

ФОРМАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СУДНОРЕМОНТОМ

*Терещенко О.В., Пуляєва Г.В., Камінська Н.Г.,
Херсонська державна морська академія*

У статті розглядається проблема процесу автоматизації судноремонтних підприємств. На основі аналізу існуючих інформаційних систем управління судноремонтним підприємством, запропоновано створення системи підтримки прийняття рішень управління судноремонтом, сформовано модель технологічного циклу виконання судноремонтного замовлення, а також описано процес побудови і подальшого корегування графіку ремонту.

Ключові слова: судноремонтний процес, ремонтний графік, багатокритеріальна оптимізація, мережні методи планування, метод нечіткого критичного шляху, система підтримки прийняття рішень.

Вступ. Останнім часом значно зросла потреба в автоматизації судноремонтних підприємств. Подібна ситуація виникла як у зв'язку із загальними тенденціями зростання обсягів судноремонтного виробництва в Україні, так і з новими управлінськими можливостями, які надають сучасні інформаційні технології. У цей час багато судноремонтних підприємств перебувають на порозі нового етапу розвитку: збільшуються темпи й обсяги виробництва, виникають нові джерела цільового фінансування, надходять складні замовлення на судноремонтні роботи. Це не тільки збільшує шанси на виживання, але й загострює галузеву конкуренцію. Кожне підприємство прагне підвищити свою привабливість для потенційного замовника та інвестора шляхом підвищення рівня своїх конкурентних переваг.

Актуальність. Для ефективної роботи судноремонтного підприємства велике значення має організація прийняття оперативних рішень щодо процесу судноремонту та стабільного завантаження ремонтних ділянок.

Відомо, що при виборі методів і підходів автоматизації планування судноремонтної діяльності необхідно враховувати багато основних факторів, які оптимізують процес судноремонту, враховують критерії оптимальності та наявні обмеження.

Виникає необхідність створення автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (СППР) для управління судноремонтом. Якість СППР залежить від даних, на підставі яких приймаються рішення; аналітичних методів, що використовуються, і моделей обробки й аналізу даних; адекватності використання інструментальних засобів задачам прийняття рішень.

Основна частина. Аналіз існуючих інформаційних систем управління судноремонтним підприємством показує, що при вирішенні завдань управління судноремонтом необхідно вводити багато непрогнозованих параметрів, точні значення яких неможливо визначити заздалегідь. Таким чином, задача управління судноремонтом вирішується в умовах часткової невизначеності вхідних даних.

Недоліки існуючих інформаційних систем управління судноремонтом обумовлюють необхідність створення для вказаних цілей нових спеціалізованих інтелектуальних інформаційних систем управління.

У статті розглянуто створення системи підтримки прийняття рішень управління судноремонтом. Для цього необхідно формалізувати процес прийняття рішень для управління судноремонтом, який складається з декількох етапів. На першому етапі сформовано модель технологічного циклу виконання судноремонтного замовлення у вигляді схеми із зворотним зв'язком, рис. 1:



Рисунок 1– Узагальнена принципова схема виконання судноремонтного замовлення

Ремонтний заказ Z поданий у вигляді:

$$Z = \{Idn^Z, Pr p^Z, X^Z, Y^Z, Q^Z, C^Z, Str^Z\}, \quad (1)$$

де $Z = \{1 \dots g\}$ – кількість ремонтних замовлень; Idn^Z – ідентифікатор виду ремонтного замовлення; $Pr p^Z$ – вартість ремонтного замовлення; $X^Z = \{X_1^Z, X_2^Z \dots X_v^Z\}$ – вхідні параметри ремонтного замовлення, до яких відносяться: проект судна, що ремонтується або його вузли, перелік ремонтних робіт; $Y^Z = \{Y_1^Z, Y_2^Z \dots Y_b^Z\}$ – вихідні характеристики отриманих графіків ремонту, такі як трудомісткість, тривалість, витрати на матеріали, запчастини, енергетичні ресурси, собівартість виконання операцій; $Q^Z = \{Q_1^Z, Q_2^Z \dots Q_w^Z\}$ – впливи зовнішнього середовища, у тому числі зміни вимог правил ремонту, застосування різних технологій, устаткування й оснащення для виконання ремонтних робіт, постановка у ремонт нових конструкцій; $C^Z = \{C_1^Z, C_2^Z \dots C_h^Z\}$ – внутрішні властивості ремонтного замовлення, виконавці робіт, цехи та ділянки; $Str^Z = \{R_1^Z, R_2^Z \dots R_l^Z\}$ – послідовність виконання ремонтних робіт замовлення.

Судноремонтне підприємство обробляє багато замовлень, тому для рівномірного завантаження й дотримання планів проведення ремонтних робіт

необхідно враховувати наступні критерії: максимізація використання виробничих потужностей, дотримання технологічних послідовностей виконання робіт, мінімізація відхилень від ремонтного графіку, мінімізація витрат ресурсів, максимальний прибуток від виконання замовлення.

Аналіз завдань прийняття рішень на судноремонтному підприємстві дозволяє стверджувати, що найточніше їх можна представити у вигляді задач математичного програмування, але при цьому необхідно брати до уваги неповноту та неточність вихідних даних про стан судна, що ремонтується [1, 2].

Другий етап включає формалізацію задачі управління судноремонтним процесом на різних управлінських рівнях, на яких виникає необхідність прийняття рішень з вибору оптимальних ремонтних графіків (альтернатив) для виконання замовлень.

Кожне ремонтне замовлення розглядається як система, що будується із двох складових – набором робіт та технологічних переходів між ними, рис. 2.

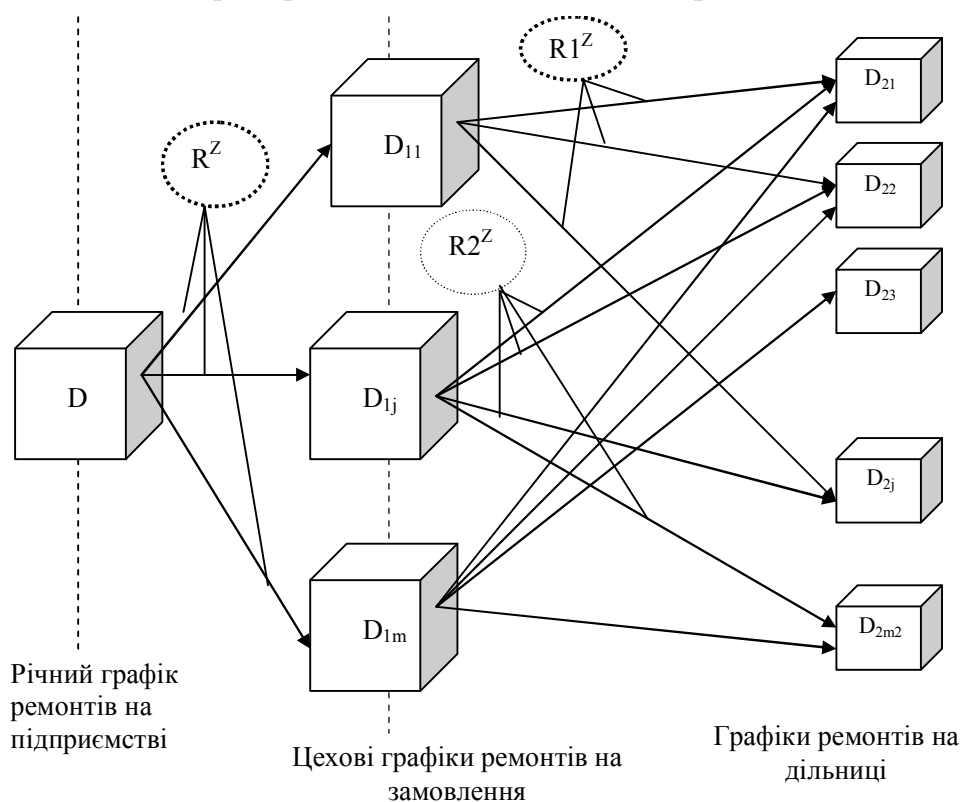


Рисунок 2 – Схема планування графіків ремонту на підприємстві

$$D = \{D_1, D_2\} \quad (5)$$

де D – множина елементів річного графіку ремонту; D_1 – елементи першого рівня (цехові графіки ремонту на окремі замовлення); D_2 – елементи другого рівня (графіки ремонту на окремих ділянках)

Технологічні зв'язки між роботами на різних рівнях:

$$R^Z = \{R_1^Z, R_2^Z\} \quad (6)$$

де R_1^Z – послідовності робіт на першому рівні; R_2^Z – послідовності робіт на другому рівні.

Кінцевими є дільничні графіки. Для розрахунку графіків запропоновано використання методу критичного шляху з накладенням на нього нечіткості вхідних даних, яка з'являється вже на рівні цехів.

Метод критичного шляху забезпечує використання логічної системи координат і точної термінології для аналізу й обговорення замовлення. Використання цього методу призводить до впровадження детального планування проектів, що забезпечує стандартні формати для планової документації [3].

Вхідну множину робіт замовлень приймаємо як $Kr = \{kr_1, kr_2, \dots, kr_k\}$, сформовану з попередніх кошторисів на отримані замовлення. Кожне замовлення складається як множина:

$$kr_z = (sr_i, lr_i, tf_i, Tr_i, tb_i, \alpha_i), i = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

де n – загальна кількість робіт у замовленні Z ; sr_i – кошторисна вартість роботи [грн]; lr_i – кількість працівників, задіяних на виконання роботи [чол.]; tf_i – граничний термін виконання роботи [день, місяць, рік]; Tr_i – тривалість роботи [календ. дн.]; tb_i – плановий період виконання роботи, заданий діапазоном $tb_i = [\min(tb_i), \max(tb_i)]$ [день, місяць, рік]; α_i – коефіцієнт збільшення вартості роботи при її затримці.

Рішення з управління ремонтним процесом будуються та корегуються на основі побудованих і вчасно скоректованих графіків ремонтів. Тому важливим є процес побудови і подальшого корегування графіку ремонту, як на окреме замовлення, так і для підприємства в цілому на певний період.

Замовлення на ремонтні роботи можна представити у вигляді мережі $(U, D), |U| = n$ без контурів з правильною нумерацією вершин. Серед множини вершин виділено входи U_0 й виходи U_n мережі. Дуги мережі відповідають певній ремонтній роботі, а вершини – подіям (моментам закінчення однієї або декількох робіт). У чіткому випадку для кожної ремонтної роботи $(i; j)$ задається її тривалість t_{ij} .

Ремонтне замовлення характеризується нечіткою інформацією щодо тривалості строків виконання окремих етапів ремонту, що задані функціями належності $\mu_{ij}(\bullet): \mathfrak{R}_+ \rightarrow [0; 1]$ тривалості робіт (i, j) , $i, j \in U$, яка може бути отримана від експертів у процесі виконання ремонтних робіт. Для оптимізації ремонтних робіт використовується метод нечіткого критичного шляху.

Комплексна оптимізація мережевих моделей полягає у знаходженні оптимальних співвідношень показників витрат економічних ресурсів та термінів виконання запланованих робіт відповідно до певних виробничих критеріїв та обмежень. Оптимізація ремонтного графіку на замовлення є процесом поліпшення виконання всього комплексу робіт з використанням

наявних матеріальних, фінансових та трудових ресурсів, що призводить до скорочення тривалості ремонту.

Третій етап включає розробку алгоритмів вирішення задач багатокритеріального вибору побудованих альтернатив, представлених графіками ремонтів. Система критеріїв повинна мати комплексний характер порівняння альтернатив, виходячи з особливостей графіків ремонту. Таке порівняння проводиться за наявності великої кількості якісних та кількісних критеріїв і показників, що може бути реалізовано у рамках застосування методу аналізу ієрархій Т. Сааті [4]. Для вирішення завдання знаходження ефективності альтернатив (графіків ремонту), упорядкованих у процесі методу аналізу ієрархій, використовуємо метод скалярних згорток [5]. У процесі формування графіків установлюється баланс у пріоритетах за різними напрямками з урахуванням ресурсних та термінових обмежень, визначаються пріоритети та вносяться відповідні зміни до графіків ремонтів.

Сформовані графіки ремонтів на замовлення подано як множини альтернативних варіантів їх виконання, що відрізняються за показниками термінів, фінансів та ресурсів (множина $[Графік_1, \dots, Графік_n]$ – альтернативні графіки виконання ремонтних замовлень). Зазначені множини графіків є базою для створення оптимальних графіків виконання ремонтних робіт для кожного замовлення, які визначаються шляхом звуження множини $[Графік_1, \dots, Графік_n]$ при накладанні на неї множини оціночних критеріїв $[y_1, \dots, y_m]$ на кожному управлінському рівні. Алгоритм формування таких графіків складається з трьох етапів, наведених на рис. 3.

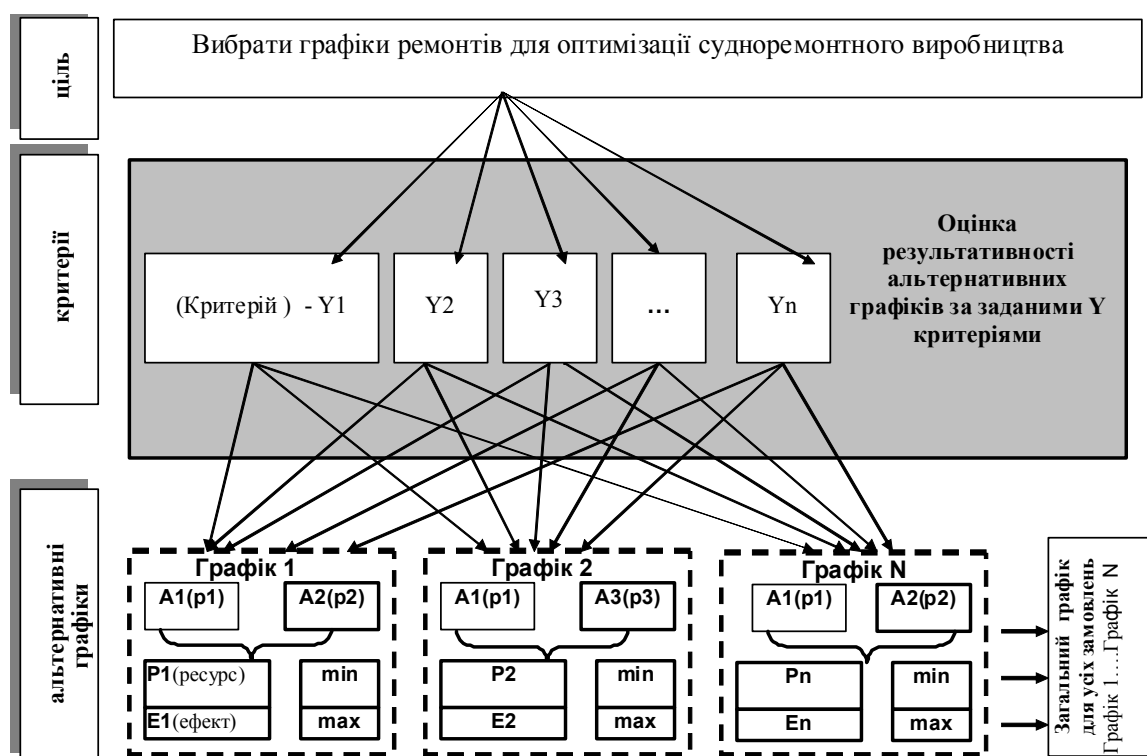


Рисунок 4 – Алгоритм формування оптимальних графіків виконання замовлень

На першому етапі визначається кількість ремонтних замовлень та проект річного графіку ремонтів. На другому етапі виконується оцінка ефективності створених графіків ремонтів за допомогою заданої множини критеріїв $[y_1, \dots, y_m]$ з урахуванням пріоритетів виконання робіт на різних рівнях. Процес вибору варіантів управлінських рішень здійснюється відповідно до принципів багатокритеріальної оптимізації шляхом формування узагальненого критерію. На третьому етапі здійснюється вибір остаточних варіантів графіків ремонтів. Даний етап дозволяє проаналізувати різні комбінації варіантів управлінських рішень, які можуть бути реалізовані для досягнення цілей підприємства в умовах обмежень, що накладаються.

Для сформованої множини вибраних графіків виконання ремонтних замовлень, можемо визначити ефективність їх використання з позицій роботи підприємства в цілому. У процесі прийняття рішень можуть використовуватись критерії, оцінка яких змінюється у певному діапазоні, не наближаючись до гранично допустимих значень (це може призвести до критичних наслідків для об'єкта).

Висновки. Розроблена СППР дозволяє здійснювати адаптивне управління ходом виконання ремонтних робіт згідно з інформацією, що отримується в процесі дефектації вузлів і агрегатів суден. СППР забезпечує раціональне завантаження ремонтних підрозділів підприємства у відповідності із змінами, необхідність внесення яких обумовлена зовнішніми чинниками та потребою одночасного виконання кількох ремонтних замовлень.

Впровадження запропонованої інформаційної технології підтримки прийняття рішень спрощує планування процесів судноремонту на підприємстві. Практичне впровадження розробленої СППР дозволило скоротити терміни виконання ремонтних робіт та підвищити рівень завантаження ремонтних підрозділів підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Терещенкова О. В. Модель выбора альтернативных ремонтных графиков судноремонтного предприятия / О. В. Терещенкова // Проблемы інформаційних технологій, 2010. – № 1 (007). – С. 57-61.
2. Терещенкова О. В. Моделирование процессов управления производством на судноремонтном предприятии / О. В. Терещенкова, А. П. Бень, Т. В. Маломуж // Інтелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції ISDMIT-2005, Євпаторія. – Т. 4. – С. 50-53.
3. Филипс Д. А. Методы анализа сетей / Д. А. Филипс. – М. : Гарсиа Диас, 1984. – 190 с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 316 с.

5. Воронин А. Н. О формализации выбора схемы компромиссов в задачах многокритериальной оптимизации / А. Н. Воронин // Извн. АН СССР техн. кибернет, 1984. – № 2.

Терещенкова О.В., Пуляева А.В., Каминская Н.Г. ФОРМАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СУДОРЕМОНТОМ

В статье рассматривается проблема автоматизации судоремонтных предприятий. На основе анализа существующих информационных систем управления судоремонтным предприятием, предложено создание системы поддержки принятия решения управления судоремонтом, сформулирована модель технологического цикла выполнения судоремонтного заказа, а также описан процесс построения и дальнейшего корректирования графика ремонта.

Ключевые слова: судоремонтный процесс, ремонтный график, многокритериальная оптимизация, сетевые методы планирования, метод нечеткого критического пути, система поддержки принятия решений.

Tereshenkova O.V., Puliaeva A.V., Kaminskaia N.G. FORMALIZATION OF DECISION SUPPORT SYSTEM IN SHIP REPAIR MANAGEMENT

The article considers the problem of automation ship repairing companies. The creation of Decision Support System in ship repair management has been suggested on the basis analysis of existing information systems management ship repairing company. The model of technological cycle execution ship repair order has been formulated. And also, process of building and further correction of the schedule repair has been described.

Keywords: ship repairing process, Decision Support System (DSS), multicriterial optimization, network methods of planning, maintenance schedules, fuzzy critical path method.