

УДК 629.045:656.07

DOI 10.47049/2226-1893-2025-3-165-178

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОБРОБКИ СУДЕН

О.Р. Магамадов

к.т.н., професор кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт»

Одеський національний морський університет, Одеса, Україна

Анотація. Дослідження виконано з метою обґрунтування підходу до створення методичного забезпечення адаптивного управління на короткострокових інтервалах часу процесом обробки суден (ПОС), який тлумачиться як складна динамічна система зі змінною структурою.

Показано, що досягнення цієї мети належить здійснювати на основі концепції так званого розумного порту (*smart port*) шляхом інтелектуалізації й адаптації як інструментів реалізації розумного управління (*intelligent management*) зазначеним процесом.

Відзначено, що висунута орієнтація залишається маловивченою й потребує поглибленого дослідження з урахуванням сучасних наукових трендів у сфері управління виробничими системами та процесами.

У відповідності зі згаданою орієнтацією дослідницької роботи обґрунтовано підхід до створення механізму управління ПОС на певному часовому інтервалі з аналізом логіки його структуризації, параметризації та розбиття на етапи (кроки).

Створено двоконтурну адаптивну модель управління ПОС шляхом поєднання програмного управління (планування) з управлінням, що слідує (моніторинг + аналіз) та стабілізує (регулювання) у ковзному (рухливому) режимі. Розроблено теоретико-методичний арсенал адаптивного управління ПОС в огляді алгоритмів адаптивної оптимізації безперервного ведення ситуаційного й календарних планів обробки суден.

Першим зі зазначених алгоритмів здійснюється управління множиною суден, прийнятих портом до обробки на протязі певного періоду часу.

Другий алгоритм призначений для складання, коригування та перескладання календарних планів обробки окремо розглянутих суден. Запропоновано коректні методи розв'язання основних локальних завдань управління ПОС.

Ключові слова: обробка суден, управління, адаптація, інтелектуалізація, оптимізація, ситуаційне планування, алгоритмізація, календарний, ковзний.

UDC 629.015.656.07

DOI 10.47049/2226-1893-2025-3-165-178

THE METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF ADAPTIVE MANAGMENT OF LOADING AND UNLOADING OF SHIPS

O. Mahamadov

PhD, Professor at the Department of «Port operation and cargo handling technology»

Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine

Abstract. *The study was carried out with the aim of creating methodological support adaptive control of the process of loading and unloading of ships. This process is interpreted as a complex dynamic system with a reliable structure over short time intervals.*

It is shown that the achievement of this goal should be carried out on the basis of the smart port concept by intellectualizing adaptation as tools for implementing smart control by the mentioned process.

It is noted that the advanced orientation remains poorly understood and requires in-depth research taking into account modern scientific trends in the field of management of production systems and processes. In accordance with this conclusion, an approach to the creation of a mechanism for managing the processing of vessels at a certain time with analysis of the logic of structuring, parameterization and division on stages steps.

A two-loop adaptive control model was created by potential of software (planning), tracking (monitoring) and stabilizing (control regulation) in sliding (mobile) mode. A theoretical and methodological arsenal of adaptive control of the processing of loading and unloading of ships in the form of adaptive optimization algorithms for continuous maintenance of situational and calendar plans for loading and unloading of ships.

The first of these algorithms is to manage a certain set of vessels that are accepted for service by the port over a set period of time.

The second algorithm is intend a for drawing up adjustments and re-drawing up calendar plans for servicing locally considered vessels. Correct methods for solving local problems of ship maintenance management are proposed, which are distinguished by their simplicity, practical expediency in implementation.

Keywords: *loading and unloading of ships, control, adaptation, intellectualization, optimization, situational planning, calendar planning, algorithmization, sliding mode.*

Постановка проблеми. Відомо, що до числа найбільш актуальних проблем прикладних гілок науки управління відноситься короткострокове керування виробничими процесами. Ця констатація ґрунтується на двох обставинах, перша з яких полягає у тому, що зазначений режим управління здійснюється, коли витрати й результати формуються в конкретних виробничих умовах, а їх рівень обумовлю-

ється фактичною віддачею ресурсного потенціалу підприємств. Друга обставина йде від суттєвої складності будь-якого виробництва й можливості прояви внаслідок цього «тисячі й однієї дрібниці», що може вплинути на реалізацію й економічні наслідки управління керованим процесом.

У загальній теорії управління згаданий режим управління виробничими процесами відносять до класу важко формалізованих і називають по-різному: управлінням, оперативним управлінням, регулюванням, оперативним регулюванням, оперативним плануванням, безперервним плануванням, рухливим плануванням. При цьому відзначається, якщо відволіктися від нюансів, до того ж важко помітних, то можна легко зрозуміти, що йдеться про одне й теж, а саме – про створення та реалізацію певного механізму керування розглянутим процесом. Такий механізм може бути створено заздалегідь, або формуватися в ході виконання керованого процесу, відрізнятися деталізацією, або усередненням значень показників, містити конкретно визначену послідовність процесу, або лише перелік його складових зі вказівкою певних правил виконання. З теоретичної точки зору це не є принциповим, тому що вибір керованих рішень потрібно здійснювати у відповідності з конкретними характеристиками керованого процесу.

Зрозуміло також, що у будь-якому випадку ключова умова короткострокового управління полягає в необхідності пристосування до прояви факторів, які проявляються у ході реалізації цього процесу. Звідси впливає допустимість і доцільність використання визначення «адаптивне управління», яке найбільш повно відображає суть і сенс короткострокового керівництва. Це визначення прийнято в даній статті, в якій викладено результати дослідження ключових питань забезпечення управління процесом обробки суден з орієнтацією на створення інтелектуального потенціалу smart port у єдності зі сучасними науковими трендами у розвитку теорії управління портами [1; 2]. При цьому мислиться, що механізм управління обробкою суден будується заздалегідь.

Аналіз останніх публікацій. Ідею адаптації короткострокового управління на прикладі процесу обробки суден (далі в аббревіатурі – ПОС, у випадках обробки як множини, так й окремих суден) висунув автор даної статті півстоліття тому, виконав первісне обґрунтування підходу до його розв’язання і опублікував отримані результати у своїх роботах того часу, а в 2025 році актуалізував її з урахуванням новітніх на той час умов функціонування портів [3]. Сенс зазначеного підходу полягає в поданні управління ПОС як системи, яка проміжна до здійснення управління програмного (планування) у поєднанні з управлінням, що слідує (моніторинг + аналіз) і стабілізує (регулювання), під впливом факторів, можливість прояви яких не піддається прогнозуванню і внаслідок цього урахуванню. Саме таким чином буде проявлятися здатність системи управління ПОС до пристосування до поточних змін реального стану цього процесу. Дана ідея представляється безумовно продуктивною й перспективною, однак її наукове дослідження поки не завершено.

Темі адаптації управління портовим виробництвом присвячена дисертаційна робота Ю.Ю. Крука [4], в якій досліджено комплекс питань щодо методів, за виразом її автора, адаптивного управління діяльністю оператора портового

терміналу. При цьому запропоновано «під адаптивним управлінням...оператора розуміти таке управління його діяльністю в умовах неповної інформації, яке змінюється згідно накопиченню інформації та приймається з метою покращення якості роботи терміналу» [4, с. 6].

Наведене визначення суті адаптації управління проте потребує уточнення та конкретизації. По-перше, необхідність у реалізації адаптивного управління виникає не в результаті накопичення апостеріорної інформації, а у випадку появи інформації, яка сигналізує про виникнення неприпустимої неузгодженості між фактичними й плановими значеннями показників керованого процесу. По-друге, аналізоване визначення є надмірно академічним і не орієнтує на конкретний механізм реалізації адаптивного управління, який на різних інтервалах часу ґрунтується, як відомо, на різних умовах, за різними критеріями й з використанням різних теоретико-методичних інструментів. І хоча в [4] повідомляється про розробку «адаптаційного механізму розподілу термінальних перевантажувальних ресурсів між транспортними засобами (включаючи судна)», це твердження породжує питання, тому що зазначений механізм ґрунтується на стандартній моделі лінійного програмування, яка не є адаптивною по визначенню.

Із аналізу особливостей концепції адаптації управління з [4] випливає, що дослідження і цього підходу потребує подальшої проробки.

Виходячи з наведених констатацій, у даній роботі перевага надається висунутому в [3] підходу до тлумачення суті адаптивного управління й виконується його дослідження з метою вирішення ключових питань щодо створення ефективного механізму реалізації саме такого управління у застосуванні до ПОС.

Формулювання цілей статті. Виходячи з поставленої проблеми, її мету пов'яжемо з дослідженням обох відзначених питань адаптивного управління ПОС. Для досягнення цієї мети поставимо такі завдання дослідження:

- обґрунтувати підхід до створення механізму адаптивного управління ПОС з визначенням питань і завдань, що потребують вирішення для розвитку методичних інструментів ефективного управління обробкою суден;
- розробити згадані інструменти та на їх основі алгоритмічне забезпечення оптимального адаптивного управління ПОС стосовно множини й окремо розглянутих суден;
- запропонувати методи розв'язання локальних завдань управління використанням портових перевантажувальних ресурсів при реалізації ПОС.

Виклад основного матеріалу. Процес обробки певної множини або окремо розглянутих суден є різновидом виробничих процесів, що відрізняються, як згадувалося вище, складністю й динамічністю.

Перша особливість ПОС обумовлюється насамперед тим, що обробка суден утворюється трьома одночасно реалізованими процесами – перевалювання вантажів, розвантаження/завантаження сукупності вантажних люків кожного судна та роботи технологічних ліній (ТЛ), які використовуються для обробки суден. Крім того, ускладненню ПОС сприяє та обставина, що при обробці суден паралельно з вантажними операціями виконуються операції допоміжні (по вантажах і суднах) та сервісні (по суднах з їх екіпіровки до наступного рейсу).

Друга особливість ПОС-динамічність проявляється внаслідок зміни в дискретні моменти часу кількості суден (кількості люків на окремих судах) під обробкою, кількості ТЛ та їх продуктивності одночасно чи в якійсь черговості. Внаслідок цього ПОС розпадається на деяку упорядковану в часі послідовність порівняно стабільних виробничих ситуацій, на протязі кожної з яких значення параметрів ПОС залишаються постійними, але від попередньої до наступної ситуації можуть змінюватися. В результаті створюються умови для коректного розв'язання питань щодо структуризації, параметризації та моделювання ПОС без надмірної формалізації міркувань.

Отже, із виконаного аналізу суті й особливостей ПОС як об'єкта управління випливає, що цей процес є дійсно складним і динамічним у такому ступені, коли природним чином обумовлюється необхідність забезпечення гнучкого управління ним, що досягається, як відзначалося вище, шляхом реалізації адаптивного управління. Покажемо, що розв'язання цієї проблеми належить здійснювати на основі висунутих у [5, 6] теоретико-методичних положень.

Слідуючи зазначеній орієнтації, будемо виходити з положення, у відповідності з яким потенціал гнучкості управління обумовлюється насамперед механізмом адаптації у поєднанні з принципом ковзного (рухомого) планування.

Сутність першої складової запропонованого механізму ілюструється адаптивною моделлю управління ПОС, що наведено на рис. 1.

Як видно з цієї моделі, адаптивність управління ПОС досягається завдяки можливості використання двох контурів (режимів) – планування Π та регулювання P , першим з яких передбачається реалізація управління ПОС у цілому, а другим – лише управління фрагментами цього процесу, які виділяються за різними ознаками (часово, структурно, організаційно-технологічно). У відповідності з цим, в контурі Π визначається оптимальний план здійснення ПОС, а в контурі P виробляються регулюючі впливи на його поточний стан, що дозволяє мінімізувати (в ідеалі – усунути) виникаючу неузгодженість між плановим і фактичним станами ПОС. Здається зрозумілим, що найбільш активно адаптивність управління ПОС проявляється у випадках, коли виникаючі неузгодження між реальним і плановим станами процесу перевищують допустимі відхилення, внаслідок чого доводиться складати новий план обробки суден.

Ще одне суттєве джерело забезпечення адаптивності управління ПОС природним чином зв'язується з методом (чи принципом) ковзного планування, який дозволяє розв'язати протиріччя між ідеєю системної оптимізації ПОС і якістю використовуваної при цьому інформації.

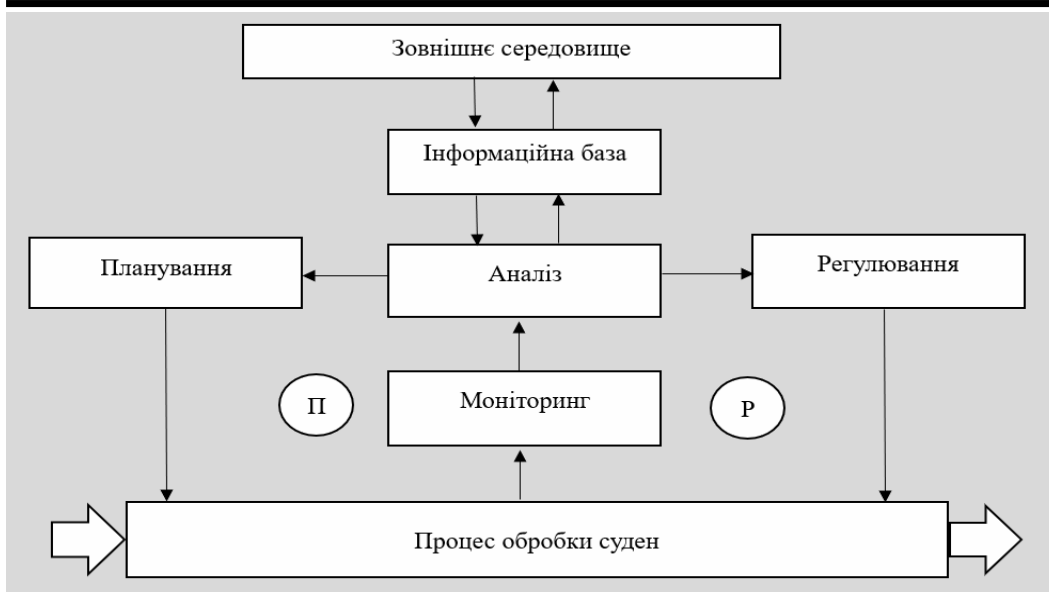


Рис. 1. Адаптивна модель управління процесом обробки суден

Сутність вказаного методу у випадку управління ПОС полягає у наступному: розрахунковий інтервал розбивається за показником достовірності інформації на два відрізки часу, перший з яких приймається як плановий період, а другий – як період прогнозування, що показано на рис. 2, де це позначено $T_{пл}$ і $T_{пр}$ відповідно.

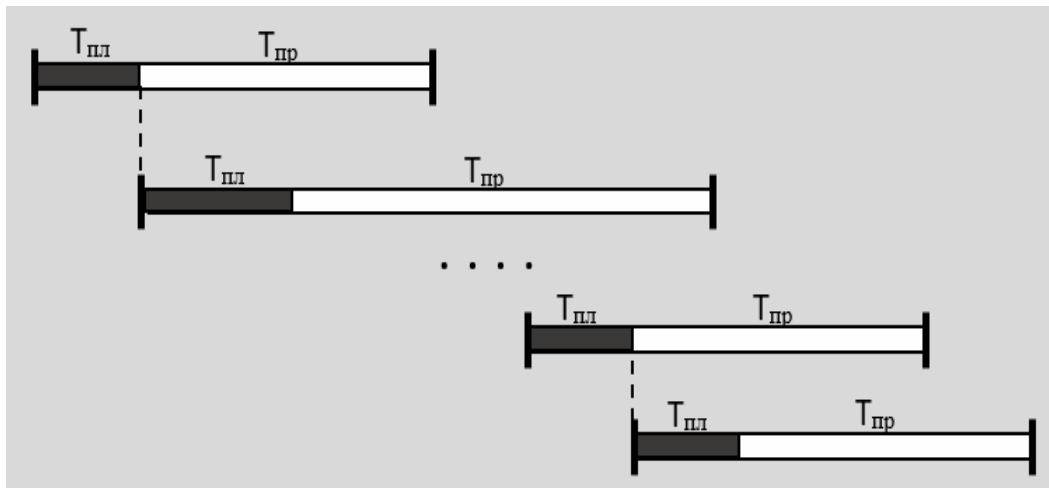


Рис. 2. Схема ковзного планування процесу обробки суден

Для найбільш повної реалізації потенціалу адаптивності управління ПОС і досягнення на цій основі максимальної ефективності обробки суден необхідно, очевидно, мати досконалий теоретико-методичний арсенал, який відповідає сучасним науковим трендам у сфері управління. Такий арсенал, дослідження якого розпочато в [7-9], може бути створено в огляді двох взаємопов'язаних алгоритмів адаптивної оптимізації управління як певною множиною, так і окремо розглянутими суднами. Перший з них призначений для формування й безперервного у часі ведення на протязі прийнятого інтервалу управління ситуаційного плану обробки суден (його початкового складання, подальших корегувань та перескладання у випадках необхідності). Другим алгоритмом забезпечується розробка, корегування та перескладання календарних планів обробки окремо розглянутих суден, які включені в ситуаційний план ПОС.

Для складання зазначених версій обох видів планів здійснення ПОС необхідно мати інформацію, яка потрібна для підготовки вихідних даних, одна частина яких приймається за нормативними та/або договірними умовами як чисельні показники, що відповідають параметрам ПОС, а їх інша частина встановлюється розрахунковим шляхом на передплановому етапі при вирішенні питань щодо розподілу причалів, складських ємностей (площ), включаючи рухомий склад суміжних видів транспорту, та ТЛ між суднами, які приймаються до обробки.

Зазначені питання відрізняються особливостями, які не є ідентичними для всієї їх множини. У випадку причалів і складів вони суттєво детерміновані у тому сенсі, що розподіл цих виробничих ресурсів між суднами виконується, як правило, однозначно. Це твердження обґрунтовується очевидним шляхом, якщо виходити з практичних реалій, а не з безпідставних теоретичних посилок.

Дійсно, питання щодо вибору для обробки кожного судна причалу вирішується за ознакою його спеціалізації – технологічної (за родом вантажів) і транспортної – по напрямках доставки вантажів, а планова тривалість розвантаження/завантаження судна приймається як константа для всіх причалів. Внаслідок цих умов ідея оптимізації розподілу причалів між суднами, наприклад, з використанням, як це запропоновано в [10], моделі завдання щодо призначення з лінійного програмування, може викликати лише пізнавальний інтерес.

Ще прозоріше йде справа з питання щодо розподілу між суднами (точніше між вантажами цих суден) складських ємностей (площ). Це питання взагалі не актуально, тому що найменування, кількості та місцезонаштування вантажів фіксується апіорі однозначно у вантажних планах суден і планах (схемах) розміщення вантажів у складах, а варіанти переміщення вантажів при обробці суден встановлюються теж апіорі – при формуванні мережі кореспонденції причалів і складів.

І, нарешті, питання щодо розподілу ТЛ між суднами вирішується лише частково – шляхом визначення середніх рівнів концентрації ТЛ на судах, а у повному складі воно розв'язується при веденні календарних планів обробки суден.

До вихідних даних для планування ПОС відноситься також правило регулювання черговості прийняття портом суден до обробки. Зазвичай це правило ґрунтується на принципі: першим заявив про прибуття в порт у якусь дату,

узгоджену портом, першим отримуєш причал у цю дату. Зрозуміло, якщо на одну дату надходить тільки одна заявка (нотіс) і є вільний причал, то ситуація розв'язується однозначно. Але, коли для прийняття до обробки кількох суден кількість вільних причалів недостатня для їх одночасної обробки, природно виникає питання, у якій черговості належить обробляти судна, якщо вони забезпечують порту різну вигоду. Відповідь на це питання відшукується за допомогою показника, яким обумовлюється пріоритет суден на першочергову обробку (саме так на першочергову обробку, а не за всіма ознаками, тому що пріоритет є одномірним поняттям). Іншими словами, цей показник характеризує ступінь важливості для порту здійснення обробки кожного судна окремо.

У загальному випадку числова оцінка пріоритету будь-якого виробничого процесу, включаючи ПОС, приймається з відношення прибутку (доходу) від реалізації цього процесу до його планової тривалості й тлумачиться як інтенсивність грошових (валютних) надходжень.

Звернемо увагу на одну дуже важливу обставину, яка полягає у тому, що введений показник має принципове значення для розвитку теоретико-методичних основ управління ПОС у напрямку збагачення їх ідеями практичної оптимізації, висунутими в [11]. Цей показник не тільки дозволяє диференціювати судна за їхнім пріоритетом на першочергову обробку, а забезпечує створення гранично простих і разом з тим теоретично коректних і практично доцільних методів для розв'язання завдань щодо регулювання черговості обробки суден та розподілу між суднами ТЛ.

Визначившись зі структурою інформаційного забезпечення процедури складання ситуаційного плану обробки суден, перейдемо до безпосередньої, характеристики алгоритму її виконання, показаного на рис. 3.

У блоці 1 зазначеного алгоритму в режимі on line здійснюється прийом, обробка та актуалізація масиву інформації, що відображає поточний стан ПОС, і готуються вихідні дані для прийняття керованих рішень на момент початку інтервалу управління обробкою суден і подальшого управління його виконанням.

У блоці 2 фіксуються параметри ПОС у межах стабільних виробничих ситуацій для множини суден, які приймаються до обробки на протязі існування цієї ситуації.

У блоці 3 встановлюється кількість наявних ТЛ, які можуть залучатися до реалізації ПОС, з диференціацією їх по виробничих змінах.

У блоці 4 визначається потрібна для одночасної обробки суден кількість ТЛ;

У блоці 5 зіставляються наявна та потрібна кількості ТЛ по виробничих змінах шляхом розподілу їх між суднами, які належить обробляти одночасно. Ця дія, що тлумачиться як процедура (або питання чи завдання) може бути виконана коректно й ефективно з використанням пріоритетних оцінок суден на першочергову обробку.

Реалізація зазначеної дії може завершитися одним з трьох результатів:

а) наявні кількості ТЛ по змінах недостатні для обробки суден зі забезпеченням дотримання обмежень. За такою умовою виникає необхідність у корегуванні вихідних даних з поверненням у блок 1;

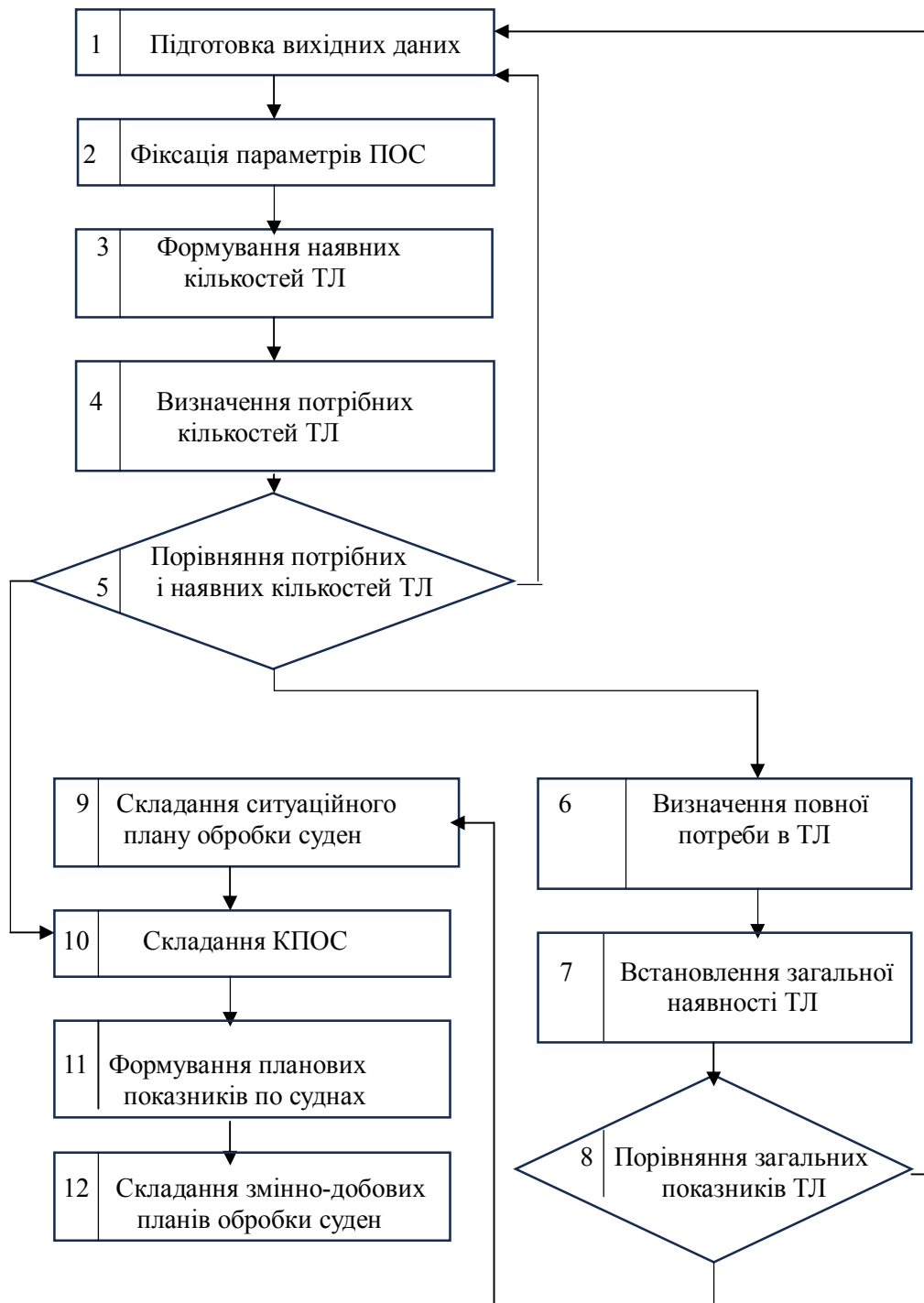


Рис. 3. Алгоритм ситуаційного планування процесу обробки суден

б) наявні кількості ТЛ по одній підмножині змін достатні для обробки суден за планом, а по іншій підмножині недостатні. У такий ситуації виникає необхідність у визначенні повної потреби ТЛ з переходом до блоку 6.

в) наявні кількості ТЛ по змінах достатні для обробки всіх суден з потрібною інтенсивністю, що дозволяє перейти відразу до блоку 10 для складання календарних планів обробки окремих суден (КПОС).

У блоці 6 визначається повна потреба у ТЛ за умовою обробки всіх прийнятих до обслуговування суден на протязі всього інтервалу управління ПОС при дотриманні обмежень по вантажах, суднах та ТЛ, які фіксуються у блоці 1.

У блоці 7 встановлюється наявна кількість ТЛ у межах інтервалу управління ПОС.

У блоці 8 виконується порівняння потрібної й наявної кількості ТЛ стосовно всього інтервалу управління ПОС. При цьому можливі такі ситуації:

а) загальна наявність ТЛ покриває потребу у них, що дозволяє перейти до складання ситуаційного плану обробки суден у блоці 9;

б) ця умова не дотримується, тоді виникає необхідність у відповідному коригуванні вихідних даних у блоці 1.

У блоці 9 формується початкова та всі наступні версії ситуаційного плану шляхом послідовного переходу від попередньої до наступної виробничої ситуації (кроку чи етапу ПОС) з визначенням насамперед розрахункових рівнів концентрації ТЛ на окремих суднах по виробничих змінах.

У блоці 10 складаються календарні плани обробки окремих суден з використанням алгоритму, який характеризується нижче.

У блоці 11 формується сукупність показників ПОС по суднах з аналізом відповідності їх обов'язковим умовам, які актуальні для стейкхолдерів портів послуг (вантажо- й судовласників або фрахтівників).

У блоці 12 складаються змінно-добові плани роботи порту за розділом «Суднові роботи» шляхом перенесення даних КПОС на поточну добу по суднах, які плануються до обробки цієї доби.

Інший зі згаданих алгоритм призначено для складання КПОС за умовою розглядання кожного з них окремо. Він має циклічну структуру, за якою циклом об'єднуються блоки планування ПОС (початкового складання та перескладання планів), моніторингу й експрес-аналізу (стосовно поточного стану ПОС), регулювання (у випадку достатності цих рішень) та підсумкового аналізу результатів обробки суден.

Очевидно, що для розв'язання відповідних завдань управління ПОС необхідно мати методи, які б за своїм рівнем корелювали з поняттями smart port та intelligent management, інтелектуалізація, адаптація, оптимізація та коректність. Зрозуміло, що цей напрям розвитку теоретико-методичних основ управління ПОС є стратегічним на сучасному етапі й в найближчій перспективі. Саме в такій постановці вже розроблені початкові варіанти методів для:

- складання календарних планів ПОС (графіко-аналітичний [11], заснований на моделях оптимізації (11)-(14) і (20)-(23) з [8] та (7)-(10) з [7];
- регулювання та аналізу з [12].

Висновки. В узагальненому сенсі сукупний підсумок виконаного вище дослідження обумовлюється визначенням перспективного підходу до розвитку на сучасному етапі теорії та методів адаптивної оптимізації управління ПОС на основі концепції smart port як інструментів забезпечення ефективного управління. Разом з цим конкретні результати дослідження полягають у наступному:

- встановлено, що ідея адаптивного управління ПОС на короткострокових інтервалах часу досі залишається маловивченою й потребує поглибленого дослідження;
- обгрунтовано підхід до створення механізму управління ПОС за умовою розгляду цього процесу як складної й динамічної системи з аналізом логіки її структуризації, та моделювання;
- створено двоконтурну адаптивну модель управління ПОС з визначенням варіантів її реалізації в режимах планування, регулювання та ковзного управління;
- розроблено теоретико-методичні основи адаптивної оптимізації управління ПОС в огляді двох алгоритмів безперервного ведення ситуаційного плану обробки певної множини суден і календарних планів обробки окремо розглянутих суден;
- запропоновано коректні методи розв'язання основних локальних завдань управління ПОС, які (методи) відрізняються простотою, практичною доцільністю та не обтяжені надлишковою формалізацією очевидних умов завдання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кириллова О.В., Кириллова В.Ю. Магамадов О.Р. Поняття «Smart port» у контексті глобальних тенденцій інтеграції інтелектуальних транспортних та інформаційних технологій у портовій індустрії. Вчені записки НТУ імені В.І. Вернадського. Серія; Технічні науки. Том 35. С.82-87 DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.5.2/14>.
2. Kyryllova O., Kyryllova V., Mahamadov O. & Romakh V. (2024). «Smart port»: the latest technologies and international experience in their implementation. Transport Development. № 2(21). P. 62-74. DOI:10.33082/td.2024.2-21.06.
3. Магамадов О.Р. Система оптимального внутрішньопортового оперативного планування (концепція ОПМФ-ОНМУ). Вісник Одеського національного морського університету. 2005. Вип. 17. С. 236-248.
4. Крук Ю.Ю. Методи адаптивного управління діяльністю оператора портового терміналу: дис...канд. техн. наук: 05.22.01/ Одеський національний морський університет. Одеса, 2017. 179 с.
5. Магамадов О.Р. Інтелектуалізація внутрішньопортового оперативного управління: бажане і можливе: матеріали науково-технічної конференції...НТУ 20 травня 2025 року. Київ, 2025. URL: <https://ntu.edu.ua>.

6. Магамадов О.Р. Інтелектуальна складова системи управління процесом обробки суден у портах. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 25-27 листоп. 2024 р. С.115-117. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/22844>.
7. Кириллова О.В., Магамадов О.Р., Павлова Н.Л. Реалізація концепції Smart port у відповідності з методологією гнучкого перетворення й управління: матеріали V міжнар. морськоїнаук.-практ. конф. кафедри СЕУ і ТЕ, м. Одеса, 04 бер. 2025 р. URL: <https://2025.od.ua>
8. Магамадов О.Р. Сучасна парадигма створення теоретико-методичного арсеналу управління процесом обробки суден у портах. Вісник Одеського національного морського університету. 2025. Вип. 2(76). С. 138-150. <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2025-2-188-150>.
9. Магамадов О.Р. Теоретико-методичні основи календарного планування процесу обробки суден. Вісник Одеського національного морського університету. Вип. 2(76). С.174-187 .<https://doi.org/10.470.49/2226-1893-2025-8-174-187>.
10. Морозова І.В. Внутрішньопортове оперативне управління: тексти лекцій. Одеса: ОНМУ, 2012.35с.
11. Philip E.Gill. Walter Murrey, Margaret H.Wright. Practical optimization. Stanford University, California, USA:1981.
12. Кириллова, О., Магамадов, О., Кириллова, В., Павлова, Н., Шурін, Б. Теоретико-методичне обґрунтування механізму оперативного управління процесом обробки судна. Вісник Одеського національного морського університету. 2023. №2 (69). С. 105-123. DOI: <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2023-2-105-123>

REFERENCES

1. KyryllovaO., Kyryllova, V., Mahamadov, O., & Romakh, V. (2024). «Smart port»: the latest technologies and international experience in their implementation. Transport Development. № 2 (21). P. 62-74.
2. Кириллова О.В., Кириллова В.Ю., Магамадов О.Р. (2024) Поняття «Smartport» у контексті глобальних тенденцій інтеграції інтелектуальних транспортних та інформаційних технологій у портовій індустрії. [Concept «Smartport» in context of global integration trends of intellectual transport and information technology in the port industry]. Вчені записки НТУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 35 (74), № 5. 2024. С.82-87. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.5.2/14>.

3. Mahamadov, O. (2005) Systema optymalnoho vnutrishnoportovoho operativnoho planuvannia (kontseptsiiia OIIMF-ONMU) [Optimal Intra-port Operational Planning System (OIME-ONMU Concept)]. Visnyk Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu. Vyp. 17. P. 236-248 [in Ukrainian].
4. KrukYu.Iu. (2017) Metody adaptivnoho upravlinnia diialnistiu operatora portovoho terminalu [Methods of adaptive management of port terminal operator activities]: dys...kand. tekhn. nauk: 05.22.01/ Odeskyi natsionalnyi morskyi universytet. Odesa, 179 [in Ukrainian].
5. Mahamadov O. (2024). Intellectyalizatsiya vnytrishn`oportovoho operativnoho upravlinnya: bazhane ta mozhlyve [intellectualization of intra-port operational management] materialy naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi...HTU 20 травня 2025 року. Kuyiv, 2025. URL:<https://ntu.edu.ua>.
6. Mahamadov, O. Intelktualna skladova systemy upravlinnia protsesom obrobky suden u portakh [Intelligent component of the shiphandling process management system in ports] Suchasni problemy funktsionuvannia lohistychnykh system. Stalyi rozvytok transportnykh system: nauka i praktyka: material y mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kharkiv, 25-27 lystop. 2024. C.115-117. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/22844> [in Ukrainian].
7. Kyryllova, O., Mahamadov, O., Pavlova, N. Realizatsiia kontseptsii Smartport u vidpovidnosti z metodolohiieiu hnuchkoho peretvorennia y upravlinnia [Implementation of the Smartport conceptin accordance with the agile transformation and management methodology]: materialy V mizhnar. morskoi nauk.-prakt. konf. Kafedry SEUiTE, m. Odesa, 04 ber. 2025. URL: <https://2025.od.ua> [in Ukrainian].
8. Magamadov A. (2025) Suchasna paradihma stvorennia teoretiko-metodychnoho arsenalu upravlinnya protsesom obrobky suden u portakh. [Modern paradigm creation of theoretical and methodological arsenal for process management handling ships in ports] Visnyk Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu. 2025. № 2 (76). S. 138-150. <https://doi.org/1047049/2226-1893-2025-2-138-150>.
9. Mahamadov, O. (2025) Teoretyko-metodychni osnovy kalendarnoho planuvannia protsesu obrobky suden [Theoretical and methodological foundations of calendar planning of the ship handling process]. Visnyk Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu. № 3 (77) 2025, C. 00. DOI: <https://doi.org/10.470.49/2226-1893-2025> [in Ukrainian].
10. Morozova I. (2012), Vnutrishn`oportove operativne upravlinnya: teksty lektsiy. [intra-port operational management], Odesa: ONMU, 2012. 35 s. [in Ukrainian].

11. Philip E. Gill, Walter Murrey, Margaret H. Wright (1981) Practical optimization. Stanford University, California, USA: 1981.
12. Kyrylova, O., Mahamadov, O., Kyrylova, V., Pavlova, N., Shurin, B. (2023) Teoretyko-metodychne obgruntuvannia mekhanizmu operatyvnoho upravlinnia protsesom obrobky sudna. [Theoretical and methodological justification of the operational management mechanism for the ship handling process]. Visnyk Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu. P. 105-123. DOI:<https://doi.org/10.47049/2226-1893-2023-2-105-123> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 02.06.2025

Посилання на статтю: Магамадов О.Р. Методичні основи адаптивного управління процесом обробки суден // Вісник Одеського національного університету: Зб.наук.праць. , № 3 (77). 2025, С. 165-178. DOI. 10.47049/2226-1893-2025-3-165-178.

Article received 02.06.2025

Reference journal artic: Mahamadov O. The methodological principles of adaptive management of loading and anloading of ships // Herald of the Odesa National Maritime University: Coll. scient. work. № 3 (77). 2025. P. 165-178. DOI. 10.47049/2226-1893-2025-3-165-178.