УДК 656.073.004.8

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СКЛАДОВА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОБРОБКИ СУДЕН У ПОРТАХ

Магамадов О.Р., к.т.н., доцент, Одеський національний морський університет,
e-mail: maham@gmail.com

На сучасному етапі розвитку методології управління як міждисциплінарного вчення спостерігається орієнтація дослідників на створення інтелектуальних систем управління, по-перше, здатних до «розуміння» та ідентифікації конкретних ситуацій у стані керованого об'єкту і його взаємодії із зовнішнім середовищем і, по-друге, орієнтованих на генерацію алгоритмів розв'язання завдань управління системами різної природи – виробничими, економічними, організаційними тощо. Представляється доцільним використання цього підходу для вирішення проблем удосконалення теорії та методів внутрішньопортового управління у єдності з концепцією утворення так званого «розумного» порту (smart port). Здається також, що саме цю орієнтацію належить взяти до уваги при пошуку шляхів до розв'язання згаданих проблем у застосуванні до оперативного управління процесом обробки суден (ПОС) як найважливішої частини портового виробництва в рамках інтелектуальної складової управління зазначеним процесом (ІССУ-ПОС).

В доповіді зазначена орієнтація досліджується у застосуванні до ІССУ-ПОС у рамках формування модельного й алгоритмічного забезпечення розв'язання ключових завдань управління ПОС-розподілу виробничих ресурсів між суднами й використання їх при обробці суден. Вирішення цієї проблеми ґрунтується на наданні ІССУ-ПОС здатності, насамперед, до адаптації, сприйняття та аналізу актуальної інформації, пошуку в on-line режимі оптимальних рішень щодо управління ПОС, функціонування в умовах діджиталізації керівництва портами та операторами портових терміналів (ПОТ).

Перша з перерахованих вимог до ІССУ-ПОС (здатність до адаптації) задовольняється шляхом реалізації функцій планування, моніторингу (обліку, контролю), аналізу, регулювання в двох контурах: «планування – ПОС – моніторинг – аналіз – регулювання – ПОС», коли порушення планових показників ПОС або відсутні, або можуть бути усунуті за рахунок регулюючих впливів на хід обробки суден; «планування – ПОС – моніторинг – аналіз – планування», якщо згадані порушення ПОС не може бути усунуто за рахунок регулювання й виникає необхідність у перескладанні решти плану. Такий підхід відповідає механізму адаптивного управління, що реалізується на основі поєднання програмного управління з управлінням, що слідкує і стабілізує.

Відзначимо, що кожна реалізація контуру планування розглянутої схеми завершується складанням плану обробки суден у нових умовах виконання їх завантаження (розвантаження). Ця дія за своєю суттю відповідає акту пристосування управління ПОС до умов обробки суден, що змінилися, тобто адаптації його до зазначених умов. Звідси випливає, що певну послідовність реалізації контуру планування належить трактувати в якості процесу ковзної адаптації управління ПОС, яка здійснюється одночасно з виконанням мультикрокової оптимізації управління обробкою суден.

Отже, вимога до забезпечення адаптації ІССУ-ПОС до зміни умов обробки суден може бути забезпечена завдяки використанню двох можливостей – розробки моделі адаптивного управління ПОС і реалізації її в ковзному режимі.

Наступна вимога до ІССУ- ПОС (здатність до пошуку оптимальних рішень щодо планування та регулювання ПОС) також задовольняється повністю завдяки можливості створення коректних економіко-математичних моделей згаданих вище завдань управління ПОС у режимах планування й регулювання. При цьому увага фокусується на забезпеченні відповідності теоретико-методичного інструментарію ІССУ-ПОС не тільки умовам реальної практики функціонування ПОТ, але й концепції створення smart port.

В доповіді наводиться модель розподілу головного виробничого ресурсу ПОТ – технологічних ліній (ТЛ) між суднами (далі модель А), яка ґрунтується на умові, що ПОС розглядається на деякому інтервалі часу, який розбито на кілька відрізків (наприклад, виробничих змін) фіксованої тривалості. При цьому для кожного судна й кожного відрізку часу задаються показники планового завантаження (розвантаження) суден, кількості та продуктивності ТЛ, загального резерву робочого часу ТЛ, межі їх концентрації на суднах, нормативного (договірного) часу обробки суден, питомих витрат на реалізацію ПОС. Завдання полягає у відшуканні оптимального розподілу ТЛ між суднами, що забезпечує планове завантаження (розвантаження) всіх люків судна, використання протягом кожного відрізку часу розрахункової кількості й робочого часу ТЛ, дотримання часу обробки суден. При цьому вигідність варіанту організації обробки суден визначається критерієм ефективності, в якості якого для ПОТ належить приймати або мінімум витрат, коли відсутній дефіцит ТЛ, або максимум прибутку в іншому випадку.

В доповіді наводиться адекватна викладеній постановці завдання лінійна модель. Водночас презентується метод оптимізації ПОС, розроблений за умови, що обробка суден трактується як мультикроковий процес розподілу ТЛ між суднами по змінах у відповідності з пріоритетом суден на першочергову обробку, який визначається з точки зору забезпечення вигоди ПОТ.

Друга згадана модель – планування використання ТЛ при обробці кожного судна (далі модель Б) формується за умовою, що розрахункова кількість ТЛ фіксується за результатами розв’язання завдання щодо розподілу ТЛ між суднами, а інші показники ПОС залишаються при минулих значеннях. Сенс завдання, що обговорюється, полягає в складанні календарного плану обробки кожного судна в локальній постановці за умовами забезпечення планового завантаження (розвантаження) люків судна й тривалості ПОС, яку було встановлено при розв’язанні завдання щодо розподілу ТЛ між суднами. При цьому у якості критерію оптимальності приймається мінімум часу обробки судна, мінімум витрат або максимум прибутку (у залежності від стану виробничої ситуації) ПОТ.

В доповіді пропонуються лінійні моделі, що дозволяють отримувати безпосередньо календарний план обробки судна у загальному й актуальних для практики окремих випадках організації ПОС.

Охарактеризовані моделі придатні для здійснення регулювання ПОС, коли в цьому виникає необхідність, що визначається під час аналізу ходу реалізації обробки суден. В цьому випадку вихідні дані завдання регулювання ходу обробки суден приймаються по залишковим значенням (для кількості вантажу по люках і нормативної тривалості обробки суден), або з корегуванням (для продуктивності ТЛ).

Відзначимо, що наведені в доповіді модифікації моделі Б мають принципово важливі особливості, перша з яких полягає у відсутності обмежень на кількість і тривалість використання ТЛ для обробки судна. Це пояснюється тим, що перший з указаних параметрів фіксується на безлічі допустимих (тобто без зміни місцями) варіантів розміщень ТЛ на судні, а другому параметру відповідає сума відрізків часу використання ТЛ за цими варіантами, яка дорівнюється тривалості ПОС. Тим самим згадані обмеження дотримуються автоматично. Друга особливість модифікації моделі Б зводиться до того, що в ній відсутнє також обмеження на тривалість ПОС. Але дотримання цього обмеження задовольняється на етапі розв’язання моделі А шляхом визначення розрахункової кідькості ТЛ, що є потрібною для обробки судна у запланований термін.

Для спільної реалізації моделей А, Б у доповіді викладено метод адаптивного управління ПОС шляхом регулярного здійснення так званого ситуаційного планування ПОС у ковзному режимі. Цей метод ґрунтується на двох принципах: системної оптимізації ПОС та забезпечення актуальності інформації щодо вантажів, суден, перевантажувальних ресурсів ПОТ і реалізуються алгоритмічно в такій послідовності.

Спочатку фіксується сукупність суден, що приймаються, до розглядання й будується агрегований цикл їх обробки з використанням нормативних і договірних показників ПОС,

пріоритетних оцінок на першочергове обслуговування суден, вибором причалів для постановки суден і технології їх завантаження (розвантаження), розподілом ТЛ між суднами й складанням календарних планів використання ТЛ на кожному судні. Тим самим реалізується перша ітерація формування ситуаційного плану обробки суден. Ця процедура повторюється потім для другої, третьої і т.д. виробничих ситуацій за допомогою наступного дванадцятикрокового алгоритму з альтернативними варіантами визначення керованих рішень для неоднозначно ідентифікованих ситуацій.

На кроці 1 цього алгоритму готуються вихідні дані для планування ПОС, формується сукупність суден, що приймаються до обробки.

На кроці 2 визначаються потрібні рівні концентрації ТЛ на суднах.

На кроці 3 реалізується модель А, або метод покрокової оптимізації ПОС.

На кроці 4 знаходиться потрібна для обробки суден кількість ТЛ за змінами шляхом підсумовування рівнів їх концентрації на окремих суднах.

На кроці 5 порівнюється потреба в ТЛ з їх наявністю. При цьому можливі такі варіанти: наявна кількість ТЛ у кожну зміну достатня для обробки суден із запланованою інтенсивністю. У цьому випадку виконується перехід до кроку 10; наявна кількість ТЛ в кожну зміну недостатня для обробки всіх суден у відповідності з обмеженнями на тривалість їх обробки. У цьому випадку виникає необхідність у корегуванні зазначених обмежень, тобто вихідних даних, із поверненням до кроку 1; для однієї підмножини змін кількість ТЛ достатня для обробки всіх суден, а для іншої підмножини змін вона недостатня. За таким результатом здійснюється перехід до кроку 6.

На кроці 6 визначається повна потреба в ТЛ для обробки всіх суден з необхідною інтенсивністю на протязі планового періоду.

На кроці 7 встановлюється загальна наявність ТЛ протягом планового періоду.

На кроці 8 порівнюється загальна потреба в ТЛ з їх загальною наявністю протягом всього планового періоду. При цьому можливі такі результати: загальна наявність ТЛ покриває потребу в них. У цьому випадку виконується перехід до кроку 9; наявна кількість ТЛ не покриває потребу в них, що обумовлює необхідність корегування обмежень (вихідних даних). У цьому випадку виконується перехід до кроку 1.

На кроці 9 складається ситуаційний план обробки розглянутої сукупності суден.

На кроці 10 складається для кожного судна календарний план його обробки.

На кроці 11 формуються планові показники повної обробки суден і фіксуються їх рівні для першої доби шляхом «висікання» з календарних планів обробки окремих суден.

На кроці 12 складаються змінно-добові плани обробки суден (за розділом «Суднові роботи»).

Друга складова методу, що характеризується, відповідає суті мультикрокової оптимізації й забезпечує підвищення актуальності (достовірності, своєчасності, повноти) інформації для забезпечення стійкості ситуаційного плану обробки суден. Відповідний цьому завданню алгоритм ґрунтується на ідеї ковзного управління в режимі планування, яким передбачається розбиття інтервалу виконання ПОС на два підперіоди, перший з яких виступає у якості періоду планування, а другий – періоду прогнозування. При цьому керовані рішення у рамках планового періоду приймаються у якості обов’язкових для виконання, а прогнозні рішення у подальшому можуть корегуватися. Після закінчення планового періоду реалізується друга ітерація, щодо вироблення керованих рішень та розбиття інтервалу обробки суден на підперіоди планування й прогнозування і так далі з використанням інформації, якої раніше не було. В результаті плановий період разом з періодом прогнозування «ковзає» вздовж осі часу, проходячи послідовність виробничих ситуацій у розвитку ПОС.

У подальшому роботу зі створення ефективної ІССУ-ПОС логічно зв’язувати з розробкою комп’ютерних технологій реалізації охарактеризованих вище алгоритмів та моделей.