

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 656.073.28

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2024.104.0.112

АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕКСПОРТНИХ ВАНТАЖІВ
У МОРСЬКИХ ПОРТАХ

Коскіна Ю. О., Дрожжин О. Л.

Одеський національний морський університет

Анотація. У статті розглянуто основний вид діяльності портового оператора на оперативному рівні – відвантаження на експорт контрактної партії вантажу. Цей процес складається з 3 складових – транспортування контрактної партії вантажу до порту; пошук партії вантажу в порту; безпосереднє завантаження на судно. Для кожного з цих етапів зафіксовано часові точки відліку його початку та закінчення, а також визначено функції портового оператора. Визначено причиново-наслідкові зв'язки в часі.

Ключові слова: морський порт, експортні навалочні вантажі, завантаження, обслуговування вантажів у порту

Вступ

Морські порти України на сьогодні, як і з початку існування нашої держави, здійснювали важливу функцію в транспортному забезпеченні зовнішньоторговельних операцій. Річні обсяги транспортування вантажів в експортно-імпортному та транзитному напрямках у довоєнні роки перевищували позначку в 100 млн. т [1]. Прийняття 2012 р. Закону України «Про морські порти» [2] розмежувало діяльність портів на управлінську складову та визначило відповідні функції і повноваження новоствореної структури – Адміністрації морських портів України. Функцію традиційного стивідорного оброблення суден і вантажів здійснюють приватні та державні стивідорні компанії. Такі послуги, тобто комплекс транспортного обслуговування вантажів у міжнародному та внутрішньому сполученні, зокрема їх перевалка на та з морських суден й інших транспортних засобів, які на сьогодні реалізуються у співпраці з експедиторськими та агентськими компаніями або ж відповідними відділами безпосередньо стивідорних компаній, до прийняття цього закону надавались портами, що фактично функціонували як стивідорні компанії.

Нині цей Закон визначає компанії, які здійснюють функції перевалки вантажів у портах та інші послуги, як портові оператори [2].

Аналіз публікацій

Базові основи діяльності стивідорних компаній наведено в навчально-методичних роботах та в наукових дослідженнях закордонних [3–9] та вітчизняних [10–12] вчених, які

створили підґрунтя для вирішення окремих завдань удосконаленням організаційного та техніко-технологічного забезпечення надання стивідорних послуг. Зокрема в [13–15] визначено економічний потенціал стивідорних компаній як ключових компонентів транспортної галузі регіонів зазначено особливості організації та правового підґрунтя стивідорного бізнесу.

Досліджено особливості організації стивідорного бізнесу на спеціалізованих контейнерних терміналах [16–20]. Зокрема в [17, 18] здійснено аналіз управління діяльністю стивідорної компанії, у [19–20] розглянуто засади автоматизації виробничих процесів перевантажування із контейнерів запропоновано у [19–20]. Певні аналогічні рішення щодо стивідорних компаній, які працюють із навалочними вантажами, запропоновано в [21].

Обслуговування вантажопотоків у портах як складовий елемент стивідорної діяльності розглянуто не в комплексі послідовних процесів та операцій, які мають бути реалізовані для забезпечення відвантаження вантажу, а як складова частина доставки вантажу (концептуальний підхід [22]). Стратегічна діяльність стивідорних компаній як ключових компонентів портів – вузлів, де функціонують різноманітні види транспорту, з метою передання/прийому вантажу досліджено в роботі [23], і науковий внесок автора у розвиток транспортної галузі є беззаперечним. Проте оперативний рівень роботи портового оператора в процесі перевалки вантажу на морські судна, тобто основний вид їхньої діяльності, авторами не досліджувався.

Саме до оперативного виду діяльності портів операторів умовно (оскільки документи є все ж таки юридичними за своїм змістом, а не такими, якими визначаються технологічні процеси) належать документи, якими вони мають керуватися. Під час процесу транспортного обслуговування вантажів, крім внутрішніх нормативних та розпорядчих документів, портові оператори мають дотримуватися норм чинного законодавства України, зокрема «Правил надання послуг у морських портах України» [24], які регулюють порядок надання послуг та оформлення документів завантажувально-розвантажувальних робіт, які реалізуються портовими операторами в морських портах. На сьогодні вони лише фіксують відносини учасників відповідної складової транспортного обслуговування вантажів, не регламентуючи порядок та послідовність здійснення процесу портовими операторами.

Мета та постановка завдання

Метою статті є розроблення аналітичної моделі обслуговування партії експортного вантажу в морському порту у їхньому взаємозв'язку та взаємозумовленості. З цією

метою в роботі пропонується використати апарат темпоральної логіки, що дозволяє формалізувати логічні зв'язки процесів та явищ у часі [25, 26]. Досягнення мети передбачає вирішення таких завдань: визначення основних етапів обслуговування контрактної партії експортного вантажу в морському порту та причинно-наслідкових зв'язків між окремими етапами; аналіз процесів і операцій, які реалізуються портовим оператором для забезпечення можливості відвантаження вантажу на судно.

Основний матеріал

Основним об'єктом вантажообігу морських торговельних портів України є сухі масові вантажі – зерно, руда, металопродукція [1]. Такі вантажі надходять до морських портів суміжними видами транспорту (здебільшого залізницею). Ключовою організацією, яка на сьогодні забезпечує перевалку такого вантажу з наземного виду транспорту на морські судна (із проміжним зберіганням або без нього), є портовий оператор. Процес транспортного обслуговування партії вантажу складається з 3 етапів (рис. 1).

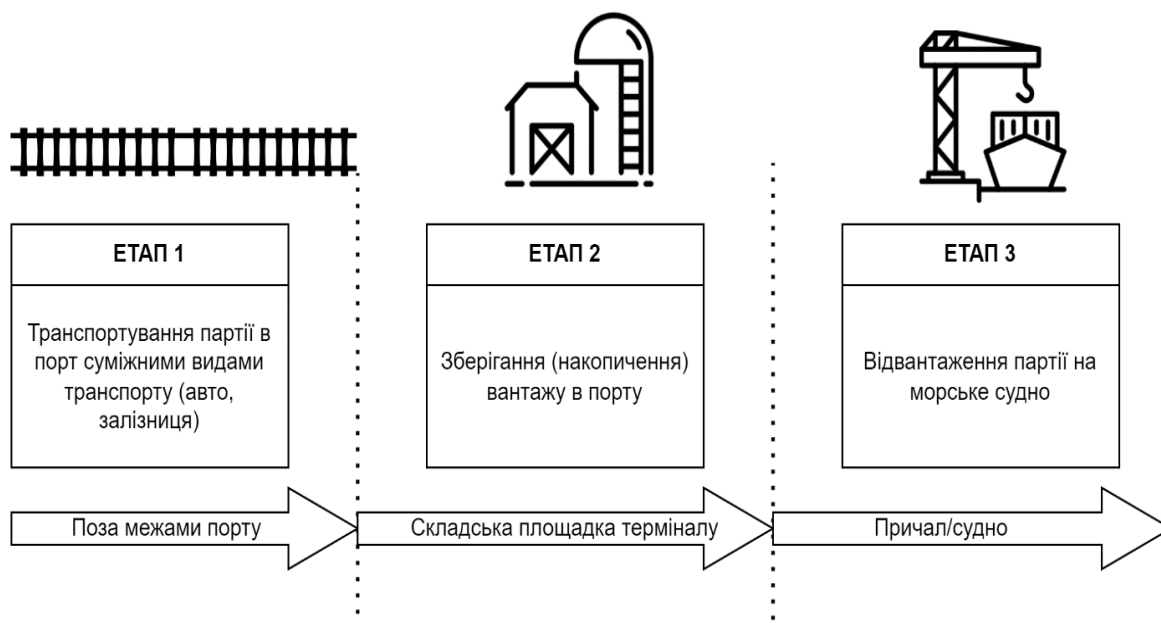


Рис. 1. Основні етапи процесу відвантаження (експорт)

Надходження вантажу до порту відвантаження є процесом p_3 із моменту його початку t_3^n , коли перші транспортні засоби суміжних видів транспорту прибувають до порту відвантаження із контрактною партією, до закінчення t_3^K . Можливий початок процесу відвантаження на судно ще до прибуття

контрактної партії в повному обсязі на територію порту, коли її частина знаходиться ще на суміжних видах транспорту. Для запобігання цього з метою унеможливлення виникнення ситуацій, які призведуть до суттєвих комерційних ризиків простоїв судна, судновий агент завчасно повідомляє вантажовідправнику та іншим особам, які беруть участь у

цьому процесі, дату прибуття, що мінімізує ситуації, коли на момент прибуття судна до порту контрактна партія не є готовою до завантаження.

Прибуття вантажу до порту відвантаження є можливим лише за наявності відповідного договору перевалки із портовим оператором та підтвердженням прийому контрактної партії у повному обсязі, що в термінах темпоральної логіки може бути подано як

$$G\left[\left(-t_3^n\right)U\left(\left(-t_\delta\right)\vee\left(-t_{ок}\right)\right)\right], \quad (1)$$

де G і U – темпоральні оператори GLOBALLY і UNTILL; t_δ – момент укладання договору про перевалку вантажу із портовим оператором; $t_{ок}$ – момент отримання підтвердження прийому вантажу (вантажна партія внесена до плану завезення або підтвердження в оперативному порядку (так званою «телеграмою»)).

Таким чином:

$$\begin{aligned} & \left(t_\delta \vee t_{ок}\right) \mid = F_{p_3} \equiv, \\ & \equiv \left(\exists t_3^n \geq \left(t_\delta \vee t_{ок}\right)\right) : t_3^n \mid = p_3, \end{aligned} \quad (2)$$

де F – темпоральний оператор FUTURE.

Надходження вантажу до порту є безперервним процесом:

$$\begin{aligned} & t_3^n \mid = p_3 U p_n \equiv \left(\exists t_3' \geq t_3^n\right) : \\ & : \left(t_3' \mid = p_n \wedge \left(\forall t_3' : t_3^n \leq t_3' < t_3^K\right) : t_3' \mid = p_n\right), \end{aligned} \quad (3)$$

де p_n – пошук вантажу в порту:

$$p_n = \left[t_n^n ; t_n^K\right], \quad (4)$$

де t_n^n – момент початку пошуку повної контрактної партії вантажу в порту, на підтвердження чого оформлюється пакет документів відповідно до вимог відправника (наприклад, Forwarders Certificate of Receipt або Warehouse Receipt), тобто

$$t_n^n \equiv t_{док}, \quad (5)$$

де $t_{док}$ – момент оформлення документів на підтвердження транспортування до порту відправлення всієї контрактної партії вантажу,

t_n^K – момент закінчення пошуку всієї контрактної партії вантажу до порту; t_3' – довільно визначена точка на зазначеному інтервалі, яка фактично є моментом часу здійснення моніторингу руху вантажу суміжними видами транспорту до порту відвантаження.

На сьогодні можливим для здійснення є і варіант одночасного надходження усієї контрактної партії вантажу до порту (наприклад, одним залізничним складом). У такому випадку

$$t_3^n \equiv t_3^K. \quad (6)$$

Фактично процес надходження контрактної партії вантажу здійснюється відповідно до (3) або відповідно до (6), тобто

$$\begin{aligned} & G\left[\neg\left(t_3^n \mid = p_3 U p_n \equiv \left(\exists t_3' \geq t_3^n\right) : \right. \right. \\ & : \left. \left. \left(t_3' \mid = p_n \wedge \left(\forall t_3' : t_3^n \leq t_3' < t_3^K\right) : t_3' \mid = p_n\right) \vee \right. \right. \\ & \left. \left. \wedge \left(t_3^n \equiv t_3^K \equiv t_n^n\right)\right]. \end{aligned} \quad (7)$$

Контрактна партія вантажу знаходиться в порту з моменту повного її накопичення t_n^n безперервно до наступного етапу, тобто до відвантаження партії вантажу на судно:

$$\begin{aligned} & t_n^n \mid = p_n U p_\delta \equiv \left(\exists t_n' \geq t_n^n\right) : \\ & : \left(t_n' \mid = p_\delta \wedge \left(\forall t_n' : t_n^n \leq t_n' < t_n^K\right) : t_n' \mid = p_\delta\right), \end{aligned} \quad (8)$$

де t_n' – довільно визначена точка на зазначеному інтервалі, яка фактично є моментом часу здійснення певних супутніх процесів підготовки до наступного етапу – відвантаження вантажу на судно p_δ .

Процес пошуку вантажу в порту може крім безпосереднього зберігання на складських майданчиках/приміщеннях, складатися з певного комплексу додаткових послуг, які здійснюються на замовлення вантажовласника. Зокрема, відповідно до його інструкцій, вантаж може бути відмаркований та відсортований відповідно до коносаментних партій; для зернових вантажів з огляду на їхні транспортні особливості може бути замовлений процес просушування для подальшого відвантаження на судно в стані, який забезпечуватиме зберігання якостей зерна. Комплекс таких послуг залежить від інструкцій

вантажовідправника та визначається транспортними особливостями вантажу:

$$\forall q \exists F = \{f_j\}, \quad (9)$$

де q – вантаж; f_j – послуга, яка здійснюється портовим оператором відповідно до вказівок відправника під час перебування контрактної партії у порту, а здійснення такої послуги під час знаходження вантажу в порту до завантаження на судно має відбуватися не довше за період знаходження там судна:

$$\forall f_j \exists \left(\left[t_{f_j}^n; t_{f_j}^k \right] \in \left[t_n^n; t_n^k \right] \right), \quad (10)$$

де $t_{f_j}^n$ – момент початку процесу здійснення послуги f_j ; $t_{f_j}^k$ – момент закінчення процесу надання послуги f_j .

Перелік таких послуг, які можуть надаватися подано в [25]. Крім того, деякі з них можуть бути реалізовані на наступному етапі транспортного обслуговування партії вантажу – відвантаження на судно p_g , який має часові моменти свого початку t_g^n та закінчення t_g^k :

$$p_g = \left[t_g^n; t_g^k \right]. \quad (11)$$

Такий процес є безперервним (без можливих зупинок через погодні умови, які можуть унеможливити здійснення перевантажувальних процесів):

$$\begin{aligned} & t_g^n | = p_g \cup p' \equiv (\exists t'_g \geq t_g^n) : \\ & : (t'_g | = p' \wedge (\forall t'_g : t'_g \leq t'_g < t_g^k) : t'_g | = p'), \quad (12) \end{aligned}$$

де t'_g – довільно визначена точка на зазначеному інтервалі, яка є моментом відстеження процесу завантаження вантажу на судно; p' – внутрішній (для портового оператора) процес оформлення моменту закінчення відвантаження контрактної партії.

На етапі безпосереднього завантаження на судно, як і на попередньому, портовим оператором можуть надаватися певні додаткові послуги:

$$\forall q \exists F' = \{f'_j\}, \quad (13)$$

де f'_j – послуга, як може надаватися портовим оператором відповідно до вказівок відправника під час завантаження вантажу на судно.

Відповідно до (13)

$$\forall f'_j \exists \left(\left[t_{f'_j}^n; t_{f'_j}^k \right] \in \left[t_g^n; t_g^k \right] \right), \quad (14)$$

де $t_{f'_j}^n$ – момент початку надання послуги, $t_{f'_j}^k$ – момент закінчення надання послуги f'_j .

Висновки

Упорядкування окремих складових процесу транспортного обслуговування вантажів портовим оператором, аналіз причинно-наслідкових зв'язків між ними з огляду на умови роботи сприяє вдосконаленню основного виду діяльності портових операторів на оперативному рівні, визначає підстави для забезпечення цифровізації технологічних процесів у портах, внаслідок чого можна вдосконалити процес транспортного обслуговування вантажопотоків, зокрема експортних вантажів. Запропонований підхід може бути використаний для розроблення технологічних схем, зокрема робочих, якими визначаються процедури надходження, знаходження та відвантаження вантажу в морських портах.

Література

1. Офіційний сайт Адміністрації морських портів України. URL: <https://www.uspa.gov.ua/> (дата звернення: 12.01.2024)
2. Про морські порти України: Закон України від 17 травня 2012 р. № 4709-УІ. *Офіційний вісник України*. 2012. № 45.
3. Maria G. Burns. *Port Management and Operations*. Taylor & Francis Group, LLC, 2015. 490 p.
4. Alan E. Branch. *Elements of Port Operation and Management*. Chapman and Hall Ltd, 1986. 265 p.
5. Wayne K. T. *Port Economics*. Routledge: USA, NY, 2009. 208 p.
6. Bird J. H. *Seaports and Seaport Terminals* [Text]. London: Hutchinson, 1971. 240 p.
7. Jürgen Sorgenfrei. *Port Business: Second Edition*. DEG Press, 2018. 560 p.
8. John R. Van Plantinga *Shipping for Profit A Guide to Stevedoring Management*. Fairplay, 1986. 56 p.
9. Проблеми функціонування та розвитку портів: монографія / Кириллова О. В. та ін. Львів–

- Торунь: Liha-Pres, 2022. Серія «Транспортні системи і технології». 438 с. ISBN 978-966-397-289-3. ISSN 2663-9858. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-289-3>
10. Транспортні системи і технології: проблеми функціонування і розвитку портів. Том 5: серія монографій / Кириллова О. В. та ін. Одеса: КУ-ПРИЄНКО СВ, 2020. 157 с. ISBN 978-617-7880-09-6. DOI: 10.30888/2663-9858.2020-05.
 11. Кириллова О. В. Управління роботою портів. Основи теорії і практики. Одеса, 2019. 141 с.
 12. Замлинський В. А., Яковенко О. І. Розвиток стивідорних підприємств як один із засобів покращення стану економіки регіону. *Економіка: реалії часу*. 2021. № 3 (55). С. 41–48.
 13. Дем'янченко А. Г. Дослідження ефективності діяльності державних і приватних стивідорів у морських портах України. *БізнесІнформ*. 2016. №2. С. 178–184.
 14. Бойко М. О. Сучасні тенденції стивідорного бізнесу в Україні. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2018. № 63. С. 133–144.
 15. Midoro R., Musso E., Parola F. Maritime liner shipping and the stevedoring industry: market structure and competition strategies. *Maritime Policy and Management*. 2005. Vol. 32. P. 89–106. DOI: <https://doi.org/10.1080/03088830500083521>
 16. Shang K.-Ch., Tseng W.-J. A risk analysis of stevedoring operations in seaport container terminals. *Journal of Marine Science and Technology*. 2020. Vol. 18: Iss. 2. P. 201–210. DOI: 10.51400/2709-6998.2319
 17. Sim M.-S., Lee J.-M., Kim D.-Y., Kim Y.-S. A Study on Improvement of Safety Management by Port Stevedoring Industry. *Journal of Navigation and Port Research*. 2023. Vol. 47(1). P. 37–48. DOI: <https://doi.org/10.5394/KINPR.2023.47.1.37>
 18. Cho S., Won S., Choi S. A Comparative Study on Automated Container Terminal according to Stevedoring System. *Journal of Korea Port Economic Association*, 2014. Volume 30. Issue 3. P. 121–140.
 19. Xiao-fa Sh., Lin-lin L., Lu Q. Modeling and Simulation for Stevedoring Technology Scheme of a Novel Automatic Container Terminal System. *Proceedings of ICCTP 2011. Towards Sustainable Transportation Systems*. [https://doi.org/10.1061/41186\(421\)391](https://doi.org/10.1061/41186(421)391). URL: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41186\(421\)391](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41186(421)391) (дата звернення 16.01.2024)
 20. Park S.-M, Nam Ho-Ki Lee, Sang-Keun Kang, Kab-Soul, Park, Hyung-Geun. Design and Effectuation for Stevedoring Information System for the Bulk Freight Terminal. *Journal of the Korea Safety Management & Science*. 2010. Volume 12. Issue 2. P. 173–181.
 21. Коскіна Ю. О. Формалізація процесу організації системи доставки вантажів. *Наукоємі технології*. 2020. № 1. С. 111–117. DOI: 10.18372/2310-5461.44.14325
 22. Muradian A. O. Ensuring a coordinated cargo transshipment process management in general transport hubs. *Технологічний аудит і резерви виробництва*. 2014. Вип. 3/1 (17). С. 48–53.
 23. Про затвердження Правил надання морських послуг у портах України: Наказ Міністерства інфраструктури України від 5 червня 2013 р. № 348. *Офіційний вісник України*. 2013. № 65.
 24. Fisher M. An Introduction to Practical Formal Methods Using Temporal Logic. Wiley. 2011. 368 p.
 25. Goldblatt R. Logics of Time and Computation. Center for the Study of Language and Information. 1987. 131 p.

References

1. Ofitsiyni sait Administratsii morskyykh portiv Ukrainy. Available at: L: <https://www.uspa.gov.ua/> (accessed 12.January 2024).
2. Pro morski porty Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 17 travnia 2012 r. № 4709-UI [About sea ports of Ukraine]. *Ofitsiyni visnyk Ukrainy – Official bulletin of Ukraine*. 2012. № 45.
3. Mariia, G. Burns. Port Management and Operations. Taylor & Francis Group, LLC. 2015. 490 p.
4. Alan, E. Branch. Elements of Port Operation and Management. Chapman and Hall Ltd, 1986. 265 p.
5. Wayne, K. T. Port Economics. Routledge: USA, NY, 2009. 208 p.
6. Bird, J. H. Seaports and Seaport Terminals [Text]. London: Hutchinson, 1971. 240 p.
7. Jürgen Sorgenfrei. Port Business: Second Edition. DEG Press, 2018. 560 p.
8. John, R. Van Plantinga Shipping for Profit A Guide to Stevedoring Management. Fairplay, 1986. 56 p.
9. Problemy funktsionuvannia ta rozvytku portiv [Problems of functioning and development of ports]. Tom 7: monohrafiia / za red. Kyryllovoi, O. V., Ivanovoi, I. M. Lviv-Torun: Liha-Pres, 2022. 438 p. (Seria «Transport Systems and Technologies»). ISVN 978-966-397-289-3. ISSN 2663-9858. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-289-3>
10. Transportni systemy i tekhnolohii: problemy funktsionuvannia i rozvytku portiv [Transport systems and technologies: problems of functioning and development of ports]. Tom 5: seriia monohrafii / za red. Kyryllovoi, O. V., Tykhonina, V. I. Odessa: KUPRIєNKO SV, 2020. 157 p. ISBN 978-617-7880-09-6. DOI: 10.30888/2663-9858.2020-05.
11. Kyryllova, O. V. Upravlinnia robotoiu portiv. Osnovy teorii i praktyky: navchalnyi posibnyk [Management of ports. Basics of theory and practice]. Odessa, 2019. 141 p.
12. Zamlynskyi, V. A., Yakovenko, O. I. Rozvytok styvidornykh pidpriemstv yak odyin iz zasobiv pokrashchennia stanu ekonomiky rehionu

- [Development of stevidor enterprises as one of the means of improving the economy of the region] . *Ekonomika: realii chasu Economics: time realities*. 2021. № 3 (55). P. 41–48.
13. Demianchenko, A. H. Doslidzhennia efektyvnosti diialnosti derzhavnykh i pryvatnykh styvidoriv u morskyykh portakh Ukrainy [Study on the performance of both public and private stevedores in the seaports of Ukraine]. *BiznesInform – BusinessInform*. 2016. №2. P. 178–184.
 14. Boiko, M. O. Suchasni tendentsii styvidornoho biznesu v Ukraini [Modern trends for development of stevedoring companies of Ukrainian]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti – The bulletin of transport and industry economics*, 2018. № 63. P. 133–144.
 15. Midoro, R., Musso, E., Parola, F. Maritime liner shipping and the stevedoring industry: market structure and competition strategies. *Maritime Policy and Management*. 2005. Vol. 32. P. 89–106. DOI: <https://doi.org/10.1080/03088830500083521> DOI: <https://doi.org/10.1080/03088830500083521>
 16. Shang, K.-Ch., Tseng W.-J. A risk analysis of stevedoring operations in seaport container terminals. *Journal of Marine Science and Technology*. 2020. Vol. 18: Iss. 2. P. 201–210. DOI: 10.51400/2709-6998.2319
 17. Sim, M.-S., Lee, J.-M., Kim, D.-Y., Kim, Y.-S. A Study on Improvement of Safety Management by Port Stevedoring Industry. *Journal of Navigation and Port Research*. 2023. Vol. 47(1). P. 37–48. DOI: <https://doi.org/10.5394/KINPR.2023.47.1.37>
 18. Cho, S., Won, S., Choi, S. A Comparative Study on Automated Container Terminal according to Stevedoring System. Volume 30. Issue 3. P. 121–140.
 19. Xiao-fa, Sh., Lin-lin, L., Lu, Q. Modeling and Simulation for Stevedoring Technology Scheme of a Novel Automatic Container Terminal System. *Proceedings of ICCTP 2011: Towards Sustainable Transportation Systems*. [https://doi.org/10.1061/41186\(421\)391](https://doi.org/10.1061/41186(421)391). URL: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41186\(421\)391](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41186(421)391) (date ringing: 16.01.2024)
 20. Park, S.-M, Nam Ho-Ki Lee, Sang-Keun Kang, Kab-Soul, Park, Hyung-Geun. Design and Effectuation for Stevedoring Information System for the Bulk Freight Terminal. *Journal of the Korea Safety Management & Science*. 2010. Volume 12. Issue 2. P. 173–181.
 21. Koskina, Yu. O. Formalizatsiia protsesu orhanizatsii systemy dostavky vantazhiv [Formalization of the process of organization of the cargo delivery system]. *Naukoiemni tekhnologii – Science-Based Technologies*. 2020. № 1. P. 111–117. DOI: 10.18372/2310-5461.44.14325
 22. Muradian, A. O. Ensuring a coordinated cargo transshipment process management in general transport hubs. *Технологічний аудит і резерви виробництва – Technology audit and production reserve*. 2014. Вип. 3/1 (17). P. 48–53.
 23. Pro zatverdzhennia Pravyl nadannia morskyykh posluh u portakh Ukrainy: Nakaz Ministerstva infrastruktury Ukrainy vid 5 chervnia 2013 r. № 348 [On the approval of the Rules for the provision of maritime services in the ports of Ukraine: Order of the Ministry of Infrastructure of Ukraine dated 5 June 2013 № 348]. *Ofitsiyni visnyk Ukrainy – Official bulletin of Ukraine*. 2013. № 65.
 24. Fisher, M. An Introduction to Practical Formal Methods Using Temporal Logic. Wiley. 2011. 368 p.
 25. Goldblatt, R. Logics of Time and Computation. Center for the Study of Language and Information, 1987. 131 p.
- Коскіна Юлія Олександрівна**, д.т.н., проф. каф. експлуатації флоту і технології морських перевезень, yuliia.koskina@ukr.net, тел. +380672688050
- Дрожжин Олександр Леонідович**¹, к.т.н., доц. каф. експлуатації флоту і технології морських перевезень, alexey.drozhhyn@ukr.net, тел. +380504153676
- Одеський національний морський університет, вул. Мечнікова, 34, м. Одеса, 65029, Україна.
- ### Analytical model of servicing export cargo in sea ports
- Abstract. Problem.** Large turnovers of export bulk cargoes in Ukrainian ports underline the necessity to improve cargo services provided by port operators. The first step of solving it is identifying the processes, the elements of cargo services and their formalization in time considering the cause-and-effect relationships. **Goal.** To create a formalized description of the process and operations related to the maintenance of a contract consignment of export cargo in a sea port in their mutual connection and mutual conditionality. **Methodology.** The tool of temporal logic was used to formalize the processes and operations of export bulk cargo servicing by stevedoring company (port operator) that helps to model the process within cause-and-effect relationships between components of the cargo servicing process. **Results.** The paper studies the main activity of the port operator at the operational level – the shipment for export of the contract cargo consignment. This process from the point of view of the port operator is presented as consisting of three components – the arrival of the contract consignment of cargo to the port; finding the consignment at the port; direct loading onto the vessel. For each of the named stages, the time points of its beginning and finishing are fixed, and the functions of the port operator are also defined. Each of the components is formalized in terms of temporal logic as a continuous process, and the finishing of one component is the beginning of the next stage, which ensures the interdependence of individual components of cargo shipment by the port

operator. The receipt of the contract consignment of cargo (and, accordingly, all subsequent stages of its shipment) are not possible without a contract for cargo handling concluded with the port operator and confirmation of the possibility of acceptance the cargo. The stage of finding the contract consignment of port cargo is accompanied by the provision of additional services, which are provided by the port operator upon request and in accordance with the instructions of the cargo owner. The direct loading of the contracted consignment of cargo onto the vessel is actually the main type of production activity of the port operator at the operational level, the implementation of which is also accompanied by a certain set of additional related services. **Originality.** Cargo handling in ports is firstly presented as a formalized complex of interrelated processes in their logical sequence, starting from the moment of arrival of the contract consignment of export cargo at the port and

finishing with its shipment to the sea vessel. **Practical value.** The obtained results can be used by port operators for the development of relevant technological schemes of cargo handling, in particular their digitalization, as well as monitoring of the process in consideration in order to identify "bottlenecks" and develop measures to eliminate them.

Key words: sea port, export bulk cargoes, loading, cargo handling.

Koskina Yuliia, professor, Doct. of Science. Department of fleet operation and shipping technology, yuliia.koskina@ukr.net, phone. +380672688050

Drozhzhyn Oleksii, Ph.D., Assoc. Prof. Department of fleet operation and shipping technology, alexey.drozhzhyn@ukr.net, phone. +380504153676 Odesa National Maritime University, 65029, Odesa, Mechnikova Str, 34.
