [156] та необхідним для мінімізації витрат при зменшені переробної спроможності підприємств, та впливу наслідків на експлуатаційну роботу транспортної мережі. Змінити планування відправлення вагонів на адресу підприємства, де відбувається обмеження або зупинка прийому вагонів, можливо здійснювати з використанням системи підтримки прийняття рішення на підставі автоматизованого визначення часу затримки поїздів, вагонів та вантажів.

Затримки поїздів та вагонів виникають на всіх залізницях України. Найбільш характерні причини: на Львівській – збої при прийманні-передачі за кордон; на Одеській – порушення ритму роботи з портами; на Придніпровській – не прийом промислових підприємств та припортових станцій, на Південно-Західній – не прийом промислових підприємств.

Ступінь керованості у залізничній підсистемі управлінням перевезеннями залежить від численних факторів, таких як стохастичне, в значній мірі, надання замовлень на перевезення; прогнозованих на підставі статистичних та маркетингових досліджень обсягів транзитних потоків; прийняття рішень диспетчерським апаратом щодо місць «кидання» поїздів при затримках обробки вантажів у транспортних вузлах та інші. Лише за 2018 рік на кордонах затримано приблизно 176 тис. вагонів, це 14 % від загального числа і більше ніж у попередньому році.

Тенденція зростання числа зупинених вагонів при зменшені потоків вантажів, якими обмінюються перевізники, демонструє необхідність використання «інструментів» управління бізнес-процесами взаємодії з перевізниками та державними органами перевізників Європи, по всьому ланцюгу доставки вантажу. З іншого боку, математичний опис логістичних систем, наприклад такої, як прикордонна передавальна станція, є занадто складним при використанні традиційних математичних методів. У цьому

випадку в достатній мірі проявляється принцип несумісності, відповідно до якого складність системи і точність, з якою її можна описати, протирічають один одному. Але проблему можливо вирішувати за допомогою інформаційних систем та моделювання процесів. Прогнозувати час операцій з вагоном та вантажем доцільно використовуючи модель ТП ДВ. Це дозволить визначати контрольні-часові точки (КЧТ) нормативного часу ТП в системі диспетчерського управління на залізниці, час передачі вантажів та вагонів суміжникам у контактних графіках, а також вантажоотримувачу з урахуванням реальних подій експлуатаційного процесу.

Проблеми взаємодії залізниці з портами, промисловими підприємствами, прикордонними передавальними пунктами існують на рівні планування, узгодження, реалізації перевезень та обліку виконаної роботи [156] або визначення «винуватця» невиконаної роботи. Шляхи вирішення цих проблем за допомогою кількісних методів досить детально розроблені теоретично [239], але використати ці методи на практиці досить важко.

Сучасні інформаційні системи дозволяють здійснювати точну кількісну оцінку стану об'єктів та суб'єктів управління за рахунок можливості швидкого доступу до інформації про них [127] та перейти згодом до моделювання технологічного процесу перевезень.

До нетехнологічних операцій з вагоном у ТП ДВ відносяться простої вагонів у поїздах, що затримані перед станціями призначення з причини відсутності вільних вантажних фронтів. Затримка вантажу, вагона, поїзда на підходах до станції призначення обумовлюється певними обставинами, а саме:

- зупинкою підприємства та передачею про це даних до залізниці;
- недостатньою оперативністю прийняття рішення диспетчерським апаратом щодо зупинки руху поїзда;
- відсутністю інструментів контролю за часом операцій у процесі формування вагонів у поїзд на сортувальній станції;

- відсутністю вільних колій для зупинки поїзду на станціях.

Для розробки інформаційного забезпечення визначення часу початку та закінчення затримки просування вантажопотоків необхідно формалізувати складові події експлуатаційного процесу. Треба відмітити, що плата клієнта за користування вагонами під час затримки складає значні цифри, наприклад за 2019 р. було затримано 9592 вагони, плата склала 10650 тис. грн., але ці суми не компенсують втрати від порушення технологічного циклу та термінів ДВ. Визначення часу затримки вагонів здійсниться в напівручному режимі, тому питання об'єктивного нарахування за простої під час затримки є причиною з'ясування у претензійно-позовному порядку. Визначення часу при затримках вагонів на підходах до станції призначення запропоновано розраховувати автоматично у АС, без участі людини, порівнюючи час здійснення експлуатаційних подій. Для визначення часу початку затримки ( $t_{a_{3п}}$ ) аналізується час:

- наказу про затримку поїзду чи групи вагонів,  $t_n$ ;
- прибуття поїзда на станцію зупинки,  $t_{п}$ ;
- час початку зупинки підприємства,  $t_3$ .

Алгоритм визначення часу початку затримки ( $t_{a_{3п}}$ ) та закінчення затримки ( $t_{a_{3з}}$ ) полягає у наступному.

На практиці всі три події здійснюються у різний час. Можливі 6 варіантів знаходження на часовій осі  $t_3$ ,  $t_{п}$ ,  $t_n$  (рис. 5.9). Час затримки поїзда на підходах починається із більшого значення на часовій вісі.

Час закінчення затримки ( $t_{a_{3з}}$ ) розраховується також автоматично, при цьому порівнюється час операцій:

- наказу про відновлення руху поїзду чи групи вагонів  $t_k$ ;
- відправлення поїзда зі станції зупинки,  $t_b$ ;
- закінчення зупинки підприємства,  $t_p$ .

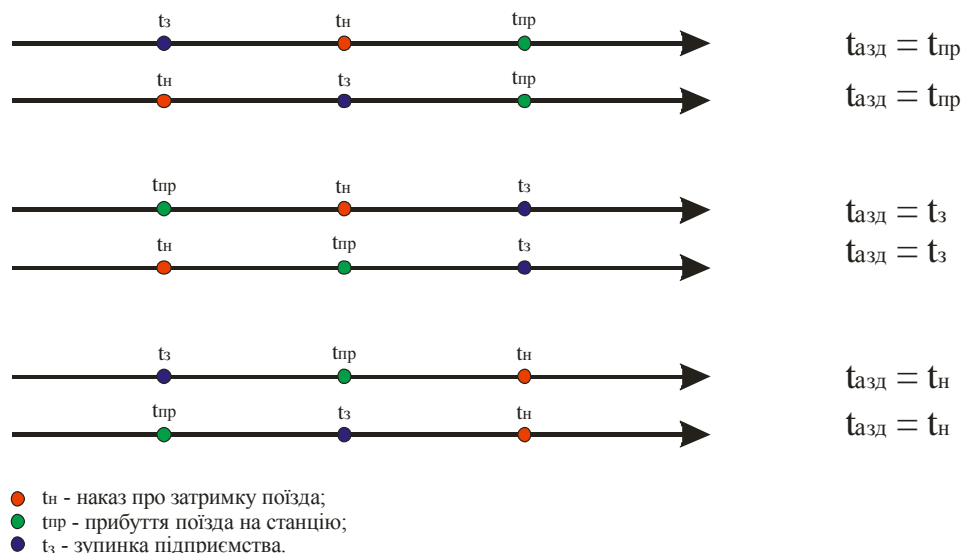


Рисунок 5.9 – Послідовність подій для визначення час початку затримки ( $t_{зд}$ )

На практиці всі три події здійснюються у різний час. Можливі 6 варіантів розташування на часовій осі  $t_k$ ,  $t_b$ ,  $t_p$  (рис. 5.10). Час затримки поїзда на підходах закінчується в момент найменшого значення (першого на осі).

Мінімальні витрати за простій вагонів у затриманих поїздах та вагонах несуть вантажовласник та залізниця у випадку, наведеному на рис. 5.11.

Несвоєчасна передача інформації про подію – наказ на затримку та наказу на відновлення руху поїзду зменшує час, за який клієнт вносить плату, що проілюстровано на рис. 5.11, різниця між  $t_n$ ,  $t_з$  та між  $t_p$ ,  $t_k$  свідчить про недостатню узгодженість у роботі суміжних видів транспорту, а різниця між  $t_k$  та  $t_b$  – про недостатній рівень організації оперативних дій на залізниці.

Як було зазначено раніше, проблеми взаємодії залізниці з портами, промисловими підприємствами, прикордонними передавальними пунктами існують на рівні планування, узгодження та реалізації перевезення. Збій у роботі одного етапу ТП впливає на роботу системи у цілому. Для мінімізації втрат при зменшенні переробної спроможності підприємств-отримувачів та згладжування впливу наслідків на експлуатаційну роботу транспортної мережі запропоновано передавання інформації відправнику та оперативним службам з планування перевезень на залізниці про фактичний стан ТП на проблемному етапі перевезення. Змінити планування відправлення вагонів на

адресу підприємства, де відбувається обмеження або зупинка прийому вагонів, можливо здійснювати з використанням системи підтримки прийняття рішення на підставі автоматизованого визначення часу затримки поїздів, вагонів та вантажів та зміни технології взаємодії суміжних видів транспорту при зупинці роботи підприємства. Для зменшення умов невизначеності при плануванні перевезень на станцію призначення, де відбувається затримка передачі вагонів отримувачу, запропоновано автоматично формування Повідомлення про затримку вагонів із зазначенням подій:

- наказу про затримку поїзду чи групи вагонів,  $t_H$ ;
- прибуття поїзда на станцію зупинки,  $t_P$ ;
- початок зупинки підприємства,  $t_3$ .

Повідомлення містить дані, що представлені на рис. 5.12.

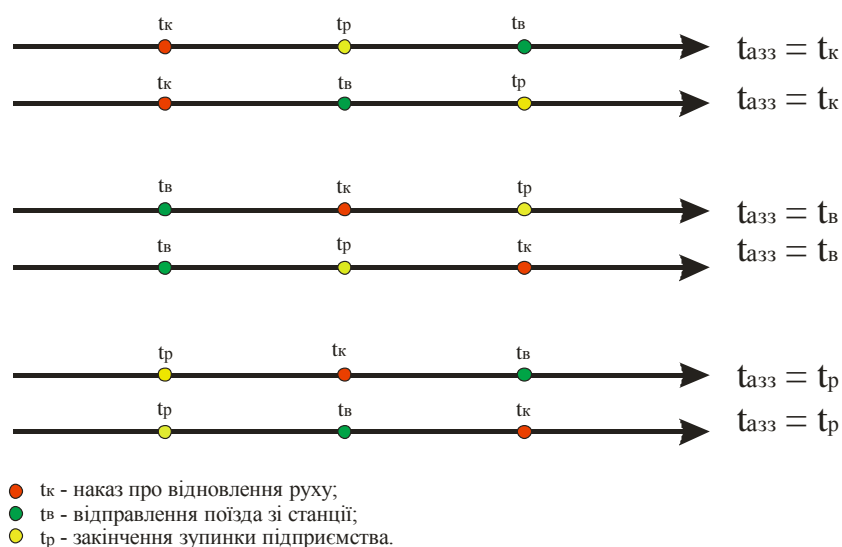


Рисунок 5.10 – Послідовність подій визначення часу закінчення затримки ( $t_{a33}$ )

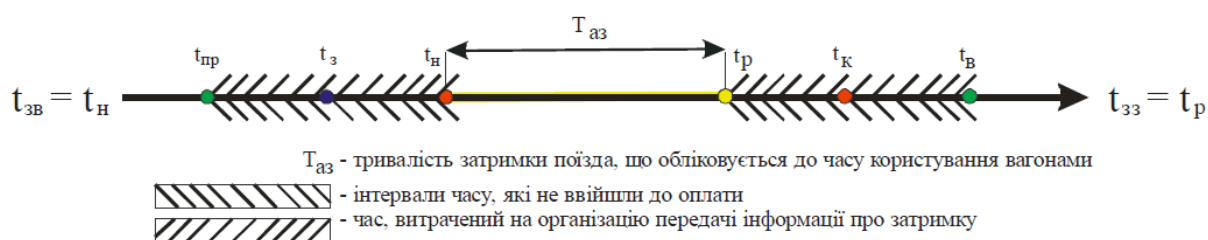


Рисунок 5.11 – Результат визначення часу затримки вагона

	час передачі наказу та його номер;
	час прибуття на станцію затримки поїзда, групи вагону, вагону;
	код та назву підприємства,
	дані про вантажний фронт (при наявності в умовах договору),
	час зупинки підприємства або вантажного фронту;
	час початку (визначений автоматизовано) дії акту про затримку на підходах ф. ГУ-23а, (тазп);
	час передачі даної довідки;
	номери поїзду та вагонів з визначеними (за домовленістю з користувачем) даними про вантаж.

Рисунок 5.12 – Дані, що містить повідомлення про затримку вагонів

Подальша деталізація повідомлення залежить від набору складових умов Договору та з урахуванням складових Єдиного технологічного процесу роботи станції та під'їзних колій (ЄТП). Повідомлення для користувача послуг при необхідності деталізується із зазначенням: під'їзної колії, підприємства, вантажного фронту, вантажного району, вантажу, колії, окремого клієнта.

Наведена технологія автоматизованого визначення часу затримки вагонів на підходах до місць прийому-передачі вагонів реалізується у інформаційному середовищі залізниці.

Актуальною в цьому аспекті є розробка системи прийняття рішень диспетчерським апаратом залізниці щодо місць «кидання» поїздів при затримках обробки вантажів у транспортних вузлах. Призупинення роботи підприємств пов'язано із зміною режимів просування вантажопотоків, їх затримкою і, як наслідок, зміною планів відправлення. Мінімізувати витрати при зміні режиму роботи підприємств та вплив на експлуатаційну роботу транспортної мережі, оптимізувати в таких умовах планування відправлення

можливо здійснити з використанням системи прийняття рішення на підставі системи визначення місця та часу затримки вантажопотоку. Обробка інформаційних потоків в АС здійснюється у комплексі робочих місць залізниці та підприємства, наразі функціонуючих в єдиному інформаційному просторі; схема обміну інформацією надана на рис. 5.13.

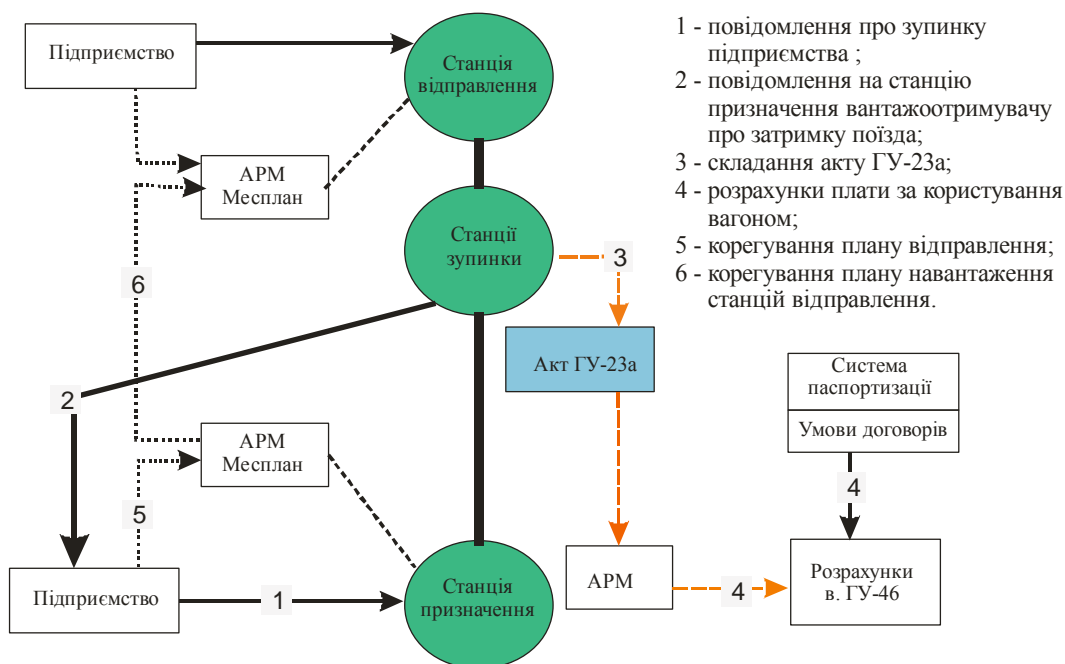


Рисунок 5.13 – Взаємодія інформаційних систем при зупинки прийому вагонів отримувачем від залізниці

У зв'язку з цим зазначимо, що спільне ІС функціонує в частині обміну електронним перевізним документом (ПД) або даними накладної. Формування електронної накладної клієнтом за допомогою автоматизованої системи (АС) залізниці здійснюється декількома шляхами: через інтернет та за допомогою спеціального програмного модуля, який забезпечує безпосередню взаємодію АС клієнта і АС залізниці.

Завдяки впровадженню електронного перевізного документа був створений новий, більш досконалий, рівень взаємодії з клієнтами. Він дозволив здійснювати взаєморозрахунки в реальному режимі часу: по мірі здійснення операцій з вагоном і вантажем, а також забезпечувати

вантажовласника достовірною інформацією про просування вантажу. Інформація про вантаж використовується при організації роботи з портами, великими промисловими підприємствами, які мають свою транспортну мережу і обслуговують «внутрішніх» клієнтів. Для цього були розроблені принципово нові технології, серед яких, наприклад, «Картотека довіреностей третіх сторін». Картотека є аналогом електронного доручення, де формалізовано дозвіл власника вантажу переглядати, оформляти перевізний документ по прибуттю, відправленню. Крім того, планування відправлення вантажів і подачі вагонів під навантаження відбувається через АС з власниками вагонів, операторами. Порти, як великі одержувачі, беруть участь в процесі узгодження замовлень вагонів на відправлення вантажів на їх адресу. Таким чином, загальний інформаційний простір, залізниці з відправниками, одержувачами, експедиторами, операторами і власниками вагонного парку дозволяє створювати і застосовувати різні варіанти технологій, виробляти аналітичні управлінські рішення.

Крім того, наявність електронних даних про вантажі у вагонах дозволяє передавати інформацію на митниці. Створення перехідного модуля з закритими даними митниці забезпечить інформаційну взаємодію при доставці експортно-імпортних вантажів. Обмін відбувається за допомогою різних стандартів електронних повідомлень, це EDIFACT, або xml і його різновиди; вибирається той стандарт, який зручний двом суміжним сторонам адміністрацій. Обмін даними накладної з учасниками перевезень схематично представлений на рис. 5.14.

Перевезення по транспортним коридорам, необхідність здійснення доставки вантажів у зазначений термін – все це вимагає передачі попередньої і точної (по прибуттю вагонів з вантажем) інформації митним органам.

Проведення цих робіт актуально ще й з тієї причини, що на державному рівні України ставиться завдання спрощення процедур обробки вантажів, а саме використання даних перевізного документа в якості митної

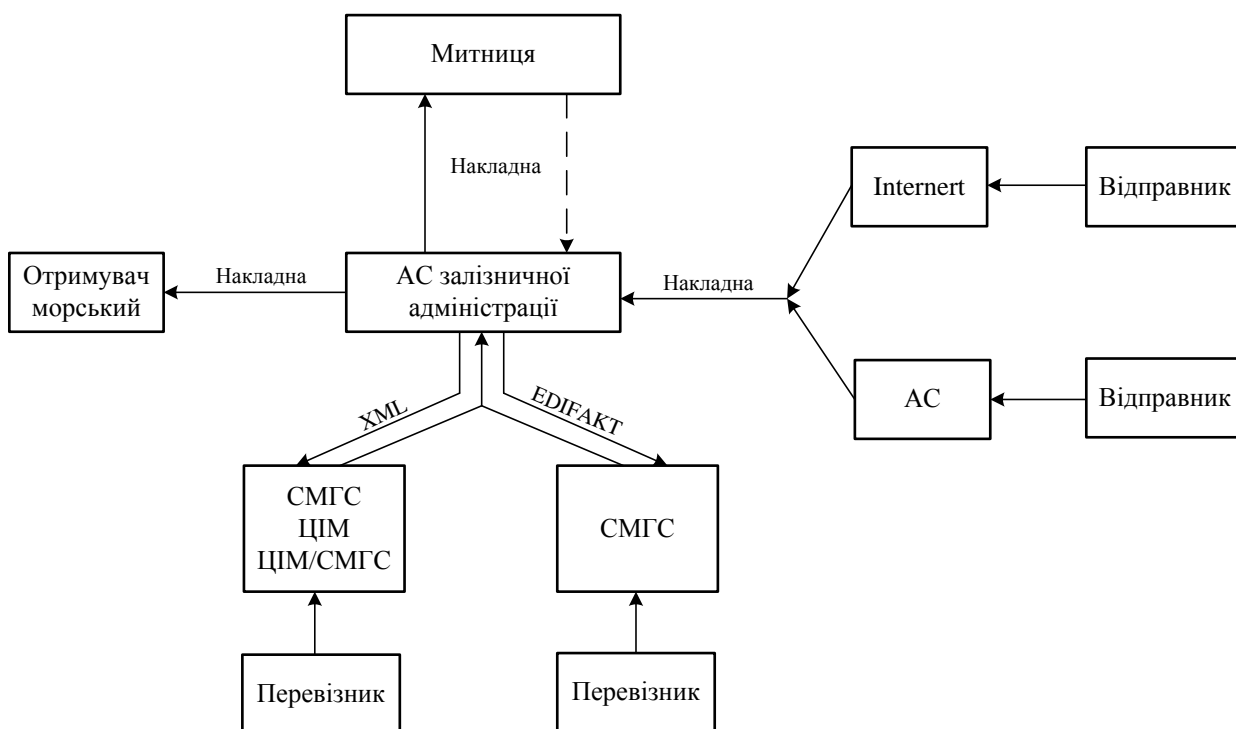


Рисунок 5.14 – Обмін даними накладної

декларації. Від повної та своєчасної інформаційної взаємодії суміжних видів транспорту у технологічних процесах залежить успішна координація дій учасника перевезення. Наразі створені передумови розробки єдиної національної транспортної ІТ. На залізниці, морських торговельних портах та промислових підприємствах функціонують достатньо розвинуті автоматизовані системи, визначені фрагменти БД яких, можуть бути інтегровані у спільну АС засобами глобальної мережі або іншої більш спеціалізованою мережі передачі даних.

### 5.5 Розробка функцій автоматизованого робочого місця диспетчера з контролю технологічних процесів доставки вантажів

Диспетчерськими службами залізниці здійснюється контроль руху поїздів відповідно до встановленого графіка руху. Технологічні процеси та нормативно – технологічні документи опосередковано впливають на функції оперативного апарату. Поняття управління технологією перевізного процесу ще не існує у реальній експлуатаційній практиці. З іншого боку за порушення

термінів доставки вантажів завізниця несе фінансову відповідальність перед вантажовласником. В існуючому програмному забезпеченні є можливість отримувати довідки про порушення термінів ДВ (Додаток Е), але вони лишаються незатребуваними працівниками із-за відсутності у залізниці функцій контролю ДВ. Хоча перевізний процес спрямований на перевезення вантажу від відправника до отримувача, час здійснення цього процесу не є цільовою функцією системи управління залізницею. Отже в умовах вдосконалення управління ТП з метою підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів, підвищення рівня ефективності використання вагонів зокрема шляхом скорочення непродуктивних простоїв, а також забезпечення своєчасної доставки вантажу необхідна розробка функції диспетчера з управління технологічними процесами ДВ. Із-за складності системи управління розробка та впровадження функцій неможлива без використання ІТ. Крім того, розробка автоматизованих функцій диспетчера для управління ТП необхідна для підвищення якості обслуговування клієнта залізниці в умовах росту конкуренції видів транспорту та можливості появи нових перевізників на самій залізниці. Необхідність створення системи якісного обслуговування вантажовласників зумовлена актуальними вимогами економіки та політичних рішень про інтеграцію до ЄС.

Таким чином, одним із шляхів удосконалення обслуговування клієнтів, вдосконалення управління перевезеннями та їх організації є використання можливостей АСК ВП УЗ-Є. Архітектурою та функціоналом АСК ВП УЗ-Є передбачається, що інформація про події з об'єктами управління передається з АРМів працівників залізниць до центральної бази даних перевізного процесу, де оброблюються, зберігаються та утворюють окремі моделі перевізного процесу.

АСК ВП УЗ-Є – система управління вантажними перевезеннями, яка дає змогу вести динамічні вагонну, контейнерну, локомотивну моделі залізниці, а також здійснювати оперативний контроль за завантаженням і

вивантаженням вагонів і контейнерів, дислокацією локомотивів і локомотивних бригад, слідуванням пасажирських поїздів, обліком і видачею попереджень у поїзній роботі. Програмне забезпечення, що реалізує функції АРМ ДНЦД (АРМ диспетчера за контролем доставки вантажів) інтегрується у загальне інформаційне середовище за формальними правилами системи та взаємодіє з основними моделями системи. За своєю суттю АРМ ДНЦД є підсистемою управління технологічними процесами з функціями взаємодії з клієнтом з метою контролю ДВ.

Таким чином, модель будується на вже існуючих інформаційних ресурсах, що значно зменшує фінансові витрати з впровадження нової технології. До складу АРМ диспетчера за контролем доставки вантажів входить база даних моніторингу, комплекс програмного забезпечення, що відзначає відхилення від норми технологічного процесу (з можливістю визначення за номером вагону) на підрозділі залізниці, де відбулось відхилення та мережеві можливості взаємодії з клієнтом. Підсистема також містить модулі аналізу виконання ТП, поточний аналіз показників роботи ланки управління та прогноз розвитку експлуатаційної роботи. На рис. 5.15 наведена схема інтеграції в АСК ВП УЗ-Є підсистеми АРМ ДНЦД з основними функціями.

Функції підсистеми управління ТП ДВ реалізуються програмним забезпеченням:

- прогнозування часу доставки – Графік доставки вантажу;
- порівняння  $KЧТ_{ij}$  з  $ФЧТ_{ij}$  – Контроль відхилення від графіку ДВ;
- репрезентації інформації про проблемні ланки ТП диспетчерському апарату для прийняття управлінського впливу, у термінах та інструкціях зручних для розуміння – Ідентифікація підрозділу, де допущено відхилення;
- обміну інформацією з клієнтом про стан ТП на визначених етапах доставки – Інформаційний обмін з клієнтом;

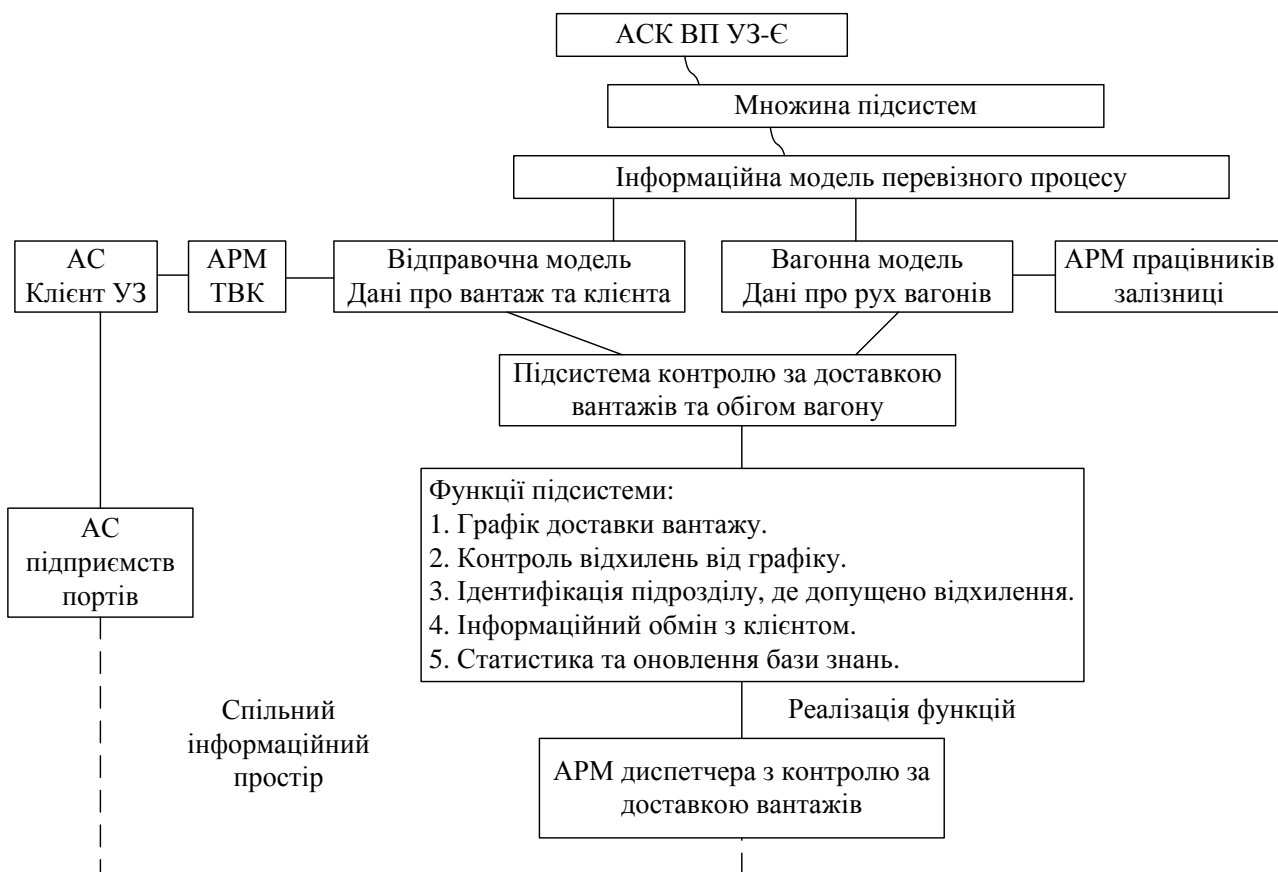


Рисунок 5.15 – Схема взаємодії підсистеми управління технологічними процесами ДВ з моделями АСК ВП УЗ-Є

– розрахунків показників ефективності перевезення, якості виконання ТП, аналіз прогнозованих відхилень від фактичних – Статистика та оновлення бази знань.

Метою впровадження автоматизованої системи управління технологічними процесами з функціями взаємодії з клієнтом є підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів, використання рухомого складу зокрема, шляхом скорочення їх непродуктивних простоїв та дотримання норм ТП, а також забезпечення своєчасної доставки вантажу клієнтам залізниці.

## 5.6 Висновки за розділом 5

1. Розроблена функціональна структура програмного комплексу системи управління технологічними процесами доставки вантажів в автоматизованій системі залізниці. Модуль системи управління технологічними процесами інтегровано у структуру моделей перевізного процесу та логічну базу даних (ЛБД) за єдиною формальною схемою.

2. Розроблені функції диспетчера з контролю за доставкою вантажів, що реалізують задачі.

3. Існуюча БД АСК ВП УЗ-Є доповнена необхідними реквізитами, що реалізують функції системи управління технологічними процесами доставки вантажів.

4. Формалізовано визначення часу затримки руху поїздів на підходах до станції призначення з причини зупинення прийому вагонів підприємством.

## РОЗДІЛ 6

### РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ ФІЛІЯ «ЦТС «ЛІСКИ» АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»

У даному розділі розроблено концепцію впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління процесами доставки вантажів в інформаційному просторі мультимодальної залізничної компанії. Визначено напрямки та функції діяльності філії «ЦТС «Ліски» АТ «Укрзалізниця» (ЦТС Ліски) як національної мультимодальної компанії, розроблено перелік необхідного програмного забезпечення для впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління процесами доставки вантажів.

#### **6.1 Розробка функцій підприємства як національного мультимодального оператора**

Питанням розвитку мультимодальних перевезень присвячена значна кількість наукових публікацій [114, 259, 278, 317], окремі питання у цій сфері потребують подальшого дослідження, зокрема задоволення повного комплексу логістичних послуг національною мультимодальною компанією.

У Національній транспортній стратегії зазначено, що з метою створення ефективно працюючого транспортного комплексу України та, як наслідок, досягнення Україною статусу регіонального транспортного «хабу», враховані такі світові тенденції: використання високотехнологічних та ергономічних транспортних засобів, принципів мультимодальності, інформаційних технологій, електронного документообігу, масова контейнеризація перевезень, інтероперабельність транспортних систем у складі ланцюгів поставок та ін. [197, 319]. Враховуючи постійно зростаючі вимоги споживачів щодо якості і комплексності на сучасному ринку логістичних послуг виникла необхідність створення мультимодальної

компанії, що здійснюватиме доставку вантажів при використанні не менш ніж двох різних видів транспорту (з укладанням одного договору). Доставка вантажу передбачає комбінування різних видів транспорту та координацію часу операцій, узгодження наявних потужностей з транспортування, накопичення та зберігання вантажів.

Розвиток мультимодальних (комбінованих) перевезень є перспективним напрямом розбудови транспортної системи України, оскільки дозволяє значно збільшити обсяги перевезень її територією за участю національних транспортних компаній, сприяючи підвищенню конкурентоспроможності країни на світовому ринку транспортних послуг, розвитку мережі існуючих транспортних коридорів, інтеграції транспортної інфраструктури України до світової транспортної системи [110].

Створення мультимодальної компанії на підприємстві залізниці «філія «Центр транспортного сервісу «Ліски» за принципом клієнтоорієнтованості, в першу чергу, здійснюється за напрямком відповідності до стандартів сучасної автоматизації всіх рівнів технологічних процесів, що супроводжують цикл надання широкого спектру послуг. Споживач, якому надаються логістичні послуги, є часткою системи – доставки вантажів. З таких позицій визначені параметри якості надання послуги [283].

Основними параметрами якості логістичного обслуговування споживачів, які передбачено забезпечити у процесі розвитку компанії є: час обробки замовлень; час надання послуги, обумовлений договором на послугу (час від отримання замовлення до доставки товару); контроль процесу доставки та інформування споживача; гарантована доставка за будь-яких умов; наявність товару на складі і його відвантаження за першою вимогою споживача; максимальна відповідність виконаних замовлень вимогам споживача; наявність необхідних потужностей для виконання замовлень; об'єктивність цін на логістичні послуги; наявність інформаційних систем про рівень, структуру витрат на логістичне обслуговування; зручність розміщення замовлень у логістичній системі (Єдине вікно); ступінь

доступності контролю виконання замовлення в діючій логістичній системі; високий рівень технології вантажопереробки і якості упаковки товару.

З метою логістичного обслуговування споживачів наразі надаються транспортні послуги, що включають в себе роботи з вантажами, контейнерами та вагонами:



Рисунок 6.1 – Основні транспортні послуги, що наразі надаються залізницею

Розвиток підприємства як мультимодальної компанії передбачає реалізацію стандартів сучасної автоматизації логістичних процесів, в т.ч. перевізних, технологічних та супутніх процесів. Автоматизація національної компанії з надання повного комплексу послуг клієнту передбачає функціонування комплексу інформаційного забезпечення, що включає: прогнозування ринку; планування доставки; прийом замовлення; контроль дотримання доставки; формування баз даних та баз знань щодо ситуацій та прийняття рішень диспетчерським персоналом; оперативну фінансову оцінку перевезення та формування пропозиції з гармонізації тарифів; супровід

ватажу та інформування клієнта, в т.ч. про наявність коштів для перевезення; управління складською діяльністю (контроль накопичення необхідної партії товару, вантажу); координацію дій учасників ланцюга доставки, взаємодію з АСУ інших видів транспорту, державними контролюючими органами; усунення паперових технологій в внутрішньому документообігу та мінімізацію паперових документів при взаємодії із зовнішніми структурами; взаємодія з ERP системами рівня залізниці та держави; управління персоналом [276, 294, 317].

Управління ланцюгами доставки вантажу потребує координації дій всіх учасників доставки. Мультимодальна компанія, що побудована за принципом клієнтоорієнтованості, є інтегратором відомостей, інформації, що супроводжують надання послуги на всіх етапах циклу. Обробка інформації, формування документів, координація дій відбувається за допомогою автоматизованих систем, що інтегровані між собою та у єдиний простір.

Інтегровані автоматизовані системи дозволяють мультимодальному оператору здійснювати комплексне вчасне надання якісних «door-to-door» послуг клієнтам, з можливістю реалізації принципу «останньої милі» доставки вантажу. Подальше розгалуження своїх представництв за кордоном для ведення більш ефективної маркетингової стратегії з метою підвищення рівня дохідності підприємства можливе при наявності комплексу ІТ автоматизації всіх процесів [161, 199, 207, 280, 284, 310].

Тому стратегічно необхідний комплекс дій, що спрямований на ІТ автоматизацію компанії, що буде розроблений за принципами масштабованості, адаптованості до технологічних та системних подій транспортно-логістичного комплексу та інтегрованості з системами сторонніх структур таких як митниця, портові автоматизовані системи управління, національною ERP системою, європейськими транспортно-логістичними ERP системами, автоматизованою системою Укрзалізниці та інших залізничних адміністрацій та країн.

Робота компанії по принципу мультимодального оператора з використанням автоматизованого комплексу управління всіма процесами має вирішувати задачі реалізації функцій комплексу ІТ з метою автоматизації управління компанією.

Існуючі	Типові	Необхідні
<ul style="list-style-type: none"> <li>• МЕСПЛАН</li> <li>• АСК ВП УЗ</li> <li>• АРМ ТВК</li> <li>• АРМ Приймоздавальника</li> <li>• АРМ КП</li> <li>• АС Клієнт УЗ</li> <li>• АРМ Вантажовідправника</li> <li>• 1С</li> <li>• Фобос</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Система обробки замовлення</li> <li>• АСУ портів</li> <li>• АС авто</li> <li>• АСУ склад</li> <li>• Управління ресурсами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диспетчер</li> <li>• АС автотранспорту</li> <li>• АСУ доставки вантажів</li> </ul>

Рисунок 6.2 – ІТ рішення комплексу автоматизації

ІТ рішення комплексу автоматизації поділяються на три умовні групи: «існуючі», «типові» та «необхідні».

«Існуючі» рішення вже були розроблені та в певній мірі впроваджені в роботу на підприємстві або використовуються в якості окремих автоматизованих робочих місць для вирішення певних задач в процесі надання транспортно-логістичних послуг. До існуючих ІТ рішень відносяться: МЕСПЛАН, АСК ВП УЗ-Є, АРМ ТВК, АРМ приймоздавальника, АРМ КП, АС Клієнт УЗ, АРМ Вантажовідправника, 1С, Фобос.

До «типових» ІТ рішень відносяться ті автоматизовані програмні продукти, які використовуються в галузі надання транспортно-логістичних послуг та зарекомендували себе в якості флагманів ринку за рахунок якості та високого рівня розв'язуваних ними функціональних задач.

«Система обробки замовлення», що побудована за принципом «єдиного вікна» надасть можливість автоматизувати весь вхідний процес обробки, сортування та розподілу замовлень на послуги від клієнтів. Важливим є те, що за допомогою принципу «єдиного вікна» буде виключено можливість корупційної складової вже на першому етапі роботи з клієнтом.

Інтеграція з «АСУ портів», що в свою чергу також побудовані за принципом «єдиного вікна», привнесе в роботу комплексу автоматизації компанії необхідну складову, що забезпечить інформованість щодо обороту контейнерів та вантажів, а також забезпечить необхідний рівень електронного документообігу на ланцюгу мультимодальної доставки вантажів.

Необхідний рівень злагодженої роботи по доставці вантажів стороннім автотранспортом досягається за рахунок інтеграції з сучасною автоматизованою системою керування автотранспортом, що зображена в таблиці як «АС авто». Типові вдалі рішеннями управління автотранспортом на ринку представлені системами подібними до рішень компанії BGS Solutions.

Злагоджена робота керування потоками вантажів у складських приміщеннях та на площадках накопичення вантажів, їх консолідацією, розподіленням та накопиченням вантажних партій в межах термінальних складських комплексів буде досягнута за рахунок автоматизованої системи управління складом, що відображена в таблиці як «АСУ склад».

Система «Управління ресурсами» має забезпечити необхідний рівень інформованості та контролю за раціональним використанням об'єктів управління та відстеження термінів своєчасного прийняття рішень щодо ремонту, оновлення та поповнення матеріально-технічної бази.

Використання системи 1С в якості функціональної автоматизованої фінансової системи, беручи до уваги розгалуженість її використання на ринку України, є вдалим рішенням обліку, аналізу та керування фінансовими

потоками на підприємстві. Типові рішення повинні бути впроваджені в роботу підприємства та інтегровані у весь комплекс автоматизації компанії.

«Необхідні» ІТ рішення є такими, без яких не можливо ефективно функціонування національної компанії за принципом роботи мультимодального оператора і які повинні розроблятися з можливістю їх подальшої інтеграції з «існуючими» та «типовими» ІТ рішеннями.

Основним ланцюгом в комплексі управління є автоматизована система «Диспетчер». Її головна задача полягає в контролі прогнозованої доставки вантажів. Можливість системи «Диспетчер» отримувати технологічні повідомлення від автоматизованих робочих місць та систем зробить процес доставки вантажів при мультимодальних перевезеннях підконтрольним з можливістю оперативного втручання в процес доставки з метою прийняття управлінських рішень. Важливий стратегічний напрямок розвитку компанії на ринку авто перевезень в якості перевізника вантажів в контейнерах реалізується за рахунок розробки та впровадження в роботу власного автотранспорту автоматизованої системи, що схематично відображена на схемі як «АС автотранспорту». Реалізація в системі «АС автотранспорту» функцій планування, управління та контролю процесу перевезення вантажу необхідно для можливості впливу компанії на процес доставки контейнерів та прозорості для клієнтів-замовників послуг.

Виконання функцій національного мультимодального оператора не можливе також без розроблення централізованої корпоративної автоматизованої системи доставки вантажів, в якій будуть реалізовані задачі взаємодії між всіма автоматизованими системами та робочими місцями за принципом отримання замовлення, обробки провізних та супровідних документів за принципом електронного документообігу в системі мультимодальної доставки вантажів. В таблиці така система відображена як «АСУ доставки вантажів».

Мультимодальні перевезення в Україні не набули необхідного розвитку через низку причин, серед яких наступні:

- недосконалість нормативно-правового врегулювання питань змішаних перевезень;

- високі ризики мультимодальних операторів при організації мультимодальних перевезень на значні відстані за участю двох і більше видів транспорту. Проблемним аспектом тут є необхідність для експедитора (оператора) брати на себе відповідальність за дії третіх сторін у міжнародному сполученні і нести високі ризики, забезпечуючи комунікацію та синергію в рамках мереж логістичних центрів міжнародних транспортних коридорів.

## **6.2 Інтеграція автоматизованного робочого місця диспетчера з контролю за технологією обробки вагонів у процесах доставки вантажів до існуючого інформаційного комплексу підприємства**

При розробці Концепції використано положення про мультимодальні компанії, що здійснюють доставку вантажів при використанні не менш ніж двох різних видів транспорту (з укладанням одного договору). Доставка вантажу передбачає комбінування різних видів транспорту (наземного, водного, повітряного), здійснюється при координації часу операцій, узгодженні наявних потужностей з транспортування, накопичення та зберігання вантажів.

Комплекс логістичних послуг спрямований на забезпечення:

- якості послуги;
- прозорість у відношеннях з клієнтами;
- взаємодії з іншими видами транспорту та контролюючими органами.

Створення мультимодальної компанії за принципом клієнтоорієнтованості, в першу чергу, здійснюється за напрямком відповідності до високих стандартів сучасної автоматизації всіх рівнів логістичних, технологічних та супутніх процесів, що супроводжують цикл надання широкого спектру послуг.

Управління логістичними процесами доставки відбувається в ІТ-середовище «ІТ LISKI», що охоплює етапи планування, підготовки, організації, управління та обліку доставки вантажу в режимі on-line. Створення ІТ-середовища передбачає, як інтеграцію автоматизованих систем між структурами компанії так і взаємодію з АСУ інших видів транспорту та державних контролюючих органів, а також можливість взаємодії з національною ERP-системою, Автоматизованою системою Укрзалізниці та інших залізничних адміністрацій та країн. Інтегроване ІТ-середовище управління процесами доставки вантажів обумовлює впровадження безпаперових технологій у внутрішніх процесах компанії, при взаємодії з клієнтами та іншими учасниками ланцюга постачань.

Створення логістичних, що базуються на ІТ-рішеннях, технологій необхідне для забезпечення конкурентних переваг національної мультимодальної компанії, зниження ризиків при функціонуванні ланцюгів поставок, а також для оптимізації внутрішньої корпоративної взаємодії та взаємодії з зовнішнім інформаційним простором.

Впровадження логістичних інноваційних технологій, що забезпечують комплексне транспортне обслуговування, запропоновано здійснювати на основі «ІТ LISKI» (відсутньої наразі) для вирішення завдань, а саме:

- забезпечення транспортного конвеєру в частині постачань, що відповідають за початкові-кінцеві операції термінальних комплексів, в т.ч. мультимодальних;

- створення підсистеми інформаційної підтримки прийняття рішення з управління доставкою вантажу на підставі економічної оцінки та баз знань;

- створення системи фінансової оцінки об'єктів управління (контейнер, вагон, автомобіль, склад, персонал, тощо) та послуги, що надається;

- розробки інструменту, що забезпечує оптимальну взаємодію вантажовласників, залізниці, суміжних видів транспорту, експедиторів,

операторів - власників вагонного парку, інших учасників ланцюга постачань з точки зору підвищення якості обслуговування, покращення використання інфраструктури, рухомого складу та зниження факторів ризику;

– усунення реальних втрат, пов'язаних з збільшенням терміну доставки вантажу, простоями вагонів, контейнерів, вантажу у «кинутих» поїздах на підходах до портів, прикордонних переходів та промислових підприємств.

Перспектива функціонування підприємства ЦТС Ліски як мультимодальної національної компанії пов'язана з системним підходом до вирішення задач управління в ІТ-середовище «ІТ LISKI», в т.ч. диспетчерського управління доставкою вантажів, маркетингу, прогнозування, виявлення «вузьких місць» на підставі аналізу потреб клієнтів та наявних можливостей залізниці, розвитку термінальної інфраструктури та технічної бази. Унеможливлення корупційної складової при наданні послуги клієнту забезпечується прозорістю фінансової оцінки та розрахунків складових комплексу послуг.

Діяльність національної мультимодальної компанії спрямована на виконання показників за критеріями, що є головними для клієнта-отримувача послуги: якість транспортного обслуговування, фінансова та технологічна прозорість, стабільність та надійність надання послуги.

Необхідність створення мультимодальної компанії пов'язано з існуючими вимогами споживачів на сучасному ринку логістичних послуг, де наразі існують тенденції зростання вимог по відношенню до їх комплексності і якості. Споживач, якому надаються логістичні послуги, є часткою системи – доставки вантажів.

З метою логістичного обслуговування споживачів ЦТС Ліски виконує транспортно-експедиційні послуги, що включають в себе роботи з вантажами, контейнерами, вагонами, автотранспортом та поромами:

– навантажування, розвантажування, кріплення вантажу;

- транспортування, в т.ч. іншими видами транспорту;
- приймання та відпуск із складу;
- зберігання;
- перевантаження з одного виду транспорту на інший та при переході на колію іншої ширини;
- комплектація та сортування;
- упакування-розукрупнення;
- контроль рівня передоплати коштів на рахунках клієнтів;
- оформлення перевізних та супровідних документів;
- консолідація вантажів;
- митне оформлення;
- інші послуги.

Автоматизація національної компанії з надання повного комплексу послуг клієнту передбачає функціонування комплексу інформаційного забезпечення, що включає:

- прогнозування ринку;
- планування доставки;
- прийом та комплексна обробка замовлень за принципами «Єдиного вікна»;
- контроль дотримання доставки;
- формування баз даних та баз знань щодо ситуацій та прийняття рішень диспетчерським персоналом;
- оперативну фінансову оцінку перевезення та формування пропозиції з гармонізації тарифів;
- супровід ватажу та інформування клієнта, в т.ч. про наявність коштів для перевезення;
- управління складською діяльністю (контроль накопичення необхідної партії товару, вантажу);

- координацію дій учасників ланцюга доставки, взаємодію з АСУ інших видів транспорту, державними контролюючими органами;
- усунення паперових технологій в внутрішньому документообігу та мінімізацію паперових документів при взаємодії із зовнішніми структурами;
- взаємодія з ERP системами рівня залізниці та держави;
- управління компетенціями персоналу.

Управління ланцюгами доставки вантажу потребує координації дій всіх учасників доставки. Мультимодальна компанія, що побудована за принципом клієнтоорієнтованості, є інтегратором відомостей, інформації, що супроводжують надання послуги на всіх етапах циклу. Обробка інформації, формування документів, координація дій відбувається за допомогою автоматизованих систем, що інтегровані між собою та у єдиний простір.

Подальше розгалуження своїх представництв за кордоном для ведення більш ефективної маркетингової стратегії і розширення спектру та географії послуг з метою підвищення рівня дохідності підприємства стане можливим та оперативним при наявності комплексу ІТ автоматизації всіх процесів.

Для реалізації стратегічної задачі створення комплексу ІТ автоматизації ЦТС Ліски, в першу чергу у внутрішніх процесах компанії, за потрібне є розробка та інтеграція пов'язаних між собою підсистем, що виконуватимуть наступні основні функції:

Основні функції комплексу ІТ Ліски:

1. Заявка на транспортно-логістичні послуги.
2. Надання оптимального за обраним критерієм варіанту ланцюга доставок – час, гроші, якість.
3. Розробку технології єдиного ланцюга транспортування вантажів під час планування, підготовки, контролю, управління та обліку.
4. Моніторинг подій ланцюгів доставок та контроль за дотриманням встановленої технології із застосування нових інформаційних систем

логістичного обслуговування та супроводу від прийняття заявки до доставки вантажу одержувачу.

5. Використання електронних документів.

6. Генерування системою нових документів згідно подій на основі відповідних даних в системі, формування звітів та взаємодія з суміжними та вищими ERP системами.

7. Контролінг виконання прогнозу подій.

8. Управління та координація дій між учасниками ланцюга поставок, у т.ч. з державними контролюючими органами.

9. Управління згідно ситуації (база знань).

Робота компанії по принципу мультимодального оператора з використанням автоматизованого комплексу управління всіма процесами має вирішувати наступні задачі:

1. Аналітика.
2. Прогнозування.
3. Планування.
4. Приймання замовлення за принципом «Єдине вікно».
5. Обґрунтування пропозицій щодо єдиної тарифної політики.
6. Координація з іншими видами транспорту.
7. Моніторинг перевезення залізницею.
8. Прогнозування надходження вагонів та контейнерів.
9. Облік знаходження вагонів та контейнерів.
10. Дислокація вагонів та контейнерів.
11. Розподіл вагонів та контейнерів.
12. Складання технології доставки.
13. Управління складами.
14. Контроль виконання операцій.
15. Оформлення провізних документів.
16. Контроль доставки вантажів.

17. Формування супутніх документів за принципом електронного документообігу.

18. Підтримки прийняття рішення.

19. Облік роботи.

20. Фінансовий облік та контроль.

21. Контроль ефективності використання об'єктів управління.

22. ERP-контроль залишків, планування закупівель, відстеження тендерної процедури.

23. Взаємодія з представництвами за кордоном.

Функціонування комплексу ІТ для реалізації логістичних послуг ЦТС Ліски пов'язано з системним підходом до вирішення задач складання графіків доставки вантажів, прогнозування часу операцій з вантажем, виявлення «вузьких місць» на підставі аналізу потреб клієнтів та наявних можливостей.

Це дозволить задовольнити актуальні сучасні вимоги клієнта:

– необхідність доставки вантажів «точно в строк»; «від дверей до дверей»; гнучкого рівня транспортного обслуговування; митного обслуговування при експортно-імпортних перевезеннях; супроводження вантажу.

– зручність пред'явлення вантажу до перевезення; розташування пунктів навантаження; отримання вантажу у пунктах призначення; інформаційного обслуговування;

– забезпечить надійність та регулярність перевезень; їх безпеку та збереження.

Система управління компанії при використанні комплексу ІТ також передбачає:

– оптимізацію вартості перевезення та перевантажувальних операцій на шляху прямування;

- інформування клієнтів про тарифи та умови на перевезення; про місцезнаходження і стан вантажу під час перевезення;
- надання додаткових сервісних послуг; в т.ч. необхідної транспортної тари та раціональної технології у пунктах перевалки та перетину міждержавного кордону;
- прозорості при нарахуваннях платежів за перевезення.

Функціонування всієї структури управління відбувається в єдиному інформаційному середовищі компанії, що інтегровано з автоматизованою системою залізниці.

Проведення інформатизації у комерційному господарстві залізниці, впровадження електронного перевізного документу на залізниці створило передумови впровадження електронних документів у всі технологічні ланки взаємодії з користувачами залізничних послуг. Організація логістичної інфраструктури передбачає забезпечення прозорості при нарахуваннях платежів за перевезення, для цього у роботі з клієнтами залізниці необхідно запровадити Інтернет-технології під час:

- підписання договорів на організацію перевезення;
- при оформленні облікової карти за формою ГУ-1, на підставі якої встановлюється фінансові санкції до залізниці чи клієнта за невиконання запланованого навантаження;
- оформлення та підписання документів обліку подавання – забирання вагонів за формою ГУ-45;
- оформлення та підписання актів затримки вагонів на станції за формою ГУ-23 та на підходах до станції форми ГУ-23а;
- договорів на обслуговування під'їзної колії;
- підписанню фінансових документів засобами Веб-офісу.

Впровадження автоматизованих технологій логістичного забезпечення процесів управління підприємством ЦТС Ліски та функціонування АСУ доставки вантажів передбачає:

- складання (та узгодження сторонами) технології конкретного перевезення вантажу та контроль графіку його виконання;
- оформлення договорів на конкретне перевезення з відповідальністю сторін про порушення термінів доставки;
- інтелектуалізацію процесів управління перевезеннями вантажів на підставі функціонування системи підтримки рішення диспетчера ЦТС Ліски для прийняття управлінського впливу до проблемної ланки ланцюга доставки вантажів.

Задачі складання графіків доставки вантажів, прогнозування часу здійснення операцій з вагоном та вантажем у технологічному процесі перевезення здійснюються у Підсистемі контролю за доставкою вантажів та обігом вагонів АСК ВП УЗ-Є, до якої їх інтегровано.

Використання інноваційних технологій на базі вдосконалення технологічних процесів обробки вагонів та вантажів дозволить оптимізувати перевізний процес, продовжити його до «дверей клієнта» та перейти до прозорості нарахувань у єдиному розрахунковому центрі. Для цього необхідно розробити та впровадити відсутні інформаційні технології.

План розвитку автоматизованого управління компанією при наданні комплексу послуг мультимодального національного оператора знаходить своє відображення у наступній схемі (рис. 6.3).

Виконання функцій національного мультимодального оператора реалізується у централізованій корпоративній автоматизованій системі доставки вантажів, яка включає задачі взаємодії між всіма автоматизованими системами та робочими місцями за принципом отримання замовлення, обробки провізних та супровідних документів за принципом електронного документообігу в системі мультимодальної доставки вантажів.

На схемі така система відображена як «АСУ доставки вантажів».

Загальний цикл надання послуги клієнту при мультимодальних доставках вантажів може бути розділений на такі основні цикли:

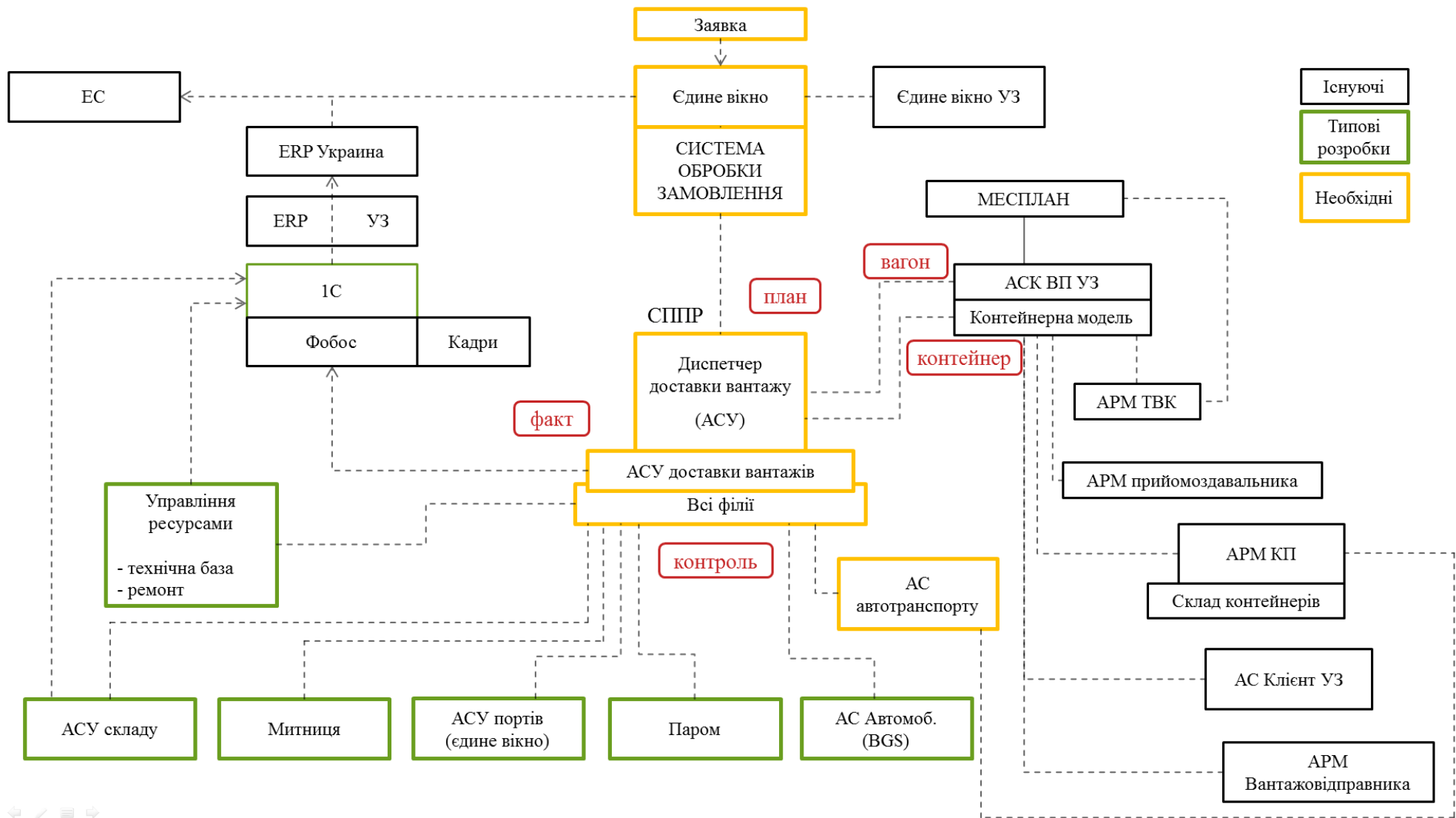


Рисунок 6.3 – Генеральна схема розвитку ІТ-керуванням ЦТС Ліски

Заявка
Підготовка
Виконання
Завершення

Кожен цикл надання послуги в свою чергу може бути розділений на певні етапи підготовки та виконання в залежності від типу послуги, що надається клієнту. Кожен етап підготовки та виконання послуги уособлює в собі певний набір дій.

Загальний перелік необхідних дій в процесі підготовки та надання послуги може бути відображений в наступній послідовності:

1. Отримання заявки від клієнта.
2. Розподіл послуги на етапи надання послуги.
3. Розподіл функціональних завдань для підготовки послуги (визначення відповідальних підрозділів).
4. Встановлення термінів виконання підготовки послуги до виконання.
5. Підготовка послуги до початку виконання.
6. Контроль готовності виконання завдань з підготовки послуги (оперативне втручання в разі зриву встановлених термінів підготовки).
7. Контроль передплат.
8. Передача у відповідальне оперативне виконання послуги.
9. Встановлення термінів виконання кожного з етапів послуги (періодів часу, умов переходу між етапами послуги).
10. Оперативне поетапне надання послуги.
11. Контроль поетапного оперативного виконання послуги (оперативне прийняття управлінських рішень в разі зривів на етапах роботи).
12. Контроль платежів.
13. Контроль рекламаций.

#### 14. Завершення послуги.

**Заходи із зміцнення технічної бази.** Важливою складовою заходів із забезпечення якості комплексної послуги є потужна технічна база. Тому, для створення національної мультимодальної компанії та подальшого необхідно проведення певних заходів з реконструкції, розвитку виробничої бази, в т. ч. за рахунок інвестицій.

##### 1. Придбання:

- великовагових контейнерів;
- фітінгових платформ;
- контрейлерних платформ.

##### 2. Розширення парку спеціалізованих контейнерів.

3. Будівництво зернових терміналів на базі Одеса-Ліски та Харків-Ліски.

##### 4. Залучення товарних кредитів та лізингових програм.

##### 5. Розширення мережі термінально-складських комплексів.

6. Дооснащення існуючих термінальних комплексів та їх технічне переоснащення:

- фронтальними навантажувачами (від 7 тн);
- річстакерами;
- малими засобами механізації з виконання маневрової роботи;
- вантажним автотранспортом;
- оновлення кранового господарства.

Заходи із зміцнення технічної бази безумовно є доцільними та необхідними при умові функціонування системи управління, здатної контролювати ефективність використання транспортних засобів. Система управління підприємством ЦТС Ліски має розгалужену структуру філіалів на потужних вантажних станціях залізничної мережі та тисячі об'єктів управління – вагонів, вантажів, контейнерів, поїздів. Контроль дотримання технологічних термінів здійснення операцій під час доставки вантажу є

неможливим без використання сучасних інформаційних технологій та систем підтримки прийняття рішень. Створення «ІТ Ліски» – автоматизованої системи управління і контролю при доставці вантажів та наданню послуг за принципом мультимодального оператора, здійснюється за етапами, що виконуються паралельно: розробка, впровадження та інтеграція модулів у діючу систему (див. Додаток Ж).

Впровадження автоматизованої системи управління з функціями диспетчерського контролю за доставкою вантажів, що означає з функціями контролю за операціями з вагонами, дозволить підвищити ефективність використання транспортних засобів, а саме вагонного парку.

Розрахунок потрібного робочого парку в залежності від навантаження [128, стор. 36], враховуючи, що вагони знаходяться у ремонті 10% часу, що збільшує час використання вагону, здійснюємо за формулою:

$$O_B = \frac{n}{u_{\Pi}} k,$$

де  $n$  – робочий парк вагонів;

$u_{\Pi}$  – середньодобове навантаження на мережі;

$k$  – коефіцієнт простою у ремонтах.

Приймемо, що економія спричиняється зменшенням потрібного робочого парку вагонів. Тоді  $E = \Delta n \cdot C$ ,

де  $\Delta n$  – кількість вагонів, що можуть бути вивільненими з числа потрібного робочого парку;

$C$  – ціна вагону.

$$C = c \cdot m,$$

де  $c$  – вартість тонни металоконструкції, близько 5 тис. дол.;

$m$  – середня маса вагону, прийнята 22,5 тонни.

$$\text{Тоді } C = 5 \cdot 22,5 = 112,5 \text{ (тис. дол.)}.$$

Потрібний робочий парк при обігу вагону 10 діб за даними табл. 6.1 складає 1100 вагонів; очікуване зменшення обігу вагонів до 8 діб. Потрібний робочий парк зменшиться на 120 вагонів, орієнтовно.

Таблиця 6.1 – Залежність потрібного робочого парку від обороту вагона

Навантаження, ваг./добу	Оборот вагона, діб	Коефіцієнт простою в ремонтах	Орієнтовний потрібний робочий парк, ваг.
100	20	1,1	2200
100	19	1,1	2090
100	18	1,1	1980
100	17	1,1	1870
100	16	1,1	1760
100	15	1,1	1650
100	14	1,1	1540
100	13	1,1	1430
100	12	1,1	1320
100	11	1,1	1210
100	10	1,1	1100
100	9	1,1	990
100	8	1,1	880
100	7	1,1	770
100	6	1,1	660
100	5	1,1	550
100	4	1,1	440
100	3	1,1	330
100	2	1,1	220
100	1	1,1	110

Тоді, економія від зменшення вагонного парку наступна

$$E = 112,5 * 120 = 13500 \text{ (тис. дол.)}$$

Звісно, що на шляху розвитку логістики контейнерних перевезень залізницею присутні припони, які не залежать від підприємства, а саме: зміни стратегій розвитку ЦТС Ліски з боку керівництва АТ «Укрзалізниця», недосконалі тарифи на перевезення залізницею, митні правила, що змінюються; високі ставки та портові збори та інше. Всупереч існуючим складностям, впровадження логістичних принципів в управління надає можливість інтегрування підприємства до міжнародної транспортної мережі, а також забезпечення потреб національної економіки на сучасному рівні.

### **6.3 Висновки за розділом 6**

1. Розроблено концепцію впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління процесами доставки вантажів в інформаційному просторі мультимодальної залізничної компанії ЦТС Ліски.

2. Проаналізовано склад існуючих функції підприємства «IT LISKI», додано перелік необхідних для організації підприємства як національної мультимодальної компанії.

3. Розроблено комплекс логістичних послуг спрямований на забезпечення функціонування національної мультимодальної компанії.

4. Розроблена схема інтеграції АРМ диспетчера з контролю доставки вантажів у існуючий інформаційний простір підприємства.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язано науково-прикладну проблему підвищення ефективності експлуатації рухомого складу шляхом розробки методології технологічно-інформаційного моделювання послідовності дій оперативного управління технологічними процесами залізниць. Застосування методології забезпечує розв'язання проблем практики експлуатаційної діяльності в частинах: формування інструментів оперативного контролю виконання технологічних процесів, прогнозування часу операцій технологічних процесів, ідентифікації проблемних ланок для прийняття управлінського впливу, оцінювання якості управління технологічними процесами перевезення вантажів залізницею, розроблення принципів формування системи показників, адекватної поточному стану експлуатаційного процесу. Основні наукові та практичні результати досліджень можна узагальнити таким чином:

1. Ретроспективний аналіз світового та вітчизняного досвіду свідчить, що існує проблема комплексної організації технологічних процесів залізницею. Цілісна концепція управління ТП перевезення перебуває на стадії формування, хоча її окремі наукові сегменти розроблені на високому теоретичному рівні. Нормативно-технологічні документи, на яких базується організація діяльності, не ув'язані в один комплекс з оперативною діяльністю – контролю за основним об'єктом управління на залізниці – вагоном. У наукових дослідженнях широко використовується моделювання процесів доставки вантажів із застосуванням математичного та комп'ютерного моделювання, проте застосуванню універсальних апроксимаційних властивостей нечітких моделей та нечіткому регулюванню технологічними процесами достатньої уваги приділено не було.

Розроблено класифікацію методів координації транспортних підрозділів за ознакою повноти охоплення етапів повного циклу перевезення. Аналіз класифікаційних ознак таких методів координації показав, що жоден

із нинішніх методів не охоплює всього циклу перевезення від стадії планування до доставки вагонів та вантажів у місце призначення. Класифікація проілюструвала необхідність розвитку методів управління перевезеннями, що охоплюють повний цикл доставки вантажу.

Досліджено концептуальну повноту нормативної бази систем управління технологічними процесами перевезення, розроблено нові поняття й терміни для визначення ефективності управління доставки вантажу.

Досліджено кваліфікаційні ознаки найбільш суттєвих спільних рис систем управління в окремих видах транспорту, таких, як рівень концентрації управління, наявність АСУ ТП, склад показників роботи системи та критерії управління. Аналіз свідчить, що в СУ оцінка якості виконання технологічного процесу відсутня, інформаційне забезпечення якісно не характеризує об'єктів управління, СУ не містить методів підтримки прийняття рішення. З класифікації випливає, що спільним показником, критерієм роботи, характеристикою стану об'єктів управління є час, протягом якого цей об'єкт перебуває під управлінням системи, що може бути критерієм під час створення єдиного інформаційного простору системи управління доставкою вантажів при координації видів транспорту.

Проаналізовано методи врахування порушень несвоєчасної доставки вантажу клієнтові. У функціонуючій СУ контроль за процесами ДВ відбувається лише в разі потреби, після завершення процесу доставки, фактично він фіксує перевищення нормативного часу отримання вантажу власником із подальшим з'ясуванням причин і відповідальності.

2. Розроблено емпіричну базу дослідження, визначено параметри та характеристики об'єктів, зміна стану яких становить технологічні процеси; визначено параметри, прогнозування яких дає змогу дотримуватися нормативів виконання процесів; визначено якісні показники роботи системи, дотримання яких забезпечує ефективне використання рухомого складу під час перевезення; також визначено склад бази даних для побудови системи управління ТП.

Запропоновано нові принципи контролю процесу доставки вантажу, а саме: контроль за виконанням графіка доставки вантажу, що складається на підставі розробленої технології доставки вантажу, яка визначає всі стадії його обробки. Договір на перевезення, складений на основі зазначеної технології, містить фінансові зобов'язання виконання запланованих характеристик технології та графіка. Контроль дотримання графіка доставки вантажу здійснюється з використанням системи інформаційного моніторингу.

Формально описана структура понять та зв'язки сценаріїв, подій з об'єктами управління в технологічних процесах засобами фреймової моделі.

3. Застосовано методологію концептуально-логічного та проектного моделювання складних транспортних організаційно-технічних систем до побудови моделей системи управління технологічними процесами, створено метамодель процесу та розкрито моделі до необхідного рівня.

Розроблено концептуальну модель визначення контрольно-часових точок на основі сценаріїв доставки вантажів. Для генерування можливих сценаріїв подій із вантажем у вагоні та розрахунку КЧТ розроблено алгоритм, який враховує дані про відхилення від норм виконання операцій, що дозволяє визначити контрольно-часові точки безпосередньо в інформаційному середовищі АСК ВП УЗ-Є з урахуванням інформації про реальний хід перевезення в попередній період.

4. Встановлено, що час доставки вантажу як базовий показник якості не є цільовою функцією системи. Розроблено адаптивну модель оцінки якості виконання технологічного процесу учасниками доставки вантажу з використанням нечітких множин, яка доводить застосовність моделювання на основі часових даних. Надійність прогнозу категоріального значення відхилення для більшості проміжних станцій перевищує 89 %, для відхилення на кінцевій станції – 78 %. Для уніфікованого оцінювання значень експлуатаційного відхилення на різних станціях запропоновано впорядковану категоризовану шкалу, засновану на порядкових статистиках.

Оцінка експлуатаційного відхилення за такою шкалою може бути передана в лінгвістичній формі диспетчерському апарату для прийняття рішення.

Розроблено методи визначення частки впливу роботи транспортних підрозділів, видів транспорту на загальний обіг вагона та час доставки вантажу з використанням нечітких множин. Доведено, що така система здатна до локалізації проблемних ланок та зон відповідальності підсистем, що дозволяє однозначно ідентифікувати підрозділ залізниці для прийняття управлінського впливу.

5. Розроблено схему та засоби імітаційного моделювання технологічних процесів з використанням та без використання нечіткого управління. Налаштування нечіткого регулятора дозволяє зменшувати відхилення показників виконання технологічного процесу від нормативних значень у середньому у 2,2 рази та покращувати технологічні процеси управління доставки вантажів, що підтверджує застосовність методології технологічно-інформаційного моделювання до управління технологічними процесами з метою підвищення ефективності експлуатації рухомого складу. Впровадження методології забезпечує зменшення терміну доставки вантажу на дві доби та збільшує надійність технологічних процесів.

6. Проведений аналіз свідчить, що інформаційна система залізниці є сховищем даних, які описують виконану роботу та констатують процеси, що вже відбулися. АС залізниці потребує впровадження технологій підтримки прийняття рішень диспетчерським апаратом. Розроблено структуру підсистеми з управління технологічними процесами доставки вантажів та функції АРМ, що реалізують: прогнозування часу доставки, порівняння контрольних та фактичних часових точок перебування вагона, здійснюють репрезентацію інформації про проблемні ланки для прийняття управлінського впливу, обмін інформацією з клієнтом, розрахунки показників ефективності перевезення та якості виконання технологічного процесу.

7. Проаналізовано склад функцій управління доставкою вантажів у філії «ЦТС «Ліски» АТ «Укрзалізниця», розроблено перелік необхідного програмного забезпечення для впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління процесами доставки вантажів в інформаційному просторі мультимодальної залізничної компанії. Розроблено схему інтеграції АРМ диспетчера з контролю доставки вантажів з автоматизованими системами підприємства.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аблязов К. А., Козенкова Г. Л. Минимизация эксплуатационных издержек на причале в порту с использованием систем массового обслуживания. *ВИНИТИ*. 2009. № 6. С. 44-46.
2. Ададулов С. Е., Соколов В. Н. Комплексная система автоматизации сортировочных процессов. *Железнодорожный транспорт*. 2008. № 6 С. 37-38.
3. Акулов А. М. Совершенствование технологии перевозки мелких отправок сборными крупнотоннажными контейнерами в мультимодальных сообщениях: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2013. 24 с.
4. Альошинський Є. С., Огар О. М., Пестременко-Скрипка О. С. Підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту України у системі міжнародних перевезень. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2017. Вип. 170. С. 78-84.
5. Альошинський Є. С. Організаційні принципи планування мультимодальних перевезень. *Технологический аудит и резервы производства*. 2013. № 6(6). С. 4-6.
6. Альошинський Є. С., Челмакіна О. С. Дослідження функціонального циклу обслуговування вантажовласників залізничним транспортом. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2012. Вип. 131. С. 12-13.
7. Андриющенко В. А., Скалозуб В. В., Великодний В. В., Цейтлин С. Ю. Прогнозирование показателей движения вагонов иностранных собственников на основе нечетких моделей исходных данных. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2003. № 1. С. 84-90.
8. Бакалов М. В. Ресурсоориентированное развитие транспортной системы Южного региона: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Ростов-на-Дону, 2019. 24 с.

9. Балалаев А. С. Методология транспортно-логистического взаимодействия при мультимодальных перевозках: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук.* Хабаровск, 2010. 48 с.

10. Бауэркс Д., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. Москва: Олимп-Бизнес, 2001. 640 с.

11. Башлаев В. К., Цейтлин С. Ю., Великодний В. В. О создании сетевой автоматизированной системы управления грузовыми перевозками Украины. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна.* 2007. Вип. 17. С. 18-21.

12. Белокуров С. В., Белокуров В. П. Модели многокритериального поэтапного выбора в информационных системах управления транспортными процессами. *Транспорт, наука, техника, управление: ВИНТИ РАН.* 2009. № 7. С. 11-13.

13. Белокуров С. В. Оптимизация многоцелевых транспортных задач при использовании алгоритма анализа и отсева на итерациях поиска решений. *ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление.* 2009. № 11. С. 12-14.

14. Бех П. В. Синергетичний ефект при застосуванні логістичних методів управління транспортними потоками на залізничному та інших видах транспорту. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.* 2010. № 35. С. 39-44.

15. Богомазова Г. Є. Формування автоматизованої технології управління вагонопотоками на залізничних напрямках: *автореф. дис. ... канд. техн. наук.* Харків, 2019. 24 с.

16. Бондаренко Н. В. Формирование области экономически эффективных стратегий этапного развития облика и мощности Владивостокского мультимодального транспортного узла для реализации контейнерного транзита: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Санкт-Петербург, 2018. 16 с.

17. Бочаров О. П., Міхальов Г. О., Мороз В. П., Шиш В. О. Динамічна модель сортувальної станції та її роль в подальшій оптимізації процесу перевезень. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2011. № 5. С. 74-76.

18. Бочаров О. П., Мукмінова Т. А. Централізація інформаційних ресурсів та формування інформаційного середовища на залізничному транспорті. *Залізничний транспорт України*. 2007. № 4.

19. Брукинг А., Джонс П., Кокс Ф. Экспертные системы. Принципы работы и примеры. Москва: Радио и связь, 1987. 224 с.

20. Бульба С. С., Лукова-Чуйко Н. В., Лелет І. В. Система виконання сервісів Укрзалізниці як композитних додатків у розподіленій мережі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2018. № 2. С. 38-42.

21. Бурмаки Н. Теория множеств. Москва: Либроком, 2010. С. 456.

22. Бутько Т. В., Ломотько Д. В. Вопросы организации информационного взаимодействия железнодорожного и водного транспорта, а также логистических структур. *Залізничний транспорт України*. 2007, № 6. С. 62-65.

23. Бутько Т. В., Ломотько Д. В. Перспективи організації інформаційної взаємодії учасників перевезення в умовах залізнично-водних транспортно-логістичних вузлів. *Залізничний транспорт*. 2007. № 6. С. 62-65.

24. Бутько Т. В., Ломотько Д. В., Прохорченко А. В., Олійник К. О. Формування логістичної технології просування вантажопотоків за жорсткими нитками графіку руху поїздів. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. Харків, 2009. Вип. 113. С. 23-31.

25. Васильєв О. Л., Богомаз С. М. Оцінка якості послуг залізничного транспорту. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2019. № 67. С. 124-130.

26. Вернигора Р. В., Ельнікова Л. О. Перспективы создания интеллектуальной системы поддержки принятия оперативных решений по

управленню роботою поїздних локомотивів на залізничному полігоні. *Сучасні проблеми розвитку інтелектуальних систем транспорту: тези Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2014. С. 23.*

27. Вернигора Р. В., Огороков А. М., Цупров П. С., Павленко О. І. Мультимодальні перевезення як базовий сегмент транзитного потенціалу України. *Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. 2017. Вип. 14. С. 20-29.*

28. Висоцька Г. С. Визначення імовірнісних характеристик процесу доставки вантажів. *Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія: транспортні системи і технології. 2012. Вип. 20. С. 240-245.*

29. Волинець Л. М. Концептуальні аспекти формування мультимодальних перевезень в умовах глобалізації. *Економіка та управління на транспорті. 2018. Вип. 7. С. 121-132.*

30. Волков В. Д. Системно-операционные основы информационной и транспортной логистики в мультимодальных и международных перевозках: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук. Москва, 2010. 43 с.*

31. Воскресенский И. В. Формирование интегрирующих транспортно-технологических комплексов и оптимизация их структур: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2009. 21 с.*

32. Габа В. В. Технологічні засади функціонування логістичного центру залізничного транспорту. Київ, 2010.

33. Гаврюшков Е. Н. Методические основы выработки управленческих решений при управлении процессом организации мультимодальных перевозок грузов: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Владивосток, 2006. 25 с.*

34. Галабурда В. Г. Комплексная оценка качества транспортного обслуживания. *Финансовые результаты управления качеством транспортного обслуживания. 2017. С. 14-22.*

35. Гапанович В. А., Шабельников А. Н. Разработка автоматизированных сортировочных систем. *Железнодорожный транспорт*. 2010. № 7. С. 23-25.
36. Гладун А. Я., Рогушина Ю. В. Семантичні технології: принципи та практики. Київ: АДЕФ-Україна, 2016. 308 с.
37. Головин Б. Н., Кобрин Р. Ю. Лингвистические основы учения о терминах. Москва: Высш. шк., 1987. 104 с.
38. Горбова О. В. Удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2016. 21 с.
39. Григорак М. Ю., Савченко Л. В. Інноваційна логістика: концепції, моделі, механізми. Київ: Логос, 2015. 548 с.
40. Грунтов П. С. Эксплуатационная надежность станций. Москва: Транспорт, 1986. 247 с.
41. Данько М. І., Бутько Т. В., Ломотько Д. В., Козак В. В. Методологічний аспект формування критеріїв ефективного управління залізничною транспортною системою. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. Харків, 2010. Вип. 113. С. 5-9.
42. Данько М. І., Дикань В. Л., Якименко Н. В. Забезпечення конкурентоспроможності промислових підприємств України в умовах міжнародних транспортних коридорів: *Монографія*. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. 170 с.
43. Денисов И. Р. Роль морских портов в системе смешанных перевозок. *Вестник транспорта*. 2005. № 1. С. 34-40.
44. Державна служба статистики України – [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
45. Джонсон Дж. С. и др. Современная логистика. Москва: Вильямс, 2002. 624 с.

46. Дмитриев В. И. Прикладная теория информации. Москва: Высшая школа, 1989. 320 с.

47. Дыбская В. В. Место складов и особенности их функционирования в схемах логистического обслуживания. *РИСК*. Москва, 1998. № 2-3. С. 83.

48. Ежгуров В. Н. Математическое и алгоритмическое обеспечение автоматизированного управления мультимодальными грузоперевозками в рамках международных транспортных коридоров: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Санкт-Петербург, 2013. 18 с.

49. Ерошок И. Д. Управление стохастическими потоками объектов в сети с кусочно-линейными траекториями с использованием интегральных контейнеров: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2020. 16 с.

50. Жуковицкий И. В., Егоров О. И. Процедура идентификации поездов с использованием информации АСК ВП УЗ-Е. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2015. № 6. С. 61-66.

51. Заборський Л. О. Методичні основи організації транспортно-технологічних процесів у системах доставки вантажів: *автореф. дис. канд. техн. наук*. Одеса, 2008. 20 с.

52. Задорожний В. М. Развитие методов распределения порожних вагонопотоков припортовой транспортно-технологической системы в конкурентных условиях: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Ростов-на-Дону, 2018. 24 с.

53. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ним послуги. Київ, 2009.

54. Зубков В. Н. Управление местной работой: теория, методология, инструментарий. Монография. Ростов на Дону, 2010. 290 с.

55. Ивашук В. Р., Кириченко А. И. Создание информационных технологий системы управления цепями поставок. *Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта*: тезисы докладов 75 Междунар. науч.-практ. конф. Днепропетровск, 2015. С. 184-185.

56. Иващук В. Р., Кириченко Г. І. Логістичні технології управління процесами перевезень вантажів на залізницях. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. XIII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2011. С. 87-92.

57. Иващук В. Р., Кириченко Г. І., Кузнецов М. М., Петриковець О. В. Формування інструментів логістичного забезпечення перевезень вантажів на залізниці. *Залізничний транспорт України*. 2011. № 5. С. 20-23.

58. Казаков Н. Н. Организация мультимодальных перевозок экспортно-импортных грузов в Республике Беларусь: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Нижний Новгород, 2006. 24 с.

59. Караваева Е. Д. Математическое и алгоритмическое обеспечение автоматизированного управления мультимодальными перевозками: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Санкт-Петербург, 2010. 20 с.

60. Квитко В. В. Разработка технологии перевозок внешнеторговых грузов в контейнерах в международном железнодорожно-водном сообщении по единому перевозочному документу: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2009. 24 с.

61. Кириллова А. Г. Комплексная организация перевозок наливных химических грузов в смешанных железнодорожно-водных сообщениях: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2003. 24 с.

62. Кириллова А. Г. Методология организации контейнерных и контрейлерных перевозок в мультимодальных автомобильно-железнодорожных сообщениях: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук*. Москва, 2010. 48 с.

63. Кириченко А. И., Габа В. В., Иващук С. И., Петриковець О. В. Системний тезаурус процесів мультимодальної доставки вантажів. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2013-2014. Вип. 10. С. 186-196.

64. Кириченко А. И. Информационная система ГО Укрморпорт. *Порти України*. 2004. № 5. С. 18-20.

65. Кириченко А. И. Информационная система ГО Укрморпорт – основа координационного взаимодействия морских торговых портов со смежными видами транспорта. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2004. С. 217-220.

66. Кириченко А. И. Информационные технологии: современное состояние и проблемы развития. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління*: тези доп. I наук.-практ. конф. Київ: КУЕТТ, 2003. С. 88-89.

67. Кириченко А. И., Кириченко О. А. Пути интеграции информационной системы промышленного предприятия и железной дороги при составлении и обработки перевозочного документа. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. I Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2007. С. 16.

68. Кириченко А. И., Кириченко О. А. Технология автоматизированного учета работы железнодорожной станции и подъездного пути. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2005. С. 146-148.

69. Кириченко А. И. Новая технология обработки информации о потоке цистерн как элемент логистического управления. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2002. С. 146-148.

70. Кириченко А. И., Овчаренко С. Н. Совершенствование процесса контроля доставки грузов на железнодорожном транспорте. *Современные проблемы развития интеллектуальных систем транспорта*: тезисы Междунар. науч.-практ. конф. Днепропетровск: ДНУЖТ, 2014. С. 35-36.

71. Кириченко А. И., Приймак А. А. Информационные системы железной дороги при оценке качества доставки грузов. *Тихомировские*

чення: *инновационные технологии перевозочного процесса'2018*:  
Международ. научн.-практ. конф. Гомель, Беларусь, 2019. С. 40-42.

72. Кириченко А. И. Развитие информационных технологий коммерческого хозяйства как инструмент повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2009. С. 11.

73. Кириченко А. И. Технология автоматизированного номерного учета работы железнодорожной станции и подъездного пути – новое звено в системе транспортной логистики. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. V Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2003. С. 116-120.

74. Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В. Актуальність створення інформаційного моніторингу процесів доставки вантажів на базі супутникових радіонавігаційних систем. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: тези 14 Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2012. С. 146.

75. Кириченко Г. І. Аналіз інформаційних технологій управління процесами доставки вантажів на залізниці. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології*: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2013. С. 160-162.

76. Кириченко Г. І., Бердниченко Ю. А., Малишко С. В. Вдосконалення технології розподілення напіввагонів під навантаження. *Перспективи розвитку технічних наук у країнах ЄС та в Україні*: Міжнар. наук.-практ. конф. Влоцлавек, Республіка Польща, 2018. С. 44-47.

77. Кириченко Г. І., Габа В. В., Висоцька Г. С. Автоматизований облік часу затримки вагонів та вантажів на підходах до станцій призначення. *Залізничний транспорт України*. 2011. № 1. С. 30-32.

78. Кириченко Г. І., Горецький О. А., Бердниченко Ю. А. Методи практичної формалізації умов взаємодії залізниці з користувачами транспортних послуг. *Збірних наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Серія «Транспортні системи і технології». 2012. Вип. 21. С. 160-164.

79. Кириченко Г. І. Етапи реалізації Програми розвитку комплексної інформатизації комерційного господарства Укрзалізниці у 2006-2009 рр. *Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті*: збірник доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. Судак, 2007. С. 146-148.

80. Кириченко Г. І. Забезпечення достовірності даних перевізних документів в автоматизованих системах залізничного транспорту. *Проблеми економіки транспорту*: тези доп. IX міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ, 2010. С. 15.

81. Кириченко Г. І. Забезпечення цінності даних в автоматизованих системах як фактор підвищення якості управління залізничним транспортом. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2010. С. 12-13.

82. Кириченко Г. І. Інтелектуальна система управління процесом доставки вантажу. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. Харків, 2015. Вип. 5(114). С. 3-6.

83. Кириченко Г. І., Кириченко О. А. Інформаційна підтримка моделювання сценаріїв процесу доставки вантажів. *Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези X Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро, 2016. С. 20-21.

84. Кириченко Г. І. Концепція інтелектуальної транспортної системи управління процесами доставки вантажу. *Залізничний транспорт України*. 2013. № 1. С. 37-40.

85. Кириченко Г. І., Кузнецов М. М. Розробка принципів технологічної взаємодії залізниць і користувачів послуг з єдиним логістичним центром залізничного транспорту. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних*

*систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології: тези доп. V наук.-практ. конф. Київ: ДЕТУТ, 2011. С. 185-186.*

86. Кириченко Г. І. Методика створення інтелектуальної автоматизованої системи управління доставкою вантажів на залізниці. Наука та прогрес транспорту. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2017. № 2 (68). С. 46-56.

87. Кириченко Г. І., Овчаренко С. М. Контроль виконання графіків доставки вантажів залізничним транспортом методом контрольно-часових точок. *Сборник научных трудов SWorld*. Иваново, 2013. Вып. 4. Том 1. С. 3-7.

88. Кириченко Г. І., Овчаренко С. М. Розробка методу контрольно-часових точок для контролю графіків доставки вантажу. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2013-2014. Вип. 10. С. 112-118.

89. Кириченко Г. І. Оптимізація взаємодії залізниці та вантажовласника – мета розробки інформаційних технологій. *Проблеми транспорту: збірник наукових статей*. Київ: НТУ, 2010. Вип. 7. С. 239-246.

90. Кириченко Г. І., Петриковець О. В., Бердніченко Ю. А. Використання методології концептуально-логічного відображення та проектного моделювання транспортних систем при управлінні доставкою вантажів. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2013. С. 163-165.*

91. Кириченко Г. І. Проблема створення інформаційного моніторингу процесів доставки вантажів залізничним транспортом. *Тези LXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2012. С. 186.

92. Кириченко Г. І. Проблематика досліджень транспортних систем при взаємодії різних видів транспорту. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2011. Вип. 8. С. 21-29.

93. Кириченко Г. І. Проблематика застосування інформаційних технологій в управлінні процесами доставки вантажу. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2012. Вип. 9. С. 17-27.

94. Кириченко Г. І. Проблеми досліджень процесів перевезень при взаємодії суміжних видів транспорту у контексті логістичної концепції управління. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології*: тези доп. V наук.-практ. конф. Київ: ДЕГУТ, 2011. С. 182-184.

95. Кириченко Г. І. Процесуальні категорії, характеристики й процедури мультимодальної доставки вантажів. *Тези доповідей LXXIX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. – Київ: НТУ, 2013. С. 204-205.

96. Кириченко Г. І. Розробка «інструментів» управління процесом виконання транспортної послуги. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2012. С. 16.

97. Кириченко Г. І. Семантика нових термінів системних транспортних процесів. *Тези доповідей LXXI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2015. С. 231.

98. Кириченко Г. І., Стативка Ю. І., Бердниченко Ю. А., Цейко Б. О. Оцінка якості доставки вантажів з використанням апарату нечітких множин. *Технології та інфраструктура транспорту*: Міжнар. наук.-техн. конф. Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 193-194.

99. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Макарова О. О. Організація роботи сортувальної станції в умовах автоматизації. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету*

*транспорту*. Серія «Транспортні системи і технології». Київ, 2013. Вип. 23. С. 150-154.

100. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Петриковець О. В., Кириченко О. А. Моделювання сценаріїв переміщення вантажів у ланцюгах доставки. *Транспортні системи та технології перевезень*: збірник наукових праць ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна. Дніпро, 2016. Вип. 12. С. 32-37.

101. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Петриковець О. В., Павлюк Є. І. Сучасні тенденції розвитку мультимодальної системи перевезення вантажів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: технічні науки. 2019. Том 30 (69), ч. 2, № 3. С. 148-153. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.3-2/26

102. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Горецький О. А. Аналіз якості даних перевізних документів в автоматизованих системах. *Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії*. 2011. Вип. 26. С. 23-27.

103. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Мацюк В. В., Родкевич О. Г. Визначення рівня достовірності інформації про вантажі, що перевозяться залізницями України. *Збірник наукових праць Київського Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства інфраструктури України*: Серія «Транспортні системи і технології». 2011. Вип. 18. С. 187-193.

104. Кириченко Г. І. Формування термінологічної системи транспортних процесів. *Тези доповідей LXX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2014. С. 187-188.

105. Клепиков В. В. Организация мультимодальных перевозок грузов на основе логистических методов: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2006. 23 с.

106. Клепиков В. П. Методология комплексного развития транспортных систем в проектах взаимодействия железнодорожного и морского транспорта: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук.* Москва, 2007. 48 с.

107. Козаченко Д. М., Вернигора Р. В., Горбова О. В. Методи збору даних про функціонування залізничних станцій. *Транспортні системи та технології перевезень* : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2014. Вип. 8. – С. 58-64. DOI: 10.15802/tstt2014/38087

108. Козаченко Д. Н., Гера Б. В., Скалозуб В. В., Германюк Ю. Н. Моделирование распределения грузопотоков на направлениях транзитных перевозок железнодорожным транспортом в международном сообщении. *Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна.* 2016. Вип. 11. С. 39-47.

109. Колпаков В. М. Теория и практика принятия управленческих решений. Киев, 2004. 504 с.

110. Котенко А. М., Крашенінін О. С., Шапатіна О. О. Удосконалення процесу комбінованих перевезень вантажів. *Східно-Європейський журнал передових технологій.* Харків, 2014. № 4/3(70). С. 4-8.

111. Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. Санкт-Петербург: Питер, 2004. 316 с.

112. Кузнецов Г. А., Черноротова О. А. Организация движения поездов по специализированным «твёрдым» ниткам графика. *Железнодорожный транспорт.* 2009. № 1. С. 46-54.

113. Кузнецов Н. А., Пащенко Ф. Ф., Рябых Н. Г., Захарова Е. М., Минашина И. К. Алгоритмы оптимизации в задачах планирования на рельсовом транспорте. *Информационные процессы.* 2014. Том 14. № 4. С. 307-318.

114. Курган М. Б. Досвід експлуатації контрейлерних поїздів у внутрішньому та міжнародному сполученні. *Українська залізниця.* 2016. № 12 (42). С. 49-53.

115. Лаврухін О. В., Блиндюк В. С., Богомазова Г. Є., Киман А. М., Тофан М. О. Удосконалення технології оперативного планування вантажної роботи при взаємодії власників рухомого складу із залізницею. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2015. Вип. 156. С. 12-17.

116. Лаврухін О. В., Гаркавий А. О., Скобель І. В. Удосконалення змінно-добового планування шляхом впровадження автоматизації. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2010. Вип. 112.

117. Левиков Г.А., Тарабанько В. В. Смешанные перевозки. Состояние, проблемы, тенденции. Москва: ТрансЛит, 2008. 320 с.

118. Левин Д. Ю. Системное управление перевозочным процессом на железнодорожном транспорте: *монография*. Москва: ИНФРА-М, 2018. 313 с.

119. Левин Д. Ю. Управление технологией перевозочного процесса на железных дорогах: *монография*. Москва: ИНФРА-М, 2020. 288 с.

120. Левитин И. Е. Исследование взаимодействия работы складов предприятий и портов в условиях неравномерного производства экспортной продукции. *ВИНИТИ РАН*. 2008. № 4. С. 3-6.

121. Литвиненко С. Л. Литвиненко Л. Л. Визначення економіко-технологічних інструментів оптимізації діяльності авіакомпанії при мультимодальній доставці негабаритних вантажів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: Логістика. 2018. № 892. С. 134-139.

122. Ломаш Д. А. Автоматизация взаимодействия железной дороги и морского порта на основе мультиагентной оптимизации и имитационного моделирования: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Ростов-на-Дону, 2004. 23 с.

123. Ломотько Д. В., Бутько Т. В. Методологічний підхід до формалізації процесу функціонування великих динамічних систем залізничного транспорту. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2007. Вип. 85. С. 25-34.

124. Ломотько Д. В., Бутько Т. В. Методологія формування інтелектуальної транспортної системи на залізничному транспорті. *Научные труды SWorld*. Иваново, 2012. Т. 2, № 1. С. 45-46.

125. Ломотько Д. В., Бутько Т. В., Розсоха О. В. Аналіз теоретичних підходів щодо оцінки ефективності роботи залізниць України. *Залізничний транспорт України*. 2012. № 2. С. 36-38.

126. Ломотько Д. В., Волосюк П. Ф., Емець І. Л. Підвищення ефективності роботи залізнично–перевантажувального вузла в умовах застосування інноваційних логістичних технологій. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2015. Вип. 152. С. 40-42.

127. Лямзін А. О. Ефективність транспортної системи промислового району в припортовому логістичному ланцюгу поставки зернових: *автореф. дис... канд. техн. наук*. Харків, 2008. 20 с.

128. Макаренко М. В. Краткий справочник показателей эксплуатационной работы железных дорог Украины. Киев: Юникон пресс, 2001. 154 с.

129. Мамаев Э. А. Моделирование региональных транспортных систем в условиях конкуренции: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук*. Москва, 2006. 48 с.

130. Маслов Е. С. Разработка методов управления транспортно-экспедиционной деятельностью на основе интеллектуальных информационных технологий: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2019. 24 с.

131. Мацюк В. І., Горецький О. А. Скорочення строків доставки вантажів залізничним транспортом. *Проблеми транспорту*. 2011. № 8. С. 146-149.

132. Машканцева С. О. Понятійно-категоріальний апарат дослідження системи мультимодальних перевезень регіону. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Вип. 95. Ч. 2. Економічні науки. С. 198-205.

133. Мельников А. Р. Совершенствование методического обеспечения транспортно-экспедиторского обслуживания смешанных перевозок груза: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Владивосток, 2003. 23 с.

134. Милославская С. В., Плужников К. И. Мультимодальные и интермодальные перевозки. Москва: РосКонсульт, 2001. 364 с.

135. Миротин Л. Б., Ташбаев И. Э. Системный анализ в логистике. Москва: Экзамен, 2002. 480 с.

136. Митрошин С. Г. Организация паромно-транспортных логистических систем: на примере Волжско-Камского бассейна: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Нижний Новгород, 2010. 23 с.

137. Морозов В. Н. Методология организации функционирования международных транспортных коридоров на основе кластерного подхода с применением мультимодальных логистических центров: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук.* Москва, 2011. 48 с.

138. Морозов В. Н. Системная организация мультимодальных транспортных коридоров: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Москва, 2000. 24 с.

139. Москвичев О. В. Методология организации функционирования контейнерно-транспортной системы на основе клиентоориентированности: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук.* Москва, 2019. 48 с.

140. Нагорная Н. В. Формирование экономически эффективных стратегий этапного развития облика и мощности региональных мультимодальных транспортных коридоров (РМТК) малоосвоенных районов: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Санкт-Петербург, 2018. 17 с.

141. Нагорний Є. В., Дорохов О. В., Варфоломеева С. В., Копенко Л. О. Визначення інтегрального показника якості перевезень вантажів на основі нечіткого моделювання. *Удосконалення вантажної і комерційної роботи на залізницях України: зб. наук. праць.* Харків: УкрДАЗТ, 2004. Вип. 62. С. 112-117.

142. Нагорний Є. В., Наумов В. С., Літвінова Я. В. Імітаційна модель процесу функціонування мультимодального транспортного вузла. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. 2016. Вип. 9. С. 80-89.

143. Нагорний Є. В., О कोरोков А. М., Переста Г. І. Дослідження розвитку системи транспортного обслуговування вантажовласників у транспортних вузлах. *Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2011. Вип. 4. С. 58.

144. Нагорний Є. В., Орда О. О. Оцінка надійності системи інтермодальних контейнерних перевезень в ланцюгах постачань. *Комунальне господарство міст*. Серія: Технічні науки та архітектура. 2018. Вип. 7. С. 60-64.

145. Нагорний Є. В., Шраменко Н. Ю. Аналіз критеріїв ефективності функціонування логістичних систем при доставці вантажів. *Наукові нотатки*. 2010. Вип. 28. С. 353-357.

146. Нагорний Є. В., Шраменко Н. Ю., Орда О. О. Математична модель вибору раціональних стратегій поведінки транспортно-експедиторських підприємств при взаємодії із суб'єктами транспортного ринку на умовах кооперації. *Автомобильный транспорт*. 2017. Вып. 40. С. 12-19.

147. Наказ Міністерства інфраструктури України «Про внесення змін до деяких нормативно- правових актів»: від 08.06.2011 р. // Офіційний вісник України. – 2011. – № 49. – Ст. 1988.

148. Наказ Міністерства інфраструктури України «Про затвердження Порядку застосування електронного документообігу, пов'язаного з перевезенням вантажів залізничним транспортом»: від 16.11.2012 р. *Офіційний вісник України*. 2012. № 97. – Ст. 3931.

149. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України «Про затвердження Порядку застосування електронного перевізного документа під час перевезення вантажів залізничним транспортом»: від 01.11.2010 р. *Офіційний вісник України*. 2011. № 31. Ст. 1334.

150. Науменко П. П., Миненко В. Д., Землянов В. Б. АСК ВП УЗ як основа інтеграції автоматизованих систем управління вантажними перевезеннями залізничного транспорту України». URL: [stp.diit.edu.ua/article/download/17551/15290](http://stp.diit.edu.ua/article/download/17551/15290)

151. Нгуен Динь Чунг Исследование и проектирование интеллектуальных мультимодальных транспортно-складских комплексов (в условиях Вьетнама): *автореф. дисс. ... докт. техн. наук.* Москва, 2017. 42 с.

152. Негрей В. Я., Подкопаев В. А., Филатов Е. А., Чиграй Г. В., Азявчиков Н. А. Мультимодальные транспортные системы (примеры и расчеты). Гомель: БелГУТ, 2014. 85 с.

153. Нестеренко Г. І., Кириченко Г. І., Озерова О. О. Технологічні засади функціонування логістичного центру залізничного транспорту. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.* 2012. № 6(177), ч. 1. С. 169-173.

154. Нестерова Н. С. Методология проектирования мультимодальной транспортной сети: *автореф. дис. ... докт. техн. наук.* Санкт-Петербург, 2018. 32 с.

155. Никифорова Г. И. Взаимодействие железнодорожного и морского транспорта при передаче контейнеропотока на основе принципов логистики: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Санкт-Петербург, 2005. 26 с.

156. Николашин В. Н. Логистические принципы оптимизации безопасности функционирования цепей поставок товаров. *ВИНИТИ РАН.* 2008. № 10. С. 38-39.

157. Нові принципи взаємодії клієнта із залізницею: Автоматизована система Клієнт УЗ. *Магістраль.* № 25. 31.05.2011.

158. Овчаренко С. М. Визначення та формалізація функцій контролю за виконанням графіків доставки вантажів на залізничному транспорті. *Зб. наук. праць Державного економіко-технологічного університету транспорту.* Серія «Транспортні системи і технології». 2012. Вип. 20. С. 254-261.

159. Овчаренко С. М. Перспективи функціонального розвитку АРМ ДГП. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2012. Вип. 42. С. 181-185.

160. Овчаренко С. М. Удосконалення системи контролю за доставкою вантажів на залізничному транспорті: *автореф. дис. ... канд. техн. наук*. Київ, 2015. 23 с.

161. Огороков А. М. Розробка методики оптимізації технічних параметрів транспортних вантажних комплексів. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2015. № 2/3 (74). С. 9-14.

162. Офіційний сайт Польська Державна залізниця. URL: <http://www.pkp.pl/>

163. Павлишенко Б. М. Групування текстових даних на основі моделі семантичного контексту. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2011. – Т. 5, вып. 2 (53). С. 234-247.

164. Панова А. Г. Совершенствование взаимодействия водного и наземных видов транспорта в региональной транспортной системе: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Новосибирск, 2005. 23 с.

165. Паршина Р. Н. Методология организации транссибирских международных контейнерных перевозок Европа - Азия транзитом по России: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук*. Москва, 2013. 48 с.

166. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. Москва: Бином, Лаборатория знаний, 2009. 798 с.

167. Пейсахович Д. Г. Управление интерактивной диспетчеризацией в едином информационном пространстве посреднического транспортного оператора: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Пенза, 2014. 20 с.

168. Петраков Г. П. Организация взаимодействия железных дорог с другими видами транспорта в транспортных узлах на основе мультимодальных логистических центров: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2014. 23 с.

169. Петрашевский О. Л., Кириченко А. И., Алексеенко А. В. Концептуальные основы создания транспортных информационно-управляющих систем. *Автошляховик України*: науково-виробничий журнал. 2012. № 2 (226). С. 9-11.

170. Петрашевский О. Л., Кириченко А. И. Пути повышения эффективности управления процессами доставки грузов при мультимодальных перевозках. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2012. Вип. 9. С. 3-16.

171. Петрашевський О. Л., Данилевський В. В., Цымбал Н. Н. Адаптація методології концептуально-логічного зображення і проектного моделювання транспортних систем к задачам управління проектами. *Проблеми транспорту*. 2010. Вип. 7. С. 56-60.

172. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В., Герасименко А. В. Сучасна концепція побудови інформаційного моніторингу системи доставки вантажів при мультимодальних перевезеннях. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. Вип. 24(2). С. 205-208.

173. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В., Овчаренко С. М., Петриковець О. В. Моніторинг процесів доставки вантажів методом призначення контрольно-часових точок. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. № 29. С. 308-317.

174. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В. Техніко-економічні критерії репрезентативності інформаційного забезпечення як частини моніторингу мультимодальних перевозок. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: тези 14 Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2012. С. 149.

175. Петрашевський О. Л., Редзюк А. М., Алексеєнко О. В. Методологія концептуально-логічного відображення й проектного моделювання цілей системи управління безпекою дорожнього руху. *Проблеми транспорту*. 2009. Вип. 6. С. 76-89.

176. Петрашевський О. Л. Удосконалення інформаційного забезпечення моніторингу технічного стану автотранспортних систем. *Вісник Національного транспортного університету*. 2006. № 13. С. 53-58.

177. Петриковець О. В., Бердниченко Ю. А., Кириченко Г. І. Система керування транспортними вантажопотоками при взаємодії залізничного і морського транспорту. *Проблеми економіки и управління на залізничному транспорті: матеріали VII Міжнарод. науч.-практ. конф. Судак, 2012. С. 278-279.*

178. Петриковець О. В., Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Горецький О. А. Скорочення витрат на складську логістику. Система «Cross-docking». *Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології»*. 2012. Вип. 20. С. 262-265.

179. Підлісний П. І., Брайковська А. М. Передумови організації мультимодальних перевезень вантажів вітчизняними операторами на міжнародному ринку транспортних послуг. *Економіст*. 2011. № 10 (300). С. 25-30.

180. Підлісний П. І., Брайковська А. М. Підвищення ефективності змішаних вантажних перевезень шляхом впровадження мультимодальних технологій. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2013. № 2. С. 67-74.

181. Платонов О. І. Ланцюг поставок у мультимодальних перевезеннях. *Вісник Академії митної служби України. Сер. : Економіка*. 2013. № 2. С. 61-65.

182. Погромська Г. С. Моделі даних. ER-діаграми. 2019. 33 с. URL: <https://www.slideshare.net/pogromskaya/er-166809727>

183. Полякова О. М., Соломніков І. В. Передумови формування мережі мультимодальних транспортно-логістичних центрів в Україні. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2011. № 34. С. 217-222.

184. Поплавский А. А. Создание эффективной управляющей системы для оперативного руководства перевозочным процессом на железнодорожном транспорте. Москва: Интекст, 2007. 184 с.

185. Порицкий И. А. Развитие логистики взаимодействия видов транспорта на базе концепции единого информационного пространства: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Ростов-на-Дону, 2014. 22 с.

186. Поспелова Л. Н. Повышение эффективности транспортно-экспедиционных услуг на основе функционирования логистических центров: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Москва, 2018. 24 с.

187. Постан М. Я. Экономико-математические модели смешанных перевозок. Одесса: Астропринт, 2006. 376 с.

188. Правдин Н. В., Негрей В. Я., Подкопаев В. А. Взаимодействие различных видов транспорта : (прим. и расчеты). Москва: Транспорт, 1989. 208 с.

189. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України. Частина I. Київ: Укрзалізниця, 2004.

190. Прокудін Г. С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах. Київ: НТУ, 2006. 224 с.

191. Прохоров В. М. Розробка автоматизованої технології управління вагонопотоками на основі системної оптимізації плану формування поїздів: *дис. ... канд. техн. наук.* Харків, 2017. 192 с.

192. Прохорченко А. В. Формування методів управління розподілом пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах недискримінаційного доступу: *автореф. дис. ... д-ра техн. наук.* Харків, 2016. 43 с.

193. Распоряжение ОАО «РЖД» от 18.08.2015 N 2075р «Об утверждении «Методики технического нормирования, учета рабочего парка и времени оборота грузового вагона на инфраструктуре общего пользования» и установлении статистического наблюдения за показателями использования грузовых вагонов на инфраструктуре общего пользования».

194. Рассадникова Е. Ю. Система поддержки принятия решений при планировании транспортного процесса с учетом специальных ограничений:

на примере нефтехимического предприятия: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук.* Уфа, 2015. 17 с.

195. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Жадные алгоритмы и динамическое программирование. Санкт-Петербург: Питер Пресс, 2020. 256 с.

196. Резер С. М. Логистика экспедирования грузовых перевозок. Москва: ВИНТИ РАН, 2002. 468 с.

197. Розпорядження Кабінету міністрів України від 30.05.2018 № 430-р «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року».

198. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану заходів із запровадження електронного документообігу, пов'язаного з перевезенням вантажів залізничним транспортом»: від 16.12.2009 р. *Урядовий кур'єр*. 13.01.2010.

199. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення розроблених Міністерством інфраструктури планів імплементації деяких актів законодавства ЄС з питань транспортної політики та інфраструктури» від 25 лютого 2015 р. № 142-р. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/142-2015-p>.

200. Рустамов Р. Ш. Підвищення ефективності експлуатації рухомого складу залізничного транспорту при перевезенні зернових вантажів: *дис. ... канд. техн. наук.* Дніпро, 2020. 198 с.

201. Рыбина Г. В. Основы построения интеллектуальных систем. Москва: Финансы и статистика, 2010. 432 с.

202. Сергин М. Ю. Принципы, методы и алгоритмы построения систем управления технологическими процессами со структурной неопределенностью: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук.* Тамбов, 2004. 32 с.

203. Скалозуб В. В., Землянов В. Б., Кириченко О. А., Солтысюк О. В., Цейтлин С. Ю., Чередниченко М. С. Модели транспортной задачи для множества собственников вагонных парков. *Регіональний міжвузівський*

збірник наукових праць «Системні технології». Дніпропетровськ, 2004. Вип. 5(34). С. 158-170.

204. Скалозуб В. В., Іванов О. П., Швець О. М. Нечіткі моделі управління експлуатацією технічних систем для забезпечення стійкості залізничних перевезень. *Транспортні системи та технології перевезень: Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна*. 2015. Вип. 9. С. 65-71.

205. Слостников С. А. Эффективные алгоритмы планирования транспортировки продукции: на примере продуктов с особыми условиями перевозки: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2014. 26 с.

206. Слободян І. А. Економіко-математична модель перевалювання зерна через морський термінал. *Залізничний транспорт України*. 2006. № 4. С. 27-31.

207. Собкевич О., Ємельянова О. Щодо шляхів розвитку мультимодальних (комбінованих) перевезень в Україні. *Аналітична записка*. Інститут стратегічних досліджень. 2011. 6 с.

208. Советский энциклопедический словарь. Москва: Сов. энциклопедия, 1982.

209. Соколова О. Є. Концептуальні засади формування мультимодальної системи перевезення вантажів. *Наукоємні технології*. 2014. № 1. С. 114-118.

210. Соловьев Ю. А. Спутниковая навигация и ее применения. Москва: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2003. 326 с.

211. Статут залізниць України. Транспорт України, 1998.

212. Сток Дж. Р., Ламберт Д. М. Стратегическое управление логистикой. Москва: ИНФРА-М, 2005. 797 с.

213. Стратегія розвитку ПАТ «Укрзалізниця» на 2017-2021 роки. ПАТ «Укрзалізниця», 2017.

214. Стрелко О., Бердниченко Ю., Петриковець О., Блистіва Т. Аналіз впровадження автоматизованих систем управління на залізничному

транспорті. *Транспортні системи і технології*. 2019. Том 2. Вип. 33. С. 84-91. DOI: 10.32703/2617-9040-2019-33-2-8

215. Стрелко О. Г., Кириченко Г. І., Бердниченко Ю. А., Лиман А. С. Удосконалення системи обслуговування клієнтів на залізницях України з огляду на досвід інших держав. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: технічні науки. 2019. Том 30 (69), ч. 2, № 4. С. 141-145. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.4-2/23

216. Стримова А. В. Формирование системы показателей оценки эффективности транспортировки в цепях поставок: *автореф. дисс. ... канд. экон. наук*. Санкт-Петербург, 2017. 25 с.

217. Сычёв А. Е. Повышение эффективности перевозок грузов в международном сообщении на основе принципов логистики: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2007. 24 с.

218. Тарифна політика залізниць України. Київ: Укрзалізниця, 2011.

219. Тарифні керівництва № 1 та № 4. Транспорт України, 1997.

220. Тесля Н. Н. Разработка методов и моделей построения сервис-ориентированной системы обеспечения инфомобильности: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Санкт-Петербург, 2015. 18 с.

221. Титов А. В. Методика формирования логистической стратегии в морских портах: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Санкт-Петербург, 2009. 24 с.

222. Трегубов П. Г. Повышение эффективности управления системой ускоренных мультимодальных перевозок путем моделирования грузопотоков на основе управляемых сетей: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2015. 22 с.

223. Троицкая Н. А., Чубуков А. Б. Единая транспортная система. Москва: Academia, 2017. 288 с.

224. Троицкая Н. А., Шилимов М. В. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов. Москва: КНОРУС, 2010. 232 с.

225. Усков А. А., Кузьмин А. В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечёткая логика. Москва: Горячая линия-Телеком. 2004. 143 с.

226. Фетисова Т., Бабаев А. Технологическая эффективность кросс-докинга. *ВИНИТИ. Транспорт. Складские технологии*. 2008, № 5. С. 24-29.

227. Филиппова Н. А. Повышение эффективности доставки грузов для севера России на основе управления рисками: *автореф. дисс. ... докт. техн. наук*. Москва, 2019. 42 с.

228. Филиппов Е. Е. Повышение конкурентоспособности интермодальных перевозок на основе логистического подхода к регулированию информационных потоков: *автореф. дисс. ... канд. экон. наук*. Москва, 2007. 22 с.

229. Философский энциклопедический словарь. Москва: ИНФРА, 2003. 576 с.

230. Фрейдина Е. В. Исследование систем управления : учеб. пособие. Москва: Омега-Л, 2008. 367 с.

231. Хвастунов А. С. Моделирование и оптимизация процессов переработки контейнерных грузов: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Санкт-Петербург, 2013. 22 с.

232. Хвищун Н. В. Логістичні складові підвищення конкурентоспроможності підприємства. *Логістика: теорія та практика*. 2011. № 1. С. 126-134.

233. Хомов А. В. Совершенствование организации грузовых перевозок и транспортного обслуживания на основе создания логистических центров: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Москва, 2004. 23 с.

234. Цейтлин С. Ю., Башлаев В. К., Иванов И. А. Концепция использования геодезической информации от систем спутниковой навигации для оперативного контроля дислокации подвижных объектов железнодорожного транспорта. *Современные проблемы развития*

*интеллектуальных систем транспорта*: тезисы Междунар. науч.-практ. конф. Днепропетровск: ДНУЖТ, 2014. С. 60-61.

235. Цейтлин С. Ю., Коваленко Л. А., Николенко М. В. Создание электронного архива учётных и отчётных форм данных в АСК ВП УЗ–Е. *Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези ІХ міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2015. С. 41.

236. Цейтлін С. Ю., Подоляк С. В., Василюшин І. Д. Передумови створення аналітичної системи. Створення централізованої бази даних фінансово-економічних систем. *Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези ІХ міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2015. С. 97.

237. Черняев А. Г. Интегрированное управление экспортными грузопотоками в железнодорожно-морском сообщении: *автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. Ростов-на-Дону, 2013. 22 с.

238. Чупайленко О. А., Дудник О. С., Дудник А. А. Управління міжнародними мультимодальними вантажними перевезеннями. *Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку*. 2018. № 14. С. 92-101.

239. Шапкин И. Н. Организация железнодорожных перевозок на основе дискретных методов управления и твёрдого графика движения поездов. *Транспорт. Наука, техника, управление*: научный информационный сборник. Москва: ВИНТИ, 2008. № 8. С. 2-8.

240. Шилаєв П. С. Розроблення системи підтримки прийняття рішень з застосуванням теорії нечітких множин для оперативного визначення ефективності інтермодальних перевезень. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2011. Вип. 124. С. 147-153.

241. Ширяева С. В., Конрад Т. І. Аналіз сучасного стану організації автомобільно-залізничних перевезень вантажів в Україні. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. № 26(2). С. 363-369.

242. Ширяєва С. В., Кравчук О. В. Аналіз тенденцій розвитку мультимодальних перевезень в Україні та за кордоном. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Технічна серія. 2012. Вип. 10. С. 297-302.

243. Ширяєва С. В. Логістика мультимодальних перевезень вантажів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. № 26(2). С. 358-362.

244. Яковлев В. Ф. Автоматика та автоматизація виробничих процесів на залізничному транспорті. Москва: Транспорт, 1990. 279 с.

245. Abderrahman Abbassi. Contribution à l'étude du problème de transport multimodal dans le cas robuste et multi-objectif. Modélisation et simulation. Normandie Université; Université Sidi Mohamed ben Abdellah (Fès, Maroc). Faculté des Sciences et Techniques, 2018. Français. ffNNT : 2018NORMLH35ff. fftel-02165506

246. Adebanjo D., Abbas A., Mann R. An investigation of the adoption and implementation of benchmarking. *International Journal of Operations & Production Management*. 2010. Vol. 30. No. 11. P. 1140-1169.

247. Adrian Serrano-Hernandez. Decision Making with Horizontal Cooperation and Environmental Criteria for Transportation: Optimization and Simulation Models for the Vehicle Routing Problem and the Facility Location Problem. Public University of Navarre. 2018. 250 p.

248. Adrian Solomon. A Quintuple Helix Framework for the Implementation of Resilient and Green Road Freight Transportation in South East Europe. The University of Sheffield. 2016. 355 p.

249. Alejandro Escudero Santana. Mejoras en el transporte intermodal: optimizacion en tiempo real del acarreo terrestre. Universidad de Sevilla. 2012.

250. Anthony Siu Wing. An analysis of the challenges and opportunities facing the Hong Kong logistics industry. Edinburgh Napier University. 2010. 251 p.

251. Azar A., Kahnali R., Taghavi A. Relationship between Supply Chain Quality Management Practices and their Effects on Organisational Performance. *Singapore Management Review*. 2010. Vol. 32. P. 45-68.

252. Babushkin G. F., Kuzkin O. F., Zhukovska D. Y. Statistical analysis of a flow of requirements for transportation by factory by over-the-road truck transport of the steel plant. *Scientific notes: interuniversity, coll. of scien. works*. 2012. 36. P. 18-22.

253. Behzad Kordnejad. Evaluation and Modelling of Short Haul Intermodal Transport Systems. Stockholm, Sweden, 2016.

254. Bobrovskii V. I., Kozachenko D. N., Vernigora R. V. Functional simulation of railway stations on the basis of finite-state automata. *Transport problems*. 2014. 9(3), P. 57-65.

255. Brandimarte P., Zotteri G. *Introduction to Distribution Logistics*. 2007. 587 p.

256. Butko T., Prokhorchenko A., Muzykin M. An improved method of determining the schemes of locomotive circulation with regard to the technological peculiarities of railcar traffic. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2016. № 5(3). С. 47-55.

257. Bux M., Leser U. Parallelization in Scientific Workflow Management Systems. *Distributed, Parallel, and Cluster Computing*. 2013. № 1. P. 24.

258. Chandrappa S., Dharmanna L., Shubhada V. P., Meghana N. U. Automatic Control of Railway Gates and Destination Notification System using Internet of Things (IoT). *International Journal of Education and Management Engineering*. 2017. № 7(5). P. 45-55.

259. Darabann S., Stefanescu P., Crisan R. Economic Benefits of Developing Intermodal Transport in the European Union, Annals of the University of Oradea. *Economic Science*. 2012. Vol. 1(2). P. 81-87.

260. Dávid A. Innovation of handling systems in the world container ports and their terminals. *Proceedings of the 17th International Conference Transport Means*. Kaunas: University of Technology, 2013. P. 250-253.

261. Di Noia T., Di Sciascio E., Donini F. M. Semantic Matchmaking as Non-Monotonic Reasoning A. Description Logic Approach. *Journal of Artificial Intelligence Research*. 2007. No. 29. P. 269-307.

262. Erwin Joffre Delgado Bravo. Strategic Planning of Intermodal Platform Networks. Universidade de Coimbra. 2019.

263. Fairouz Gouiza. Modélisation et évaluation des performances de la chaîne de transport intermodal de porte à porte : le cas du corridor de la Vallée de Seine. Modélisation et simulation. Université du Havre, 2016. Français. ffNNT : 2016LEHA0002ff. fftel-01409904f

264. Fernandez-Lopez M., Gomez-Perez A., Juristo N. Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. *Proc. of the Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI*. California: Stanford University, 1997. P. 33-40.

265. Flynn B. B., Flynn E. J. Synergies between supply chain management and quality management: emerging implications. *International Journal of Production Research*. 2005. Vol. 43. P. 3421-3436.

266. Foster S. T. Towards an understanding of Supply Chain Quality Management. *Journal of Operations Management*. 2008. Vol. 26. P. 461-467.

267. Francesco Pilati. Multi-objective Models and Methods for Design and Management of Sustainable Logistic Systems. University of Padua. 2016.

268. García J., Torralba Á., García-Olaya Á., Borrajo D., Flórez J. E. Solving Multi-modal and Uni-modal Transportation Problems through TIMIPlan In Proceedings of the IFAC. *IFAC Proceedings Volumes*. 2012. Vol. 45. Issue 24. P. 231-236. DOI: 10.3182/20120912-3-BG-2031.00041

269. Ghosh S., Sharma N., Benevenuto F. Cognos: crowdsourcing search for topic experts in microblogs. *Proc. of the 35<sup>th</sup> Intern. ACM SIGIR Conf. on Research and Development in Information Retrieval*. Portland, Oregon, USA, 2012. P. 575-590. DOI: 10.1145/2348283.2348361

270. Gou J., Ma T., Li J. A research on Supply Chain Integration Strateg Based on Virtual Value Net. *Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems II*. 2007. Vol. 2. P. 887-891.

271. Haehn R., Ábrahám E., Nießen N. Probabilistic Simulation of a Railway Timetable. *20th Symposium on Algorithmic Approaches for Transportation Modelling, Optimization, and Systems (ATMOS 2020)*. 2020. Vol. 85. DOI: 10.4230/OASIS.ATMOS.2020.16

272. Hammadi C., Ksouri M. Multimodal Transport Systems. Wiley-ISTE. 2013. 272 p.

273. Joffrey Clarhaut. Prise en compte des séquences de défaillances pour la conception de systèmes d'automatisation. Application au ferroutage. *Automatique / Robotique*. Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2009. Français. fftel-00460336

274. Karimi H. R., Duffie N., Freitag M., Lütjen M., Chadli M. Modeling, Planning, and Control of Complex Logistic Processes. *Mathematical Problems in Engineering*. 2015. No. 501. Article ID 184267. DOI: 10.1155/2015/184267

275. Kirichenko A., Berdnychenko Yu. Elektronische Abfertigung der Güterbeförderungen in der Ukraine. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Серія «Транспортні системи і технології». Київ, 2014. Вип. 24. С. 237-239.

276. Kolar P. Container shipping market dimensions and customer orientation in the Czech Republic. *Central European Business Review*. 2013. Vol. 2(4). P. 50-53. DOI: 10.18267/j.cebr.64

277. Kyrychenko Hanna, Nesterenko Halyna, Avramenko Svetlana, Lytvynenko Sergiy, Yanovsky Petro, Lytvynenko Larysa Use of cargo delivery process model for the assessment of logistics service quality. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 4. P. 4514-4518. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.19858

278. Kyrychenko Hanna, Statyvka Yurii, Strelko Oleh, Nesterenko KHalyna Assessment of Cargo Delivery Quality Using Fuzzy Set Apparatus. *International*

*Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 4.3. P. 262-265. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.3.19800

279. Kyrychenko H. I. Applying processes modelling to manage goods delivery. *Modern Scientific Achievements and Their Practical Application: III International Scientific and Practical Conference*. 2017. № 5(21), Vol. 1. Dubai, UAE. P. 53-55.

280. Lavrukhin O., Zapara V., Zapara Y., Shapatina O, Bogomazova G. Investigation into the bimodal transportation process by modelling rail module states. *Transport problems*. 2017. Vol. 12(2). P. 99–112. DOI: 10.20858/tp.2017.12.2.10

281. Lomotko D. V., Alyoshinsky E. S., Zambrybor G. G. Methodological Aspect of the Logistics Technologies Formation in Reforming Processes on the Railways. *Transportation Research Procedia*. 2016. Vol. 14. P. 2762-2766. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.482

282. Lorenzo Castelli. Bilevel linear programming models and algorithms for freight transportation. 87 p.

283. Marinov M., Giovanni L., Bellisai G., Clevermann J., Mastellou A., Victória D., Deleva L. Analysis of rail yard and terminal performances. *Journal of Transport Literature*. 2014. Vol. 8(2). P. 178-200.

284. Marinov M., Zunder T., Mortimer P. Rail Freight Services. *World Transport, Policy & Practice*. 2012. 18(2). P. 30-38.

285. Matsiuk V. I. A study of the technological reliability of railway stations by an example of transit trains processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. 1/3(85). P. 18-24. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.91074

286. Mehmet Soysal. Decision Support Modeling for Sustainable Food Logistics Management. Wageningen School of Social Sciences (WASS). 2015.

287. Min H., Zhou G. Supply chain modeling: past, present and future. *Computers and Industrial Engineering – Supply chain management*. Vol. 43. 2002. P. 231-249.

288. Minsky M. A Framework for Representing Knowledge. MIT-AI Laboratory Memo 306, June, 1974.

289. Moroz O. V., Moroz M. M., Maslak O. I. Special financing aspects of city public vehicle transport (by the example of Kremechuk city). *Актуальні проблеми економіки*. 2014. № 10 (160). С. 239-246.

290. Mustapha Oudani. Optimisation des problèmes de transport multimodal. Modélisation et simulation. Université du Havre; Université Sidi Mohamed ben Abdellah (Fès, Maroc). Faculté de droit, 2016. Français. ffNNT : 2016LEHA0005ff. fftel-01327923v2

291. Muzylyov D., Kravcov A., Karnaukh M., Berezchnaja N. , Kutya O. Development of a methodology for choosing conditions of interaction between harvesting and transport complexes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. 2/3 (80). P. 11-21. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.65670

292. Nagurney A., Li D. *Competing on Supply Chain Quality: A Network Economics Perspective*. 2016. 383 p.

293. Nicola Gastaldon. Solving a Multi-Attribute Vehicle Routing Problem in the freight delivery industry. Università degli Studi di Padova.

294. Nobbe A., Molinari M., Mistrangelo D., Keese T. Metrocargo: ein innovatives Konzept für intermodalen Gütertransport von Tür zu Tür. *Eisenbahntechnische Rundschau*. 2012. Vol. 3. P. 26-28.

295. Pairoj Chaichiratikul. Hybrid Metaheuristics for Solving Multi-Depot Pickup and Delivery Problems. Imperial College London. 2013.

296. Pohja T. L. Some theoretical foundations of Supply Chain Management and Supply Networks: the role of social networks in selecting partners. *20th IMP-conference in Copenhagen*. Denmark, 2004.

297. Postan M. Ya., Morozova I. V., Dashkovskiy S. N. Dynamic Optimization Model for Planning of Integrated Logistical System Functioning. *Proc. of 3d Intl. Conf. «Dynamics in Logistics»*. Berlin: Springer, 2014. P. 291-300. DOI: 10.1007/978-3-642-35966-8

298. Princeton Consultants' Dierkx: Look beyond your four walls to digitally transform quickly. URL: <https://www.progressiverailroading.com/RAILPRIME/DETAILS/PRINCETON-CONSULTANTS-DIERKX-LOOK-BEYOND-YOUR-FOUR-WALLS-TO-DIGITALLY-TRANSFORM-QUICKLY--62803>

299. RAIL.insider URL: <https://www.railinsider.com.ua/>

300. RAILWAY HUB. URL: <http://www.railwayhub.in.ua/2018/09/blog-post.html>

301. Rajagopal, Dr. *Systems Thinking and Process Dynamics for Marketing Systems: Technologies and Applications for Decision Management*. 2012. 301 p.

302. Riza, Lala Septem, et al. "frbs: Fuzzy rule-based systems for classification and regression in R." American Statistical Association, 2015.

303. Robinson C. J., Malhotra M. K. Defining the concept of Supply Chain Quality Management and its relevant to academic and industrial practice. *International Journal of Production Economics*. 2005. Vol. 96. P. 315-337.

304. Rochdi Sarraj. Interconnexion des réseaux logistiques : éléments de définition et potentiel. Economies et finances. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2013. Français. ffNNT : 2013ENMP0009ff. ffpastel-00871048

305. Rosentein T., Kranke A., Ernst E. E. Кросс-докинг – логистика снабжения. *ВИНИТИ. Транспорт. Прикладная логистика*. 2007. С. 53-57.

306. Roussopoulos N. D. A semantic network model of data bases. TR № 104, Department of Computer Science, University of Toronto, 1976.

307. Sangrawee Witoonpan. Developing a conceptual model of intermodal freight transport choice: a case study of Thai rubber exporters. Doctoral thesis, Northumbria University. 2016.

308. Shramenko N. Y. Effect of process-dependent parameters of the handling-and-storage facility operation on the cargo handling cost. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015. 5/3 (77). P. 43-47. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.51396

309. Shramenko N. Y. Methodology for evaluation of synergy effect in terminal cargo delivery system. *Actual Problems of Economics*. 2016. 8(182). P. 439-444.

310. Snezana T., Slobodan Z. Development of Intermodal Transport and Logistics in Serbia. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*. 2012. Vol. 2(4). P. 380-390. DOI: 10.7708/ijtte.2012.2(4).08

311. Sofie Demeyer. Innovative Algorithms for the Planning and Routing of Multimodal Transportation. Universiteit Gent. 2013. 242 p.

312. Sokolova O. E. Conceptual bases of formation of multimodal cargo transportation system. *Science-intensive technologies*. 2014. 1(21). P. 114-118.

313. Statyvka Yurii, Kyrychenko Hanna, Strelko Oleh, Berdnychenko Yuliia, Gaba Vasyl, Hrushevskia Tetiana Improvement of the technique of calculating operational parameters using an automated system. *MATEC Web of Conferences*. 2019. Vol 294. (Web of Science Core Collection) DOI: 10.1051/matecconf/201929406002

314. Strelko O., Kyrychenko H., Berdnychenko Yu., Isaienko S., Tverdomed V. Analysis of the Intra-Day Irregularity of Intaken Empty Wagon-Flows During the Day Periods. *Transport Means: Proceedings of 23rd International Scientific Conference*. 2019. Part I. P. 16-21. (Scopus) URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-2019-Part-1.pdf>

315. Strelko O., Kyrychenko H., Berdnychenko Yu., Petrykovets O., Soloviova L. Enhancement of the Technology for the Distribution of Gondola Railcars for Loading in a Competitive Environment. *Transport Means: Proceedings of 24th International Scientific Conference*. 2020. Part I. P. 182-186. (Scopus) URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-A4-I-dalis.pdf>

316. Strelko O. H., Kyrychenko H. I., Sorochynska O. L., Pylypchuk O. Ya. Application of Information Technologies for Automation of Railway and Cargo

Owner Interaction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol 582. (Scopus) DOI: 10.1088/1757-899X/582/1/012029

317. Strelko Oleh, Kyrychenko Hanna, Berdnychenko Yulia, Hurinchuk Svitlana Automation of Work Processes at Ukrainian Sorting Stations. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 2.23. P. 516-518. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.23.15346

318. Teodorovic D., Janic M. *Transportation Engineering: Theory, Practice and Modeling*. 2016. 900 p.

319. The Association Agreement between Ukraine, on one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their member states, on the other part, the Verkhovna Rada of Ukraine, Kyiv, 2015. [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984_011). Revised December 2017. Accessed December 18, 2017.

320. Ueno N., Nakagawa Y., Morito S., Okuno Y. Steel product transportation and storage simulation: A combined simulation/optimization approach. *1988 Winter Simulation Conference Proceedings*. San Diego, CA, USA, 1988. P. 678-683.

321. V'it Proch'azka. Uncertainty modeling and spatial positioning in tramp shipping. Norwegian School of Economics. 2018. URL: [https://openaccess.nhh.no/nhh-xmlui/bitstream/handle/11250/2640834/~%2014\\_00867-16%20Prochazka\\_thesis%20447739\\_1\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://openaccess.nhh.no/nhh-xmlui/bitstream/handle/11250/2640834/~%2014_00867-16%20Prochazka_thesis%20447739_1_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

322. Wang F. Y. Toward a revolution in transportation operations: AI for complex systems. *Intelligent Systems: IEEE*. 2008. Vol 23. No 6. P. 8–13. DOI: 10.1109/MIS.2008.112

323. Witten I. H., Eibe F., Hall M. A. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques* (3rd ed.). Burlington: Morgan Kaufmann, 2011. 664 p.

324. Yunfei Wang. A reactive decision support system for intermodal freight transportation. *Embedded Systems*. Université de Valenciennes et du Hainaut-

Cambresis, 2017. English. ffNNT : 2017VALE0010ff. fftel-01722143. URL: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01722143/document>

325. Zhixiang Chen, Svenja Andresen A Multiobjective Optimization Model of Production-Sourcing for Sustainable Supply Chain with Consideration of Social, Environmental, and Economic Factors. *Mathematical Problems in Engineering*. 2014. Vol. 2014. Article ID 616107, 11 pages. DOI: 10.1155/2014/616107

**ДОДАТКИ**

## ДОДАТОК А

**МАРШРУТ РУХУ ВАГОНІВ З КРИВОГО РОГУ ДО ОДЕСЬКОГО МТП  
ВІДПОВІДНО ГРАФІКУ РУХУ ПОЇЗДІВ ЗА ОДНИМ З НАПРЯМКІВ**

Найменування оп.	Код ст. операції	Станція операції
ОТПР	467201	Кривий Ріг
ПРОС	467305	Кривий Ріг Західний
ПРОС	467606	Мусіївка
ПРОС	467907	Гейківка
ПРОС	468007	Висунь
ПРМО	414115	Тимкове
ОТПР	414115	
ПРОС	413606	Червоне озеро
ПРОС	414204	Бобринець
ПРОС	413517	Олійникове
ПРОС	413409	Кавуни
ПРОС	413305	Южноукраїнська
ПРИБ	413201	Трикратне
ОТПР	413201	
ПРОС	413108	Олександрівка
ПРИБ	413004	Вознесенськ
ОТПР	413004	
ПРОС	412904	Мартинівська
ПРОС	412800	Веселинове
ПРОС	412707	Колосівка
ПРОС	401609	Березівка
ПРОС	401505	Раухівка
ПРОС	401435	Сербка
ПРОС	405900	Буялик
ПРОС	401100	Чорноморська
ПРОС	400907	Кулиндорове
ПРОС	400023	Одеса Східна
ПРИБ	400004	Одеса Сортувальна
ОТПР	400004	
ПРИБ	400305	Одеса Порт
ПГАРМ	400409	Одеса Порт (експ.)

## ДОДАТОК Б

## АНАЛІЗ ОПЕРАЦІЙ З ВАГОНОМ ЗА ОПЕРАЦІЯМИ БД АСК ВП УЗ-Є

Таблиця Б.1

Номер вагона	Індекс поїзда	Код операції	Найменування оп.	Код ст.операції	Станція операції	Факт. час
1	2	3	4	5	6	7
53517603	<u>4600+491+4500</u>	2	ОТПР	460005	Запоріжжя Ліве	04.06.2017 13:13
53517603	<u>4600+491+4500</u>	1	ПРИБ	450003	НДВузол	04.06.2017 13:40
53517603	<u>4500+036+3540</u>	2	ОТПР	450003		04.06.2017 15:03
53517603	<u>4500+036+3540</u>	33	ПРОС	456404	Верхівцеве	04.06.2017 17:20
53517603	<u>4500+036+3540</u>	33	ПРОС	456508	Вільногірськ	04.06.2017 18:20
53517603	<u>4500+036+3540</u>	33	ПРОС	456601	Ерастівка	04.06.2017 18:21
53517603	<u>4500+036+3540</u>	33	ПРОС	456809	П'ятихатки	04.06.2017 20:19
53517603	<u>4500+036+3540</u>	1	ПРИБ	456828	П'ятихатки-Стик.	04.06.2017 20:55
53517603	<u>4500+036+3540</u>	20	СДЧО	456828		04.06.2017 21:08
53517603	<u>4500+036+3540</u>	33	ПРОС	410735	Яковлівка	04.06.2017 22:32
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	410608	Щаслива	04.06.2017 23:08
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	410400	Олександрія	04.06.2017 23:24
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	410307	Користівка	04.06.2017 23:50
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	410203	Пантаївка	04.06.2017 23:59
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРИБ	410006	Знам'янка	05.06.2017 0:18
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	410006		05.06.2017 0:57
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	411102	Чорноліська	05.06.2017 1:06
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	420008	Тараса Шеченко	05.06.2017 1:32
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	422605	Цвіткове	05.06.2017 2:25
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРМО	344406	Миронівка	05.06.2017 3:33
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	344406		05.06.2017 3:50
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	344228	Ольшанка	05.06.2017 4:16
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	344105	Рокитне	05.06.2017 4:28
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	344001	Суходіси	05.06.2017 4:50
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	343808	Біла Церква	05.06.2017 6:10
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	343704	Устинівка	05.06.2017 6:30
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	343600	Фастів 2	05.06.2017 7:50
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	343303	Кожанка	05.06.2017 8:17
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	343102	Попільня	05.06.2017 8:37
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРИБ	342909	Брівки	05.06.2017 8:55
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	342909		05.06.2017 9:50
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРИБ	342701	Козятин 1	05.06.2017 13:30
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	342701		05.06.2017 13:45
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	342608	Козятин 2	05.06.2017 14:10
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	342400	Бердичів	05.06.2017 14:38

## Продовж. табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	342203	Михайленки	05.06.2017 14:50
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	342108	Чуднів Волинський	05.06.2017 15:04
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	342006	Разіне	05.06.2017 15:19
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	341906	Печанівка	05.06.2017 15:35
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	341802	Мирополь	05.06.2017 15:51
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	341709	Полонне	05.06.2017 16:36
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	340000	Шепетівка	05.06.2017 20:12
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	341501	Цвітоха	05.06.2017 20:30
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРИБ	341200	Кривин	05.06.2017 20:36
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	341200		05.06.2017 20:49
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	341003	Острог	05.06.2017 21:07
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРМО	350002	Здолбунів	05.06.2017 21:18
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	350002		05.06.2017 21:32
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРИБ	356600	Рівне	06.06.2017 4:15
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	356600		06.06.2017 4:43
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРИБ	359401	Обарів	06.06.2017 5:05
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	359401		06.06.2017 5:22
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	359308	Клевань	06.06.2017 5:33
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	359204	Цумань	06.06.2017 5:53
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	359100	Олика	06.06.2017 6:06
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	359011	Кіберці	06.06.2017 6:16
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	358803	Рожище	06.06.2017 6:30
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРИБ	358701	Переспа	06.06.2017 6:58
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ОТПР	358701		06.06.2017 7:22
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	358502	Голоби	06.06.2017 7:38
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРОС	358409	Любитів	06.06.2017 7:50
53517603	<u>4500+036+3540</u>		ПРИБ	354003	Ковель	06.06.2017 8:04
53517603	<u>3540+097+3513</u>		ОТПР	354003		06.06.2017 10:56
53517603	<u>3540+097+3513</u>		ПРОС	352205	Мацеїв	06.06.2017 19:05
53517603	<u>3540+097+3513</u>		ПРОС	352101	Любомиль	06.06.2017 19:22
53517603	<u>3513+056+3515</u>		ПРИБ	351306	Ягодин	06.06.2017 19:34
53517603	<u>3513+056+3515</u>		ОТПР	351306		06.06.2017 19:47
53517603	<u>3513+056+3515</u>		СДЧХ	351503	ЯгодинЕкспПКП	06.06.2017 20:11
53517603	<u>3513+056+3515</u>		СППВ	351503		06.06.2017 20:21

**ДОДАТОК В**

**ОПЕРАЦІЇ З ПОЇЗДОМ ТА ВАГОНОМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЧАСУ ЇХ**

**ЗДІЙСНЕННЯ ЗА ВИЗНАЧЕНИМ ПЕРЕВЕЗЕННЯМ**

Код операції	Мнемокод опер.	Найменування операції
91	ПРДР	Прийом з під'їзної колії
5	ФОРМ	Формування поїзда
4	РАСФ	Розформування на станції
1	ПРИБ	Інші випадки прибуття
31	ПРИБ	Приб.-прийом по м\дирекц.стику
51	ПРИБ	Приб. з прийомом на дільн.ДНЦ
2	ОТПР	Відправл.в інших випадках
42	ОТПР	Відправлення зі ст.
62	ОТПР	Відпр.-здача на дільн.ДНЦ
3	ПРОС	Інші випадки прослідування
33	ПРОС	Прос.-прийом по м\дирекц.стику
43	ПРОС	Прос.зі здачою по м\дирекц.стику
53	ПРОС	Прос.з прийомом на дільн.ДНЦ
63	ПРОС	Прос.-здача на дільн.ДНЦ
22	СДЧО	Відправ.зі здачою із залізниці
23	СДЧХ	Прос.зі здачою із залізниці
72	ОТЦ	Відчеплення від поїзда
98	ОТОТ	Віднесення на відповід.підпр.
74	ИЗМ	Зміна індексу поїзда
71	ПРИЦ	Причепл. вагонів до поїзда
9	ГОТ	Готовність до відправлення
21	ВЫГ2	Вивант. на місцях незаг. корстування
11	ПРМО	Приб. з прийомом на залізницю
97	ОКОТ	Закінч. відпов. підпр.

**ДОДАТОК Г**  
**ФРАГМЕНТ БД ДОСЛІДЖЕННЯ**

Таблиця Г.1

vagon	numtrain	dtdepart	dtfact	cstation	station	countcars	time_in_hours	shedule	norm_in_hours	delta_fact	delta_norm	delta
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-01 19:30	46720	46720 - КРИВИЙ РІГ	53	0,00	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-01 19:50	46730	46730 - КРИВИЙ РІГ-ЗАХІДНИЙ	53	0,33	00:09	0,15	0,33	0,15	0,18
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-01 20:13	46760	46760 - МУСІЇВКА	53	0,72	00:23	0,38	0,39	0,23	0,34
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-01 20:29	46790	46790 - ГЕЙКІВКА	53	0,98	00:34	0,57	0,26	0,19	0,41
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-01 20:50	46800	46800 - ВИСУНЬ	53	1,33	00:53	0,88	0,35	0,31	0,45
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-02 03:45	41411	41411 - ТИМКОВЕ	53	8,25	02:04	2,07	6,92	1,19	6,18
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-03 11:36	41424	41424 - КРОПИВНИЦЬКА	53	40,10	05:04	5,07	31,85	3,00	35,03
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-03 12:42	41340	41340 - КАВУНИ	53	41,20	05:38	5,63	1,10	0,56	35,57
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-03 13:16	41310	41310 - ОЛЕКСАНДРІВКА	53	41,77	06:04	6,07	0,57	0,44	35,70
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-03 13:22	41300	41300 - ВОЗНЕСЕНСЬК	53	41,87	06:10	6,17	0,10	0,10	35,70
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-03 16:41	41270	41270 - КОЛОСІВКА	53	45,18	08:03	8,05	3,31	1,88	37,13
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-03 18:34	40110	40110 - ЧОРНОМОРСЬКА	53	47,07	09:20	9,33	1,89	1,28	37,74
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-04 04:58	40000	40000 - ОДЕСА-СОРТУВАЛЬНА	53	57,47	09:47	9,78	10,40	0,45	47,69
2017-01-01 19:30 - 50046093	50046093	2017-01-01 19:30	2017-01-04 22:15	40030	40030 - ОДЕСА-ПОРТ	53	74,75	09:57	9,95	17,28	0,17	64,80
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-02 15:45	46720	46720 - КРИВИЙ РІГ	52	0,00	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00

Продовж. табл. Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-02 16:04	46730	46730 - КРИВИЙ РІГ-ЗАХІДНИЙ	52	0,32	00:09	0,15	0,32	0,15	0,17
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-02 16:18	46760	46760 - МУСІЇВКА	52	0,55	00:23	0,38	0,23	0,23	0,17
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-02 16:33	46790	46790 - ГЕЙКІВКА	52	0,80	00:34	0,57	0,25	0,19	0,23
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-02 16:40	46800	46800 - ВИСУНЬ	52	0,92	00:53	0,88	0,12	0,31	0,04
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-02 17:53	41411	41411 - ТИМКОВЕ	52	2,13	02:04	2,07	1,21	1,19	0,06
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-03 15:06	41424	41424 - КРОПИВНИЦЬКА	52	23,35	05:04	5,07	21,22	3,00	18,28
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-03 15:55	41340	41340 - КАВУНИ	52	24,17	05:38	5,63	0,82	0,56	18,54
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-03 16:24	41310	41310 - ОЛЕКСАНДРІВКА	52	24,65	06:04	6,07	0,48	0,44	18,58
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-03 17:02	41300	41300 - ВОЗНЕСЕНСЬК	52	25,28	06:10	6,17	0,63	0,10	19,11
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-03 18:21	41270	41270 - КОЛОСІВКА	52	26,60	08:03	8,05	1,32	1,88	18,55
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-04 02:35	40110	40110 - ЧОРНОМОРСЬКА	52	34,83	09:20	9,33	8,23	1,28	25,50
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-04 03:28	40000	40000 - ОДЕСА-СОРТУВАЛЬНА	52	35,72	09:47	9,78	0,89	0,45	25,94
2017-01-02 15:45 - 52921806	52921806	2017-01-02 15:45	2017-01-04 14:30	40030	40030 - ОДЕСА-ПОРТ	52	46,75	09:57	9,95	11,03	0,17	36,80
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 01:40	46720	46720 - КРИВИЙ РІГ	56	0,00	00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 01:56	46730	46730 - КРИВИЙ РІГ-ЗАХІДНИЙ	56	0,27	00:09	0,15	0,27	0,15	0,12
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 02:11	46760	46760 - МУСІЇВКА	56	0,52	00:23	0,38	0,25	0,23	0,14
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 02:23	46790	46790 - ГЕЙКІВКА	56	0,72	00:34	0,57	0,20	0,19	0,15
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 02:44	46800	46800 - ВИСУНЬ	56	1,07	00:53	0,88	0,35	0,31	0,19

Продовж. табл. Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 05:40	41411	41411 - ТИМКОВЕ	56	4,00	02:04	2,07	2,93	1,19	1,93
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 15:20	41424	41424 - КРОПИВНИЦЬКА	56	13,67	05:04	5,07	9,67	3,00	8,60
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 17:22	41310	41310 - ОЛЕКСАНДРІВКА	56	15,70	06:04	6,07	2,03	1,00	9,63
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 17:53	41300	41300 - ВОЗНЕСЕНСЬК	56	16,22	06:10	6,17	0,52	0,10	10,05
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-03 18:38	41280	41280 - ВЕСЕЛИНОВЕ	56	16,97	06:43	6,72	0,75	0,55	10,25
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-04 20:06	41270	41270 - КОЛОСІВКА	56	42,43	08:03	8,05	25,46	1,33	34,38
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-05 03:55	40000	40000 - ОДЕСА-СОРТУВАЛЬНА	56	50,25	09:47	9,78	7,82	1,73	40,47
2017-01-03 01:40 - 52290905	52290905	2017-01-03 01:40	2017-01-05 22:00	40030	40030 - ОДЕСА-ПОРТ	56	68,33	09:57	9,95	18,08	0,17	58,38

## ДОДАТОК Д

### АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА З ОБЛІКУ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЦІ З КОРИСТУВАЧАМИ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ

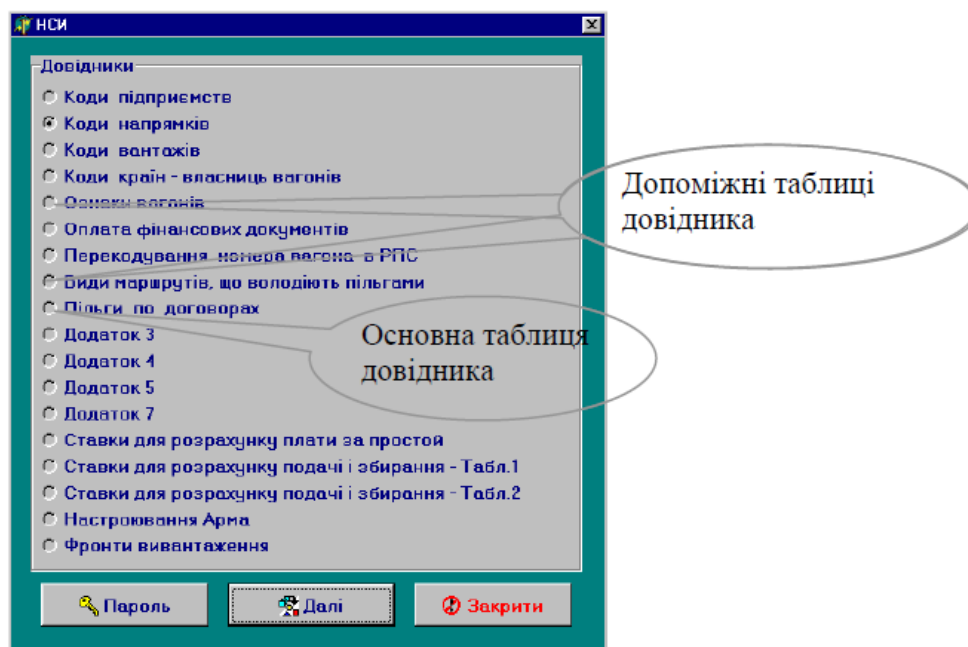


Рисунок Д.1 – Інтерфейс користувача при виборі характеристик взаємодії залізниці з клієнтом

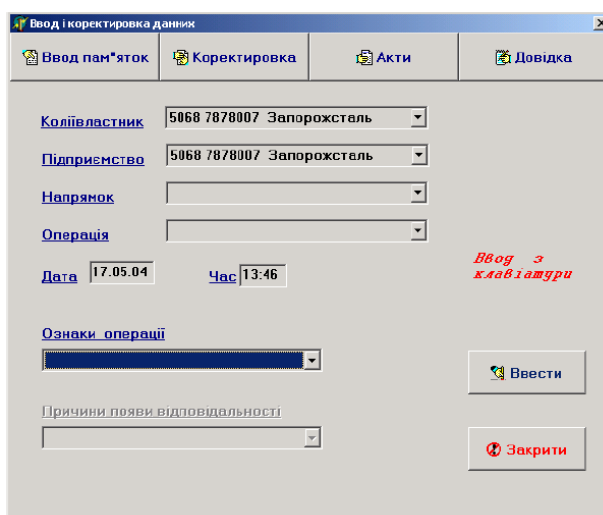


Рисунок Д.2 – Інтерфейс користувача для введення початкових даних обліку взаємодії

## ДОДАТОК Е

## ДОВІДКИ ПРО ПОРУШЕННЯ ТЕРМІНІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Аналіз термінів доставки (між станціями).

Період: 31.08.2020 17:01 - 28.02.2021 17:00 (прийом/відправлення)

Прямуювання по: УЗ; Станція відпр.:КРИВИЙ РІГ; Станція призн.:

ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.);

Вантажовідправник: Всі; Вантажоодержувач: Всі;

Адм: Всі; Парк: Всі; РРС: Всі;

Маршрут: не обрано; Вантаж: Всі

К-сть діб	Термін доставки / кількість вагонів			
	норматив	факт без доби відправл.	факт (заг.)	відхил.
-3				2734
-2				9798
-1				4015
0				860
1		2734	15	243
2		9798	8939	53
3		4015	6703	28
4		860	1601	30
5	17770	243	308	2
6		53	124	2
7		28	33	4
8		30	24	
9		2	15	
10		2	2	1
11		4	2	
12			3	
19				
23		1		
24			1	

Аналіз термінів доставки (між станціями). Повагонна  
Період: 31.08.2020 17:01 - 28.02.2021 17:00 (прийом/відправлення)  
Прямування по: УЗ; Станція відпр.:КРИВИЙ РІГ; Станція призн.: ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.);  
Вантажовідправник: Всі; Вантажоодержувач: Всі;  
Адм: Всі; Парк: Всі; РРС: Всі;  
Маршрут: не обрано; Вантаж: Всі  
Термін доставки: Відхилення 2 доби;

№ п/п	№ вагона	Станція		Залізниці слідування												
		відправлення	призначення	код	Станція початку	час початку	Станція закінчення	час закінчення	факт.час слідування	експл.	норм.час слідування	Тариф.	Вид сполучення	РРС	Вантаж	Вага, т
									діб-год:хв	км	діб-год:хв	км				
1	52201027	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 16:50	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-18:43	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
2	52288305	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	20.01.20 21 16:30	414115 - ТИМКОВЕ	25.01.2021 7:54	4-15:24	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	314059-ЗАГОТОВКИ СТАЛЬНЫЕ	68
				40	414115 - ТИМКОВЕ	25.01.20 21 7:54	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	26.01.2021 8:30	1-00:36	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
3	52365038	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
4	52369113	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 18:30	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.2021 10:21	0-15:51	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.20 21 10:21	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 1:00	4-14:39	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
5	52471620	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.2021 14:07	0-07:37	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.20 21 14:07	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 9:30	5-19:23	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
6	52877941	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.10.20 20 14:30	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.2020 8:25	0-17:55	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.20 20 8:25	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.10.2020 6:10	4-21:45	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
7	53319232	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.2021 14:07	0-07:37	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.20 21 14:07	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 9:30	5-19:23	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			

8	53766572	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.10.20 20 18:30	467004 - КРИВИЙ РІГ - ГОЛОВНИЙ	07.10.2020 18:30	6-00:00	1	0-00:43	6	Вивіз у СНД-екс	ПВ	324031-ПРОЧИЕ ВИДЫ ПРОКАТА	54
9	55075121	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	21.12.20 20 15:30	414115 - ТИМКОВЕ	22.12.2020 3:23	0-11:53	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	324031-ПРОЧИЕ ВИДЫ ПРОКАТА	60
				40	414115 - ТИМКОВЕ	22.12.20 20 3:23	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	27.12.2020 22:00	5-18:37	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
10	55118640	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
11	55119903	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 16:50	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-18:43	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
12	55215370	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.2021 14:07	0-07:37	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.20 21 14:07	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 9:30	5-19:23	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
13	55419956	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.2021 14:07	0-07:37	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.20 21 14:07	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 9:30	5-19:23	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
14	55420632	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 18:30	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.2021 10:21	0-15:51	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.20 21 10:21	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 1:00	4-14:39	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
15	55549695	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 16:50	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-18:43	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
16	56032519	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	24.12.20 20 5:50	414115 - ТИМКОВЕ	29.12.2020 15:04	5-09:14	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	314059-ЗАГОТОВКИ СТАЛЬНЫЕ	67
				40	414115 - ТИМКОВЕ	29.12.20 20 15:04	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	30.12.2020 16:15	1-01:11	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
17	56043953	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 18:30	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.2021 10:21	0-15:51	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	68
				40	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.20 21 10:21	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 1:00	4-14:39	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
18	56256142	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			

19	56273501	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
20	56328040	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.2021 14:07	0-07:37	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.20 21 14:07	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 9:30	5-19:23	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
21	56348683	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 18:30	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.2021 10:21	0-15:51	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.20 21 10:21	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 1:00	4-14:39	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
22	56426190	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	18.02.20 21 19:10	414115 - ТИМКОВЕ	23.02.2021 13:20	4-18:10	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	23.02.20 21 13:20	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	24.02.2021 15:10	1-01:50	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
23	56428493	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.2021 14:07	0-07:37	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.20 21 14:07	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 9:30	5-19:23	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
24	56431190	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.2021 14:07	0-07:37	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.20 21 14:07	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 9:30	5-19:23	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
25	56444425	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
26	56473614	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 16:50	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-18:43	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
27	56473812	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 18:30	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.2021 10:21	0-15:51	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.20 21 10:21	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 1:00	4-14:39	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
28	56479454	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
29	56527039	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	17.02.20 21 17:10	414115 - ТИМКОВЕ	21.02.2021 14:09	3-20:59	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	21.02.20 21 14:09	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	23.02.2021 5:30	1-15:21	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
30	56561608	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.10.20 20 14:30	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.2020 8:25	0-17:55	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	68
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.20 20 8:25	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.10.2020 6:10	4-21:45	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			

31	56739568	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 18:30	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.2021 10:21	0-15:51	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	01.03.20 21 10:21	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 1:00	4-14:39	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
32	58598434	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	28.02.20 21 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.2021 14:07	0-07:37	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	28.02.20 21 14:07	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	06.03.2021 9:30	5-19:23	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
33	60261617	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	14.12.20 20 6:30	414115 - ТИМКОВЕ	14.12.2020 17:38	0-11:08	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	324031-ПРОЧИЕ ВИДЫ ПРОКАТА	65
				40	414115 - ТИМКОВЕ	14.12.20 20 17:38	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	20.12.2020 16:10	5-22:32	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
34	60264116	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.10.20 20 14:30	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.2020 8:25	0-17:55	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.20 20 8:25	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.10.2020 6:10	4-21:45	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
35	61264305	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 20:05	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-15:28	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
36	61540522	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	13.02.20 21 16:50	414115 - ТИМКОВЕ	17.02.2021 2:12	3-09:22	83	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	324031-ПРОЧИЕ ВИДЫ ПРОКАТА	59
				40	414115 - ТИМКОВЕ	17.02.20 21 2:12	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	19.02.2021 6:00	2-03:48	489	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
37	62005012	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.10.20 20 14:30	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.2020 8:25	0-17:55	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.20 20 8:25	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.10.2020 6:10	4-21:45	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
38	62155528	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
39	62480009	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	26.12.20 20 3:40	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.2021 15:43	6-12:03	1		0	Вивіз у СНД-екс	ПВ	314059-ЗАГОТОВКИ СТАЛЬНЫЕ	69
40	63174817	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 20:05	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-15:28	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
41	63530349	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	05.02.20 21 14:10	414115 - ТИМКОВЕ	06.02.2021 9:00	0-18:50	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	324031-ПРОЧИЕ ВИДЫ ПРОКАТА	65

				40	414115 - ТИМКОВЕ	06.02.20 21 9:00	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	11.02.2021 9:00	5-00:00	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
42	63532014	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	05.02.20 21 14:10	414115 - ТИМКОВЕ	06.02.2021 9:00	0-18:50	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	324031-ПРОЧИЕ ВИДЫ ПРОКАТА	63
				40	414115 - ТИМКОВЕ	06.02.20 21 9:00	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	11.02.2021 9:00	5-00:00	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
43	63532485	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	05.02.20 21 14:10	414115 - ТИМКОВЕ	06.02.2021 9:00	0-18:50	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	324031-ПРОЧИЕ ВИДЫ ПРОКАТА	65
				40	414115 - ТИМКОВЕ	06.02.20 21 9:00	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	11.02.2021 9:00	5-00:00	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
44	63716682	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
45	63868053	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.10.20 20 14:30	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.2020 8:25	0-17:55	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.10.20 20 8:25	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.10.2020 6:10	4-21:45	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
46	63991079	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
47	64050966	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 9:40	4-21:38	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
48	64058076	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 1:15	4-13:13	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
49	64170087	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 16:50	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-18:43	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
50	64245012	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	04.12.20 20 15:40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.2020 12:02	0-20:22	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	68
				40	414115 - ТИМКОВЕ	05.12.20 20 12:02	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	10.12.2020 1:15	4-13:13	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
51	65780629	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 20:05	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-15:28	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	69
				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз-міжд.експ			
52	65780785	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА-ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	01.01.20 21 20:05	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.2021 11:33	0-15:28	53	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	311065-ЧУГУН	70

				40	414115 - ТИМКОВЕ	02.01.20 21 11:33	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	07.01.2021 6:50	4-19:17	367	2-10:41	489	Транз- міжд.експ			
53	68605179	467201 - КРИВИЙ РІГ	400409 - ОДЕСА- ПОРТ (ЕКСП.)	45	467201 - КРИВИЙ РІГ	09.02.20 21 18:10	414115 - ТИМКОВЕ	13.02.2021 1:31	3-07:21	83	0-06:29	54	Вивіз у СНД-екс	ПВ	324116- ПРОЧИЕ ВИДЫ ПРОКАТА	66
				40	414115 - ТИМКОВЕ	13.02.20 21 1:31	400305 - ОДЕСА-ПОРТ	15.02.2021 22:00	2-20:29	617	2-10:41	489	Транз- міжд.експ			

**ДОДАТОК Ж**  
**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ (НА ПІДСТАВІ ТУ) З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ**  
**ФУНКЦІЙ АВТОМАТИЗОВАНИХ МОДУЛІВ І СИСТЕМ ІНТЕГРАТОРА ДІЙ**

Таблиця Ж.1

<b>№</b>	<b>Задача</b>	<b>Необхідність</b>	<b>Як реалізовано (АСУ) Згідно з ТУ</b>	<b>ПРИМІТКИ</b>	<b>ПЕРЕДБАЧЕНЕ АСУ</b>
1	2	3	4	5	6
<b>1</b>	Аналітика	+		ЧАСТКОВО Система 1С ФОБОС	Оперативна аналітика та звітність IT LISKI
<b>2</b>	Прогнозування	+		Емпіричні дослідження	Функції Системи обробки замовлення
<b>3</b>	Планування перевезення вантажів у контейнерах, вагонах	+	Згідно з Договором, на підставі інформації, яка наведена у запиті на надання Послуги, Виконавець повинен здійснити планування перевезення вантажів у залізницях згідно з «Правилами планування перевезень вантажів».	АСУ Месплан	Додаткові функції АСУ Месплан

Продовж. табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
4	Приймання замовлення на послугу	+/-	<p>Прийняття замовлення на надання Послуги здійснюється у письмовому вигляді з вказанням необхідної інформації. Реєструється замовлення на надання Послуги у «Журналі вхідної кореспонденції».</p> <p>Замовлення на надання Послуги підлягає аналізу Виконавцем на предмет спроможності надання Послуги. При позитивному рішенні Виконавець та Замовник повинні укласти Договір. При неможливості надання Послуги Виконавець повинен надати Замовнику мотивовану відмову в наданні Послуги.</p> <p>Рішення щодо замовлення на надання Послуги Виконавець повинен зареєструвати в «Журналі вихідної кореспонденції».</p> <hr/> <p>Замовник надає Виконавцю запит на надання Послуги.</p> <p>До початку надання Послуги, Замовник повинен надати Виконавцю запит на надання Послуги.</p> <p>Запит на надання Послуги Виконавець повинен зареєструвати в «Журналі вхідної кореспонденції».</p> <p>Запит на надання Послуги підлягає аналізу Виконавцем на предмет спроможності надання Послуги.</p>	<p>На сайті Філії «Центр транспортного сервісу «Ліски» публічного акціонерного товариства «Українська залізниця» (<a href="http://www.liski.ua/form.html">http://www.liski.ua/form.html</a>) є форма – «Заявка на перевезення вантажу залізничним транспортом».</p> <p>Форма має відповідні поля для заповнення.</p> <p>Паперові технології Дублювання інформації</p>	Система обробки Замовлення «Єдине вікно»

Продовж. табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
5	Узгодження перевезення залізницею	+	Відділ експедирування вантажів залізницею на цьому етапі направляє Замовнику на погодження Протокол погодження договірної ціни. В разі погодження Замовник підписує даний Протокол. Надається рахунок згідно Протоколу погодження договірної ціни та на підставі Заявки. Прийняття попередніх платежів за надання Послуги. Замовник здійснює попередню оплату за надання Послуги. Надання Послуги без попередньої оплати у розмірі 100% від зазначеної у Рахунку суми неможливо.	Паперові технології Дублювання інформації	Система обробки замовлення «Єдине вікно»
6	Узгодження доставки вантажу. Координація з іншими видами транспорту	+		Телефоном Паперові технології Дублювання інформації	АС Автотранспорту ІТ LISKI
7	Моніторинг перевезення залізницею	+		АСК ВП УЗ-Є, ГЮЦ	
8	Моніторинг перевезення іншими видами транспорту				ІТ LISKI
9	Прогнозування надходження вагонів та контейнерів	+		АСК ВП УЗ-Є, ГЮЦ – тільки залізницею	ІТ LISKI – на шляху доставки вантажів

Продовж. табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
<b>10</b>	Облік знаходження вагонів та контейнерів	+	<p>Виконавець веде облік контейнерів, які були надані Замовнику.</p> <p>Виконавець повинен вести номерний облік контейнерів, які були надані Замовнику. Облік наданих контейнерів проводиться за копією залізничної накладної на кожний наданий контейнер та вагон При перетинанні контейнером Виконавця кордону України, протягом доби Замовник повинен надати Виконавцю копії залізничної накладної на кожен контейнер, або на групу контейнерів та вагонів, або лист з відвантажувальною інформацією накладної, Виконавець складає зведену балансову відомість із підрахунком кількості діб користування контейнером або вагоном Вищенаведені документи Виконавець повинен зареєструвати в «Журналі вхідної кореспонденції».</p>	<p>АСК ВП УЗ-Є, АРМ КП, АРМ приймоздавача – тільки залізницею</p> <p>ЧАСТКОВО ПАПЕРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ</p>	<p>АСК ВП УЗ-Є, АРМ КП ІТ LISKI – на шляху доставки вантажів</p>
<b>11</b>	Дислокація вагонів та контейнерів	+		<p>АСК ВП УЗ-Є, ГЮЦ – тільки залізницею</p>	<p>ІТ LISKI – на шляху доставки вантажів</p>

Продовж. табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
<b>12</b>	Розподіл вагонів та контейнерів	+	Виконавець передає контейнери Замовнику. Передача контейнерів Замовнику здійснюється у строки та на умовах, визначених у Договорі. Виконавець повинен забезпечити доставку контейнерів Замовнику на узгоджену залізничну станцію або контейнерний пункт, зазначені в Договорі, згідно з Технологічним процесом роботи станції. При передачі контейнерів між Виконавцем та Замовником оформляється акт прийому передачі, в якому необхідно вказати: - кількість контейнерів - дату передачі контейнерів Акт прийому-передачі Виконавець повинен зареєструвати в "Журналі вхідної кореспонденції".	Паперові технології Дублювання інформації	Модуль АСУ Диспетчер ЦТС Ліски АСУ доставки вантажів
<b>13</b>	Складання технології доставки	+		ВІДСУТНЄ	Система обробки замовлення «Єдине вікно» АСУ доставки вантажів
<b>14</b>	Управління складами	+		ЧАСТКОВО	Нарощування модуля системи ІС, ФОБОС
<b>15</b>	Контроль виконання операцій	+		ВІДСУТНЄ	Модуль АСУ Диспетчер ЦТС Ліски
<b>16</b>	Контроль доставки вантажів	+		ВІДСУТНЄ	АСУ Диспетчер ЦТС Ліски АСУ доставки вантажів

Продовж. табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
17	Оформлення провізних документів та супровідних документів	+		АС клієнт УЗ АРМ товарного касира	
18	Формування супутніх перевезенню документів за принципом електронного документообігу	+			Система обробки замовлення «Єдине вікно»
19	Підтримки прийняття рішення	+		ВІДСУТНЄ	Модуль АСУ Диспетчер ЦТС Ліски
20	Облік роботи	+		Система 1С ФОБОС	Нарощування модулю 1С, ФОБОС IT LISKI
21	Фінансовий облік та контроль	+		Система 1С ФОБОС	Нарощування модулю 1С, ФОБОС IT LISKI
22	Контроль ефективності використання об'єктів управління	+		ЧАСТКОВО	Нарощування модулю 1С, ФОБОС IT LISKI
23	ERP-контроль залишків, планування закупівель, відстеження тендерної процедури	+		ЧАСТКОВО Система 1С ФОБОС	Нарощування модулю 1С, ФОБОС IT LISKI
24	Інформування про залишки	+		ЧАСТКОВО Система 1С ФОБОС	Нарощування модулю 1С, ФОБОС IT LISKI

Продовж. табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6
25	Взаємодія з представництвами за кордоном	+			IT LISKI

Як свідчить аналіз, більшість функцій не охоплено процесами автоматизації, існують у паперовому та телефонних режимах та потребують зміни, вдосконалення та реалізації засобами інформаційних технологій.

**ДОДАТОК И**  
**СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА**  
**ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ**

**Статті у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus:**

1. Strelko O. H., Kyrychenko H. I., Sorochynska O. L., Pylypchuk O. Ya. Application of Information Technologies for Automation of Railway and Cargo Owner Interaction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol 582. (Scopus) DOI: 10.1088/1757-899X/582/1/012029

2. Strelko O., Kyrychenko H., Berdnychenko Yu., Isaienko S., Tverdomed V. Analysis of the Intra-Day Irregularity of Intaken Empty Wagon-Flows During the Day Periods. *Transport Means: Proceedings of 23rd International Scientific Conference*. 2019. Part I. P. 16-21. (Scopus) URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-2019-Part-1.pdf>

3. Statyvka Yurii, Kyrychenko Hanna, Strelko Oleh, Berdnychenko Yuliia, Gaba Vasyl, Hrushevska Tetiana Improvement of the technique of calculating operational parameters using an automated system. *MATEC Web of Conferences*. 2019. Vol 294. (Web of Science Core Collection) DOI: 10.1051/matecconf/201929406002

4. Strelko O., Kyrychenko H., Berdnychenko Yu., Petrykovets O., Soloviova L. Enhancement of the Technology for the Distribution of Gondola Railcars for Loading in a Competitive Environment. *Transport Means: Proceedings of 24th International Scientific Conference*. 2020. Part I. P. 182-186. (Scopus) URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-A4-I-dalis.pdf>

**Статті у наукових фахових виданнях:**

5. Кириченко Г. І. Оптимізація взаємодії залізниці та вантажовласника – мета розробки інформаційних технологій. *Проблеми транспорту*: збірник наукових статей. Київ: НТУ, 2010. Вип. 7. С. 239-246.
6. Кириченко Г. І., Габа В. В., Висоцька Г. С. Автоматизований облік часу затримки вагонів та вантажів на підходах до станцій призначення. *Залізничний транспорт України*. 2011. № 1. С. 30-32.
7. Кириченко Г. І. Проблематика досліджень транспортних систем при взаємодії різних видів транспорту. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2011. Вип. 8. С. 21-29.
8. Іващук В. Р., Кириченко Г. І., Кузнєцов М. М., Петриковець О. В. Формування інструментів логістичного забезпечення перевезень вантажів на залізниці. *Залізничний транспорт України*. 2011. № 5. С. 20-23.
9. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Мацюк В. В., Родкевич О. Г. Визначення рівня достовірності інформації про вантажі, що перевозяться залізницями України. *Збірник наукових праць Київського Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства інфраструктури України*: Серія «Транспортні системи і технології». 2011. Вип. 18. С. 187-193.
10. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Горецький О. А. Аналіз якості даних перевізних документів в автоматизованих системах. *Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії*. 2011. Вип. 26. С. 23-27.
11. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В., Герасименко А. В. Сучасна концепція побудови інформаційного моніторингу системи доставки вантажів при мультимодальних перевезеннях. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. Вип. 24(2). С. 205-208.
12. Петриковець О. В., Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Горецький О. А. Скорочення витрат на складську логістику. Система «Cross-docking». *Збірник*

*наукових праць ДЕТУТ*. Серія «Транспортні системи і технології». 2012. Вип. 20. С. 262-265.

13. Петрашевский О. Л., Кириченко А. И. Пути повышения эффективности управления процессами доставки грузов при мультимодальных перевозках. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2012. Вип. 9. С. 3-16.

14. Кириченко Г. І., Горецький О. А., Бердниченко Ю. А. Методи практичної формалізації умов взаємодії залізниці з користувачами транспортних послуг. *Збірних наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Серія «Транспортні системи і технології». 2012. Вип. 21. С. 160-164.

15. Нестеренко Г. І., Кириченко Г. І., Озерова О. О. Технологічні засади функціонування логістичного центру залізничного транспорту. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2012. № 6(177), ч. 1. С. 169-173.

16. Кириченко Г. І. Концепція інтелектуальної транспортної системи управління процесами доставки вантажу. *Залізничний транспорт України*. 2013. № 1. С. 37-40.

17. Кириченко Г. І., Овчаренко С. М. Контроль виконання графіків доставки вантажів залізничним транспортом методом контрольно-часових точок. *Сборник научных трудов SWorld*. Иваново, 2013. Вып. 4. Том 1. С. 3-7.

18. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Макарова О. О. Організація роботи сортувальної станції в умовах автоматизації. *Збірних наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Серія «Транспортні системи і технології». Київ, 2013. Вип. 23. С. 150-154.

19. Кириченко А. И., Габа В. В., Иващук С. И., Петриковец О. В. Системный тезаурус процессов мультимодальной доставки грузов. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2013-2014. Вип. 10. С. 186-196.

20. Kirichenko A., Berdnychenko Yu. Elektronische Abfertigung der Güterbeförderungen in der Ukraine. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Серія «Транспортні системи і технології». Київ, 2014. Вип. 24. С. 237-239.

21. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В., Овчаренко С. М., Петриковець О. В. Моніторинг процесів доставки вантажів методом призначення контрольно-часових точок. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. № 29. С. 308-317.

22. Кириченко Г. І. Інтелектуальна система управління процесом доставки вантажу. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. Харків, 2015. Вип. 5(114). С. 3-6.

23. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Петриковець О. В., Кириченко О. А. Моделювання сценаріїв переміщення вантажів у ланцюгах доставки. *Транспортні системи та технології перевезень: збірник наукових праць ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна*. Дніпро, 2016. Вип. 12. С. 32-37.

24. Кириченко Г. І. Методика створення інтелектуальної автоматизованої системи управління доставкою вантажів на залізниці. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2017. № 2 (68). С. 46-56.

25. Strelko Oleh, Kyrychenko Hanna, Berdnychenko Yulia, Hurinchuk Svitlana Automation of Work Processes at Ukrainian Sorting Stations. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 2.23. P. 516-518. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.23.15346

26. Kyrychenko Hanna, Statyuka Yurii, Strelko Oleh, Nesterenko KHalyna Assessment of Cargo Delivery Quality Using Fuzzy Set Apparatus. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 4.3. P. 262-265. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.3.19800

27. Kyrychenko Hanna, Nesterenko Halyna, Avramenko Svetlana, Lytvynenko Sergiy, Yanovsky Petro, Lytvynenko Larysa Use of cargo delivery

process model for the assessment of logistics service quality. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol 7 No 4. P. 4514-4518. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.19858

28. Кириченко Г. І., Стрелко О. Г., Бердниченко Ю. А., Петриковець О. В., Павлюк Є. І. Сучасні тенденції розвитку мультимодальної системи перевезення вантажів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: технічні науки. 2019. Том 30 (69), ч. 2, № 3. С. 148-153. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.3-2/26

29. Стрелко О. Г., Кириченко Г. І., Бердниченко Ю. А., Лиман А. С. Удосконалення системи обслуговування клієнтів на залізницях України з огляду на досвід інших держав. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: технічні науки. 2019. Том 30 (69), ч. 2, № 4. С. 141-145. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.4-2/23

#### **Додаткові статті, у яких опубліковані матеріали дисертації:**

30. Петрашевский О. Л., Кириченко А. И., Алексеенко А. В. Концептуальные основы создания транспортных информационно-управляющих систем. *Автошляховик України: науково-виробничий журнал*. 2012. № 2 (226). С. 9-11.

31. Кириченко Г. І. Проблематика застосування інформаційних технологій в управлінні процесами доставки вантажу. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2012. Вип. 9. С. 17-27.

32. Кириченко Г. І., Овчаренко С. М. Розробка методу контрольно-часових точок для контролю графіків доставки вантажу. *Проблеми транспорту*. Київ: НТУ, 2013-2014. Вип. 10. С. 112-118.

#### **Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

33. Кириченко А. И. Новая технология обработки информации о потоке цистерн как элемент логистического управления. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики: збірник доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ, 2002. С. 146-148.

34. Кириченко А. И. Информационные технологии: современное состояние и проблемы развития. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління*: тези доп. I наук.-практ. конф. Київ: КУЕТТ, 2003. С. 88-89.

35. Кириченко А. И. Технология автоматизированного номерного учета работы железнодорожной станции и подъездного пути – новое звено в системе транспортной логистики. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. V Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2003. С. 116-120.

36. Кириченко А. И. Информационная система ГО Укрморпорт – основа координационного взаимодействия морских торговых портов со смежными видами транспорта. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2004. С. 217-220.

37. Кириченко А. И., Кириченко О.А. Технология автоматизированного учета работы железнодорожной станции и подъездного пути. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2005. С. 146-148.

38. Кириченко Г. І. Етапи реалізації Програми розвитку комплексної інформатизації комерційного господарства Укрзалізниці у 2006-2009 рр. *Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті*: збірник доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. Судак, 2007. С. 146-148.

39. Кириченко А. И., Кириченко О.А. Пути интеграции информационной системы промышленного предприятия и железной дороги при составлении и обработки перевозочного документа. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. I Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2007. С. 16.

40. Кириченко А. И. Развитие информационных технологий коммерческого хозяйства как инструмент повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта. *Сучасні*

*інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2009. С. 11.

41. Кириченко Г. І. Забезпечення цінності даних в автоматизованих системах як фактор підвищення якості управління залізничним транспортом. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2010. С. 12-13.

42. Кириченко Г. І. Забезпечення достовірності даних перевізних документів в автоматизованих системах залізничного транспорту. *Проблеми економіки транспорту*: тези доп. IX міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ, 2010. С. 15.

43. Кириченко Г. І. Проблеми досліджень процесів перевезень при взаємодії суміжних видів транспорту у контексті логістичної концепції управління. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології*: тези доп. V наук.-практ. конф. Київ: ДЕДУТ, 2011. С. 182-184.

44. Іващук В. Р., Кириченко Г. І. Логістичні технології управління процесами перевезень вантажів на залізницях. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики*: збірник доп. XIII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2011. С. 87-92.

45. Кириченко Г. І. Розробка «інструментів» управління процесом виконання транспортної послуги. *Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2012. С. 16.

46. Кириченко Г. І. Проблема створення інформаційного моніторингу процесів доставки вантажів залізничним транспортом. *Тези LXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2012. С. 186.

47. Петрашевський О. Л., Кириченко Г. І., Алексеєнко О. В. Техніко-економічні критерії репрезентативності інформаційного забезпечення

как части мониторинга мультимодальных перевозок. *Рынок услуг комплексных транспортных систем та прикладні проблеми логістики*: тези 14 Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2012. С. 149.

48. Петриковець О. В., Бердниченко Ю. А., Кириченко Г. І. Система керування транспортними вантажопотоками при взаємодії залізничного і морського транспорту. *Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте*: матеріали VII Міжнарод. науч.-практ. конф. Судак, 2012. С. 278-279.

49. Кириченко Г. І. Аналіз інформаційних технологій управління процесами доставки вантажів на залізниці. *Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології*: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2013. С. 160-162.

50. Кириченко Г. І. Процесуальні категорії, характеристики й процедури мультимодальної доставки вантажів. *Тези доповідей LXXIX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2013. С. 204-205.

51. Кириченко Г. І. Формування термінологічної системи транспортних процесів. *Тези доповідей LXX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2014. С. 187-188.

52. Кириченко А. И., Овчаренко С. Н. Совершенствование процесса контроля доставки грузов на железнодорожном транспорте. *Современные проблемы развития интеллектуальных систем транспорта*: тезисы Международ. науч.-практ. конф. Днепропетровск: ДНУЖТ, 2014. С. 35-36.

53. Ивашук В. Р., Кириченко А. И. Создание информационных технологий системы управления цепями поставок. *Проблемы и перспективы*

*розвиття залізничного транспорту*: тези доповідей 75 Міжнарод. науч.-практ. конф. Днепропетровск, 2015. С. 184-185.

54. Кириченко Г. І., Кириченко О. А. Інформаційна підтримка моделювання сценаріїв процесу доставки вантажів. *Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті*: тези Х Міжнарод. науч.-практ. конф. Дніпро, 2016. С. 20-21.

55. Кириченко Г. І. Семантика нових термінів системних транспортних процесів. *Тези доповідей LXXI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ: НТУ, 2015. С. 231.

56. Kyrychenko H. I. Applying processes modelling to manage goods delivery. *Modern Scientific Achievements and Their Practical Application: III International Scientific and Practical Conference*. 2017. № 5(21), Vol. 1. Dubai, UAE. P. 53-55.

57. Кириченко Г. І., Стативка Ю. І., Бердниченко Ю. А., Цейко Б. О. Оцінка якості доставки вантажів з використанням апарату нечітких множин. *Технології та інфраструктура транспорту*: Міжнарод. науч.-техн. конф. Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 193-194.

58. Кириченко Г. І., Бердниченко Ю. А., Малишко С. В. Вдосконалення технології розподілення напіввагонів під навантаження. *Перспективи розвитку технічних наук у країнах ЄС та в Україні*: Міжнарод. науч.-практ. конф. Влоцлавек, Республіка Польща, 2018. С. 44-47.

59. Кириченко А. И., Приймак А. А. Информационные системы железной дороги при оценке качества доставки грузов. *Тихомировские чтения: инновационные технологии перевозочного процесса'2018*: Міжнарод. науч.-практ. конф. Гомель, Белорусь, 2019. С. 40-42.

## ДОДАТОК К

## АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Затверджую:

Заступник генерального  
директора Укрзалізниці

В.О.Жураківський

18 лютого 2014 р.

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів наукових досліджень

кандидата технічних наук, доцента кафедри управління процесами  
перевезень

Кириченко Ганни Іванівни

Цей акт складений комісією в складі: начальника Головного комерційного управління Меркулова Ю.А., начальника Головного управління розвитку і технічної політики Шиша В. О., першого заступника директора ДП «Український транспортно-логістичний центр» Мірошнікова А. М., начальника управління Головного управління перевезень Тревогіна І. І., заступника директора ДП «Проектно-конструкторське технологічне бюро з автоматизації систем управління на залізничному транспорті» Цейтліна С.Ю. щодо впровадження в практику технологічних питань функціонування логістичного центру залізничного транспорту і контролю за доставкою вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниць України.

Вказані результати були отримані в ході виконання науково-дослідних і проектних робіт:

- згідно договору №70/10–ЦТЕХ–215/2010–ЦЮ від 28.07.2010 року «Технологічні засади функціонування логістичного центру залізничного транспорту», Державний економіко-технологічний університет транспорту, – Київ, 2010. Державна реєстрація №0110U006978:

1. основні задачі і функції Логістичного Центру залізничного транспорту;
2. структура Логістичного Центру залізничного транспорту;
3. складові взаємодії залізниць і користувачів з Логістичним Центром залізничного транспорту;

- згідно договору №103 від 08.09.2011 року «Розробка проекту Концепції створення моніторингу залізничних транспортних процесів доставки вантажів та рекомендації щодо технологічних засад функціонування моніторингу процесів доставки вантажу залізничним транспортом», Національний транспортний університет, – Київ, 2011. Державна реєстрація №0112U003145:

1. проект концепції створення моніторингу залізничних транспортних процесів доставки вантажів;
2. рекомендації щодо технологічних засад функціонування моніторингу процесів доставки вантажу залізничним транспортом;
3. моделі інформаційного моніторингу процесів доставки вантажів залізничним транспортом;

- згідно договору №117-31/2012–ЦТЕХ–135/2012–ЦЮ від 14.08.2012 року **«Розробка методів та технології контролю виконання процесів доставки вантажів засобами системи інформаційного забезпечення»**, Національний транспортний університет, – Київ, 2012. Державна реєстрація №0112U005673:

1. розроблені методи контролю виконання процесів доставки вантажів залізничним транспортом;
2. розроблені технології контролю виконання процесів доставки вантажів залізничним транспортом;

- згідно договору №183-31/2012–ЦТЕХ–135/2012 – ЦЮ від 13.12.2013 року **«Розробка технології системи контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці»**, Національний транспортний університет, – Київ, 2013.

1. Методології моніторингу процесів доставки вантажів під час обслуговування клієнтів залізниці методом призначення контрольних часових точок.

2. Технічного завдання 34926866.320300.003. Єдина централізована автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України (АСК ВП УЗ-Є) Керування вантажними перевезеннями Система контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці (Є.411200.0.01.01.0.001).

3. Технології 34926866.320300.003 Пб. Єдина централізована автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України (АСК ВП УЗ-Є) Керування вантажними перевезеннями Система контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці (Є.411200.0.01.01.0.001).

4. Функціональна структура методу логіко-семантичного управління ситуаціями процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці.

5. Єдина централізована автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є) Керування вантажними перевезеннями Система контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці. Аналіз термінів доставки (Є.411202.0.12.01.0.001) Опис постановки задачі 34926866.320300.003 П4.02.

6. Єдина централізована автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є) Керування вантажними перевезеннями Система контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці Заявлені плани та переробні спроможності під'їзних колій (Є.411201.0.12.01.0.001) Опис постановки задачі. Загальна частина 34926866.320300.003 П4.

7. Єдина централізована автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України (АСК ВП УЗ-Є) Керування вантажними перевезеннями Система контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці (Є.411200.0.23.01.0.001) Опис застосування (Керівництво користувача) 34926866.320300.003 ИЗ.

8. Єдина централізована автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України (АСК ВП УЗ-Є) Керування вантажними перевезеннями Система контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці (Є.411200.0.31.01.0.001) Програма та методика випробувань 34926866.320300.003 ПМ.

9. Єдина централізована автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України (АСК ВП УЗ-Є) Керування вантажними перевезеннями Система контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці Лист затвердження 34926866.320300.003 П4 ЛЗ.

Особливо слід зауважити, що результати наукових досліджень Кириченко Г.І. доведені до рівня програмного забезпечення у вигляді

самостійного та ефективного модуля загальної системи АСК ВП УЗ-Є (Акт приймання робіт від 20.02.2014), що дозволить отримувати щорічний економічний ефект близько 850 тис. грн.

Члени комісії:

Начальник Головного  
комерційного управління



Ю.А.Меркулов

Начальник Головного  
управління розвитку  
і технічної політики, к.т.н.



В.О.Шиш

Начальник управління  
Головного управління перевезень



І. І.Тревогін

Перший заступник директора  
ДП «Український транспортно-  
логістичний центр»



А.М.Мірошніков

Заступник директора  
ДП «Проектно-конструкторське  
технологічне бюро  
з автоматизації систем управління  
на залізничному транспорті», к.т.н.



С.Ю.Цейтлін

**ЗАТВЕРДЖУЮ**Директор Департаменту комерційної  
роботи АТ Укрзалізниця

І.М. Хор'яков

«21» жовтня 2020 р.

**АКТ**

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
Кириченко Ганни Іванівни  
на тему: «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів  
транспортного шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії  
управління технологічними процесами»  
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту**

Цим актом підтверджено, що результати наукових досліджень, виконаних у рамках дисертаційної роботи Кириченко Ганни Іванівни на тему: «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами» використано при розробці структури, основних задач та функцій з управління технологічними процесами логістичного центру залізничного транспорту; концепція створення національної мультимодальної компанії та схема інтеграції АРМ диспетчера з контролю доставки вантажів до інформаційної системи підприємства використані при розробці плану розвитку філії «Центр транспортного сервісу «Ліски» та при розробці «Системи контролю процесів доставки вантажів при обслуговуванні клієнтів залізниці», що впроваджена в АСК ВП УЗ-Є та функціонує на мережі залізниць України.

Начальник технічного управління  
Департаменту  
комерційної роботи  
АТ Укрзалізниця

С.В. Антонів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ

«Сістем Транс Логістик»



Ю. В. Григоржевський

22» грудня 2020 р.

АКТ

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
Кириченко Ганни Іванівни  
на тему: «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів  
транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії  
управління технологічними процесами»  
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту**

Цим актом підтверджено, що результати наукових досліджень, виконаних у рамках дисертаційної роботи Кириченко Ганни Іванівни на тему: «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами» використані при розробленні автоматизованої системи контролю норм використання рухомого складу у процесі перевезень залізницею, при створенні системи контролю за доставкою вантажів та впровадженні її у роботу диспетчерської служби при визначенні частки впливу роботи підрозділів на обіг вагона та час доставки вантажу отримувачам

Начальник  
управління технічної експлуатації



## УКРАЇНСЬКИЙ ЛОГІСТИЧНИЙ АЛЬЯНС

вул. Костянтинівська, 2А, м. Київ, Україна, 04071, тел./факс 044-568-52-65, info@ula-online.org

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Заступник голови правління Асоціації  
«Український логістичний альянс»

О.В. Солтисюк

«10» грудня 2020 р.

### АКТ

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
Кириченко Ганни Іванівни  
на тему: «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів  
транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії  
управління технологічними процесами»  
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту**

Цим актом підтверджено, що результати наукових досліджень, виконаних у рамках дисертаційної роботи Кириченко Ганни Іванівни на тему: «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами» використані у роботі учасників Асоціації «Український логістичний альянс» (УЛА) при розробленні планів розвитку логістичного ринку України для підвищення рівня логістичних послуг у процесі доставки вантажів залізницею. Створення систем контролю за доставкою вантажів та впровадження її у роботу диспетчерських служб підприємств транспорту України надає можливість оперативного контролю часу доставки вантажу отримувачам транспортних послуг, що позитивно впливає на розвиток транспортної системи країни.

Генеральний директор



А.Р. Гагаулін

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор ТОВ «Квадро Центр»



О.О. Ткачук

«9» листопада 2020 р.

**АКТ**

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
Кириченко Ганни Іванівни  
на тему: «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів  
транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії  
управління технологічними процесами»  
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту**

Цим актом підтверджено, що результати наукових досліджень, виконаних у рамках дисертаційної роботи Кириченко Ганни Іванівни на тему: «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами» використані при розробці системи контролю за доставкою вантажів та впровадженні її у роботу диспетчерської служби при визначенні частки впливу роботи транспортних підрозділів на обіг вагона та час доставки вантажу

Начальник комерційної служби



Є.М. Жорова

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор з науково-педагогічної роботи  
Державного університету  
інфраструктури та технологій  
Ю. П. Дудник  
2020 р.

## ВИСНОВОК

про використання результатів дисертаційного дослідження

Кириченко Г.І.

Результати дисертаційного дослідження Кириченко Ганни Іванівни на тему «Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами» використовуються при викладанні навчальних дисциплін для студентів спеціальності 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)».

Дисципліна «Автоматизовані системи управління на залізничному транспорті» - питання, що вивчаються: система контролю за доставкою вантажів на залізничному транспорті, оцінка якості виконання графіків доставки вантажів; рівень освіти - бакалаври.

Дисципліна «Автоматизовані системи управління на залізничному транспорті» - питання, що вивчаються: аналіз графіків доставки вантажів в інформаційній системі залізниць; рівень освіти - бакалаври.

Дисципліна «Системний аналіз транспортних процесів» - питання, що вивчаються: системи підтримки прийняття управлінського рішення диспетчерським апаратом; рівень освіти - магістри.

Результати дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі факультету підвищення кваліфікації кадрів залізничного транспорту та у роботі з аспірантами факультету.

Декан факультету «Управління  
залізничним транспортом»



О.Г. Стрелко