

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (ЗА ВИДАМИ)

УДК 656.213:303.732.4

DOI

СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ СУДЕН НА ПРИПОРТОВИХ ЗАЛІЗНИЦЯХ

Ю.О. Казимиренко¹, О.В. Дрозд²

¹д.т.н., доцент, професор кафедри інформаційних управляючих систем та технологій,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,

ORCID ID: 0000-0002-7120-8226

²к.т.н., доцент, декан енерготехнічного факультету,
Херсонська філія

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Херсон, Україна,

ORCID ID: 0000-0002-0135-8659

Анотація

Вступ. Підвищення ефективності експлуатації припортових залізниць залежить від застосування інформаційного простору, який об'єднує діяльність спеціалізованих комунікацій для їх обслуговування. **Мета роботи** полягає у практичному застосуванні синергетичного підходу до розробки нового інформаційного забезпечення завантаженості суден на основі принципів синхронізації діяльності залізниць і порту. Методологія досліджень ґрунтується на наукових положеннях системного аналізу, об'єктно-орієнтованого програмування та попередніх дослідженнях авторів щодо транспортно-технологічних систем припортових залізниць і проектування спеціалізованих інформаційних систем для їх обслуговування. Проаналізовано проблемні питання вантажообігу на припортових залізницях, зокрема пов'язаних з недоліками інформаційних систем; визначено шляхи їх вирішення. Взаємодію залізничного і водного транспорту наведено у графічній інтерпретації у вигляді моделі синергетичного підходу до єдиного інформаційного простору. Модель надає уявлення про принципи синхронізації для координації служб залізниць і порту. Складено програму заходів щодо підвищення ефективності виконання вантажних операцій за рахунок впровадження нових організаційних рішень з інформаційного забезпечення, виконано їх ситуаційний аналіз. Розроблено проєкт інформаційної системи, який матиме модульну структуру, що передбачатиме роботу у режимах адміністратора і користувача. Для написання бази даних застосовано мову програмування Java. Результати роботи апробовані на віртуальній моделі і можуть бути застосовані у сучасній практиці стивідорних та логістичних компаній. **Висновки:** за допомогою синергетичного підходу досліджено взаємозв'язок організаційних, економічних та експлуатаційних складових завантаження суден на припортових залізницях з розробкою нового інформаційного забезпечення для підвищення ефективності організаційних процесів.

Практичне значення роботи полягатиме у розробці програми заходів та ситуаційному аналізі організаційно-технічних рішень з інформаційного забезпечення для завантаження суден на припортових залізницях.

Ключові слова: інформаційний простір, вантажообіг, координація служб залізниці і порту, ситуаційний аналіз.

SYNERGY APPROACH TO INFORMATION SUPPORT OF VESSEL LOADING AT PORT-PORT RAILWAY STATIONS

Yu.O. Kazymyrenko¹, O.V. Drozd²

¹Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Professor at the Department of Information Control Systems and Technologies,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine,

ORCID ID: 0000-0002-7120-8226

²PhD, Associate Professor, Dean of Power Engineering Faculty,
Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Kherson, Ukraine,

ORCID ID: 0000-0002-0135-8659

Summary

Introduction. Improving the efficiency of port railways depends on the use of information space, which combines the activities of specialized communications for their maintenance. **The purpose of the paper** is the practical application of a synergistic approach to the development of new information support for ship load based on the principles of railway and port activities synchronization. The research methodology is based on the scientific provisions of systems analysis, object-oriented programming and previous studies of the authors on the transport and technological systems of port railways and specialized information systems design for their maintenance. The problematic issues of cargo turnover on port railways, in particular, related to the shortcomings of information systems, are analyzed as well as the ways to solve them are determined. The rail and water transport interaction is presented in the form of a graphical model of a synergetic approach to common information space. The model provides an idea of the synchronization principles for the coordination of railway and port services. The program of measures for increase of cargo operations efficiency by introducing the new organizational decisions on information support is made, their situational analysis is executed. The project of the modular structure information system working in administrator and user modes is developed. To create the database Java programming language was used. The results of the study are tested on a virtual model and can be applied in the modern practice of stevedoring and logistics companies. **Conclusions:** using a synergetic approach, the interrelation of organizational, economic and operational components of ship loading at port railways with the new information support development for improving the organizational processes efficiency. The developed program of measures and situational analysis of organizational and technical solutions of information support for loading ships on port railways is of considerable practical significance.

Key words: information space, cargo turnover, coordination of railway and port services, situational analysis.

Вступ. Припортова залізниця являє собою важливий стратегічний об'єкт інфраструктури, на якому зосереджені транспортні термінали, засоби, підприємства, складські приміщення, причали, автомобільні та залізничні під'їзні шляхи тощо. Їх успішна експлуатація вимагатиме координації служб залізниці і порту з єдиним інформаційним простором, що обумовлює актуальність тематики дослідження.

Постановка проблеми. Особливості управління завантаженістю суден на припортових залізницях вимагатимуть синхронної діяльності комунікацій. Підвищення ефективності їх експлуатації за рахунок розробки спеціалізованого інформаційного забезпечення з використанням системно-аналітичного підходу є важливою науково-технічною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвитку перспективних напрямків та удосконаленню процесів взаємодії залізничного та водного транспорту на припортових залізницях присвячено роботи [1–4]. Проведений огляд літературних джерел дозволяє виділити важливі недоліки та невирішені питання, серед яких: відсутність системних маркетингових досліджень перспектив утворення вантажопотоків; невідзначеність дій експедиторських і стивідорних компаній; недостатнє розгалуження організаційних структур щодо забезпечення ефективної взаємодії учасників транспортування і переробки вантажів у портах; відсутність єдиного інформаційного середовища для планування взаємодії різних видів транспорту у припортових залізничних вузлах. Аналіз робіт показав, що саме останнє питання сприятиме координації служб залізниці і порту задля підвищення ефективності вантажних операцій на припортових залізницях. Організації та управлінню вантажними операціями присвячено роботи [5, 6], розгляд яких показав відсутність єдиного інформаційного середовища для планування взаємодії різних видів транспорту, зокрема залізничного і водного. Визначено, що підвищити ефективність управлінських робіт можна в результаті застосування синергетичного підходу [7], головними ознаками якого вважаються відсутність замкнутості системи, її нерівноцінність, достатній рівень складності та адаптивності, принципи випадкових відхилень, динамічна ієрархія. Розробка нового інформаційного забезпечення повинна комплексно вирішувати експлуатаційні, організаційні та економічні завдання на певних транспортних ділянках.

Мета роботи полягає у практичному застосуванні синергетичного підходу до розробки нового інформаційного забезпечення завантаженості суден на основі принципів синхронізації діяльності залізниці і порту.

Виклад основного матеріалу. Методологічну базу для дослідження становлять основні положення теорії складних систем і системного аналізу [7, 8], прийняття рішень [9], об'єктно-орієнтованого програмування [10], а також доробок авторів в області системно-аналітичного дослідження транспортно-технологічних систем припортових залізниць [11] та проектування спеціалізованих інформаційних систем для їх обслуговування [12]. В основу розробки нового синергетичного підходу до інформаційного забезпечення завантаженості суден на припортових залізницях покладено принципи складання карго-плану із застосуванням інформаційних систем [5, 13]. Процес вантажообігу між залізницею та судном розглядається як функціонування різних систем (залізниці та водного транспорту) зі спільними закономірностями, для виявлення яких авторами складено ґрунтовний аналіз проблемних питань (табл. 1) з визначенням шляхів для їх вирішення.

Таблиця 1

**Аналіз шляхів вирішення проблемних питань вантажообігу
на припортових залізницях і поромних станціях**

Проблемні питання	Шляхи вирішення
Формування автоматизованої технології управління процесом просування вантажів у напрямку порту	Застосування системного підходу до комплексного функціонування всіх учасників перевізного процесу (вантажовідправників, залізничних і морських перевізників, морських портів)
Скорочення часу простоїв залізничних вагонів, пов'язаних з відсутністю інформації щодо вільних причалів	Створення єдиної системи оперативного планування, контролю та аналізу взаємодії різних видів транспорту в умовах припортових залізниць і поромних станцій
Формування резерву вагонів	Порівняння та вибір в певних умовах конкретного варіанту технологічного процесу завантаження, для чого доцільно застосовувати метод аналізу ієрархій
Розширення експлуатаційних можливостей транспортно-технологічних систем	Впровадження нових заходів щодо технічного обслуговування та нових технологій обробки вантажів
Модернізація інфраструктури	Будівництво нових перевалочних пунктів, проведення днопоглиблювальних робіт у акваторії порту, пропонування нових послуг
Підвищення потужностей перевантажних комплексів	Створення додаткових складських територій та приміщень, застосування нової техніки та обладнання

На підставі викладеного вище в роботі пропонується модель синергетичного підходу до інформаційної взаємодії залізничного і водного транспорту на припортових залізницях, графічну інтерпретацію якого наведено на рис. 1.

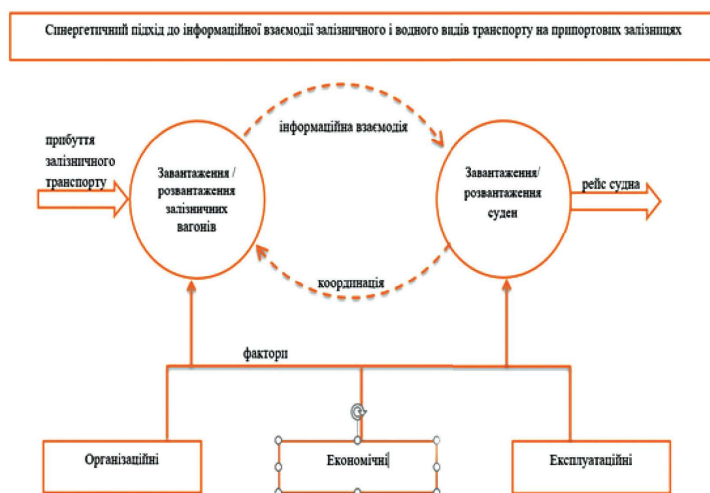


Рис. 1. Модель синергетичного підходу до єдиного інформаційного простору залізничного і водного транспорту на припортових залізницях

Вивчення інформаційних потоків та їх взаємодія дає змогу проаналізувати вантажообіг на припортових залізницях як у спільному «організмі». Головне поняття синергетики (грец. συν-, ἔργον – «діяти разом») пояснює утворення та самоорганізацію

моделей і структур у відкритих системах [7], тобто розглядається нелінійність внутрішніх процесів, припливи потоків зовнішньої енергії та загострення одного із станів, що покладено в основу розробки фізичної моделі у проектуванні нової інформаційної системи. Нелінійний характер системи пояснюється тим, що організація вантажних операцій на припортових залізницях має певні індивідуальні особливості, пов'язані з інтермодальністю транспортно-технологічних систем, як це показано в роботі [11].

Діяльність припортової залізниці безпосередньо залежить від організаційних, економічних і експлуатаційних факторів (табл. 2), але не від сумарного функціонування залізничного та водного транспорту

$$\Phi_{пз}(\Phi_{орг}, \Phi_{ек}, \Phi_{експл}) \neq \Phi_{зп} + \Phi_{вт}, \quad (1)$$

де $\Phi_{пз}$ – фактори функціонування припортової залізниці; $\Phi_{зп}$ – фактори функціонування залізничного транспорту; $\Phi_{вт}$ – фактори функціонування водного транспорту; $\Phi_{орг}$ – група організаційних факторів; $\Phi_{ек}$ – група економічних факторів; $\Phi_{експл}$ – група експлуатаційних факторів.

Таблиця 2

Організаційні, економічні та експлуатаційні фактори функціонування припортової залізниці

Фактори	Характеристика	Шляхи підвищення
Організаційні	Впровадження заходів з інформаційної підтримки проєктів	Розробка нових програмних продуктів
Економічні	Скорочення терміну простоїв вагонів та суден, зростання обсягу вантажообігу	Розвиток гнучких форм організації вантажопотоків
Експлуатаційні	Корегування асортименту вантажів за умовами міцності	Вирішення задач управління вантажними операціями

Аналіз ситуації показав можливість скорочення часу на вантажні операції як важливого економічного критерію за рахунок розвитку гнучких форм організації вантажопотоків. Визначені за допомогою моделі (рис. 1) принципи синхронізації залізниці та порту покладені в основу проектування нової інформаційної системи, для чого в роботі складено програму заходів (табл. 3) щодо підвищення ефективності виконання вантажних операцій за рахунок впровадження нових організаційних рішень з інформаційного забезпечення.

Таблиця 3

Програма заходів

Заходи	Реалізація заходів та методи вирішення
Визначення сильних та слабких сторін проєкту удосконалення вантажних операцій	SWOT-аналіз організаційно-технічних рішень з інформаційного забезпечення на припортовій залізниці (табл. 4)
Організація вантажопотоків зі складанням оптимального каргоплану	Постановка задачі щодо ефективного розміщення вантажів на судні з апробацією рішення на певному прикладі
Розробка нового інформаційного забезпечення для управління процесами завантаженості суден	Реалізація математичної моделі за допомогою UML-моделювання у вигляді нової інформаційної системи

Таблиця 4

**Ситуаційний аналіз існуючих організаційно-технічних рішень
з інформаційного забезпечення**

Критерії SWOT-аналізу	Характеристика
Strengths (сильні сторони існуючих проєктів)	Документація з базою даних Оперативне управління даними документального типу Можливість планування вантажних операцій
Weakness (слабкі сторони існуючих проєктів)	Не вирішено питання максимальної вантажомісткості та вантажопідйомності судна, скорочення терміну простою засобів транспорту в очікуванні завантаження
Opportunities (можливості розвитку)	Мінімізація дублювання даних, спрощення процедур обробки можливості виконання розрахунків з графічною інтерпретацією
Threats (загрози)	Дотримання умов міцності суден за умовами ефективного розміщення великовагових вантажів

Розроблено проєкт інформаційної системи з модульною структурою (рис. 2), для написання бази даних застосовано мову програмування Java.

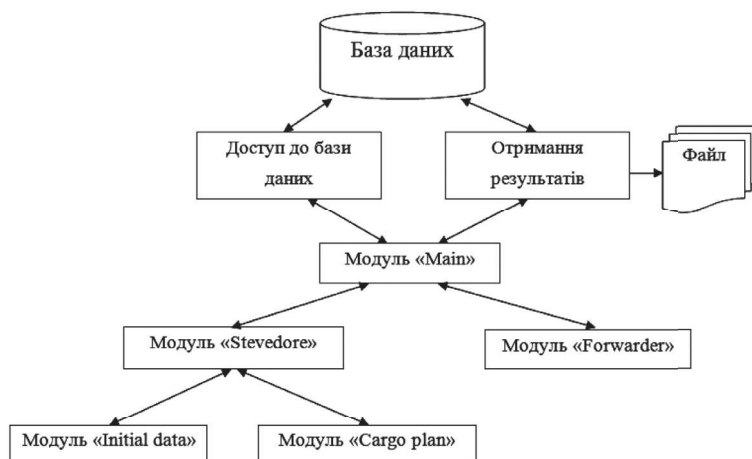


Рис. 2. Схема взаємодії модулів системи

Стисло охарактеризуємо модулі системи: «Main» надає користувачам можливості з певними ознаками доступності та забезпечує зв'язок з базою даних; «Stevedore» – переглянути наявні вантажні плани, передає результати розрахунків до головного модуля, забезпечує зв'язок модулів «Initial data» та «Cargo plan». Модуль «Initial data» дозволяє виконати перевірку наявності даних про вантаж, судно, умови рейсу та отримати доступ до інформації; «Cargo plan» – дає змогу на базі переліченої вище інформації виконати розрахунок вантажного плану судна, забезпечує його графічне зображення та дозволяє виконати ручне корегування. Модуль «Forwarder» дозволяє додавати інформацію про вантаж та передаватиме її до головного модуля.

Результати роботи апробовані на віртуальній моделі автоматизованої роботи поромних переправ. Інформаційну систему протестовано для задач обміну

інформацією при розвантаженні залізничних вагонів та завантаженні суден. Запропонований підхід також може бути застосований у сучасній практиці стивідорних та логістичних компаній.

Висновки. За допомогою синергетичного підходу досліджено взаємозв'язок організаційних, економічних та експлуатаційних складових завантаження суден на припортових залізницях з розробкою нового інформаційного забезпечення для підвищення ефективності організаційних процесів.

Практичне значення роботи полягатиме у розробці програми заходів та ситуаційному аналізі організаційно-технічних рішень з інформаційного забезпечення для завантаження суден на припортових залізницях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головка Т.В., Паровик О.О. Удосконалення процесу взаємодії залізничного та водного транспорту на основі вимог логістики. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2014. № 146. С. 66–70.
2. Бudyкo Т.В., Головка Т.В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів в умовах зростання вантажопотоків. *Збірник наук. праць ДонІЗТ*. 2006. № 8. С. 5–13.
3. Шелехань Г.І. Застосування принципів системного аналізу для раціоналізації функціонування припортових вантажних станцій з обслуговування контейнерних потоків. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2013. № 137. С. 130–134.
4. Ширяєва Л.В., Шагіна М.В. Аналіз можливостей використання залізничних поромів СК «УКРФЕРІ» для перевезення контейнерів. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2017. № 1(58). С. 76–89.
5. Казимиренко Ю.А., Егольников А.А. Повышение эффективности технического обслуживания роллкерной транспортно-технологической системы железнодорожно-паромных сообщений. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*. 2020. № 2. С. 54–60.
6. Kotlubai O., Lypynska O. The ways of multimodal and intermodal shipment state policy development in Ukraine. *Economic Innovations*. 2018. 20(2(67)). С. 77–87. doi:10.31520/ei.2018.20.2(67).
7. Потапова Г.А. Синергетический подход к управлению: монография. Изд-во : Инфра-М. 2012. 160 с.
8. Цветков В.Я. Сложные технические системы. *Образовательные ресурсы и технологии*. 2017. № 3(20). С. 86–92.
9. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва : Радио и связь. 1993. 450 с.
10. Иванова Г.С., Никишкина Т.Н. Объектно-ориентированное программирование : учебник. Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. 456 с.
11. Kazymyrenko Y., Drozd O., Yeholnikov O., Morozova H. System and analytical of the development of transport and technological systems of railway ferries. *Technology audit and production reserves*. 2020. № 2/2(52). pp. 40–42. doi: 10.15587/2312-8372.2020.200626.

12. Казимиренко Ю.О., Дрозд О.В., Єгольников О.О. Інформаційна підтримка технічного обслуговування систем залізнично-водного сполучення. В *Информационные управляющие системы и технологии. Проблемы и решения*. Одесса : ОНПУ: «Екологія». 2019. С. 151–161.
13. Калачев В.К., Карташев М.В. Интермодальные технологии перевозок грузов на паромов: современный аспект. *Научные проблемы водного транспорта*. 2020. Вып. 64. С. 134–143. doi: 10.37890/jwt.vi64.104.

REFERENCES

1. Golovko, T.V., & Parovik, O.O. (2014). Improving of the process of interaction between rail and water transport based on logistics requirements [Udoskonalennja procesu vzaemodii zaliznichnogo ta vodnogo transportu na osnovi vimog logistiki]. *Collection of scientific works UkrDAZT*, 146, 66–70.
2. Bud'ko, T.V., & Golovko, T.V. (2006). Improving of the interoperability of ports and railway junctions in the context of freight traffic increasing [Udoskonalennja sumisnoi roboti portiv ta zaliznichnih vuzliv v umovah zrostantnja vantazhopotokiv]. *Collection of scientific works DonIZT*, 5–13.
3. Shelehan', G.I. (2013). Applying of the principles of systems analysis to streamline the operation of port cargo service stations for container flows maintenance [Zastosuvannja principiv sistemnogo analizu dlja racionalizacii funkcionuvannja priportovih vantazhnikh stancij z obslughovuvannja kontejnerних potokiv]. *Collection of scientific works of the Ukrainian State Academy of Railway Transport*, 137, 130–134.
4. Shirjaeva, L.V., & Shagina, M.V. (2017). Analysis of the possibilities of using railway ferries of "UKRFERI" shipping company for container transportation [Analiz mozhlivostej vikoristannja zaliznichnih paromiv SK "UKRFERI" dlja perevezennja kontejneriv]. *Development of methods of transport management and administration*, 76–89.
5. Kazimirenko, Yu.A., & Egochnikov, A.A. (2020). Improving the efficiency of maintenance of the roll-on transport-technological system of railway-ferry communications [Povyshenie effektivnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniia rollkernoi transportno-tekhnologicheskoi sistemy zheleznodorozhno-paromnykh soobshchenii]. *Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy*, 2, 54–60.
6. Kotlubai, O., & Lypynska, O. (2018). The ways of multimodal and intermodal shipment state policy development in Ukraine [Puti razvitiia gosudarstvennoi politiki v sfere multimodalnykh i intermodalnykh perevozok v Ukraine]. *Economic Innovations*, 20(2(67)), 77–87. [https://doi.org/https://doi.org/10.31520/ei.2018.20.2\(67\).77-87](https://doi.org/https://doi.org/10.31520/ei.2018.20.2(67).77-87)
7. Potapova, G.A. (2012). Synergetic approach to the management: monograph [Sinergeticheskii podkhod k upravleniiu : monografiia]. Infra-M.
8. Cvetkov, V.Ja. (2017). Complex technical systems [Slozhnye tekhnicheskie sistemy]. *Educational resources and technologies*, 3 (20), 86–92.

9. Saati, T.L. (1993). Decision-making. Method for hierarchies analyzing [Priniatie reshenii. Metod analiza ierarkhii]. Moscow: Radio and communication.
10. Ivanova, G.S., Nikishkina, T.N. (2014). Object-oriented programming: textbook [Obektno-orientirovannoe programmirovaniye: uchebnik]. Moscow: MSTU im. N.E. Bauman.
11. Kazymyrenko, Yu.A., Drozd, O.V., Yeholnikov, O.A., & Morozova, H.S. (2020). System and analytical study of the development of transportation and technological systems of railway ferries [Sistemno-analiticheskoe issledovanie razvitiia transportno-tekhnologicheskikh sistem zheleznodorozhnykh paromov]. *Technology audit and production reserves*, 2/2(52), 40–42. doi: 10.15587/2312-8372.2020.200626.
12. Kazymyrenko, Ju.O., Drozd, O.V., Yegol'nikov, O.O. (2019). Information support of maintenance of railway-water communication systems [Informacijna pidtrimka tehničnogo obslugovuvannja sistem zaliznično-vodnogo spoluchennja]. *Information management systems and technologies. Problems and solutions*. Odessa: ONPU: "Jekologija", 151–161.
13. Kalachev, V.K., & Kartashev, M.V. (2020). Intermodal technologies of cargo transportation by ferries: modern aspect [Intermodalnye tekhnologii perevozok Грузов на паромках: современный аспект]. *Scientific problems of water transport*, 64, 134-143. doi: 10.37890/jwt.vi64.104.