

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ОСТАПЧУК АНДРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 621.86

ДИСЕРТАЦІЯ

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І
РЕМОНТУ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОГО
ТЕРМІНАЛУ**

Спеціальність 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту
275 - Транспортні технології

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Остапчук А.А.

Науковий керівник

Немчук Олексій Олегович, кандидат
технічних наук, доцент

Одеса – 2018

АНОТАЦІЯ

Останчук А.А. Розробка системи технічного обслуговування і ремонту засобів механізації перевантажувального терміналу. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.20 «Експлуатація і ремонт засобів транспорту» (275 - Транспортні технології). – Одеський національний морський університет, Одеса, 2017. Дисертаційна робота присвячена вирішенню питань підвищення ефективності портових послуг шляхом оптимізації стратегії технічного обслуговування і ремонту засобів механізації терміналів.

Морський транспортний комплекс являє собою багатофункціональну структуру, в якій морські порти відіграють активну роль у транспортному забезпеченні національної економіки та в інтеграційних процесах України. Ця діяльність морських портів спрямована на задоволення різноманітних потреб користувачів послуги з обслуговування суден, вантажних, пасажирських потоків, підвищення ефективності транспортно-виробничих процесів та забезпечення потреб економіки держави.

Однією з ключових проблем у підвищенні конкурентоспроможності портових терміналів є вирішення завдання вдосконалення системи технічного обслуговування та ремонту засобів механізації перевантажувальних комплексів. Даному питанню в останні роки приділяється пильна увага вчених і фахівців-практиків. Аналіз проведених досліджень і результатів функціонування портових терміналів показує, що в оптимізації стратегії технічного обслуговування і ремонту раніше закладений значний резерв підвищення ефективності портових послуг.

Мета дослідження: підвищення конкурентоспроможності портового терміналу шляхом вдосконалення системи технічного обслуговування та ремонту засобів перевантажувальної техніки.

Досягнення поставленої мети вимагає вирішення комплексу взаємопов'язаних завдань:

- розробка моделі функціонування вантажного портового терміналу з метою визначення і аналізу його конкурентоспроможності;

- розробка методу оцінки і прогнозування зміни фактичного стану засобів механізації портового терміналу та їх окремих вузлів і деталей;

- створення регресійного методу оцінки конкурентоспроможності портового терміналу;

- розробка ефективної стратегії технічного обслуговування і ремонту засобів механізації терміналу морського порту, спрямованої на підвищення його конкурентоспроможності.

Об'єктом дослідження в дисертації виступають процеси технічного обслуговування і ремонту засобів механізації портового терміналу.

Предмет дослідження – моделі та методи визначення та прогнозування фактичного стану технічних систем і впливу на конкурентоспроможність портових послуг

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше розроблено графічний метод оцінки фактичного стану технічної системи в полярних координатах, який, на відміну від тих, що існують, дозволяє враховувати як технічний стан окремих її елементів і їх «вагомість», так і сумарний коефіцієнт, що визначає інтегральну характеристику споживчих властивостей механізму;

- вперше запропоновано в якості критерію ефективності функціонування комплексу засобів перевантажувальної техніки використовувати показник внутрішньої конкурентоспроможності вантажного терміналу, який на відміну від тих, що існують, дозволяє визначити множину факторів, що визначають внутрішню конкурентоспроможність терміналу, та розроблено регресійний метод її оцінки;

- удосконалена імітаційна модель функціонування вантажного терміналу морського порту з метою визначення впливу фактичного стану окремих засобів механізації на економічні та часові характеристики обробки заданого вантажопотоку.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає в можливості підвищення конкурентоспроможності вантажного терміналу морського порту шляхом оптимізації використовуваної стратегії TOP використовуваних засобів механізації. Практичні рішення, отримані в процесі дослідження, дозволяють:

- скоротити витрати і тривалість робіт з технічного обслуговування і ремонту, збільшити експлуатаційний період технічних систем;

- скоротити терміни стоянки суден біля причалу, забезпечити дотримання заявлених термінів вантажно-розвантажувальних робіт.

Ключові слова: портовий термінал, оператор, ринкове середовище, стратегія технічного обслуговування і ремонту, конкурентоспроможність.

Список публікацій автора за темою дисертації

Статті в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Остапчук А. А. Розробка статистичного метода оцінки конкурентоспроможності портового терміналу / О.О. Немчук, А.А. Остапчук // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля, 2017. - №4 (234), С. 173 – 176.

2. Остапчук А. А. Безрозбірне діагностування вилочного електронавантажувача фірми Still / А.А. Остапчук // Науково-виробничий журнал Проблеми Техніки (ОНМУ, ХМУ), 2014, №3, С.55-62

3. Остапчук А. А. Оптимізація системи технічного обслуговування і ремонту засобів перевантажувальної техніки на основі імітаційної моделі / А.А.Остапчук, А. О.Немчук, Д.П. Матоликов // журнал Підйомно-транспортна техніка Одеського національного політех. Університету, 2013, № 2(38), С. 80-89.

4. Остапчук А. А. Управление системой технического обслуживания и ремонта средств механизации грузового терминала / А.О. Немчук, А.А. Остапчук // 2012р. –Східно-європейський журнал передових технологій, 2014, № 1/11 (55), С. 14-16.

5. Остапчук А. А. Графічний метод оптимізації термінів та обсягів ремонтних робіт в технічних системах/ А.А. Остапчук, А.В. Шахов // Науково-виробничий журнал Проблеми Техніки (ОНМУ, ХМУ) 2011, №3, С.129-137.

Статті які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Остапчук А.А. Расчетно-графический метод определения фактического состояния средств механизации грузовых терминалов / А.А. Остапчук, А.О. Немчук // Наукова конференція «Сучасні порти - проблеми та рішення» 2013, Україна – Чорногорія, С. 75-79.

2. Остапчук А.А. Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта средств механизации портов / А.А. Остапчук// Наукова конференція «Сучасні порти - проблеми та рішення Одеса-Польща-Німеччина, 2012», С. 126-127.

3. Остапчук А.А. Проектирование комплекса ремонтных работ средств портовой механизации / А.А. Остапчук, С.Ф. Иоз // Наукова конференція «Сучасні порти - проблеми та рішення» Одеса-Несебр 2009, С. 93-96.

4. Остапчук А.А. Информационное обеспечение систем диагностирования технических средств портовой механизации / А.А. Остапчук // Наукова конференція SWorld 10-22 November 2015 [Електроний ресурс]. Режим доступу: <http://www.sworld.education/conference/molodej-conference-sw/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/november-2015> INTELLECTUAL POTENTIAL OF THE XXI CENTURY '2015.

ABSTRACT

Ostapchuk AA Development of a system of maintenance and repair of means of mechanization of a reloading terminal. - Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Dissertation for the degree of a candidate of technical sciences (doctor of philosophy) in specialty 05.22.20 "Operation and repair of means of transport" (275 - Transport technologies). - Odessa National Maritime University, Odessa National Maritime University, Odessa, 2017. The dissertation is devoted to the decision of questions of increase of efficiency of port services at the expense of optimization of strategy of maintenance and repair of means of mechanization of terminals.

The maritime transport complex is a multifunctional structure in which seaports play an active role in transporting the national economy and in the integration processes of Ukraine. This activity of seaports is aimed at satisfying the diverse needs of users of servicing vessels, freight and passenger flows, increasing the efficiency of transport and production processes and ensuring the needs of the state's economy.

One of the key problems in improving the competitiveness of port terminals is the problem of improving the system of maintenance and repair of means of mechanization of transshipment complexes. In recent years, scientists and practitioners devote attention to this issue. The analysis of conducted researches and results of operation of port terminals shows that in optimization of the TOR strategy, a significant reserve for increasing the efficiency of port services has been established in the past.

The purpose of the research: to increase the competitiveness of the port terminal by improving the system of maintenance and repair of means of reloading equipment.

Achieving the goal requires solving a set of interrelated tasks:

- development of the model of operation of the cargo port terminal in order to identify and analyze its competitiveness;

- development of a method for estimating and forecasting changes in the actual state of the mechanization of the port terminal and their individual nodes and parts;
- creation of a regression method for assessing the competitiveness of the port terminal;
- development of an effective TOR strategy for the mechanization of the port terminal, aimed at increasing its competitiveness.

The object of research in the dissertation is the processes of maintenance and repair of means of mechanization of the port terminal.

Subject of research - models and methods for determining and predicting the actual state of technical systems and the impact on the competitiveness of port services

The scientific novelty of the results obtained is as follows:

- for the first time a graphical method for evaluating the actual state of the technical system in polar coordinates was developed, which, unlike the existing ones, allows us to take into account both the technical state of its individual elements and their "weight" and the total coefficient, which defines the integral characteristic of the consumer properties of the mechanism;
- for the first time, as a criterion for the efficiency of the operation of a complex of means of reloading technology, it is proposed to use the indicator of the internal competitiveness of the cargo terminal, which, in contrast to existing ones, allows determining the plurality of factors that determine the internal competitiveness of the terminal, and the regression method of its estimation is developed;
- an improved simulation model of the functioning of the cargo terminal of the seaport in order to determine the influence of the actual state of individual means of mechanization on the economic and temporal characteristics of the processing of a given freight flow.

The practical significance of the results of the dissertation work is the possibility of increasing the competitiveness of the cargo terminal of the seaport by optimizing the used TOR strategy used mechanization means. The practical decisions made during the research process allow:

- reduce costs and duration of maintenance and repair work, increase the service life of technical systems;

- to shorten the berths of berths, to ensure compliance with the stated deadlines for handling.

Key words: port terminal, operator, market environment, strategy of maintenance and repair, competitiveness.

List of author's publications on the topic of the dissertation.

There are articles in which published the main scientific results of the dissertation:

1. Ostapchuk A. A. Rozrobka statystychnoho metoda otsinky konkurentospromozhnosti portovoho terminalu / O.O. Nemchuk, A.A. Ostapchuk // Visnyk Skhidnoukrayins'koho natsional'noho universytetu im. Volodymyra Dalya, 2017. - №4 (234), S. 173 – 176.

2. Ostapchuk A.A. Bezrozbirne diahnostuvannya vylochnoho elektronavantazhuvacha firmy Still / A.A. Ostapchuk // Naukovo-vyrobnychyy zhurnal Problemy Tekhniki (ONMU, KHMU), 2014, №3, S.55-62

3. Ostapchuk A.A. Optymizatsiya systemy tekhnichnoho obsluhovuvannya i remontu zasobiv perevantazhuval'noyi tekhniky na osnovi imitatsiynoyi modeli / A.A.Ostapchuk, A.O.Nemchuk, D.P. Matolykov // zhurnal Pidyomno-transportna tekhnika Odes'koho natsional'noho politekh. Universytetu, 2013, № 2(38), S. 80-89.

4. Ostapchuk A.A. Upravlenye systemoy tekhnicheskoho obsluzhyvannya y remonta sredstv mekhanyzatsyy hruzovoho termynala / A.O. Nemchuk, A.A. Ostapchuk // 2012r. –Skhidno-yevropeys'kyy zhurnal peredovykh tekhnolohiy, 2014, № 1/11 (55), S. 14-16.

5. Ostapchuk A.A. Hrafichnyy metod optymizatsiyi terminiv ta obsyahiv remontnykh robit v tekhnichnykh systemakh/ A.A. Ostapchuk, A.V. Shakhov // Naukovo-vyrobnychyy zhurnal Problemy Tekhniki (ONMU, KHMU) 2011, №3, S.129-137.

Articles testifying to the testing of the materials of the dissertation:

6. Ostapchuk A.A. Raschetno-graficheskiy metod opredeleniya fakticheskogo sostoyaniya sredstv mekhanizatsii gruzovykh terminalov / A.A. Ostapchuk, A.O. Nemchuk // Naukova konferentsiya «Suchasni porti - problemi ta rishennya» 2013, Ukraïna – Chornogoriya, S. 75-79.
7. Ostapchuk A.A. Optimizatsiya sistemy tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta sredstv mekhanizatsii portov / A.A. Ostapchuk// Naukova konferentsiya «Suchasni porti - problemi ta rishennya Odesa-Pol'shcha-Nimechchina, 2012», S. 126-127.
8. Ostapchuk A.A. Proyektirovaniye kompleksa remontnykh rabot sredstv portovoy mekhanizatsii / A.A. Ostapchuk, S.F. Ioz // Naukova konferentsiya «Suchasni porti - problemi ta rishennya» Odesa-Nesebr 2009, S. 93-96.
9. Ostapchuk A.A. Informatsionnoye obespecheniye sistem diagnostirovaniya tekhnicheskikh sredstv portovoy mekhanizatsii / A.A. Ostapchuk // Naukova konferentsiya SWorld 10-22 November 2015 [Yelektroniyy resurs]. Rezhim dostupu: <http://www.sworld.education/conference/molodej-conference-sw/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/november-2015> INTELLECTUAL POTENTIAL OF THE XXI CENTURY '2015.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
1. ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ПОРТОВОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ	16
1.1. Аналіз ефективності використання коштів перевантажувальної техніки на вантажних терміналах порту	17
1.2. Аналіз стратегій ТОР технічних систем, що існує	31
1.3. Методи визначення конкурентоспроможності	37
1.4. Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження	49
2. ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ	50
2.1. Теоретичні основи проектування системи ТОР	50
2.2. Проектування системи безрозбірного діагностування технічних систем	59
2.3. Оцінка фактичного технічного стану системи	68
2.4. Інформаційне забезпечення системи діагностування технічних систем	83
2.5. Висновки до розділу 2	91
3. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ СТРАТЕГІЇ ТОР НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ТЕРМІНАЛУ	92
3.1. Особливості визначення конкурентоспроможності послуг	92
3.2. Статистичний метод оцінки конкурентоспроможності вантажного терміналу морського порту	96
3.3. Висновки до розділу 3	107
Висновки	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	110
Додаток А Список публікацій автора за темою дисертації	119
Додаток Б Акти впровадження	121

ВСТУП

Актуальність теми дисертаційної роботи. Морський транспортний комплекс являє собою багатofункціональну структуру, в якій морські порти відіграють активну роль у транспортному забезпеченні національної економіки та в інтеграційних процесах України. Ця діяльність морських портів спрямована на задоволення різноманітних потреб користувачів послуги з обслуговування суден, вантажних, пасажирських потоків, підвищення ефективності транспортно-виробничих процесів та забезпечення потреб економіки держави. Крім того, морські порти здійснюють ряд наглядових функцій з безпеки судноплавства, захисту навколишнього середовища, контролю за дотриманням положень кодексу торговельного мореплавства, норм, положень і правил портової влади.

В останні роки в Україні прийнято цілий ряд нормативних актів, які повинні стати правовим фундаментом докорінного реформування всієї транспортної галузі та морських портів зокрема. У 2012 році після десяти років гарячих суперечок і обговорень був прийнятий Закон «Про морські порти в Україні», який визначає порядок залучення приватних інвестицій в об'єкти портової інфраструктури на основі окремих договорів концесії, договорів про спільну діяльність, оренди та інших видів державно-приватного партнерства. У найближчі роки слід очікувати підвищення рівня конкуренції як між портами Чорноморсько-Азовського басейну, так і між окремими портовими терміналами. Таким чином, на перший план виступає завдання підвищення рівня конкурентоспроможності компанії з надання портових послуг.

Однією з ключових проблем у підвищенні конкурентоспроможності портових терміналів є вирішення завдання вдосконалення системи технічного обслуговування та ремонту (ТОР) засобів механізації перевантажувального комплексу. Даному питанню в останні роки приділяється пильна увага вчених і фахівців-практиків. Серед основоположних виділяються праці по прогнозуванню та оцінці ризиків і збитків підприємствам таких авторів як Р. Барлоу, А. А. Короткий, Х. Кумамото, Ф. Прошан, Е. Дж. Хенлі., з теорії

марківських і випадкових процесів – О. Ю. Барзилович, І. Н. Коваленко, В. С. Королюк, А. Ф. Турбін, по моделюванню систем – А. М. Дубров, Л.В. КанТОРвич, С. М. Шелобаев, Е. В. Шикін, з математичної статистики – Е. С. Вентцель, Ф. Р. Гурвич.

Однак аналіз результатів функціонування портових терміналів показує, що в оптимізації стратегії ТОР раніше укладений значний резерв підвищення ефективності портових послуг.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота пов'язана з державною програмою «Транспортної стратегії України на період до 2020 року» (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р., № 2174-р) науково-дослідною тематикою факультету портового інжинірингу. Автор у період з 2009 по 2013 роки безпосередньо брав участь у розробці низки держбюджетних і госпдоговірних науково-дослідних робіт кафедри «Підіймально-транспортні машини та інжиніринг портового технологічного обладнання» факультету портового інжинірингу Одеського національного морського університету з 2010 по 2014 роки в рамках госпдоговірних тем: (№ 04/11 «Дослідження стану металоконструкцій козлових кранів " ЭДЕРЕР" із застосуванням магнітного методу коэрцитивной сили»; №08/10 «Визначення стану м/до мостових причальних перевантажувачів ГП1 і ГП2») та держбюджетних НДР: («Оптимізація системи технічного обслуговування і ремонту засобів механізації потів» (2012р.); «Оптимізація роботи вантажного терміналу порту» (2013р.); «Система підготовки кадрів морських портів» (2014р.).

Мета дослідження: підвищення конкурентоспроможності портового терміналу шляхом вдосконалення системи технічного обслуговування та ремонту засобів перевантажувальної техніки.

Досягнення поставленої мети вимагає вирішення комплексу взаємопов'язаних завдань:

- розробка моделі функціонування вантажного портового терміналу з метою визначення і аналізу його конкурентоспроможності;

- розробка методу оцінки і прогнозування зміни фактичного технічного стану засобів механізації портового терміналу та їх окремих вузлів і деталей;
- створення регресійного методу оцінки конкурентоспроможності портового терміналу;
- розробка ефективної стратегії TOP засобів механізації терміналу морського порту, спрямованої на підвищення його конкурентоспроможності.

Об'єктом дослідження в дисертації виступають процеси технічного обслуговування і ремонту засобів механізації портового терміналу.

Предмет дослідження – моделі та методи визначення та прогнозування фактичного стану технічних систем і впливу на конкурентоспроможність портових послуг

Методи дослідження. У дисертаційній роботі використані такі наукові методи:

- теорія старіння для визначення закономірностей зміни техніко-економічних параметрів роботи засобів механізації в процесі експлуатації;
- регресійний метод визначення конкурентоспроможності терміналу морського порту;
- метод імітаційного моделювання при визначенні інтегральних характеристик портового устаткування;
- метод експертних оцінок при виявленні вагомості діагностичних параметрів системи.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- *здобувачем вперше:*
- розроблено графічний метод оцінки фактичного стану технічної системи в полярних координатах, який, на відміну від тих, що існують, дозволяє враховувати як технічний стан окремих її елементів і їх «вагомість», так і сумарний коефіцієнт, що визначає інтегральну характеристику споживчих властивостей механізму;

- запропоновано в якості критерію ефективності функціонування комплексу засобів механізації використовувати показник внутрішньої конкурентоспроможності вантажного терміналу, який на відміну від тих, що існують, дозволяє визначити множину факторів, що визначають внутрішню конкурентоспроможність терміналу, розроблено регресійний метод її оцінки;

- *удосконалено:*

- імітаційна модель функціонування вантажного терміналу морського порту з метою визначення впливу фактичного стану окремих засобів механізації на економічні та часові характеристики обробки заданого вантажопотоку.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що містяться в роботі, забезпечена системним підходом до дослідження процесів функціонування вантажного терміналу ТМУ Южного морського порту, використанням достовірних і коректних математичних моделей і ефективних чисельних методів рішення завдань.

Особистий внесок здобувача. У дисертаційне дослідження з статей, виконаних у співавторстві, включені тільки ті результати, які отримані особисто здобувачем.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає в можливості підвищення конкурентоспроможності вантажного терміналу морського порту шляхом оптимізації стратегії яка використовує ТОР існуючих засобів механізації. Практичні рішення, отримані в процесі дослідження, дозволяють:

- скоротити витрати і тривалість робіт з технічного обслуговування і ремонту, збільшити експлуатаційний період технічних систем;

- скоротити терміни стоянки суден біля причалу, забезпечити дотримання заявлених термінів вантажно-розвантажувальних робіт.

Результати дослідження можуть також використовуватись організаціями, які проектують і експлуатують вантажопідіймальні машини та механізми,

ремонтними підприємствами і в навчальному процесі студентами технічних і економічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на чотирьох науково-практичних конференціях, семінарах, круглих столах, у тому числі на:

- «Сучасні порти - проблеми та рішення» Україна - Чорногорія 2013
- «Сучасні порти - проблеми та рішення» Одеса-Польща-Німеччина, 2012;
- «Сучасні порти - проблеми та рішення» Одеса-Несебр 2009;
- «SWorld INTELLECTUAL POTENTIAL OF THE XXI CENTURY '2015»

Інтернет конференція 10-22 November 2015.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 9 наукових робіт. Основні результати досліджень викладені в 5 статтях у наукових спеціалізованих виданнях, публікації, в яких додатково викладено положення роботи, включають 4 тези доповідей.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел з 101 найменування і додатків. Загальний обсяг роботи – 121 сторінок, у тому числі 108 сторінок основного тексту, 9 сторінках списку використаної літератури, 27 рисунків, 7 таблиць, а також 2 додатків.

1. ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ПОРТОВОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ

Питання вдосконалення методів управління технічними системами, зокрема управління їх технічним обслуговуванням з метою підвищення ефективності та безпеки функціонування залишається одним з головних завдань управління діяльністю портових термінальних комплексів. Основна причина високої аварійності та низької економічної ефективності використання технічних систем часто полягає в низькій якості їх технічного обслуговування і ремонту (далі ТОР). Розробка раціональних стратегій ТОР засобів механізації являє собою один з перспективних шляхів вирішення даної проблеми. При цьому під стратегією ТОР розуміють будь-яке цілеспрямоване правило (функцію), що встановлює види, обсяг і періодичність операцій ТОР, основним призначенням і змістом яких є контроль і підтримання працездатного стану на різних стадіях життєвого циклу системи, і відновлення працездатного стану до рівня, який забезпечить її функціонування із заданою ступенем ефективності [1 - 8].

Специфічною особливістю технічних засобів механізації перевантажувальних процесів є складність їх структури, обумовлена різноманіттям функцій виконуються окремими елементами, відмінністю зовнішніх умов (середовища), непостійністю складу технічних засобів, що беруть участь у виконанні окремих операцій перевантажувального процесу.

Теоретичні аспекти побудови оптимальних стратегій ТОР викладені в роботах О. Ю. Барзиловича, В. К. Дєдова, Н.А.Северцева, Д. Коксу, Ст. Сміта, В. А. Ігнатова та ін [9 - 11]. Для вирішення задач оптимізації систем ТОР використовуються різні математичні методи: теорія надійності, елементи динамічного програмування, імітаційне моделювання, теорія нечітких множин та ін [5,]. Інженерні методи побудови системи ТОР наведені в роботах А. С. Пронникова А. С. Гальперіна, М. Ю. Сушкевича [12 - 13]. Питання прогнозування моментів проведення керуючих впливів (ТО) за визначального

параметра викладені в роботах А. В. Кубарєва, Е. А. Панфілова [14]. До цієї ж групи належить ряд методичних матеріалів і нормативних документів. Проте єдиної методології, моделей і методів оптимізації стратегії ТОР, що базуються на її основі для технічних систем обробки вантажів на терміналі порту досі не існує. Для вирішення цього завдання перш за все слід проаналізувати існуючі підходи в організації та управлінні системами ТОР.

1.1. Аналіз ефективності використання коштів на ремонт перевантажувальної техніки вантажних терміналах порту.

Останнім часом значно зріс інтерес до розвитку систем управління основними фондами (ЕАМ-систем) [15 -17]. Аналітики говорять навіть про наступаючий бум ЕАМ-систем після буму ERP-систем. Багато підприємств з цікавістю зайнялися вивченням систем управління основними фондами, їх можливостей і функціоналу. І пояснюється це не тільки усвідомленням корисності і необхідності таких систем, але і зміною економічної ситуації, що дозволила багатьом підприємствам розглянути питання про впровадження ЕАМ-системи на своєму виробництві.

Підприємства транспортної галузі, як і в усьому світі, відрізняються значним обсягом основних виробничих фондів, а отже, і високими витратами на їх технічне обслуговування і ремонти. Специфікою переважної більшості українських підприємств часто є висока зношеність виробничого обладнання, що призводить до значного збільшення аварійних ситуацій і зайвих витрат на підтримку працездатності основного і допоміжного обладнання [18, 19].

Ці активи вимагають обслуговування, ремонту і заміни. Підприємства, зайняті у транспортній сфері, все більше залежать від високотехнологічних схем при проведенні необхідних заходів щодо поліпшення якості активів, продовження терміну їх служби та контролю над витратами. На хвилі підвищеного інтересу до систем класу ЕАМ пильну увагу почали приділяти більш прогресивним методам в техобслуговуванні, таких як аналіз стану устаткування (Condition Monitoring¹), концепціям забезпечення надійності

(Reliability Centered Maintenance - RCM), які забезпечують підтримку методології "ремонт устаткування за фактичним станом". Саме такі концепції значно розширюють горизонти застосування ЕАМ-систем та їх рентабельності.

Зачіпаючи тему оптимального рівня автоматизації операцій з ТОР, має сенс привести загальну діаграму (рис. 1.1), яка ілюструє взаємозв'язок сумарних інвестицій в техобслуговування (планово-попереджувальні роботи, наприклад) і частоту (якість) робіт з ліквідації аварій. Якщо захоплюватися техобслуговуванням, аварій, очевидно, стане менше, але витрати на техобслуговування можуть істотно зрости. Так само небезпечно йти в іншу крайність - допускати занадто багато аварій (нештатних ситуацій), які потім треба ліквідувати і витратити значні кошти. На графіку, наведеному нижче (він носить виключно якісний характер), оптимальність є мінімум сумарних витрат.



Рис. 1.1. Оптимізація витрат на технічне обслуговування.

Якщо переглядати історію впровадження різних інформаційних систем на промислових підприємствах, то можна відзначити тенденцію автоматизації спочатку бухгалтерської діяльності, потім фінансової, потім управління персоналом. Потім уже управління виробництвом. Лише деякі підприємства усвідомлюють, що автоматизація бухгалтерії не приносить такого відчутного ефекту в капіталомістких галузях, де особливу важливість грає не своєчасність

надання звітності, а підвищення ефективності віддачі від основних виробничих фондів.

До 2000р. відбувався активний процес розподілу активів у галузях. До управління ними справа не доходила. Тільки тепер власники більш-менш стабілізувалися і стали замислюватися, як підвищити віддачу від тих виробничих активів, якими вони володіють.

Підвищена увага до ефективного управління активами призвело також до потреби значного пошуку на вирішення ІТ рішень для цього.

У вітчизняній практиці розробки інформаційних систем такої класифікації немає, і всі системи належать до АСУ - автоматизованих систем управління. На Заході давно (близько 30 років) існує цілий клас інформаційних систем для автоматизації управління процесами TOP. В цьому класі виділяються 3 види систем (табл. 1.1.). Ринок характеризується недостатньою готовністю більшості підприємств впроваджувати системи такого класу. За розглянутий період було проведено всього кілька тендерів, де замовник досить чітко ставив завдання по управлінню TOP основних виробничих фондів. У тендерах брали участь багато компанії, представлені на ринку на момент проведення конкурсу, проте це ще раз підтверджує те, що ринок ще тільки формується.

Оскільки інформація, пов'язана з вартістю проектів є закритою, більшість розробників, які брали участь в огляді не змогли її надати. В якості основного показника, що характеризує обсяг впроваджень, було використано кількість впроваджень, незалежно від їх масштабу.

Проекти впровадження систем TOP виконуються зазвичай або консалтинговим підрозділом від фірми-вендора, партнером - інтеграТОРм, рідше самостійно замовником із залученням консультацій від вендора.

Але у такого впровадження є мінус в тому, що по суті вендор – це програміст, і в його завдання входить лише автоматизація процесів, а не рішення задачі оптимізації управління TOP. Управлінського консалтингу в таких проектах майже немає. Якщо ж замовник вже виконав фазу бізнес-інжинірингу, то такий варіант виконавця оптимальний.

Таблиця 1.1.

Види інформаційних систем для автоматизації
управління процесами ТОР

Рішення	Загальний опис
Системи EAM (Enterprise Asset Management - управління активами підприємства) [16 – 19]	Спеціалізовані системи, які дозволяють автоматизувати весь процес ТОР, так і забезпечують його процеси (постачання, управління ремонтним персоналом, фінанси).
Системи CMMS (Computerized Maintenance Management System - автоматизовані системи управління ТОР) [20 – 22]	Порівняно прості інформаційні системи, спрямовані на керування тільки процесами ТОР і практично не дозволяють повноцінно автоматизувати забезпечують
Модулі ERP систем ТОР [19, 23]	Окремі інтегровані модулі ERP пакетах. Основна перевага - інтеграція з усіма іншими модулями. Мають, як правило, обмеженою функціональністю в частині управління ТОР.

Результати проведеного аналізу різних автоматизованих систем управління процесами ТОР представлені на рис. 1.2 – 1.8 [24]

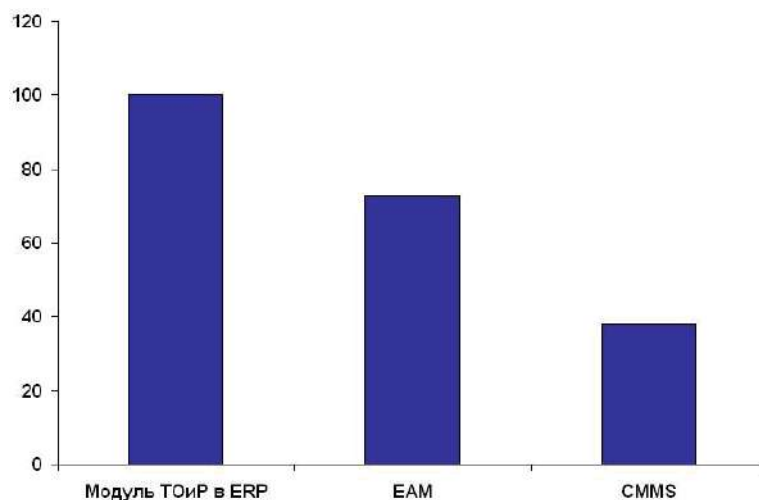


Рис. 1.2. Діаграма кількість впроваджень автоматизованих систем управління ТОР за класами.

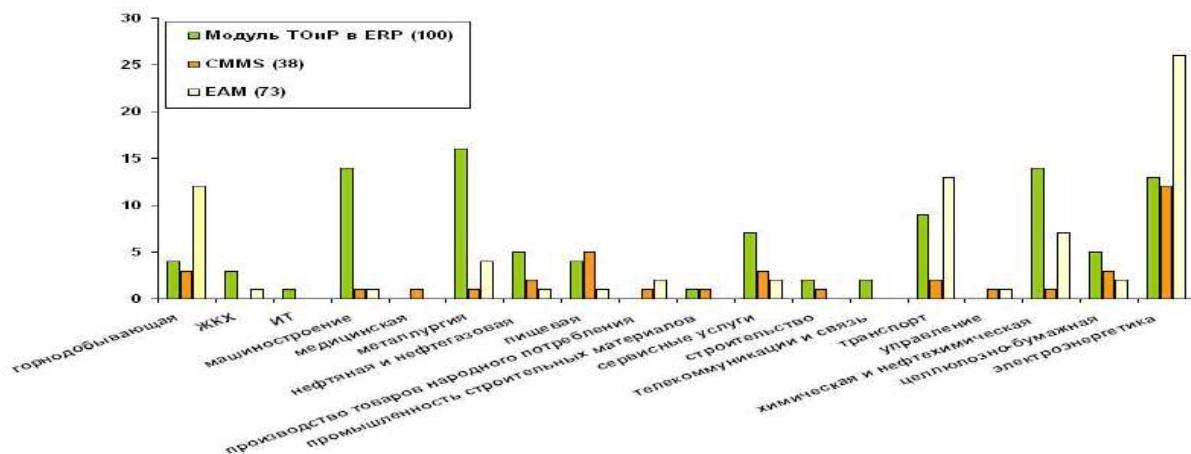


Рис. 1.3. Діаграма впровадження автоматизованих систем управління ТОР по галузях.

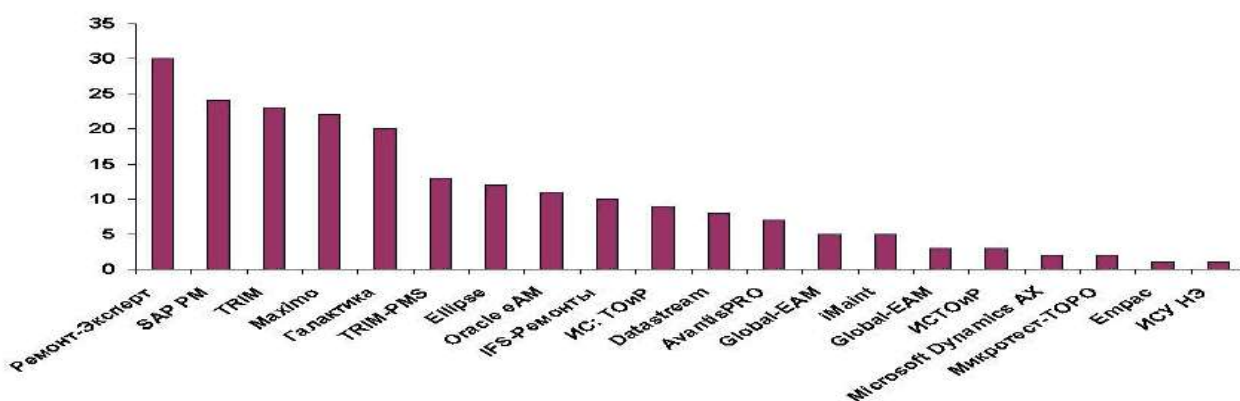


Рис. 1.4. Діаграма кількість проектів впровадження автоматизованих систем управління ТОР.

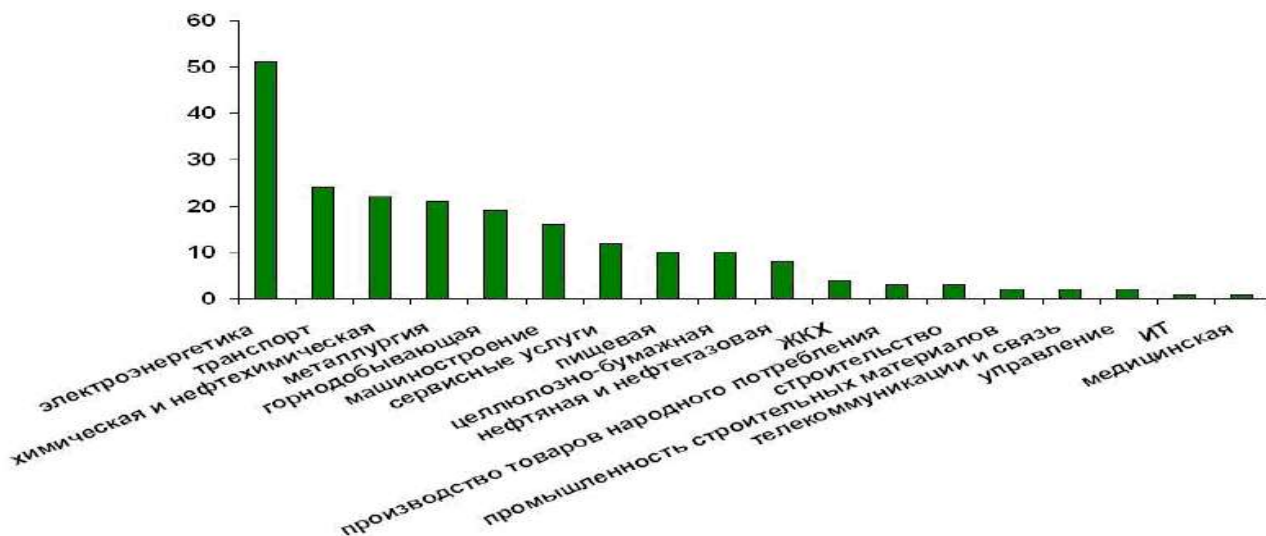


Рис. 1.5. Діаграма кількість проектів впровадження автоматизованих систем управління ТОР по галузях.

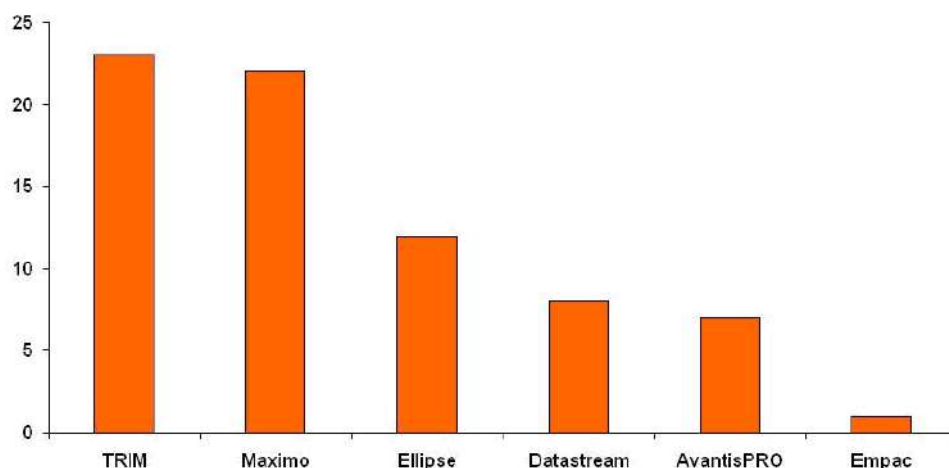


Рис. 1.6. Діаграма впровадження EAM продукту.

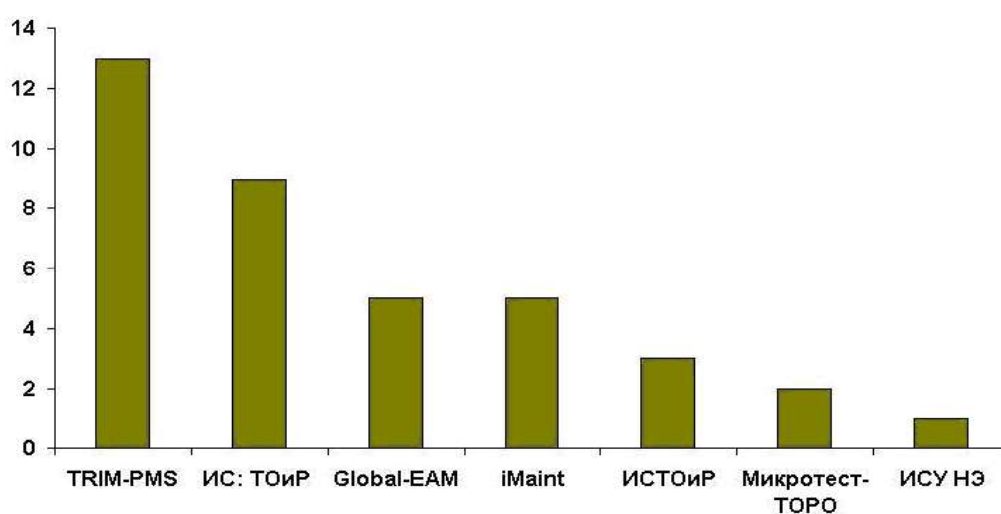


Рис. 1.7. Діаграма впроваджень CMMS продукту.

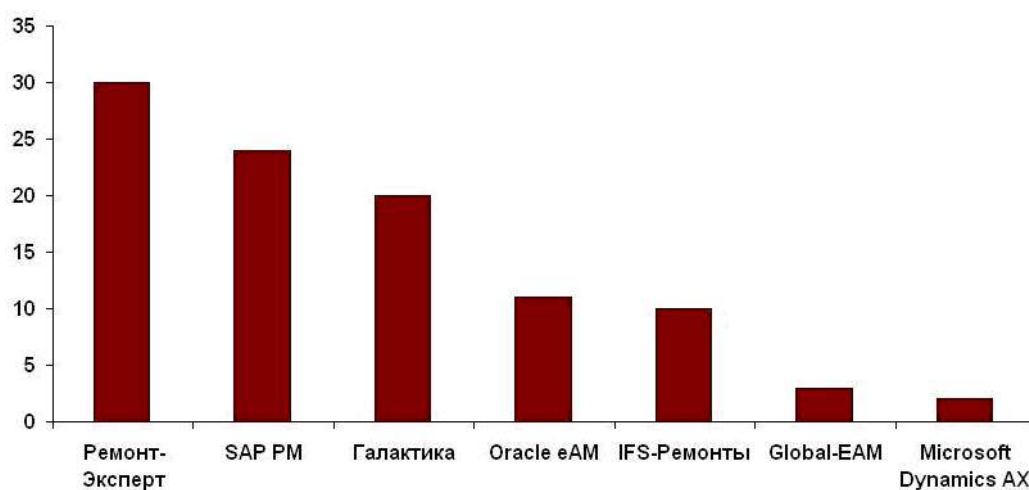


Рис. 1.8. Діаграма впроваджень модуля TOP ERP продукту.

Автоматизація процесів експлуатаційно-ремонтних служб і управління ними дозволяє значною мірою оптимізувати витрати підприємств і тим самим підвищити ефективність інвестицій у виробничі фонди. Однак рівень зрілості підприємств у цій галузі вкрай низький.

Розглянемо результати дослідження, які провела компанія IBS [25]. Підвищити економічну ефективність підприємства в умовах інвестиційної кризи неможливо без вдосконалення принципів і методів технічного обслуговування і ремонту обладнання та управління виробничими фондами. І хоча більшість підприємств визнають реальну віддачу від використання спеціалізованих систем автоматизації для цих цілей, якість бізнес-процесів знаходиться на досить низькому рівні.

Автоматизовані системи керування виробничими фондами (EAM) та технічного обслуговування і ремонту обладнання (ТОР) встановлені у 27% підприємств. В основному це підприємства нафтогазової промисловості (52%), металургії (22%), електроенергетики та ЖКГ (12%), машинобудування (2%). Про це свідчать результати дослідження, яке було проведено в жовтні — грудні 2011 року і в якому взяли участь 350 фінансових і технічних керівників більш ніж 200 найбільших компаній різних галузей промисловості.

При відсутності автоматизації процесів ТОР у 73% підприємств 75% їх технічних керівників задоволені (22% — ні) поточним станом справ. Більше половини (51%) фінансових керівників цих підприємств висловили задоволення рівнем витрат на технічне обслуговування і ремонт устаткування. 28% фінансових керівників зазначили, що протягом останніх років не спостерігалось невиконання виробничих планів із-за несвоєчасного ремонту виробничого обладнання, критичних збоїв або простоїв. І це при тому, що на початок 2008 р. ступінь зносу машин та обладнання за всіма видами діяльності в комерційних організаціях досягла 51,1%, 42% фінансових керівників визнали, що стикалися з подібними ситуаціями.

Питання про нецільове використання запчастин (табл. 1.2.) для 14% респондентів з числа фінансових керівників було взагалі незрозумілим, а 5% —

переадресували його технічним службам. Однак, на думку більшості фінансистів, витрати на ремонт можна знижувати за рахунок оптимізації.

Більшість (68%) технічних фахівців з системами TOP не знайомі. З тих, хто чув (31%) 45% не змогли навести їх приклади. Були названі SAP (29%), Oracle (6,5%), MS Ахарта (5,5%), ІС-ПРО (5%), TRIM (4%), ІС TOP (3%), інші (2%).

Про спеціалізовані системи управління основними виробничими фондами (ЕАМ-системи) знає ще менше респондентів. У 11% підприємств, у яких відсутня автоматизація процесів TOP, встановлено ERP-система (при цьому 23% назвали SAP), у решти ERP-системи немає. З підприємств, які не використовують автоматизацію TOP, тільки 3% мають такі плани, 83% не збираються це робити.

Всі відповіді свідчать в першу чергу про дуже низьку інформованість респондентів про існування автоматизованих систем управління TOP і можливості за їх допомогою керувати інвестиціями у виробничих фондах.

Більшість підприємств (71%), автоматизували процеси TOP, не оцінювали економічну ефективність використання систем, тому відповіді респондентів носять скоріше експертний характер. Ті, хто проводив таку оцінку, визнають реальну віддачу від автоматизації: 91% фінансових керівників заявили, що система дозволила знизити витрати на техобслуговування і ремонт.

Основними джерелами зниження витрат були названі оптимізація робіт і зниження запасів запчастин (65% респондентів) (табл. 1.2). На думку 23% механіків, система автоматизації процесів TOP спростила роботу (рис. 1.9.)

Тим не менш, як показало дослідження, системно зниженням витрат на експлуатаційно-ремонтні роботи і підвищенням ефективності інвестицій у виробничі фонди за допомогою автоматизації мало хто займається. Причини — слабка мотивація менеджерів (особливо технічних) до забезпечення ефективності цих бізнес-процесів, низький рівень знань фахівців і керівників про можливості ІТ-рішень, неготовність оцінювати поточні втрати і потенційний ефект від впровадження нових технологій [26].



Рис. 1.9. Діаграма думок механіків про систему автоматизації процесів ТОР.

Питання економічної ефективності, скорочення витрат шляхом зниження витрат на ремонт і зменшення кількості простоїв, критичних збоїв і аварій турбують менше ніж 15% технічних і близько 30% фінансових керівників. У таблиці 1.3 наведено ефект від використання систем ЕАМ/ТОР в індустріально розвинених країнах.

За статистикою в Українських портах з 1979 р. витрати на ремонт зростають на 10-15% в рік. Загальна вартість ремонтів у 2007 р. перевищила 1 трлн дол. При цьому:

- приблизно один ремонт з трьох закінчується невдало;
- ремонтний персонал витрачає менш як чотири години на день безпосередньо на ремонтні роботи;
- співвідношення неотриманого прибутку і збитків до прямих витрат на ремонтні роботи — 4:1.

Таблиця 1.2.

Оцінка автоматизованих систем TOP [27].

Оцінка систем, %			
<i>Питання</i>	<i>Так</i>	<i>Ні</i>	<i>Важко відповісти</i>
Думки керівників фінансових			
Чи згодні ви з твердженням, що в більшості випадків ЕАМ-системи окупаються протягом двох років?	14	80	6
Чи доводилося вам оцінювати економічну ефективність системи?	29	71	—
Допомагає система працювати з інформацією по обладнанню?	50	18	32
Допомагає система знизити витрати на техобслуговування і ремонт?	91	6	
Повинна допомагати?	3		
Чи бачите ви можливості зниження витрат на ремонти за рахунок оптимізації робіт і зниження запасів запчастин?	65	23	12
Думки технічних керівників			
Чи існує на підприємстві проблема нецільового використання запчастин?	—	41	59
Чи бачите ви можливості зниження витрат на ремонт за рахунок оптимізації робіт і зниження запасів запчастин?	66	23	—

За даними зарубіжних агентств, при впровадженні подібних систем підприємства переслідують мету повернення інвестицій в активи, зниження ризиків від виходу з ладу критично важливого обладнання, енергоощадження, підвищення якості обслуговування складної техніки. Термін окупності рішення складає від 6 до 18 місяців. Спеціалізовані інформаційні системи, які допомагають вирішувати завдання управління виробничими фондами, широко відомі на світовому ринку. Кращими з них західними аналітиками визнані системи Maximo (IBM), Datastream (Infor), Mincom, Indus. Вітчизняні підприємства для цих цілей найчастіше використовують модулі SAP, ERP, Oracle, E-Business, Suite і Microsoft, Dynamics AX (рис. 1.10).

Таблиця 1.3.

Ефект від використання систем EAM/TOP в
індустріально розвинутих країнах, % [28].

Скорочення витрат на обслуговування обладнання	25–30
Скорочення вартості аварійних робіт	31
Підвищення продуктивності ремонту	29
Скорочення наднормативних запасів	21
Підвищення коефіцієнта готовності обладнання	17
Зменшення випадків нестачі запасів	29
Зменшення кількості понаднормових робіт	22
Зменшення часу очікування матеріалів, необхідних для проведення робіт	29
Скорочення термінових закупівель	29
Економія за рахунок одержання більш вигідних цін, пов'язана з появою можливості вибору постачальника	18

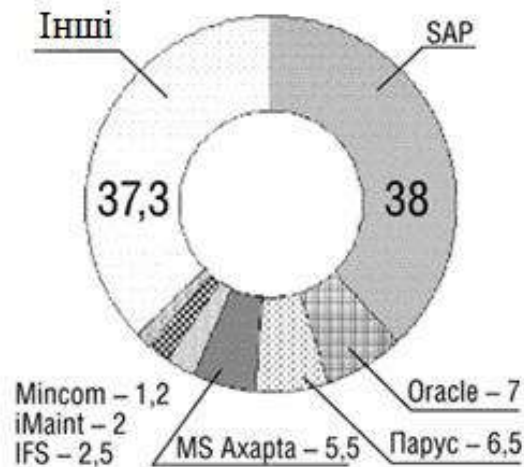


Рис. 1.10. Діаграма використання систем TOP/EAM, % [29]

Витрати на ремонт устаткування і підтримання основних фондів у цілому по економіці країни можуть досягати, за експертними оцінками, 5-7% ВВП.

Далеко не всі зазначені кошти витрачаються ефективно, і керівникам підприємств є про що задуматися. Очевидно, поки що недостатньо стимулів для уважного підходу до управління цими процесами, але з ростом конкуренції боротьба за продуктивність праці, капіталомісткість, енергомісткість активізується.

Компанії, які автоматизували процеси управління основними фондами, технічним обслуговуванням і ремонтами, дуже скоро усвідомлюють значущість отриманих економічних ефектів. Облік цих тенденцій і аналіз зарубіжного досвіду дозволяють впевнено прогнозувати зростання попиту на IT-рішення в сфері EAM/TOP в найближчі роки.

Транспортна система як сукупність судноплавних, залізничних, автомобільних та інших шляхів сполучення, зв'язується в єдине ціле портовими комплексами. Тут здійснюються найбільш складні операції з перевалки вантажів, тут сходяться різномірні, часом суперечливі інтереси учасників перевезень, і особливо сильна конкуренція.

Порти прагнуть максимально використовувати свої переваги - починаючи з природно-географічних особливостей (довжина шляху до відкритого моря,

глибини біля причалів, льодова і штормова обстановка, віддаленість від інших логістичних центрів), і закінчуючи створеними умовами зберігання вантажів і структурою портових зборів. Суднообіг, вагонообіг, вантажообіг - ці показники впливають на привабливість порту та його послуг для вантажовласників і перевізників.

Вантажопотоки характеризуються високою динамікою, тому завдання порту в конкурентній боротьбі - вчасно відреагувати на їх виникнення і зміну, залучити їх і без перешкод обробити. Для цього порт повинен не просто підтримувати високу пропускну здатність, але забезпечувати її постійне підвищення у зв'язку з безперервним збільшенням вантажності суден фрахтувальниками і перевізниками, які, таким чином, прагнуть мінімізувати свої витрати. У порту повинен дотримуватися баланс вантажності суден і пропускну спроможності причалів, що визначається продуктивністю підйимально-транспортного обладнання (ПТО). Порти, в яких цей баланс порушується, втрачають свої вантажопотоки.

Підвищення продуктивності ПТО зазвичай пов'язують з мобільністю кранів, з оснащенням портів спеціалізованими перевантажувальними комплексами, з використанням сучасних засобів внутрішньопортової механізації. У той же час, для досягнення високої продуктивності необхідно забезпечити належний технічний стан обладнання. І тут виникає ряд факторів, що ускладнюють вирішення цієї задачі:

- досить значна частина порталних кранів у морських портах України експлуатуються за межами нормативного терміну служби, можливість їх заміни обмежується високою вартістю; як об'єкти технічної експлуатації вони вимагають підвищеної уваги;

- кліматичні умови - ПТО порту функціонує на відкритому повітрі, в умовах високої вологості і вітру;

- запиленість в місцях перевантаження навалювальних і насипних вантажів призводить до прискореного зносу вузлів і механізмів;

- агресивне середовище в місцях перевантаження хімічних вантажів призводить до прискореної корозії;

- значний час перехідних режимів техніки при виконанні вантажних операцій (до 75% у порталних кранів) створює перевантаження і вібрації, що сприяють зносу;

- висока концентрація перевантажувальної техніки порту додатково посилює вимоги до її технічного стану як фактору запобігання аварійності.

Внаслідок зазначених причин зростає навантаження на службу експлуатації і ремонту, її роль у досягненні макроекономічних показників порту стає ключовою, збільшується обсяг робіт з технічного обслуговування і ремонту, обсяг залучених для ТОР ресурсів. За статистикою більше чверті персоналу порту зайнято саме ТОР. У зв'язку з цим управління ТОР є найважливішою сферою діяльності керівництва та фахівців порту.

При цьому управління ТОР в порту має ряд особливостей [30-32]:

1. Підрозділи порту - термінали, бази внутрішньопортової механізації, склади віддалені один від одного на значні відстані, що ускладнює управління процесами ТОР, в яких вони беруть участь;

2. Велика кількість машин що експлуатуються, велика різноманітність їх типів, велике число виробників однотипних машин, що одночасно використовуються в різних підрозділах підприємства - все це ускладнює провадження ремонтної діяльності;

3. Режим роботи порту - 24 години на добу, 7 днів на тиждень, а для незамерзаючих портів, таких як ІМТП 365 днів у році, - повинен враховуватися при плануванні та проведенні ТОР, постачання запчастинами і матеріалами; в цілому це суттєво ускладнює завдання організації ТОР;

4. Витрати на ТОР і на закупівлю товарно-матеріальних цінностей (ТМЦ) мають тенденцію до зростання, у зв'язку з цим потрібно їх ретельний облік і рішення нетривіальних задач оптимізації;

5. Виробники портового обладнання оснащують свою продукцію вбудованими інформаційними системами реєстрації - з їх допомогою ведеться

облік напруцювання, здійснюється діагностика, накопичується інформація про режими роботи, кількість та причини відмов, про виконані роботи ТОР; проте в цій інформації немає системності, вона розрізнена і неозора, на її основі неможливо прийняти управлінське рішення;

6. Інформація про результати ТОР, про витрачені і залишені ТМЦ, вартість робіт, знаходиться безпосередньо в ремонтно-експлуатаційних підрозділах, її збір на паперових носіях або в таблицях Excel не дозволяє отримати в розумні терміни придатну для аналізу базу даних;

7. Через високий знос устаткування значна частина ремонтних робіт виконується за відмови (до 70%), а закупівлі ТМЦ проводяться без планування постачання на основі плану робіт.

Для ефективного менеджменту в таких умовах керівництву і фахівцям порту необхідна інформаційна система управління, яка дозволяє на кожній стадії функціонування вибирати оптимальні стратегії ТОР.

1.2. Аналіз існуючих стратегій ТОР технічних систем

У відповідності з ГОСТ 18322-78 «Система технічного обслуговування і ремонту – це сукупність взаємозв'язаних технічних засобів, документації, виконавців, необхідних для підтримання та відновлення якості обладнання» [1].

Таким чином, система ТОР являє собою комплекс організаційно-технічних заходів, що проводяться в плановому порядку для забезпечення працездатності та справності машин, устаткування, механізмів (далі – обладнання) протягом всього терміну їх служби при дотриманні заданих умов і режимів експлуатації. Ці заходи розробляються і здійснюються при експлуатації устаткування з обов'язковим виконанням вказівок інструкцій заводів-виробників, а також вимог до технічного стану устаткування та правил безпечної експлуатації, встановлених законодавством.

Система ТОР заснована на плануванні ремонтів і має попереджувальний характер. Це означає, що всі заходи з підтримки працездатності обладнання виконуються у відповідності з річними та місячними графіками, складеними

так, щоб попередити передчасний та несподіваний вихід з ладу обладнання [33].

Планово-попереджувальний характер системи ТОР реалізується:

- проведенням з заданою періодичністю ремонтів обладнання, строки виконання та матеріально-технічне забезпечення яких планується заздалегідь;
- виконанням у повному обсязі операцій, спрямованих на забезпечення безвідмовної роботи обладнання;
- скороченням часу перебування обладнання в ремонті (в першу чергу капітального);
- забезпеченням строків корисного використання обладнання.

Система ТОР передбачає, що потреба обладнання у відновленні експлуатаційних характеристик задовольняється поєднанням різних видів ремонтно-профілактичних впливів, що розрізняються періодичністю та складом робіт.

В залежності від виробничої значущості обладнання, його впливу відмов на безпеку персоналу і стабільність виробничих і технологічних процесів ремонтні дії можуть реалізуватися у вигляді регламентованого ремонту, ремонту за напрацюванням, ремонту за технічним станом, або у вигляді їх поєднання.

На практиці перелік обладнання, ремонт якого може бути заснований тільки на принципах і стратегіях регламентованого ремонту, вкрай вузьке. Фактично ремонт більшої частини обладнання заснований на поєднанні (у різних пропорціях) регламентованого ремонту і ремонту за технічним станом. У цьому випадку каркас «структури ремонтного циклу визначається сукупністю елементів обладнання, ремонт яких заснований на стратегіях регламентованого ремонту або ремонту за напрацюванням. На отриману «жорстку» основу структури ремонтного циклу обладнання накладаються («нежорсткі» варіанти) строки проведення ремонту окремих елементів, що обслуговуються за технічним станом.

Ствердження деяких вітчизняних фахівців, що за кордоном система ТОР відсутня, не відповідає дійсності.

В передових промисловорозвинутих країнах система організації ремонтно-профілактичних робіт називається дещо інакше, а саме [34, 35]:

- система обслуговування – в Європі, США, Канаді та ін.;
- система збереження – в Японії, Південній Кореї та інших азіатських країнах.

Як правило, на підприємствах немає спеціальних підрозділів по ремонту (ремонтно-будівельного управління, відділів головного механіка, головного енергетика та ін.). Такі служби очолює на основі принципу єдиноначальності технічний керівник фірми по обладнанню, а роботами керують безпосередньо майстри (механіки).

Порядок виконання робіт з ТО, поточного та капітального ремонтів розробляється заводами – виробниками обладнання. Цей порядок визначається в інструкціях з експлуатації відповідних машин і неухильно виконується на виробничих підприємствах.

Ще одна істотна особливість ремонтного виробництва полягає в тому, що ремонт з повним розбиранням устаткування практично не застосовується. Як поточний, так і капітальний ремонт виконуються шляхом заміни непридатних агрегатів, вузлів і деталей на придатні заводського виготовлення. Ремонтно-механічні цехи з виготовлення та відновлення деталей відсутні.

У США існує система планово-попереджувального обслуговування основних фондів, яка передбачає утримання основних фондів у працездатному стані шляхом заміни будь-якого змінного елемента, якщо є небезпека виходу з ладу обладнання.

Для забезпечення можливості відновлення обладнання шляхом заміни окремих агрегатів, вузлів і деталей підприємства-виробники резервують до 25 % своїх виробничих потужностей для випуску такої продукції.

У США виготовлення запасних частин заохочується тим, що їх дозволяється продавати на 20-25 % дорожче, ніж у вигляді зібраного

устаткування. У США частка виконання ремонтних робіт так званим «фірмовим ремонтом» (силами спеціалізованих ремонтних фірм) не перевищує 10 % всього обсягу ремонтів в країні. Переважно це наладка, випробування, модернізація, складні регульовальні роботи, рідше – заміна складних агрегатів.

Фахівці Японії та Південної Кореї вважають, що для значного збільшення прибутків від експлуатації обладнання необхідно, щоб виконання ремонту та відновлення носило ритмічний (плановий) характер, як і в основному виробництві. В японській системі забезпечення збереження устаткування закладений наступний принцип: всі роботи по заміні агрегатів, вузлів і деталей самої складної машини по можливості слід проводити на місці її встановлення силами власного спеціально підготовленого персоналу.

У всіх зарубіжних країнах велика увага приділяється нормування витрат праці, часу зупинки на відновлення працездатності машин і часу планової заміни змінних елементів.

Зниження витрат на відновлення несправних основних фондів – це необхідна умова ефективної роботи на конкурентному ринку.

Для більш глибокого розуміння системи ТОР необхідно розглянути її стратегії. Таких стратегій на даний момент існує чотири [33]:

- реактивна,
- планово-попереджувальна,
- стратегія ремонту за оцінкою технічного стану,
- проактивна.

Реактивне технічне обслуговування - такий метод обслуговування, при якому ремонт або заміна обладнання проводиться тільки в тому випадку, коли воно виходить з ладу або відпрацьовує свій ресурс. Реактивне обслуговування має наступні недоліки: можливість позапланових простоїв через раптові відмови обладнання та дорогий і тривалий ремонт в наслідок серйозності і просторстї дефектів. Крім того, є ймовірність раптової відмови декількох різних агрегатів одночасно, внаслідок чого необхідність у ремонтних роботах може перевищити можливості ремонтної служби.

Планово-попереджувальне технічне обслуговування - такий метод обслуговування, основою якого є планове періодичне проведення профілактичних робіт різного об'єму на обладнанні, тобто складання і дотримання календарного графіка виконання, через певні інтервали часу, робіт з профілактичного ремонту (поточного, середнього або капітального). Перевагою такого методу, у порівнянні з реактивним обслуговуванням, є різке зниження імовірності раптової відмови обладнання. Недоліком планово - профілактичного обслуговування є проведення "зайвих" ремонтів, тобто ремонтів фактично справного обладнання, і, як наслідок, зайве **зростання експлуатаційних витрат**.

Досягнення в розробці контрольно - вимірювальної апаратури забезпечили можливість не тільки виявляти стан агрегату шляхом вимірювання ряду його технічних параметрів, але і на основі аналізу змін вимірюваних параметрів передбачати необхідність і планувати терміни проведення ремонту, тобто проводити ремонт тільки тих агрегатів, де він необхідний. Такий вид обслуговування називається "попереджувальним", або обслуговуванням за фактичним технічним станом (надалі ОФС). Перевагою такого методу обслуговування є мінімізація ремонтних робіт (виняток ремонту бездефектних вузлів) і збільшення на 25...40% міжремонтного ресурсу у порівнянні з ППР. Серйозним недоліком такого виду обслуговування може бути ситуація, коли необхідність в проведенні ремонтних робіт на кількох агрегатах одночасно перевищить можливості ремонтної служби.

Проактивне технічне обслуговування - підхід, спрямований на зниження загального обсягу необхідного технічного обслуговування і максимізацію терміну служби обладнання (тобто в ідеалі - створення "вічного" агрегату, що не вимагає технічного обслуговування) шляхом систематичного усунення джерел дефектів, що призводять до передчасного виходу з ладу обладнання. Іншими словами, за результатами узагальнення найбільш поширених дефектів, виявлених в процесі роботи обладнання, проводиться аналіз і визначення причин їх виникнення та впливу на міжремонтний інтервал, а потім

приймаються заходи з недопущення виникнення цих дефектів. Зокрема, проводиться постійний аналіз роботи ремонтного персоналу, і виявляються недоліки роботи тієї чи іншої бригади, які проявляються на групі агрегатів (наприклад, неякісна збірка, центрування або балансування), аналіз роботи ремонтного виробництва з виявленням недоліків ремонтних технологій (наприклад, технології виготовлення підшипників ковзання), аналіз оснащеності (наприклад, відсутність оснащення нагріву підшипників кочення при монтажі), конструктивні зміни (наприклад, застосування зносостійких матеріалів) та ін. [36 - 39]

Для всіх стратегій ремонту планові ремонти за обсягом робіт поділяються на поточні та капітальні.

Для стратегії регламентованого ремонту на всі види поточних (Т1, Т2, Т3...) і капітальних ремонтів є типові регламенти і нормативи періодичності робіт.

Для стратегії ремонту за фактичним станом обсяги робіт та строки ремонтів визначаються тільки технічним станом.

Для змішаної стратегії використовують нормативи періодичності ремонтів, а обсяги робіт визначаються технічним станом.

Для стратегії за потреби ремонту (непланові) виконуються в разі відмови або пошкодження обладнання.

Відмінності між стратегіями планового ремонту проявляються в основному в організації поточних ремонтів. Обсяги робіт капітального ремонту для всіх стратегій є однакові.

Організація устаткування практично не залежить від того, за якою стратегією організовано ремонт обладнання. Основна відмінність полягає в тому, що для організації ремонту за фактичним технічним станом і за змішаної стратегії виконується більший обсяг робіт з контролю технічного стану (моніторингу) в процесі роботи.

У відповідності з рекомендаціями [10], пропонується для більшої частини основного і допоміжного обладнання застосовувати змішану стратегію, коли

періодичність ремонтів задається нормативними документами, а обсяг робіт визначається технічним станом. Регламентований ремонт призначається для невеликої частини особливо відповідального обладнання, підконтрольного органам нагляду. Ремонт за потреби призначається для малоцінного невідповідального обладнання.

Кошти, які заощаджені для перевантажувальної техніки терміналів, портів вимагають проведення комплексу робіт з ТОР з метою забезпечення їх ефективного функціонування у відповідності з технічною документацією. Система ТОР повинна стати керуючою організаційною структурою, для створення якої необхідно:

- виконати оптимальний синтез структури керованих об'єктів (класифікувати засоби механізації по групах, структурувати кожну групу за рівнями: механізм – вузол - елемент);
- оптимізувати періодичність і обсяг робіт з ТОР, включаючи роботи з визначення фактичного технічного стану;
- розробити організаційну структуру ремонтного підрозділу організації, визначивши завдання та функції його складових.

1.3. Методи визначення конкурентоспроможності

Велич країни визначається не тільки розміром її території, багатством природних ресурсів, міццю армії, але і конкурентоспроможністю вироблених товарів і послуг. Ця категорія є фундаментом якості життя — заходи гідності нації. За останні десятиліття написано сотні наукових робіт (статей, монографій), присвячених проблемі підвищення конкурентоспроможності товарів і послуг, однак, на наш погляд, це свідчить про неповну вивченість питання. Поняття конкурентоспроможності є багатоаспектним. Його досліджують фахівці з маркетингу, управління якістю, товарознавства, менеджменту, макро - і мікроекономіки, при цьому ніхто з фахівців не намагається вийти за рамки своєї спеціальності. Однак накопичений великий науковий і прикладний матеріал вимагає синтезувати підходи. В синтетичному

підході до проблеми гостро потребує практика. Підприємства необхідно озброїти методикою комплексної оцінки конкурентоспроможності продукції.

Головною складовою частиною методології оцінки конкурентоспроможності залишається методологія оцінки технічного рівня продукції. Цьому питанню присвячені роботи Г.Г. Азгальдова, А. В. Гличева та ін. [40, 41] Фахівцями з управління якістю введено та стандартизовано ще в 1970-х рр. поняття інтегральної якості —характеристики, що широко використовується в даний час для оцінки конкурентоспроможності продукції.

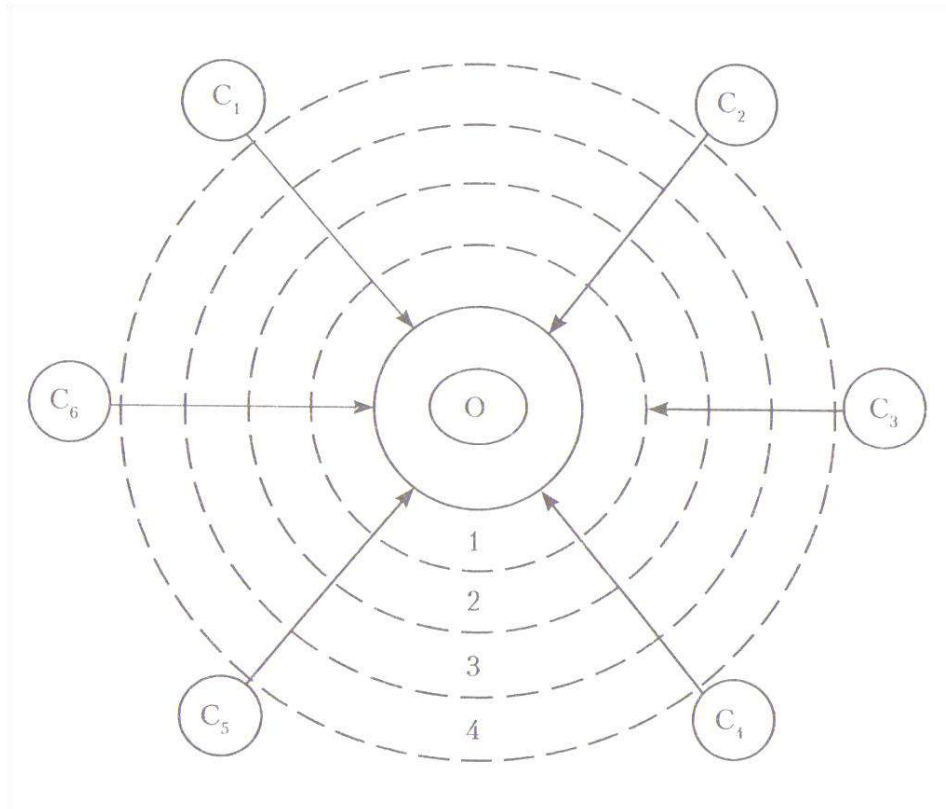
Багато і цікаво пише по проблемі управління якістю продукції проф. Ю. П. Адлер [42, 43], він знайомить читача з багатою зарубіжною практикою забезпечення якості та конкурентоспроможності продукції.

Перша монографія з менеджменту конкурентоспроможності випущена в 1995 р. проф. Р. А. Фатхутдиновим [44]. У своїх роботах він системно досліджує конкурентоспроможність різних об'єктів: проектно-технологічної документації, технології, виробництва, продукції, фахівців, цінних паперів, інформації.

Конкуренція в перекладі з латинської означає виштовхування. Вона є формою взаємного суперництва суб'єктів ринкової економіки. Засіб конкуренції - це товари і послуги, за допомогою яких конкуруючі фірми прагнуть завоювати визнання і отримати гроші споживача. Якщо *об'єктом* конкуренції вважати потреби групи споживачів, утворюють сегмент ринку, вибраний фірмами-суперниками, а *суб'єктами* — фірми-виробники і фірми-послугодавці, то конкуренцію можна представити [45] у вигляді моделі (рис. 1.11).

Дія безлічі суб'єктів спрямоване виключно на один об'єкт. У моделі позначені зони, які виконують роль кваліфікаційних рівнів. Зону тотальної конкуренції досягають тільки суб'єкти, товар (послуга) яких повністю задовольняють потреби даного сегменту ринку. Товари, що не відповідають вимогам цієї групи споживачів, відсіваються. Звідси можна зробити висновок про те, що проблема конкурентоспроможності найбільш актуальна для моделі

досконалої конкуренції, в якій присутній елемент жорсткої змагальності, і не актуальна для монопольного, дефіцитного ринку.



C_1 — C_6 — суб'єкти (виготовлювачі товарів); O — об'єкт.

Зони конкуренції:

- 1 — тотальна,
- 2 — сильна,
- 3 — середня,
- 4 — слабка.

Рис. 1.11. Променева модель конкуренції

Можна погодитися з висновками, наведеними в роботі [46], що конкуренція базується на двох процесах: суперництві і задоволенні потреб. Її можна уявити як систему векторів, утворених дією зазначених процесів (рис. 1.12). Вектор задоволення потреби a визначається споживчою вартістю товару, а вектор суперництва b — числом виробників товарів-аналогів (послугодавців) і характеристикою конкурентного середовища. Вектори a та b дають сукупний вектор — вектор конкурентоспроможності K .

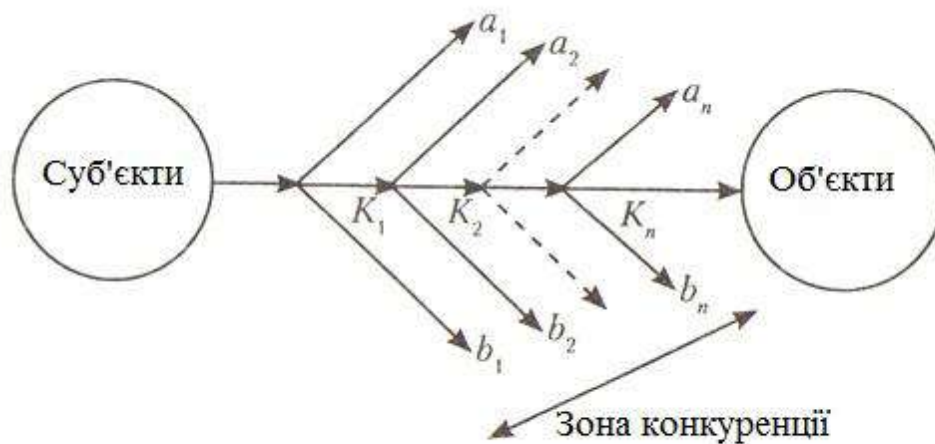


Рис. 1.12. Конкуренція як результуючий вектор [40]:
 $K_1 K_2 K_n$ — вектори конкуренції, $K_1 < K_2 < \dots < K_n$
 $a_1 a_2 \dots, a_n$ — вектори задоволення потреби, $a_1 < a_2 < \dots < a_n$;
 $b_1 b_2 \dots, b_n$ — вектори суперництва, $b_1 < b_2 < \dots < b_n$

У статті «Аналіз поняття «конкурентоспроможності» Парахин К.А. і Парахіна В.Н. приходять до думки, що поняття «конкурентоспроможність» надзвичайно широко і універсального загальноприйнятого визначення не має, але можна говорити про поняття конкурентоспроможності стосовно до різних об'єктів ринку і різних рівнях його організації. При цьому автори статті доходять до такого визначення конкурентоспроможності: «характеристика, яка виражає відмінності даної фірми від розвинених конкурентних фірм по ступеню задоволення своїми товарами потреби людей і по ефективності виробничої діяльності» [47, с. 69].

Термінологія в галузі конкурентоспроможності об'єктів не стандартизована. Передумовою до визначення понять в будь-якій області є систематизація. В даному випадку її головною ознакою є об'єкт оцінки конкурентоспроможності:

— продукція (товар, послуга);

- організація;
- галузь;
- країна.

У відповідності з зазначеними чотирма об'єктами можна розглядати конкурентоспроможність на чотирьох рівнях. В роботі [48] справедливо звертається увага на існування тісної внутрішньої і зовнішньої залежності між ними. У нашому дослідженні ми зупинимося докладно на оцінці конкурентоспроможності організацій з надання портових послуг, а саме морських терміналах.

Конкурентоспроможність підприємства – це один з основних критеріїв оцінки ефективності його діяльності та розвитку. У самому широкому розумінні її можна визначити як здатність до досягнення власних цілей в умовах протидії конкурентів.

Конкурентоспроможність підприємства, з точки зору виробника, формується з багатьох факторів, які охоплюють у собі ефективність функціонування різних його підрозділів, та так само конкурентоспроможність товару як кінцевого продукту діяльності. Саме ця складова конкурентоспроможності і є визначальною для організації в цілому.

У вище згаданій статті Парахниних можна зустріти таке визначення: «Конкурентоспроможність товару – це комплексна характеристика товару, що визначає його переваги на ринку у порівнянні з продуктами-конкурентами як за ступенем відповідності конкретної суспільної потреби, так і по витратах на її задоволення». [47, с. 70].

На думку В. М. Лівшиця, конкурентоспроможність продукції — це здатність продукції відповідати вимогам даного ринку у період, що розглядається, в порівнянні з аналогами-конкурентами [49].

У цьому визначенні закладено три характерні ознаки:

- 1) простір — конкретний ринок (країна, сегмент ринку);
- 2) період — фіксований відрізок часу;
- 3) популярність в порівнянні.

Тому оцінка конкурентоспроможності передбачає порівняння конкретної продукції з аналогом у системі «час — простір».

Оцінкою конкурентоспроможності товарів і послуг займаються різні суб'єкти ринку: виробники, послугодавці, продавці. Але, як зазначалося вище, у підсумку вона є прерогативою споживача. З ряду аналогів він вибирає товар (послугу), який більше відповідає його потребам. Тому можна погодитися і з таким варіантом визначення: конкурентоспроможність товару показує ступінь його привабливості, яка впливає на реальну покупку споживача [50].

Для універсальності наведеного визначення конкурентоспроможності з позиції суб'єкта господарської діяльності в нього слід включити ознаку, яка не цікавить споживача, але є вирішальною для виробника (послугодавця, продавця) — комерційний успіх продукції на ринку. Мова йде про такий критерій, як дохід (витрати). Комерційний успіх трапляється при перевищенні доходів над витратами, тобто при отриманні прибутку.

В роботі [51] пропонується оцінювати конкурентоспроможність за фінансовими або маркетинговими показниками (рентабельність продажів, ринкова частка товару тощо)

Таким чином, можна погодитися і з наступним трактуванням терміна з позиції суб'єкта господарської діяльності: конкурентоспроможність товару — це здатність товару забезпечити комерційний успіх в умовах конкуренції [52].

В основу визначення терміна можна покласти формулу, яка була запропонована А. Н. Литвиненко і А. М. Татьянченко, які провели глибоке дослідження конкурентоспроможності машинотехнічної продукції і запропонували розуміти під конкурентоспроможністю характеристику товару, що відображає його відмінність від товару-конкурента як по ступені відповідності конкретної суспільної потреби, так і по витратах на її задоволення» [53, 54].

Якщо зазначене формулювання взяти за основу і «прив'язати» його до моменту часу, то вийде точне і містке визначення терміна: *рівень конкурентоспроможності товару (послуги)* — відносна характеристика товару,

що відображає в розглянутий період часу його відмінність від товару-конкурента як по ступені відповідності суспільним потребам, так і за витратами на їх задоволення.

Рівень конкурентоспроможності (K) визначається за наступною формулою:

$$K = I_0 / I_a \quad (1.1)$$

де I_0 — інтегральний показник оцінюваної продукції;

I_a — інтегральний показник продукції-аналога. Якщо $K > 1$, то оцінювана продукція перевершує продукцію-аналог.

Для наочного зіставлення товарів з конкурентоспроможності, оціненої за інтегральним показником, застосовують прямокутну (декартову систему координат, в якій на вертикальній осі представляють якість (комплексний показник якості), а на горизонтальній — ціну товару (послуги). В рамках системи викреслюється прямокутник з чотирма секторами — квадрантами. Зазначений спосіб графічного подання конкурентоспроможності показує положення об'єкта відносно аналогів і називається позиціонуванням об'єкта (рис. 1.13).

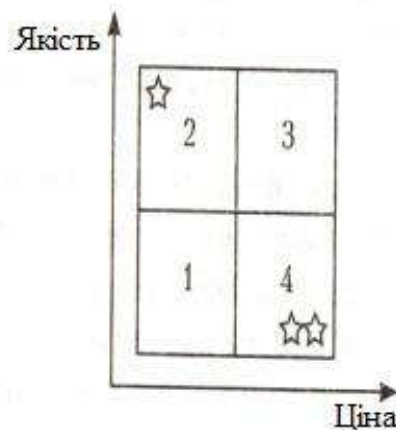


Рис. 1.13. Конкурентне позиціонування товарів

- 1,3 - товари з проміжними значеннями конкурентоспроможності;
- 2 - товари з високою конкурентоспроможністю;
- 4 - товари з низькою конкурентоспроможністю.

Єдиного підходу до оцінки конкурентоспроможності у дослідників не існує, як немає і єдиного алгоритму. Найбільш поширеним серед фахівців є метод, блок-схема якого представлена на рис. 1.14 [55].

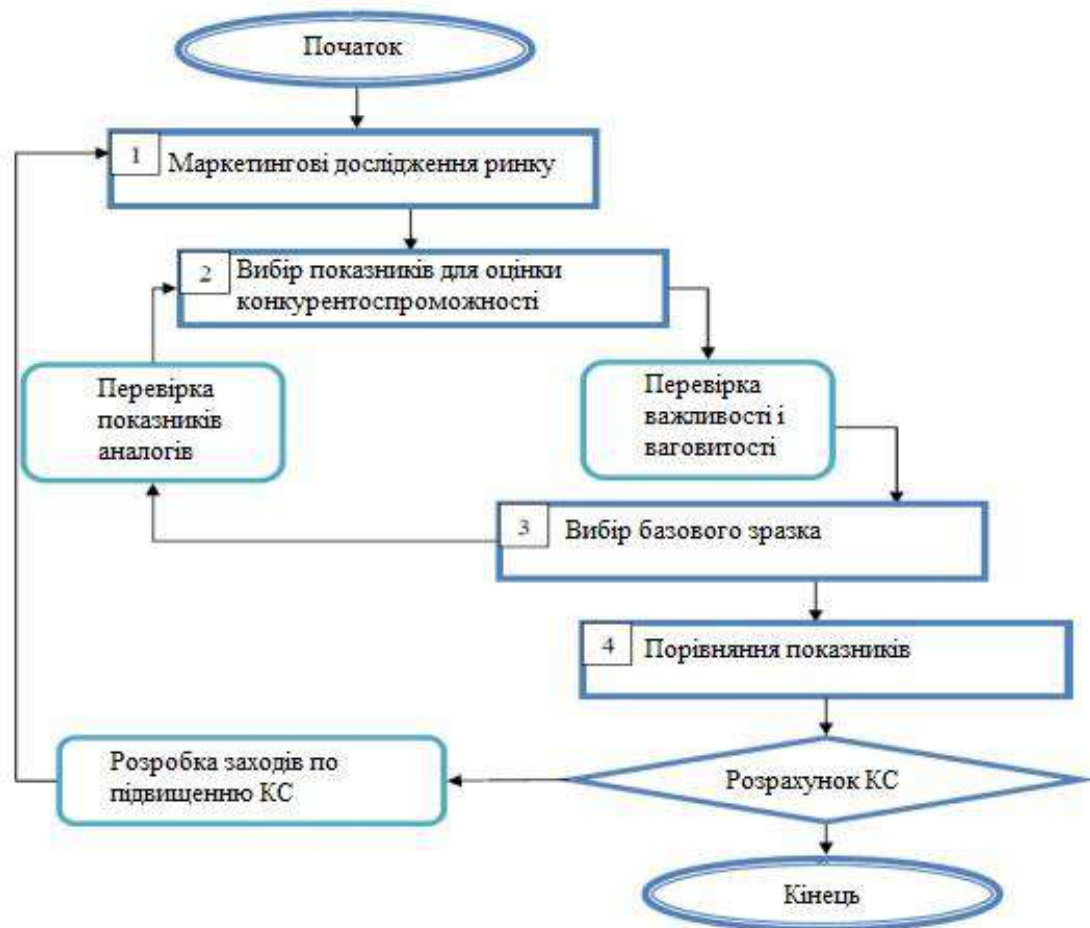


Рис. 1.14. Блок-схема етапів оцінки конкурентоспроможності продукції

На першому етапі оцінки проводяться маркетингові дослідження ринку, які включають: дослідження місткості ринку, визначення виробів - аналогів, аналіз стану конкуренції, визначення рівня цін, тенденцій розвитку, діяльності конкурентів і кола споживачів.

На підставі інформації про потреби покупців формуються вимоги до товару.

На другому етапі здійснюється вибір показників, за якими буде проводитися оцінка. Основою для формування системи показників конкурентоспроможності конкретного товару є аналіз взаємодії потреби і товару, в ході якого здійснюється їх порівняння і виявляється ступінь відповідності один одному.

Конкурентоспроможність продукції вимірюється сукупністю показників, об'єднаних у чотири групи: якісні, економічні, організаційно-комерційні та соціально-організаційні показники. Класифікація якісних показників представлена на рис. 1.15.



Рис. 1.15. Якісні показники конкурентоспроможності

Економічні параметри представлені величиною витрат на виробництво товару, його собівартістю, витратами на транспортування, установку, ремонт, експлуатацію та технічне обслуговування, навчання персоналу.

До організаційно-комерційних показників відносяться [56, 57]:

- забезпечення максимально можливого наближення продавців товару до споживачів;
- показники, що впливають на зниження витрат та на рівень його ціни;
- доставка товару до місця споживання не тільки великим оптом-транзитом, але і дрібними партіями через складські підприємства;
- розширення післяпродажного сервісу, що надається споживачам з гарантійним і післягарантійним обслуговуванням;
- цінові показники;
- витрати на рекламу і просування бренду;
- показники, що характеризують особливості діючої на ринку виробників і споживачів податкової і митної системи;
- показники, що відбивають ступінь відповідальності продавців за виконання зобов'язань і гарантій.

Соціально-організаційні параметри – це врахування соціальної структури споживачів, національних особливостей країни-виробника в організації виробництва, збуту, реклами товару.

Число показників конкурентоспроможності конкретного товару (послуги) залежить від його виду, технічної та експлуатаційної складності, необхідної точності оцінки, мети оцінки та інших зовнішніх стосовно товару факторів. У той же час конкурентоспроможність визначається тільки тими властивостями, що становлять помітний інтерес для покупця, а також гарантують задоволення конкретної суспільної потреби.

Найважливішими показниками є якісні та економічні показники, оскільки їх дотримання та аналіз є фундаментальними для забезпечення конкурентоспроможності продукції.

Одним з основних методів оцінки конкурентоспроможності продукції є рейтингова оцінка, яка широко застосовується у світовій економічній практиці. Суть рейтингової оцінки полягає в тому, що в ході експертизи визначаються і ранжуються в порядку значимості найбільш важливі параметри продукції. Після проведення випробувань властивості товару оцінюються за п'ятибальною

шкалою. Середньозважена оцінка складається з часткових випробувань за певними розділами. На основі аналізу середньозважених оцінок робиться висновок про конкурентоспроможність продукції.

На третьому етапі формується група аналогів, встановлюються значення їх показників, вибирається базовий зразок. Вибір аналогів є достатньо складним моментом оцінки, оскільки від нього визначальною мірою залежать її результати. В якості аналогів можуть розглядатися будь-які товари, що задовольняють ту саму потребу і представлені в даному сегменті ринку. При виборі товарів-аналогів треба брати до уваги, що існує сталий єдиний світовий ринок даного виду продукції, і в якості аналогів необхідно розглядати продукцію кращих світових виробників. На даному етапі важливі класифікаційні показники. Вони дозволяють обґрунтувати правомірність вибору аналогів. За деякими видами технічно складних товарів класифікаційні показники визначені у відповідних документах.

Четвертий етап є найбільш складним і відповідальним. На цьому етапі проводиться зіставлення показників оцінюваного та базового зразків, яке виконується окремо за якісними та економічними показниками. На цьому етапі проводиться розрахунок комплексного показника конкурентоспроможності, на підставі якого робляться висновки. Якщо підприємство не влаштовує значення цього показника, то проводиться розробка заходів з підвищення конкурентоспроможності.

Порівняння значень одиничних показників з їх базовими значеннями здійснюється по одній з наступних формул [58]:

$$q_i = \frac{P_i}{P_i^a} , \tag{1.2}$$

$$q_i = \frac{P_i^a}{P_i} , \tag{1.3}$$

де q_i – одиничний показник конкурентоспроможності по i -му параметру якості виробу;

P_i – величина i -го параметра якості оцінюваного виробу;

P_i^a – величина i -го параметра якості виробу конкурента або базового зразка, здатного задовольнити цю потребу на 100 %.

Для отримання групового показника на базі одиничних оцінок, що характеризує відповідність продукції її потреби, необхідно врахувати значимість кожного одиничного показника, для чого використовується груповий індекс за якісними показниками ($I_{\text{як}}$) [58]:

$$I_{\text{як}} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot a_i, \quad (1.4)$$

де a_i – коефіцієнт вагомості i -го показника;

n – число якісних показників, що беруться до уваги.

Для розрахунку конкурентоспроможності продукції необхідно враховувати не тільки якісні показники, але й економічні. Розрахунок індексу конкурентоспроможності за економічними показниками проводиться аналогічно:

$$I_{\text{ек}} = \sum_{i=1}^m q_i^{\text{ек}} \cdot a_i^{\text{ек}}, \quad (1.5)$$

де $q_i^{\text{ек}}$ – значення оцінки i -го економічного показника аналізованого товару;

$a_i^{\text{ек}}$ – частка витрат по окремим, одиничним показниками в ціні споживання;

m – кількість економічних показників.

Розрахунок комплексного показника конкурентоспроможності наводиться на основі групових показників за економічними і якісними показниками. В силу того, що залежність між рівнем якості зразка і його ціною має параболічний характер, даний показник може бути визначений по наступній формулі:

$$K = \frac{I_{\text{як}}^2}{I_{\text{ек}}}, \quad (1.6)$$

де K – комплексний показник конкурентоспроможності товару по відношенню до базового періоду.

На основі розрахованого показника формується висновок щодо конкурентоспроможності оцінюваного товару. Тут можливі три випадки:

- $K < 1$ – виріб, що оцінюється, поступається базовому;
- $K = 1$ – конкурентоспроможність виробів рівна;
- $K > 1$ – виріб, що оцінюється, перевершує по конкурентоспроможності базовий зразок.

При негативному результаті оцінки наведених вище показників розробляються заходи з підвищення конкурентоспроможності продукції.

1.4 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

Морські порти відіграють активну роль у транспортному забезпеченні національної економіки та в інтеграційних процесах України. Ця діяльність спрямована на задоволення різноманітних потреб користувачів послуги з обслуговування суден, вантажних, пасажирських потоків, підвищення ефективності транспортно-виробничих процесів та забезпечення потреб економіки держави.

В останні роки конкуренція між портами Чорноморського басейну значно посилилась завдяки розвитку портів Констанца, Варна, Новоросійськ, Стамбул тощо. Водночас час українські порти регіону у зв'язку із значним ступенем зносу засобів механізації та гідротехнічних споруд з кожним роком втрачають свої місця на ринку перевезень. Прийнятий у 2012 році Закон «Про морські порти» поки не призвів до якісних змін у систему інвестування в портову галузь. Держава залишається єдиним і дуже неефективним власником застарілих основних фондів.

У ситуації, що склалася, на перший план виходить ефективність підтримання працездатного стану перевантажувального обладнання портових терміналів, розробка і впровадження ефективної системи управління процесами технічного обслуговування і ремонту вантажного обладнання портів.

В першому розділі дисертаційного дослідження наведено результати аналізу використання різних стратегій ТОР обладнання на підприємствах. Доведено, що збільшення витрат на ТОР призводить, з одного боку, до збільшення собівартості вантажних робіт, а з іншого – до підвищення їх якості шляхом виконання договірних термінів обробки суден. Таким чином, при проектуванні системи ТОР слід знаходити оптимум, критерієм якого виступає конкурентоспроможність терміналу, чисельним показником якого виступає доля ринку вантажів даного класу, що переробляються на відповідному терміналі.

Мету дисертаційного дослідження можна сформулювати як підвищення конкурентоспроможності портового терміналу шляхом вдосконалення системи технічного обслуговування та ремонту засобів механізації терміналу морського порту.

Досягнення поставленої мети вимагає вирішення комплексу взаємопов'язаних завдань:

- розробка моделі функціонування вантажного портового терміналу з метою визначення і аналізу його конкурентоспроможності;
- розробка методу оцінки і прогнозування зміни фактичного стану засобів механізації портового терміналу та їх окремих вузлів і деталей;
- створення регресійного методу оцінки конкурентоспроможності портового терміналу;
- розробка ефективної стратегії ТОР засобів механізації терміналу морського порту, спрямованої на підвищення його конкурентоспроможності.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

2.1. Теоретичні основи проектування системи ТОР.

Складність проектування ефективної системи ТОР ускладнюється рядом факторів: великим числом елементів, складністю алгоритмів оптимізації технологічних процесів, великими обсягами обробки необхідної інформації.

Залежно від виду цільової функції розрізняються пряма і зворотня задача оптимізації TOP. Якщо максимізується характеристика надійності, а в ролі обмежень виступають економічні показники таку задачу заведено вважати прямою. В оберненій задачі максимізується економічний показник, за умови забезпечення мінімально допустимого рівня надійності [59 - 61].

При проектуванні системи TOP необхідно дуже ретельно підходити до вибору, як цільової функції, так і системи обмежень. У разі засобів механізації доводиться враховувати кілька критеріїв вибору оптимальних рішень. При цьому питома вага (значущість) різних критеріїв визначається типом технічного засобу, умовами його експлуатації, коефіцієнтом завантаження і іншими факторами.

Нехай є безліч одиничних критеріїв (K_i), які утворюють загальний критерій K . Позначимо через S масив допустимих стратегій. Приймаємо, що стратегія S_j краще стратегії S_n , якщо $(K_i)_j > (K_i)_n$. Якщо оцінювати за іншим критерієм, може виявитися зворотне: стратегія S_n буде краще стратегії S_j . Тому для вибору оптимальної стратегії слід визначити вагомість кожного з критеріїв і проранжувати їх за ступенем важливості.

Оскільки існує безліч припустимих стратегій S , для вибору оптимальної з них, можна побудувати функціонал.

$$\Phi_S = \sum_{i=1}^l \alpha_i \times K_i \quad \forall S = 1 \dots S \quad , \quad (2.1)$$

Коефіцієнти α_i можуть бути визначені методом експертних оцінок за умови

$$\sum_{i=1}^l \alpha_i = 1,0 \quad , \quad (2.2)$$

Можливо використання іншого методу, коли значення коефіцієнтів вагомості задаються не настільки жорстко. Такий метод отримав назву методу послідовних поступок.[62].

Маємо приватні критерії в порядку зменшення їхньої важливості і нумеруємо таким чином, що головним є критерій K_1 , менш важливим K_2 , потім K_3 і так далі, до критерію K_l . Визначаємо максимальне значення критерію K_1 і

задаємося величиною допустимого зниження (поступки) Δ_1 (наприклад, $\Delta_1=10\%$). Далі розраховуємо максимальне значення величини K_2 за умови, що значення K_1 не менше, ніж $K_1 \cdot (1 - \Delta_1)$. Знову задаємо величину поступки Δ_2 за другим критерієм, і знаходимо умовний максимум третього критерію і так далі, аж до умовної максимізації останнього критерію K_i . Одержану в результаті стратегію вважаємо оптимальною. До недоліків використання даного методу слід віднести його трудомісткість, навіть якщо величини всіх поступок обрані заздалегідь.

Заощадження на перевантажувальну техніку характеризуються підвищеними вимогами до її надійності і тяжкістю наслідків від відмови в процесі використання. У зв'язку з цим неможливо призначити єдину стратегію ТОР для різних механізмів, вузлів і елементів систем.

Вибір оптимальних стратегій може проводитися для таких можливих ситуацій:

- повної та неповної інформаційної забезпеченості;
- нескінченного і кінцевого інтервалу часу;
- рівень елементів, вузлів чи системи в цілому.

Стратегія на рівні елемента оптимізується у відповідності з наступним алгоритмом: ТО проводиться з періодичністю τ , при якому передбачено повне відновлення або заміна елемента. Якщо елемент відмовляє до моменту τ , то проводиться мінімальний ремонт R , при якому елемент відновлюється або замінюється і наступне ТО проводиться через час τ після ремонту. (див. рис.2.1). Позначивши через $\tau_{\text{ТО}}$ і $\tau_{\text{р}}$ – час проведення ТО і ремонту відповідно, а через $C_{\text{ТО}}$ і $C_{\text{р}}$ – вартість проведення ТО і ремонту з врахуванням недоотриманого прибутку від виведення системи з експлуатації, отримаємо для зворотної задачі оптимізації ТОР:

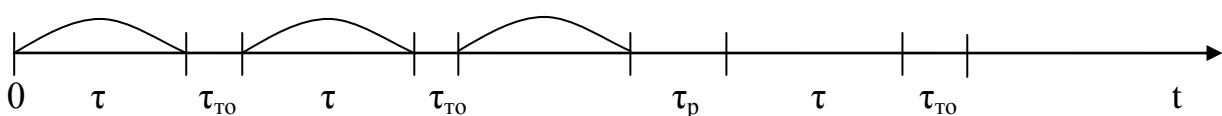


Рис. 2.1 Схема експлуатаційних циклів елементів системи

$$c(\tau) = \frac{c_p + (c_{TO} - c_p)\bar{F}(\tau)}{\int_0^\tau \bar{F}(x) dx}, \quad (2.3)$$

де $F(\chi)$ - функція розподілу часу безвідмовної роботи;

$\bar{F}(\chi) = 1 - F(\chi)$ - ймовірність безвідмовної роботи.

У припущенні безперервності функції $F(\chi)$ з $\lambda(\chi)$, оптимальна періодичність елементів визначається з рішення рівняння, утвореного при прирівнювання нулю приватної похідною $\frac{dc(\tau)}{d\tau}$.

$$\lambda(\tau) \int_0^\tau \bar{F}(x) dx + F(\tau) = \frac{1}{1 - \vartheta}, \quad (2.4)$$

де $\vartheta = \frac{c_{TO}}{c_D}$.

Для оцінки ефективності оптимізації в якості показника розглянемо вигреш від мінімізації експлуатаційних витрат

$$W_C = \left[1 - \frac{c(\tau')}{\lim_{\tau \rightarrow \infty} c(\tau)} \right] \times 100\%, \quad (2.4)$$

Як видно з виразів (2.2)-(2.4) для практичного обчислення оптимальної періодичності проведення ТО елемента необхідні наступні вихідні дані:

- функція розподілу часу безвідмовної роботи $F(t)$ або $\bar{F}(t) = 1 - F(t)$;

$$\lambda(\tau) = \frac{f(t)}{\bar{F}(t)}, \quad (2.5)$$

- інтенсивність відмов елементів ;

- середня тривалість ТО і ремонту τ_{TO} і τ_p ;

- середня вартість проведення ТО і ремонту з врахуванням недоотриманого прибутку C_{mo} і C_p ;

- середній час безвідмовної роботи

$$T_0 = \int_0^{\infty} \bar{F}(t) dx, \quad (2.6)$$

Вибір оптимальних стратегій ТОР на кінцевому інтервалі часу є набагато більш складним завданням. Однак для цілого ряду випадків дана задача має рішення. Необхідною і достатньою умовою існування та єдності оптимального рішення є неперервність функції розподілу часу безвідмовної роботи $F(x)$ із зростаючою інтенсивністю відмов λ .

Нехай N_p – кількість відмов на інтервалі часу $[0;t]$, а N_{to} – число ТО за той же проміжок часу. Тоді середні витрати на інтервалі часу $[0;t]$ складуть:

Позначимо через c_1 – середні витрати в інтервалі $[0;t]$, пов'язані з правилами виконання тієї або іншої роботи по ТОР, викладеними вище, отримаємо:

$$c_1(t, S) = \begin{cases} c_p \times F(t), & t \leq S \\ c_p \times F(S) + C_{TO} \times \bar{F}(S), & t > S \end{cases}, \quad (2.7)$$

Так як період $S > t$ еквівалентний випадку відсутності запланованих робіт, то для $n = 1, 2, \dots$ отримаємо:

$$C_{n+1}(t, S) = \begin{cases} \int_0^t [C_1 + C_n(t - y, s)] dF(y), & t \leq S \\ \int_0^t [C_1 + c_n(t - y, s)] dF(y) + [C_1 + C_n(t - s, s)] dF(s), & t > S \end{cases}, \quad (2.8)$$

Досвід експлуатації засобів перевантажувальної техніки показує, що в різні періоди життєвого циклу системи оптимальними можуть виявитися різні стратегії ТОР. Таким чином, на початку розглянутого інтервалу часу неможливо спланувати всю систему ТОР. Більш того, після кожної операції з технічного обслуговування і ремонту планується наступна дія. Подібна

гнучкість послідовної стратегії приводить до зниження середніх витрат у порівнянні з планово-попереджувальною стратегією ТОР.

Для послідовних стратегій досить розглянути призначення часу виконання операцій через невідповідності проміжки часу.

Нехай мінімум витрат на інтервалі експлуатації $[0;t]$ складе $L(t)$. Введемо позначення:

$$W(x, t) = \int_0^x \downarrow 0 \uparrow x \cong \{(C_{\downarrow 1} + L(t - y))dFy + (C_{\downarrow 2} + L(t - x)F - (x))\} , \quad (2.9)$$

Іншими словами, $W(x, t)$ - величина витрат за умови, що плановий час виконання робіт $t \geq x$ і при цьому досягається мінімум витрат протягом решти періоду часу.

У практиці портів використовуються в основному чотири види стратегій ТОР:

S_1 – роботи з ТОР проводяться тільки за заданим величинам напрацювання або часу. При виникненні відмови її усунення відкладається до чергового моменту планового проведення ТОР;

S_2 – моменти проведення ТОР визначаються тільки відмовами окремих елементів або результатами діагностичного обстеження;

S_3 – змішана стратегія, що поєднує планові і непланові види стратегій. Роботи по обслуговуванню і ремонту проводяться в планові терміни, а також внаслідок настання відмови;

S_4 – виконання робіт ТОР за фактичним станом. Дана стратегія припускає планування проведення перевірок технічного стану з заданою періодичністю.

Вибір оптимальної стратегії містить у собі вирішення двох завдань:

- визначення оптимального виду стратегії ТОР;
- знаходження періодичності різних операцій для обраного виду стратегії.

В залежності від типу та умов експлуатації механізму вид оптимальної стратегії може бути визначений по одному з наступних критеріїв:

- питома сумарна вартість експлуатації;
- питома ефективність від експлуатації Д;

- коефіцієнт готовності K_r ;
- коефіцієнт оперативної готовності K_{op} ;

В таблицю 2.1 зведені вирази, за якими можна визначити значення перерахованих критеріїв оптимізації для різноманітних значень. У таблиці використані наступні позначення:

$H(\mu)$ – кількість відмов за період t :

$$H(\mu) = F(\mu) + \int_0^\mu H(\mu - t)F(t)dt , \quad (2.10)$$

μ - середнє напрацювання на відмову;

η - число діагностичних перевірок;

t_n – тривалість діагностичних перевірок;

α - середній час виконання робіт з ТОР;

t_a – тривалість непланових ТОР;

t_b – тривалість планових ТОР;

C_a – вартість непланових ТОР;

C_b – вартість планових ТОР;

C_{π} – вартість втрат за рахунок зниження ефективності об'єкта;

$C_{пр}$ – вартість однієї перевірки;

C_d – дохід за одиниці часу використання об'єкта.

Періодичність виконання робіт з ТОР визначається для тих же критеріїв оптимізації, що і вид стратегії. Для цього вибирається інтервал часу $t = (1 \dots 1,5) t_k$, де t_k – очікувана періодичність ТОР. Інтервал t розбивається на 10 – 15 ділянок і для кожної ділянки обчислюється значення цільової функції.

Таблиця 2.1

Види цільових функцій оптимізації видів стратегій ТОР

Види стратегії	Критерії вибору стратегії			
	K_r	K_{or}	C	D
S_1	$\frac{-a}{1 + F(\mu)}$	$\frac{-a}{[1 + F(\mu)]}$	$\frac{C_a + C_n}{+ t_b}$	$\frac{C_g - C_a - C_n}{+ t_b}$
S_2	$\frac{-a}{+ t_a}$	$\frac{-a}{+ t_a}$	$\frac{C_a}{+ t_a}$	$\frac{C_g + C_a}{+ t_a}$
S_3	$\frac{-a}{+ t_a \times H(\mu)}$	$\frac{-a}{+ t_a \times H(\mu)}$	$\frac{C_a \times H(\mu) + C_b}{+ t_b + t_a \times H(\mu)}$	$\frac{C_g - C_a \times H(\mu) - C_b}{+ t_b + t_a \times H(\mu)}$
S_4	$\frac{-\eta t_n}{+ t_a}$	$\frac{-a - \eta t_n}{+ t_a}$	$\frac{\eta C_{Пр} + C_n F(\mu)}{+ t_a F(\mu)}$	$\frac{C_g - \eta C_{Пр} + C_n F(\mu)}{+ t_a F(\mu)}$

Величина t , що відповідає екстремальному значенню критерію оптимізації і буде оптимальним періодом між роботами ТОР. У разі, якщо екстремальне значення параметра, що оптимізується досягнуто не буде, то оптимальною буде стратегія непланових ТОР.

Таким чином, вибираючи різні стратегії ТОР для різних механізмів, вузлів і деталей технічних систем, необхідно вибрати єдиний критерій підвищення ефективності функціонування терміналу в цілому. В якості такого критерію в останні роки все частіше використовується конкурентоспроможність.

Технічні системи (ТС) різного призначення можуть бути достатньо ефективними тільки при умові високої надійності, яка закладається при проектуванні пристроїв. Тривалий час це досягали введенням різноманітних коефіцієнтів запасу при розрахунках, що забезпечують полегшення режимів, в

яких працювали елементи, деталі і пристрій в цілому при виконанні ними своїх функцій, що призводило до збільшення їх терміну служби. При цьому пристрій виходив великим за масою, розміром і головне вартістю.

Розвиток науки і технологій, створення складних технічних комплексів і систем, перехід на ринкові принципи господарювання вимагали зменшення витрат, розмірів і мас ТС. Прагнення зменшити розміри призвело до зниження коефіцієнтів запасу і відповідно до зменшення надійності розроблюваних пристроїв. Неможливість забезпечення абсолютної безвідмовної роботи обладнання і, як наслідок, її високої ефективності вимагає пошуку нових шляхів вирішення проблеми. І такий шлях було знайдено на стадії експлуатації. Підвищення ефективності експлуатації технічних об'єктів пов'язано з впровадженням системи технічного обслуговування і ремонту (ТОР), удосконалення якої в останні роки приділяється значна увага [63].

Аналіз переваг і недоліків різних стратегій ТОР, поданий у першому розділі дослідження, показав, що найбільш ефективні стратегії («за станом» і «проактивний») Перехід від планово-попереджувальної стратегії ТОР до обслуговування «за станом» неможливий без розробки методу визначення фактичного стану технічної системи в цілому і її окремих елементів. Вирішенню цієї задачі присвячено велика кількість досліджень, однак, практично всі вони не мають практичного застосування. Можна виділити ряд недоліків створених методів [64 - 65]:

- необхідність придбання дорогого спеціалізованого обладнання;
- використання складного математичного апарату;
- необхідність тривалого моніторингу за процесом старіння окремих вузлів та елементів;
- потреба в значних базах даних статистичної інформації.

Таким чином, подібні методи доцільно використовувати лише на великих підприємствах з великою кількістю однотипного устаткування. У разі одиничного вантажного терміналу, його оператору виявиться нераціональним впровадження на своєму підприємстві класичних ЕАМ-систем (Enterprise Assest

Management) або навіть CMMS-систем (Computerized Maintenance Management Systems). Метою даного розділу є розробка методу, що дозволяє без значних капітальних витрат і тривалого періоду накопичення інформації, оцінювати фактичний стан окремих деталей і вузлів, а також ремонтпригодної технічної системи в цілому. Основою даного методу повинно стати проектування системи безрозбірного діагностування технічної системи.

2.2. Проектування системи безрозбірного діагностування технічних систем

Термін «діагностика» походить від грецького слова *diagnosis* – розпізнавання, визначення. Вперше поширення він отримав в медицині – визначення стану людини [66].

У 60-ті рр. ХХ ст. з'явився термін «технічна діагностика». Питання технічної діагностики розглядалися і раніше під термінами: «контроль стану», «пошук несправностей», «визначення працездатності». Основна увага при цьому приділялася питанням побудови алгоритмів для пошуку виниклих дефектів (пошкоджень).

У 70-ті рр. зростає кількість публікацій, розглядається вже комплекс питань: моделі об'єктів; методи та алгоритми діагностування, підтримання надійності при виникненні відмов; оптимальні програми діагностування систем; умови і методи визначення працездатності, виявлення несправностей, прогнозування зміни стану.

Процес визначення стану об'єкта називають *діагностуванням*. *Об'єктом діагностування* (ОД) може бути технічна система, механізм, блок, пристрій, стан якого встановлюють. Частина об'єкта, яку при діагностуванні не можна поділити на більш дрібні частини, заведено називати *елементом* [66]. Будь-який ОД складається з елементів (аж до одного).

Стан об'єкта оцінюють з діагностичними показниками (параметрами або характеристиками). Кожному стану відповідає своє значення діагностичних показників. Якщо об'єкт може виконати покладені на нього функції, його називають працездатним, а стан працездатним станом. Зміна діагностичного

показника неприпустимим чином говорить про те, що в об'єкті виник дефект. У об'єкті, що складається з декількох елементів, дефектом буде порушення зв'язку або поява зайвого зв'язку між елементами. Виникнення дефекту в об'єкті, що складається з одного елемента, відповідає втрата працездатності. Дефект у об'єкті з декількох елементів не обов'язково призводить до втрати працездатності. При наявності дефекту об'єкт може зберігати працездатність або шляхом надлишковості (структурної, часової, інформаційної), або шляхом того, що втрата працездатності не всіх елементів призводить до втрати працездатності системи [67]. Якщо в об'єкті виник дефект, але працездатність не втрачена, то ступінь працездатності об'єкта знизилася, а, отже, підвищилася ймовірність його відмови в подальшому.

У процесі діагностування в залежності від умов його виконання і здібностей об'єкта вирішують наступні завдання [68 -70]:

- визначають, чи може об'єкт за своїм станом виконати покладені на нього функції;
- визначають характер дефекту, що виник в об'єкті;
- прогнозують момент часу, коли діагностичні показники досягнуть певного значення, або коли об'єкт втратить працездатність.

Першу із завдань – визначення працездатності об'єкта, як правило, обов'язково вирішують при діагностуванні об'єктів будь-якого призначення.

Друге завдання – пошук дефекту – вирішують, якщо об'єкт втратив працездатність або його працездатність значно знизилася. Доцільність вирішення цієї задачі визначається можливістю відновлення об'єкта, тобто усуненням дефекту. Усунути дефект можна тільки тоді, коли ремонтпридатний об'єкт, тобто пристосований до усунення дефектів, що виникають, і персонал має час і засоби для відновлення об'єкта. Пошук дефекту починають, як правило, якщо відомо його наявність, але невідомо який саме дефект виник. Іноді здійснюють пошук можливого дефекту. Таку задачу називають *перевіркою несправності об'єкта*.

Третю задачу називають прогнозуванням зміни стану об'єкта. При її вирішенні вивчають характер зміни діагностичних показників під впливом зовнішніх чинників і внутрішніх процесів і на основі сформованих тенденцій передбачають значення показників у визначений момент часу.

Для діагностування складних та відповідальних технічних систем, до яких відносяться засоби механізації вантажного терміналу необхідно розробити систему, що дозволяє комплексно вирішувати три завдання.

Теоретичну основу проектованої системи безрозбірної діагностики складають чотири постулати:

1. ОД може перебувати в кінцевій множині станів S . Стан ОД під дією зовнішніх чинників і внутрішніх процесів змінюється безперервно, але з-за обмежених можливостей контрольних і вимірювальних засобів на практиці фіксують обмежену множину станів S .

2. У множині S виділяють два непересічні підмножини S_1 і S_2 :

S_1 – підмножина працездатних станів;

S_2 – підмножина непрацездатних станів.

Підмножина $S_1 = \{S_i\}, i = 1, n$ включає всі стани, які дозволяють об'єкту виконати покладені на нього функції. Кожний стан у цій підмножині розрізняється ступенем або запасом працездатності, які характеризуються наближенням стану об'єкта до гранично допустимого.

Підмножина $S_2 = \{S_j\}, j = 1, m$ включає всі стани, які відповідають виникненню дефектів, що призводять до втрати працездатності об'єкта. Можливі відмови поділяють на відмови елементів і на зміни структурних зв'язків в об'єкті. Підмножина S_2 визначається кількістю різних дефектів або глибиною пошуку дефектів. Перехід з одного стану в інший залежить від виникнення в об'єкті дефекту.

3. Рішення задач оцінки стану ОД зводиться до аналізу множини S або підмножин S_1 і S_2 .

При визначенні працездатності здійснюють перевірку умов працездатності, за результатами якої стан ОД відносять до однієї з підмножин: S_1 або S_2

Умови працездатності – це умови, в яких ОД може виконати поставлені перед ним завдання.

При пошуку дефекту після встановлення, що об'єкт непрацездатний, аналізують підмножину S_2 і встановлюють, якій підмножині S_j відповідає поточний стан об'єкта. При прогнозуванні зміни стану об'єкта аналізують підмножину S_1 , причому стану $S_j \in S_1$ відповідає цілком певна ступінь працездатності ОД.

Аналіз стану об'єкта в домені S_1 дозволяє встановити характер зміни ступеня його працездатності, у ряді випадків передбачити момент переходу об'єкта в підмножину S_2 і, отже, прогнозувати стан об'єкта. Успіх прогнозування в чому визначається вивченістю умов експлуатації і можливістю вимірювання параметрів і характеристик, що описують тимчасові зміни стану об'єкта.

4. Виникнення дефекту не означає, що об'єкт однозначно переходить у непрацездатний стан. Виникнення дефекту призводить до того, що об'єкт з одного стану S' переходить в інше S'' . Однак при цьому умови працездатності не можуть порушуватися в тому випадку, коли S' і S'' відносяться до підмножини S_1 , тобто працездатний ОД може мати дефект, так само, як і непрацездатний. Отже, висновок про те, що об'єкт працездатний, не означає, що в ньому відсутні дефекти, але якщо об'єкт непрацездатний, то в ньому обов'язково є дефект.

На першому етапі розробляємо ієрархічну структуру діагностувальної технічної системи (див. рис. 2.2).

На наступному етапі визначаємо можливі несправності окремих елементів, вузлів і механізмів системи. Слід звернути увагу, що в роботах [71,72], присвячених вивченню процесів старіння ремонтпригодних технічних систем, елементи діляться на два класу: конструктивні і неконструктивні.

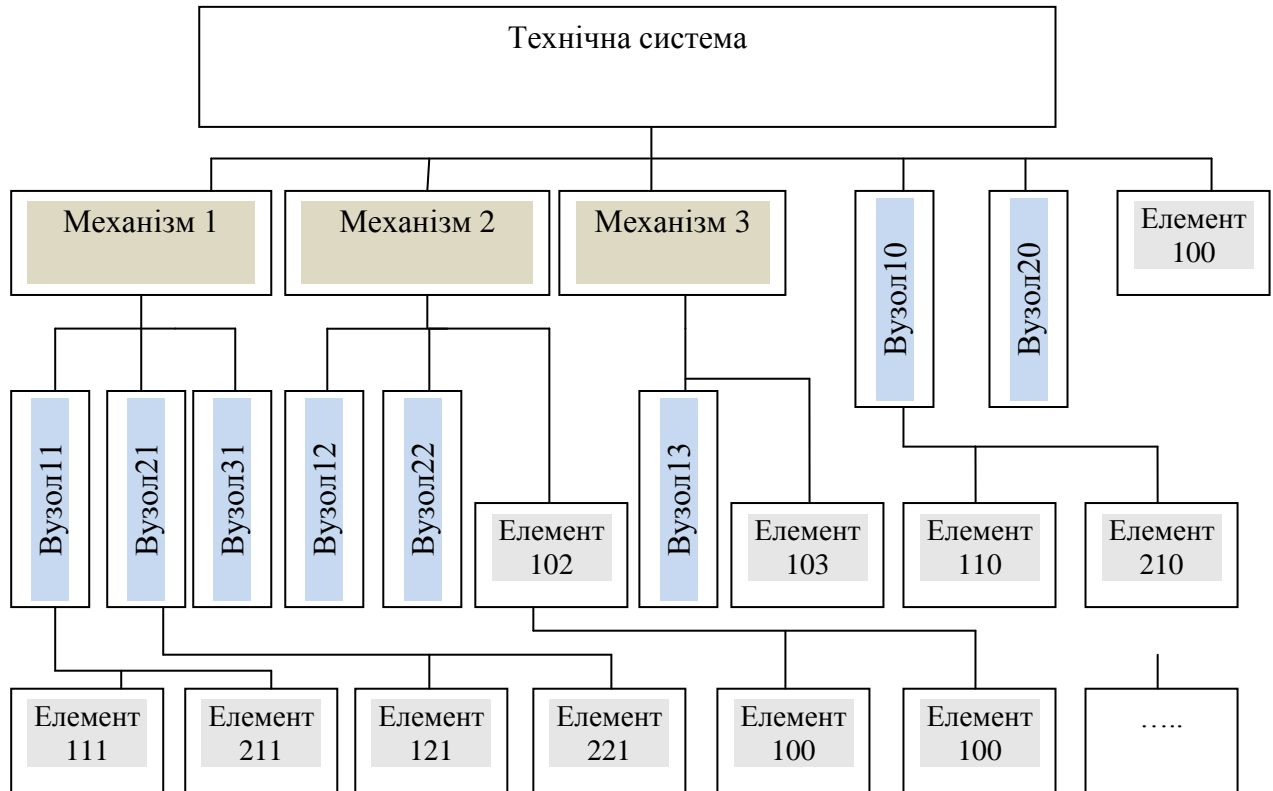


Рис. 2.2 Структура технічної системи

Механізми на схемі позначаються однозначними числами, вузли – двозначними, елементи – тризначними.

В позначенні елемента перша цифра позначає порядковий номер елемента в даному вузлі, друга – номер вузла в механізмі, третя – номер механізму.

Аналогічно, в позначенні вузла: перша цифра – номер вузла в даному механізмі, друга – номер механізму.

Якщо елемент не входить у вузол, механізм або вузол не входить у механізм у відповідному розряді проставляються нулі.

Неконструктивні елементи системи представлені в готовому її зразку не у вигляді окремих деталей, а у вигляді поширеного по всій системі представництва їх матеріальної сутності (забарвлення, мастило) чи у формі поширеною по всій системі активної зв'язку конструктивних елементів (складання, регулювання), наявність яких робить систему придатною до виконання її службових функцій.

Дефекти неконструктивних елементів ми будемо відносити до вузла, механізму або системи в цілому. Для зручності кодування інформації будемо позначати види дефектів літерами латинського алфавіту (див. табл. 2.2), а цифрами - елемент, вузол і механізм, у якому виявлено даний дефект. Наприклад: T221 позначає наявність тріщин у другому елементі, другого вузла першого механізму, а K100 – корозійний знос першого елемента системи.

Третім кроком при проектуванні системи є підбір діагностичних параметрів оцінки фактичного стану даної технічної системи.

У літературі виділяють два основні методи діагностування:

- *функціональне* – передбачає контроль обладнання без виведення його з експлуатації (рис. 2.3). В якості контрольних режимів призначають експлуатаційні режими роботи обладнання;

- *тестове* – передбачає виведення ОД з експлуатації та контроль параметрів при подачі на ОД спеціального зовнішнього впливу (спостерігають за реакцією ОД).

Таблиця 2.2

Кодування видів дефектів

№№	Вид дефектів	Позначення
1	2	3
1	Відхилення значень сили струму від паспортних	A
2	Порушення форм поверхні по довжині (конусність)	B
3	Овальність	C
4	Дефекти у поверховому шарі метлау	D
5	Ерозійне зношування	E
6	Підвищена температура охолоджуючої рідини	F
7	Порушення герметичності	G

8	Забруднення фільтру	H
9	Дефекти прокладок	I
10	Дефекти в деталях кріплення	J
11	Порушення у змащенні	K
12	Механічні руйнування	L
13	Дефекти у різьбових з'єднаннях	M
14	Зазори у з'єднаннях більші від паспортних	N
15	Ослаблення посадки	O
16	Значення термодинамічних параметрів, відмінні від паспортних	P
17	Значення електричних параметрів, відмінні від паспортних	Q
18	Значення економічних параметрів, відмінні від паспортних	R
19	Значення екологічних параметрів, відмінні від паспортних	S
20	Значення вібраційних параметрів, відмінні від паспортних	T
21	Значення ударних імпульсів, відмінні від паспортних	U
22	Корозійне зношування	V
23	Тріщини	W
24	Втомні руйнування	X
25	Натяги, відмінні від паспортних	Y
26	Зазори, відмінні від паспортних	Z

Основна перевага функціонального діагностування в тому, що для його реалізації не потрібні спеціальні генератори впливів. Тому надалі ми будемо

використовувати тільки цей метод. ФД можна здійснювати за кінцевим результатом, тобто з виходу об'єкта, причому вихідну реакцію впливу оцінюють як одновимірну або багатовимірну. Багатомірність характерна для діагностування дискретних об'єктів і оцінки стану діагностичної характеристики, одномірність, як правило, для оцінки діагностичних параметрів. Технологічне обладнання і технологічні процеси діагностують за якістю продукції.



Рис. 2.3 Класифікація видів функціонального діагностування

ФД здійснюють, також спостерігаючи за результатом окремої операції (виходом блоку). Оцінюють реакцію блоку (структурної одиниці – СО) на вхідний вплив або результат операції (при виробництві – якість проміжного продукту). Третя (середня) колонка на рис. 2.3 показує діагностування, що здійснюється за алгоритмом функціонування об'єкта. Тут фіксують тільки послідовність виконання всіх операцій або тільки тимчасові інтервали і тривалість виконання операцій, або те й інше.

У колонках 4 і 5 показана оцінка стану ОД за різними зовнішніми ознаками.

Вибір способу діагностування визначають специфіка об'єкта і особливості побудови алгоритму функціонування.

Надалі встановлюємо відповідність між несправностями та діагностичними параметрами, що дозволяють їх виявити. Результати заносяться в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Формування масиву діагностичних параметрів технічної системи

Код несправності	Діагностичні параметри							
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	...	D _m
Несправність 1	↑	×	×	↓	×	×		↓
Несправність 2	-	↑	×	×	↑	×		×
Несправність 3	↓	×	×	×	×	↓		×
Несправність 4	×	×	↑	↑↓	×	×		×
.....								
Несправність N	↑	×	×	×	↑	↑↓		×

У таблиці прийняті наступні позначення:

↑ - при появі даного дефекту значення діагностичного параметра перевищує допустимий максимум;

↓ - при появі даного дефекту значення діагностичного параметра стає менше допустимого мінімуму;

↑↓ - при появі даного дефекту значення діагностичного параметра виходить за межі поля допустимих значень;

×

даний діагностичний параметр не дозволяє виявити відповідний дефект.

Формування масиву діагностичних параметрів слід завершити після виконання двох умов:

- немає несправностей, які не можна виявити ні одним з прийнятих параметрів;
- не існує двох різних дефектів, які можна було б виявити одними і тими ж параметрами.

Після того, як масив діагностичних параметрів сформований проводиться вибір діагностичної апаратури, методів і періодичності проведення діагностичних вимірювань, а також на підставі особливостей конструкції і принципу дії системи задаються допустимі діапазони зміни параметрів при різних категоріях стану: добрий, задовільний або незадовільний.

У відповідності з керівним документом, при доброму стані експлуатація системи триває до наступного чергового діагностування; при задовільному – період між діагностуваннями скорочується в два рази; при незадовільному – подальше функціонування системи недоцільно.

Паралельно за допомогою експертів створюється база методів відновлення окремих елементів і вузлів системи, дані з якої представляються оператору для вибору способу ремонту.

Запропонована система технічного діагностування не дозволяє прогнозувати зміну фактичного стану системи та її елементів. Крім того, перед операТОРм часто стоїть завдання визначення інтегрального стану системи, а не набору діагностичних параметрів. Для вирішення цієї задачі слід розробити спеціальні методи обробки і аналізу результатів діагностування.

2.3. Оцінка фактичного технічного стану системи

Для загальної оцінки фактичного стану складних технічних систем в процесі функціонування, як головного показника зазвичай приймається коефіцієнт експлуатаційної надійності, яка визначається виразом [73]:

$$K_H = \frac{T_P - t_n}{T_P}, \quad (2.11)$$

де T_P – час експлуатації системи (час спостереження);

t_n – час простоїв системи, витрачений на усунення її несправностей.

Отримані значення коефіцієнта експлуатаційної надійності системи не відображають дійсного стану випробуваного механізму. За наведеними показниками експлуатаційної надійності всі системи, якщо вони мають рівні простої із-за несправностей, однакові. У реальності ці системи можуть різко відрізнитися за багатьма властивостями, і в першу чергу за витратами користувача для одержання необхідної величини даного показника. Дві системи не можна вважати однаковими при рівному часу простоїв, якщо в одному випадку її несправність усувають шляхом регулювання, а в іншому – за допомогою різноманітного складного обладнання, приладів та інструментів.

Пропоновані в деяких роботах так звані ремонтні характеристики механізмів у рекомендаційній формі щодо взаємозамінності деталей, пристосованості до ремонтних операцій і т. п. малоефективні, так як вони не містять критеріїв порівняльної оцінки систем за відповідними параметрами.

Кілька десятиліть тому перспективними здавалися енергетичні показники працездатності матеріалу, розроблені Д. І. Береновим [74]. За Д. І. Беренову кожен матеріал можна характеризувати тією кількістю енергії, яку може поглинути одиниця його обсягу до моменту руйнування. При цьому енергія, необхідна для руйнування малого, одиничного обсягу даного матеріалу вважається величиною постійною, незалежно від того, сталося руйнування при одноразовому або багаторазовому навантаженні. Тим не менш теорія Беренова не знайшла практичного застосування.

Розгляд численних робіт, присвячених зносу [75], показує, що детальних досліджень зносу систем в цілому немає навіть для тих випадків, коли знос окремих елементів міг бути заздалегідь вивчений. Майже всі дослідники зносу займаються тільки однією категорією елементів - деталями машин. Однак дані

по зносу всіх деталей системи не дозволяють дати повноцінну характеристику цієї системи в цілому. Наприклад, незадовільний стан змащення не визначає зносу окремих елементів, але виражає певний знос механізму. У функціонуючій системі зношуються не тільки всі її окремо існуючі деталі, але і такі елементи, як забарвлення, регулювання та ін.

Сьогодні розроблені і рекомендуються кілька методів визначення зносу технічних систем:

- метод оцінки зносу за технічним станом системи в цілому;
- метод оцінки зносу за технічним станом окремих елементів;
- метод оцінки зносу по терміну служби (або обсягом виконаної роботи).

Метод оцінки зносу машини технічного стану об'єкта в цілому принципово можна визнати правильним, оскільки досвідчені експерти в змозі за результатами обстеження механізму, використовуючи знання закономірностей зміни стану системи та її окремих елементів, дати правильну оцінку її зносу. Однак з урахуванням збільшення складності сучасних технічних систем і суб'єктивності підходу, ймовірність правильності такої оцінки буде недостатньою.

Метод визначення зносу складних технічних систем з терміну їх служби (чи обсягом виконаної роботи) також може знайти лише обмежене застосування через велику неточність у визначенні цих термінів. Крім того, цей метод може бути застосований лише для систем, що мають рівномірне навантаження за часом і стабільні умови роботи.

Метод визначення зносу механізмів за технічним станом їх конструктивних елементів вважається основним і найбільш точним і зазвичай рекомендується для оцінки зносу складних систем, що мають значний строк експлуатації.

Основна складність цього методу полягає у визначенні питомих ваг (вагомості) окремих елементів у системі.

У роботах по економіці [76, 77] немає належного розгляду ні питань зношування, ні питань відтворення сучасних технічних систем, в яких за термін

їх служби зношуються не тільки вихідні зразки, але і цілий комплекс повторно вводиться в ті ж системи змінних деталей та інших недовговічних елементів.

Якщо прийняти питому вагу елемента системи як відношення його вартості до вартості всієї системи, то розглянутий метод розрахунку зносу складної системи може бути виражена простою математичною залежністю:

$$I_c = \gamma_1 I_1 + \gamma_2 I_2 + \dots + \gamma_n I_n = \sum_{j=1}^n \gamma_j I_j, \quad (2.12)$$

де i – порядковий номер елемента;

n – кількість елементів в системі;

γ_i - питома вага i -го елемента;

I_i – знос i -го елемента.

В технічній літературі можна зустріти використання терміна "придатність" для оцінки технічного стану систем, їх агрегатів і вузлів. В роботі [78] вводиться узагальнена характеристика придатності, яка враховує:

- початковий параметр працездатності і стійкості конкретного елемента, що дозволяє забезпечити роботу системи з певною продуктивністю;

- показник прямого або непрямого впливу цього елемента на якісні показники роботи системи в межах відхилень, що допускаються технічними умовами;

- показник ремонтпридатності елемента;

- показник прямого або непрямого впливу розглянутого елемента на економічну ефективність роботи всієї системи.

Придатність системи або окремих її елементів А. В. Селівановим [78] виражається через її або їх вартість відповідно. Автор зазначає, що найбільш близько до поняття "придатність" підходить поняття "здоров'я", але воно не може бути застосоване до технічних систем. Тим самим автор підтверджує можливість використання за аналогією з медициною засобів діагностування для оцінки фактичного стану системи.

Однак визначити вартість кожного елемента складної системи на практиці виявляється неможливим. Ціни залежать від коливань ринку, навіть вартість

грошей у часі змінюється. Крім того, вартість системи завжди виявляється більше, ніж вартість окремих її елементів. Для усунення цієї проблеми в роботі [78] пропонується вводити неконструктивні елементи - елементи системи, представлені в готовому її зразку не у вигляді окремих деталей, а у вигляді поширеного по всій системі представництва їх матеріальної сутності (забарвлення, мастило) чи зафіксованого праці у формі поширеною по всій системі активної зв'язку конструктивних елементів (складання, регулювання), наявність яких робить систему придатною до виконання її службових функцій.

В останні роки знаходять широке застосування різні методи нелінійної згортки критеріїв, які можуть використовуватися нами для визначення коефіцієнтів вагомості окремих елементів складної технічної системи.

Один з підходів до призначення «вагомості» кінцевого набору порівнюваних об'єктів на основі матриці парних порівнянь був запропонований Т. Сааті [84]. Згодом цей підхід оформився в цілий розділ прийняття рішень при наявності одного, а також декількох критеріїв [80-86] і отримав найменування методу аналізу ієрархій (the Analytic Hierarchy Process. АНП): скорочено МАІ. В даний час МАІ міцно ввійшов в теорію і практику багатокритеріального вибору. Число статей прикладного характеру, в яких МАІ застосовується до вирішення самих різних багатокритеріальних прикладних задач, вже перевищила тисячу десять років тому. На основі МАІ був розроблений пакет програм EXPERT CHOICE, що отримав світове визнання і широке поширення за кордоном.

Відповідно до МАІ експертами формується так звана матриця парних порівнянь A , а шуканий ваговий вектор $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ обчислюється як власний вектор цієї матриці, що відповідає максимальному власному значенню. Такий спосіб визначення вагового вектора через порушення на практиці властивості спільності (consistency) [82-84], [86] матриці парних порівнянь не є обґрунтованим.

Застосування МАІ припускає наявність так званої матриці парних порівнянь

$$A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}. \quad (2.13)$$

Довільний елемент a_{ij} цієї матриці покликаний виражати собою позитивне число, що показує у скільки разів вага об'єкта A_i більше ваги об'єкта A_j .

Згідно МАІ на основі експертних оцінок в результаті виконання $\frac{n(n-1)}{2}$ попарних порівнянь об'єктів формується та частина матриці парних порівнянь $A = (a_{ij})_{n \times n}$ яка розташована, наприклад, вище головної діагоналі. На головній діагоналі виставляються одиниці, а елементи, розташовані нижче головної діагоналі, обчислюються з використанням властивості зворотної симетричності. Зауважимо, що отримана таким способом матриця парних порівнянь, як правило, не володіє властивістю спільності, тобто рівність $a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$ порушується для деяких $i, j, k \in \{1, 2, \dots, n\}$, $i \neq j$.

Далі знаходиться максимальна власного значення λ_{max} матриці парних порівнянь A (яке завжди задовольняє нерівності $\lambda_{max} \geq n$ і потім вирішується однорідна система лінійних рівнянь $(A - \lambda_{max}E)w = 0$ відносно вектора w . Знайдений таким способом вектор w має позитивні компоненти і є шуканим ваговим вектором.

При реалізації МАІ найчастіше виявляється виконаним суворі нерівність $\lambda_{max} > n$ і компоненти w_1, w_2, \dots, w_n вектора ваг, знайдені відповідно до МАІ, «не узгоджуються» з даними, що містяться в матриці парних порівнянь $A = (a_{ij})_{n \times n}$ у

тому сенсі, що рівність $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ найчастіше порушується. Це призводить до певної «модельної» помилки при реалізації МАІ, про яку говорилося у вступі та оцінити яку не представляється можливим. Від зазначеного недоліку вільний запропонований нижче варіант МАІ.

1. Вимоги до матриці парних порівнянь. Нехай є набір n об'єктів A_1, A_2, \dots, A_n та завдання полягає у визначенні ваги кожного з них, тобто в знаходженні відповідних їм позитивних чисел A_1, A_2, \dots, A_n

Будемо вважати, що матриця парних порівнянь повинна володіти всіма перерахованими раніше властивостями матриці відносних ваг (тобто бути спільною). У відповідності з цим зажадаємо:

- 1) Всі елементи матриці A позитивні: $a_{ij} > 0$ для всіх номерів $i, j = 1, 2, \dots, n$.
- 2) Матриця A назад симетрична: $a_{ij} = 1/a_{ji}$ для всіх номерів $i, j = 1, 2, \dots, n$

Зокрема $a_{ij} = 1$, $i, j = 1, 2, \dots, n$.

3) Матриця A сумісна, тобто рівність $a_{ij} = a_{ik}a_{kj}$ має місце для всіх номерів $i, j, k = 1, 2, \dots, n$.

4) Число n є максимальним власним значенням матриці A і для деякого єдиного (нормованого) вектор-стовпця $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ з позитивними компонентами виконується рівність (2.4).

$$Aw = nw \quad (2.14)$$

перерахованих вище властивостей. У силу перших двох властивостей діагональні елементи матриці парних порівнянь відомі - це одиниці. Далі експерту пропонують порівняти вагу першого об'єкта з вагою другого об'єкта і вказати позитивне число, що показує у скільки разів вага першого об'єкта більше ваги другого об'єкта. В результаті виконання такого порівняння експерт призначає деяке додатне число a_{12} . Далі для порівняння з першим об'єктом розглядається третій об'єкт і в результаті порівняння експертом вказується число a_{13} , і т. д. Після виконання порівнянь першого об'єкта з усіма іншими будуть призначені позитивні числа $a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1n}$. Тим самим, з урахуванням рівності $a_{11} = 1$ буде відома вся перша рядок матриці A . Описаний спосіб призначення елементів першого рядка матриці A можна назвати «схемою порівняння з взірцем», в ролі якого виступає перший об'єкт.

Інші елементи матриці парних порівнянь можна знайти на основі властивостей 2) і 3) матриці парних порівнянь. Завдяки цим властивостям мають місце рівності

$$a_{ij} = a_{i1} a_{1j} = \frac{a_{1j}}{a_{i1}}, \quad i = 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (2.15)$$

за допомогою яких однозначно обчислюються елементи інших рядків матриці A . Зауважимо, що рівність (2.5) виконується і для елементів першого рядка, тобто при $i = 1$.

Неважко бачити, що матриця A , побудована на основі елементів першого рядка згідно з формулою (2.5), буде задовольняти властивості спільності, так як для всіх номерів $i, j = 1, 2, \dots, n$ виконано

$$a_{ik} a_{kj} = \frac{a_{1k}}{a_{1i}} \frac{a_{1j}}{a_{1k}} = \frac{a_{1j}}{a_{1i}} = a_{ij}. \quad (2.16)$$

2. Знаходження вагового вектора. Після того, як матриця $A = (a_{ij})_{n \times n}$ за допомогою формули (2.4) сформована, можна знайти ваговий вектор $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$. Його компоненти обчислюються за формулою

$$w_i = \frac{a_{1n}}{a_{1i}}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.17)$$

Вектор ваг, обчислений згідно (2.5), не задовольняє вимогу нормування, так як його остання компонента дорівнює одиниці. Якщо необхідно, щоб він був нормований, кожен його компоненту слід розділити на суму усіх компонент, тобто на величину $w_1 + w_2 + \dots + w_{n-1} + 1$, де всі складові $w_i, i = 1, 2, \dots, n-1$, знайдені за формулою (2.7).

Приклад. Нехай система складається з чотирьох елементів A_1, A_2, A_3 і A_4 . Експерт вказує на наступні співвідношення вагомості елементів: $a_{12} = 3$; $a_{13} = 0,5$; $a_{14} = 2$. У відповідності з формулою (2.4) матриця парних порівнянь буде мати наступний вигляд:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1/2 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1/6 & 2/3 \\ 2 & 6 & 1 & 4 \\ 1/2 & 3/2 & 1/4 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2.18)$$

Насправді вся ця матриця для знаходження вектора ваг не потрібна; потрібні лише елементи останнього стовпця $w_1 = 2, w_2 = 2/3, w_3 = 4, w_4 = 1 \dots$ Після нормування, приходимо до остаточного результату:

$$w_1 = 6/23, w_2 = 2/23, w_3 = 12/23, w_4 = 3/23. \quad (2.19)$$

3. Базисні набори елементів і їх характеристикація. Як встановлено вище, при формуванні матриці парних порівнянні від експерта достатньо отримати набір елементів першого рядка, після чого інші елементи матриці A однозначно обчислюються за формулою (2.4). Виявляється, набір елементів подібного роду не єдиний. Введемо загальне визначення.

Визначення 1. Будемо говорити, що деякий набір елементів матриці $A = (a_{ij})_{n \times n}$, розташованих вище головної діагоналі, є *визначальним*, якщо на його основі за допомогою властивостей 2) - 4) можна однозначно визначити всі інші елементи матриці A , причому знайдена таким способом матриця буде задовольняти всім властивостям 1) - 4).

Визначення 2. Нехай є деякий набір a_{ipjp} елементів матриці A , розташованих вище головної діагоналі. У разі існування серед елементів цього набору такої трійки елементів $a_{iaja}, a_{ibjb}, a_{icjc} \in \{a_{ipjp}\}$, що $i_a = i_b, j_a = j_c, j_b = i_c$ будемо говорити, що набір $\{a_{ipjp}\}$ є *залежним*. В іншому випадку цей набір будемо іменувати *незалежним*.

Визначає набір може бути як незалежними, так і залежним. Число елементів визначає набору матриці n -го порядку може виявитися різним. Тому введемо ще одне визначення.

Визначення 3. Мінімальний (за кількістю) визначає набір елементів

матриці A назвемо *базисним*.

Неважко перевірити, що в матриці третього порядку з трьох можливих пар будь-яка пара елементів цієї матриці, розташованих вище головної діагоналі, утворює базисний набір. У матриці четвертого порядку з 20 всіх можливих трьохелементних наборів елементів, розташованих вище головної діагоналі, тільки 16 є базисними. При цьому небазисними виявляються залежні набори, і тільки вони. Наприклад, залежний набір a_{12}, a_{14}, a_{24} такої матриці, для якого вірно $a_{14} = a_{12}a_{24}$, не буде визначальним, а значить і базисним. Це пояснюється тим, що з цього набору на основі властивості спільності неможливо отримати ні один елемент третього стовпця.

Базисні набори елементів зручно характеризувати не тільки за допомогою властивості незалежності, але і в термінах властивості зв'язності певного неорієнтованого графа. Введемо відповідну ухвалу.

Нехай маємо довільний непорожній набір елементів матриці парних порівнянь A з числа тих, які розташовані вище головної діагоналі. Введемо в розгляд неорієнтований граф, що містить n вершин, що позначаються $1, 2, \dots, n$, в якому пара вершин i_1 і i_2 ($i_1, i_2 \in \{1, 2, \dots, n\}, i_1 > i_2$) є суміжною тоді і тільки тоді, коли серед вказаного набору елементів зустрічається елемент . Будемо говорити, що цей граф *породжений* зазначеним набором елементів матриці парних порівнянь.

Неважко зрозуміти, що в термінах породженого графа «розширення» фіксованого набору елементів за рахунок додавання залежних елементів a_{ij} на основі властивості спільності 3) (тобто на основі операції множення за формулою $a_{ij} = a_{ik}a_{kj}$) із залученням всіх пар елементів даного набору, в яких перший індекс одного елемента дорівнює другому індексу іншого елемента, відповідає операції транзитивного замикання цього графа.

4. Схема «послідовного порівняння». Наявність цілого сімейства базисних наборів може бути використано на практиці для вибору такого набору, при якому експерт міг би отримати найбільш надійні результати

порівняння. Наприклад, набір, що складається з елементів першого рядка, як зазначалося вище, відповідає схемі «порівняння з взірцем».

Розглянемо базисний набір $a_{12}, a_{23}, \dots, a_{n-1,n}$. Їй відповідає наступна схема послідовного порівняння». З наявного набору об'єктів вибирається якийсь один. Йому привласнюється перший номер. Для нього з метою подальшого порівняння підбирається інший об'єкт яким присвоюється другий номер), найбільш «підходящий» для порівняння з першим. В результаті порівняння стає відомий елемент a_{12} . Подальші дії аналогічні: для другого об'єкта вибирається найбільш «підходящий» для порівняння третій: в результаті порівняння стає відомий елемент a_{23} і т. д.

Можна перевірити, що формула для послідовного $j = 3, \dots, n$ обчислення всіх інших елементів матриці A , розташованих вище головної діагоналі, на основі базисного набору $a_{12}, a_{23}, \dots, a_{n-1,n}$ має вигляд

$$a_{ij} = a_{i,j-1}a_{j-1,j}, \quad i = 1, \dots, n - 2(i, j - 1),$$

а компоненти (ненормованого) вагового вектора w можуть бути знайдені у вигляді добутку за формулою:

$$w_k = a_{k,k+1}, a_{k+1,k+2}, \dots, a_{n-1,n}; \quad k = 1, 2, \dots, n; \quad w_n = 1;$$

Розроблена система безрозбірного діагностування визначає стан технічної системи і її складових механізмів, вузлів і елементів масивом діагностичних параметрів D_m , $m = 1, 2, \dots, M$. Причому, по кожному з параметрів введені три категорії стану: добре (критичне значення параметра D_j), задовільний (критичне значення параметра D_j) і незадовільний. У разі доброго стану експлуатація ОД продовжується без змін, при задовільному – періодичність діагностування скорочується вдвічі, при незадовільному – механізм виводиться з експлуатації, та виконуються роботи по відновленню його характеристик.

Введемо параметр, що характеризує фактичний технічний стан і-го елемента ОД по m -му діагностичного параметру K_{im} , який приймає значення:

- якщо в процесі старіння значення діагностичного параметра

збільшується, то

$$K_{im} = \begin{cases} 1, \text{ если } D_{m \text{ факт}} \leq D'_m; \\ 1 - \frac{(D_{m \text{ факт}} - D'_m)}{D''_m - D'_m}, \text{ если } D'_m < D_{m \text{ факт}} < D''_m; \\ 0, \text{ если } D_{m \text{ факт}} \geq D''_m \end{cases} \quad (2.19)$$

- якщо в процесі старіння значення діагностичного параметра зменшується, то

$$K_{im} = \begin{cases} 1, \text{ если } D_{m \text{ факт}} \geq D'_m; \\ 1 - \frac{(D''_m - D_{m \text{ факт}})}{D''_m - D'_m}, \text{ если } D'_m > D_{m \text{ факт}} > D''_m; \\ 0, \text{ если } D_{m \text{ факт}} \leq D''_m \end{cases} \quad (2.20)$$

Іншими словами, в цих формулах ми приймаємо лінійну залежність коефіцієнта технічного стану K_{ij} від «свого» діагностичного параметра.

Визначивши, таким чином, значення коефіцієнтів технічного стану за всіма діагностичними параметрами, можна обчислити інтегральне значення коефіцієнта технічного стану за формулою:

$$K_i = \sum_{j=1}^{j=J} a_{ij} \times K_{ij}, \quad (2.21)$$

де a_{ij} – коефіцієнт вагомості j -го діагностичного параметра для i -го елемента системи.

Значення коефіцієнтів вагомості окремих діагностичних параметрів визначаються на підставі вагомості елементів, стан яких оцінюється даними діагностичним параметром. Якщо j -ий діагностичний параметр використовується діагностичною системою для оцінки стану елементів i , то

$$a_j = \sum_{i=1}^{i=I} W_i / n_i, \quad (2.22)$$

де n_i – число параметрів, що характеризують стан i -го елемента системи.

В роботі [87] запропоновано графічний метод аналіз результатів діагностування, який являє собою наочну діаграму, побудовану в полярних координатах. Осі, на яких зазначаються значення діагностичних параметрів, спрямовані по радіусах від центру кола до периферії. На рис. 2.4 наведено приклад, який пояснює цей метод. Він дозволяє провести порівняння об'єктів за однаковими параметрами, якими характеризуються об'єкти.

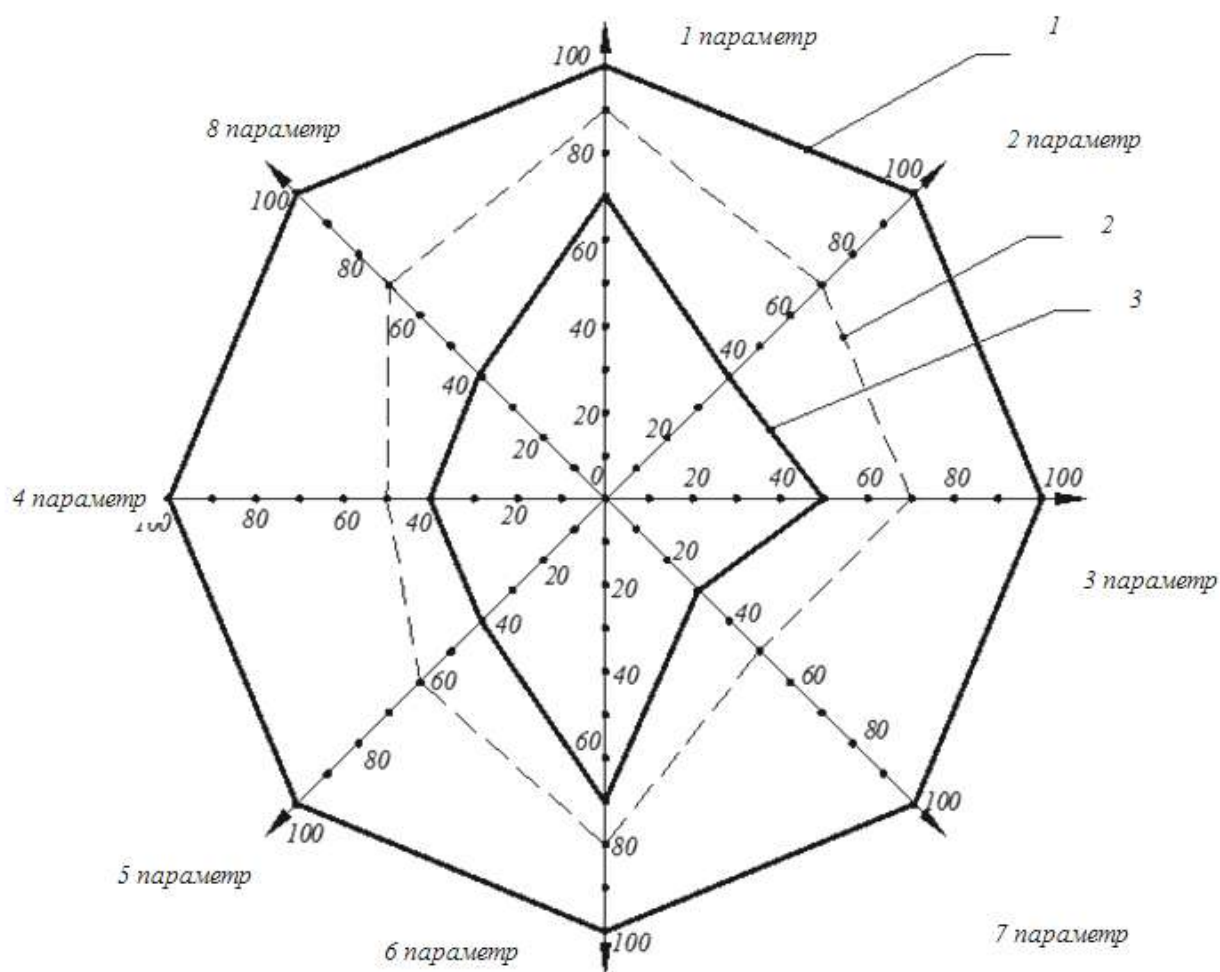


Рис. 2.4 Приклад виконання графіка зміни параметрів елемента

- 1 – Початковий стан елемента системи;
- 2 – Поточний стан елемента системи;
- 3 – Допустимий стан елемента технічної системи

Всі дані відкладаються на графіку у відсотках, в початковий момент часу, кожен параметр дорівнює 100 %. Крім того, будується фігура, яка буде

відповідати допустимому стану елемента технічної системи. Ця фігура будується за мінімальних величин кожного з параметрів. Дані про параметри повинні надходити з працюючого об'єкта і відзначатися на графіку, що і буде відповідати поточним станом елемента системи. Отже, при перетині фігурою 2 хоча б в одній точці фігуру 3 слід проводити роботи по ТОР.

Недоліком даного методу при його використанні в складних технічних системах (наприклад, засобах портової механізації) є велика кількість діагностичних параметрів і їх неоднакове вплив на працездатність механізму.

Нам представляється доцільним відкладати по осях величину функціонального стану системи, а кут між осями приймати рівним вагомості даного елемента. Іншими словами, величина кута, що відповідає j -му параметру складе $\alpha_j / 360$ градусів. У початковий момент часу значення FS для кожного елемента буде рівним одиниці. У процесі функціонування значення параметра функціонального стану системи буде зменшуватися і дорівнювати відношенню площі фігури 2 до площі фігури 1 (див. рис. 2.5).

Для рішення задачі визначення оптимальних термінів проведення та номенклатури ремонтних робіт засобів портової механізації в процесі функціонування пропонується метод полюсів [72].

Нехай дана технічна система, що складається з n елементів, для кожного з яких визначено закон зміни значення параметра функціонального стану в процесі експлуатації системи. Для нормального функціонування системи необхідно, щоб функціональний стан кожного елемента було більше нуля. При досягненні граничного стану елементом системи, в залежності від його типу виконуються певні ремонтні роботи (відновлення, виготовлення, заміна), які вимагають певних витрат, відновлюючи при цьому працездатність механізму.

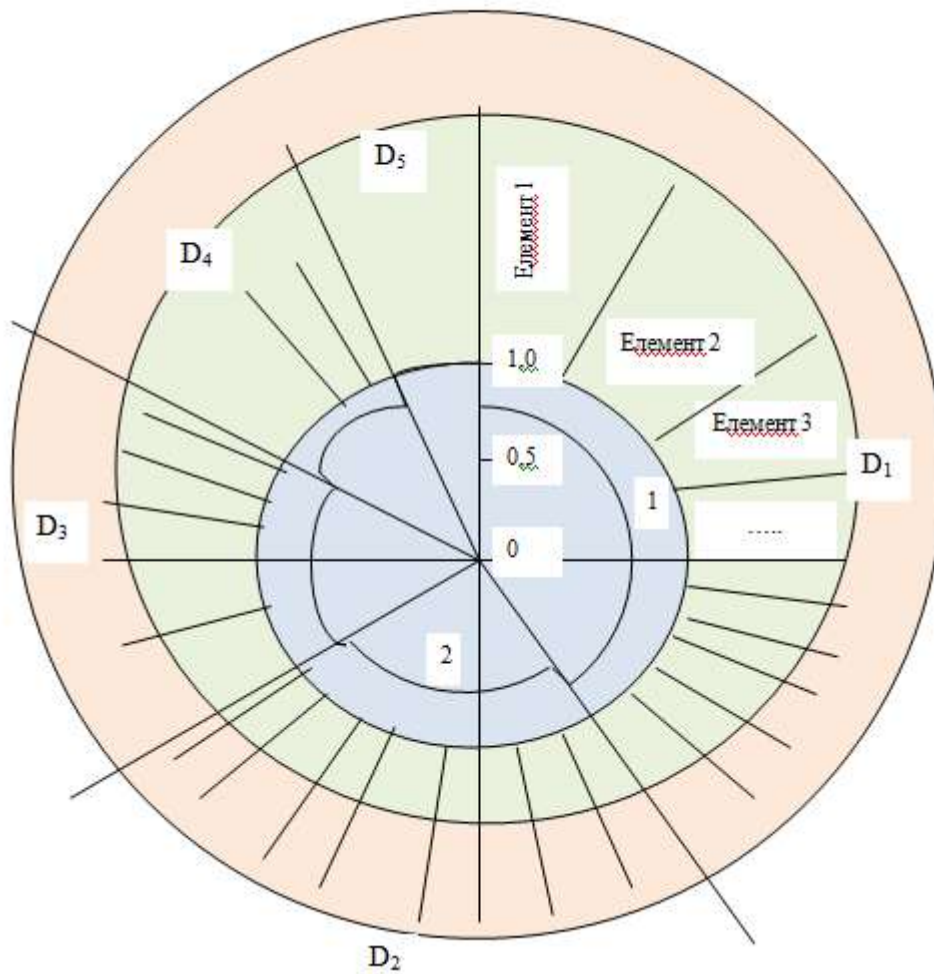


Рис. 2. 5. Приклад побудови графіка зміни функціонального стану елементів технічної системи

Алгоритм методу «полюсів» такий:

1) визначається часом настання ремонту елемента, що має мінімальний термін служби. Дана точка на осі часу називається першим ремонтним полюсом системи P_1 . Область можливого тяжіння обмежена наступним ремонтом даного елемента;

2) якщо перенесення часу усунення такого дефекту в точку P_1 не збільшує загальну кількість таких ремонтів за весь період функціонування системи, вважаємо, що час усунення такого дефекту знаходиться в зоні тяжіння і

пересуваємо строк його усунення на полюс. Для цього із співвідношення (2.13) визначаємо n_i – необхідне число ремонтів по усуненню i – го дефекту за весь період експлуатації за умови ремонту після повного вироблення ресурсу і nr_i – розрахункове число ремонтів по усуненню i – го дефекту за весь період експлуатації за умови виконання заміни в момент P_1 ;

$$n_i = \frac{T - T_{ij}}{t_i}, \quad (2.23)$$

$$nr_i = \frac{P_k - T_{ij}}{t_i},$$

де T_{ij} – передбачуваний час проведення j – тої роботи по усуненню i – го дефекту за критерієм максимального використання ресурсу;

P_k – час k – того ремонту, який буде визначений даним методом.

Якщо в результаті ділення у формулі (2.13) виходять цілі числа, то число відновлень приймається рівним $n_i - 1$, а кількість наступів i -тих дефектів за весь період функціонування $nr_i - 1$. В іншому випадку приймаємо кількість i -х елементів n_i і nr_i відповідно.

Запропоновані механізми оцінки і прогнозування зміни технічного стану засобів механізації в процесі експлуатації вимагають розробки системи накопичення, зберігання та аналізу значного обсягу інформації.

2.4. Інформаційне забезпечення системи діагностування технічних систем

Для великих компаній з розвиненою інфраструктурою велике значення набуває застосування автоматизованих систем управління «старінням» основних фондів, що дозволяють реалізувати підхід пріоритетною заміни активів, тобто напрямок інвестицій до об'єктів, які з міркувань безпеки, надійності роботи і рентабельності першими потребують заміни.

Традиційно, такі завдання реалізується з допомогою CMMS (Computerized Maintenance Management Systems) і EAM-систем (Enterprise Asset Management). Впровадження таких систем дозволяє вирішити такі завдання, як оптимізація

роботи обслуговуючого персоналу, вдосконалення логістики запасних частин та оптимізація витрат на ремонти, адекватне планування регламентних робіт, облік технічного стану обладнання, калькуляція та облік вартості ремонтів та ін (рис. 2.6).

Основна відмінність між CMMS - і EAM-системами полягає в тому, що останні керують усім життєвим циклом РТС, починаючи з проектування, виготовлення, монтажу, складання і наступного обслуговування, сервісних і профілактичних робіт, модернізації, реконструкції та списання [88-92]. Інша відмінність EAM-систем, яке зазначає Aberdeen Group [89], в тому, що вони засновані на Web і, як наслідок, є більш гнучкими і дозволяють отримувати і вводити інформацію віддалено, через Інтернет-портали.

Окремо необхідно відзначити концепцію MRO (Maintenance, Repair & Operations; Maintenance, Repair & Overhaul — техобслуговування, ремонт і модернізація/капремонти). Дана концепція, в основному, використовується в таких галузях, як суднобудування, авіація, міський та залізничний транспорт і збройні сили для автоматизації процесів ТОР складних технічних комплексів, транспортних засобів і систем озброєння.

Рішення для MRO, використовуючи деякі стандартні для EAM-систем функції, мають великою кількістю додаткових можливостей. Насамперед, вони дозволяють зберігати повну конфігурацію кожної одиниці обслуговування техніки, зберігати повну історію модифікацій, поломок і ремонтів, історію заміни деталей, експлуатаційні дані і т. д. [90].

Сучасні MRO-системи можуть інтегруватися з бортовими інформаційними системами, автоматично отримуючи від них інформацію про виниклі під час експлуатації несправності. Такі системи підтримують міжнародні стандарти зберігання та обміну даними про транспортних засобах, директиви придатності, роботу з бюлетенями промисловості і т. д.

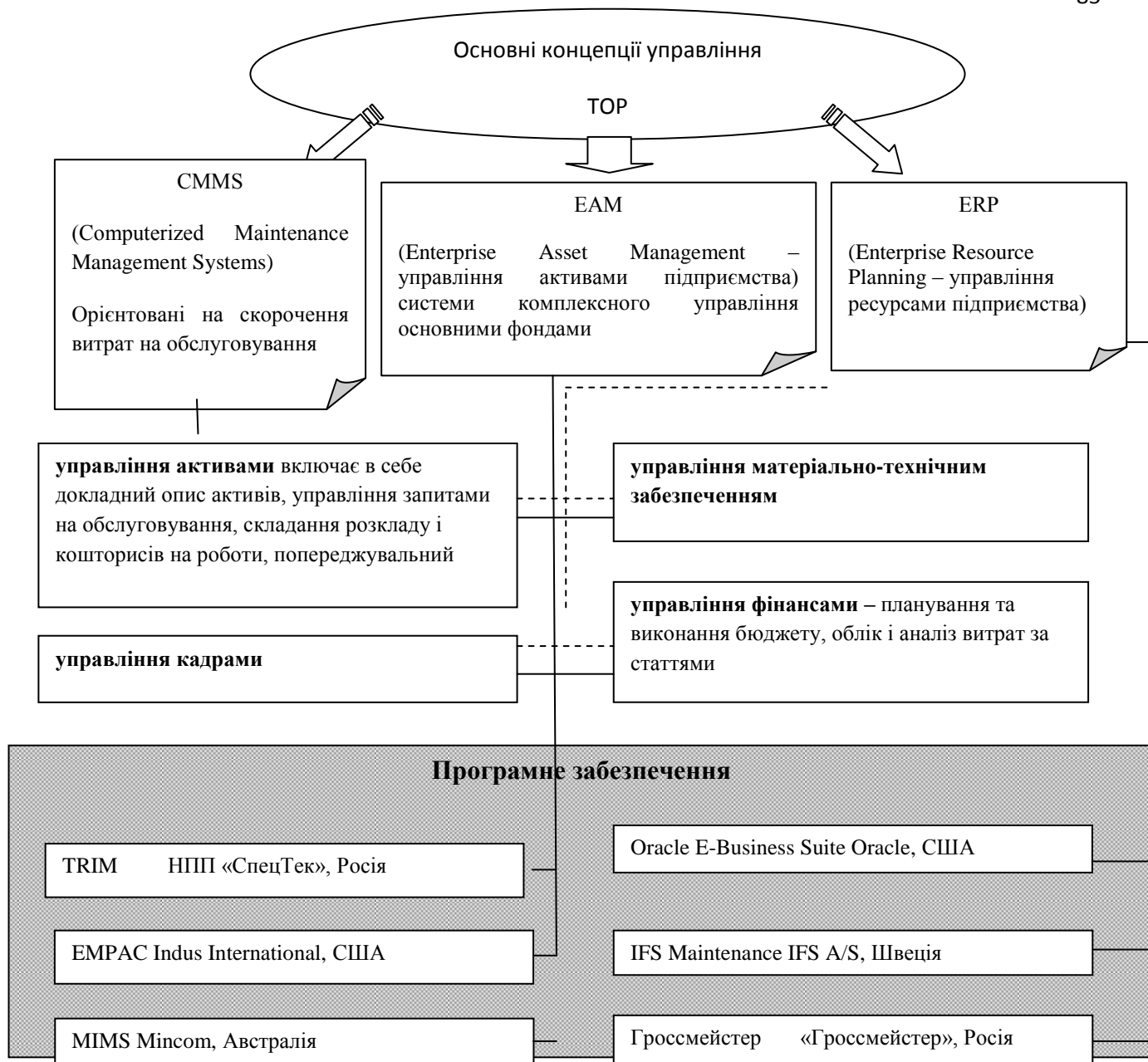


Рис. 2.6. Основні концепції та програмне забезпечення

Сучасні концепції управління TOP — ремонти "за станом", TPM (Total Productive Maintenance) і "ремонти, орієнтовані на надійність" (RCM — Reliability Centered Maintenance) — підтримуються такими розвиненими EAM-системами, як IFS Applications [91]. У цій системі також вперше реалізовано новий підхід до управління життєвим циклом основних фондів в інтеграції з управлінням життєвим циклом інших важливих активів, продукції, персоналу, відносин із замовниками.

Такий підхід носить назву ILM (Integrated Lifecycle Management = EAM/ALM, Asset Lifecycle Management + Customer Lifecycle Management + PLM, Product Lifecycle Management). Наявність інтегрованої системи дозволяє виключити необхідність повторного введення даних, мінімізувати їх спотворення, приймати рішення на основі знання всіх факторів, враховувати виробничі плани при плануванні ТОР і навпаки.

У ряді джерел [92] є посилання на розвиток абсолютно нової концепції Asset Performance Management (APM, термін використовує американська ARC Group), яка розширює EAM за рахунок функцій моніторингу, контролю, аналізу ефективності роботи та обслуговування основних фондів.

Аналітична компанія ТЕС відзначає зростання попиту на різні системи підтримки та управління життєвим циклом основних фондів після серії аварій та техногенних катастроф. Це і збої в енергосистемах США, Великобританії та Італії і т. д. В ряді країн посилено законодавство, саме суспільство стало більш серйозно ставитися до надійності основних фондів. Оскільки витрати на ремонти високі, необґрунтована заміна обладнання на нове обходиться дорого. Однак, незважаючи на значний спектр представлених систем класу EAM, всі вони не дають можливості оцінювати ефективність функціонування системи, прогнозувати найбільш адекватні варіанти відтворення і його фінансування, вибирати оптимальні проекти ремонту РТС на основі технологічних і фінансових факторів і т. д.

Для реалізації поставленої задачі в роботі [93] запропоновано підхід, який полягає в інтеграції стратегії ТОР в єдиний інформаційний простір управління підприємством та іншими зацікавленими підприємствами (рис. 2.7).

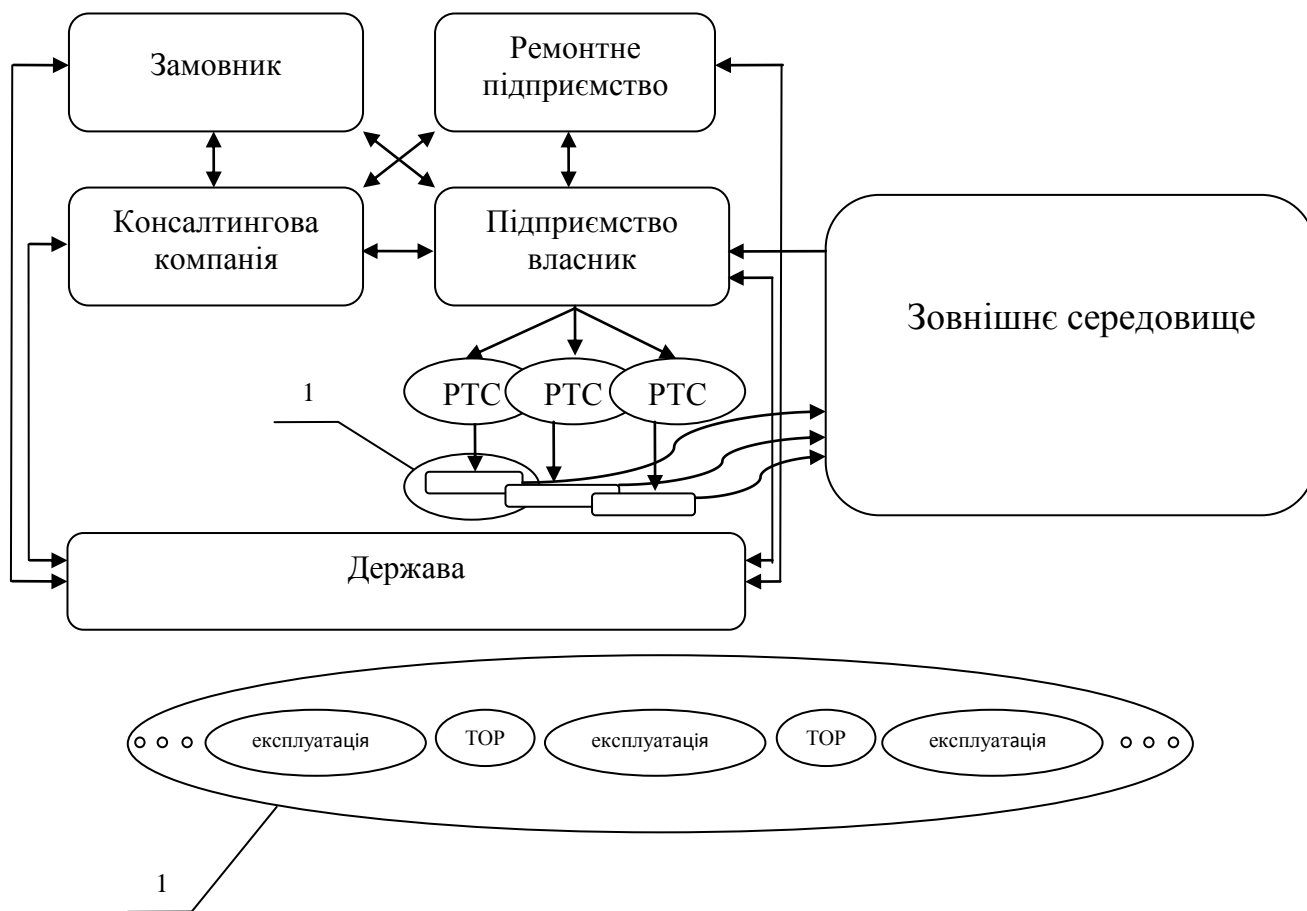


Рис. 2.7. Єдиний інформаційний простір процесів функціонування технічних систем

Даний підхід передбачає поряд з реалізацією функцій ЕАМ цілеспрямований збір та аналіз всієї інформації, пов'язаної з системою і підприємствами, з метою подальшого планування заходів по всім аспектам управління функціонуванням технічної системою. Таким чином, система управління активами доповнюється функціями консолідації інформації за ремонтпригодними технічними системами в єдиному інформаційному просторі з взаємопов'язаними підприємствами.

Оскільки функціонування являє собою послідовну зміну процесів експлуатації, обслуговування і ремонту, центральною ланкою такого підходу є модель обміну інформацією про стан та ефективність функціонування системи, що включає в себе:

- математичне забезпечення (опис закономірностей процесів, що протікають в системі протягом її життєвого циклу і взаємозв'язаній системі зовнішніх процесів);
- інформаційне забезпечення (своєчасна обробка основних характеристик надійності, безпеки, ефективності експлуатації системи РТС);
- програмне забезпечення, яке реалізує математичну та інформаційну моделі;
- організаційне забезпечення (наявність структур, визначення вимог до людських ресурсів);
- методичне забезпечення (сукупність методик та регламентів, що визначають процес управління).

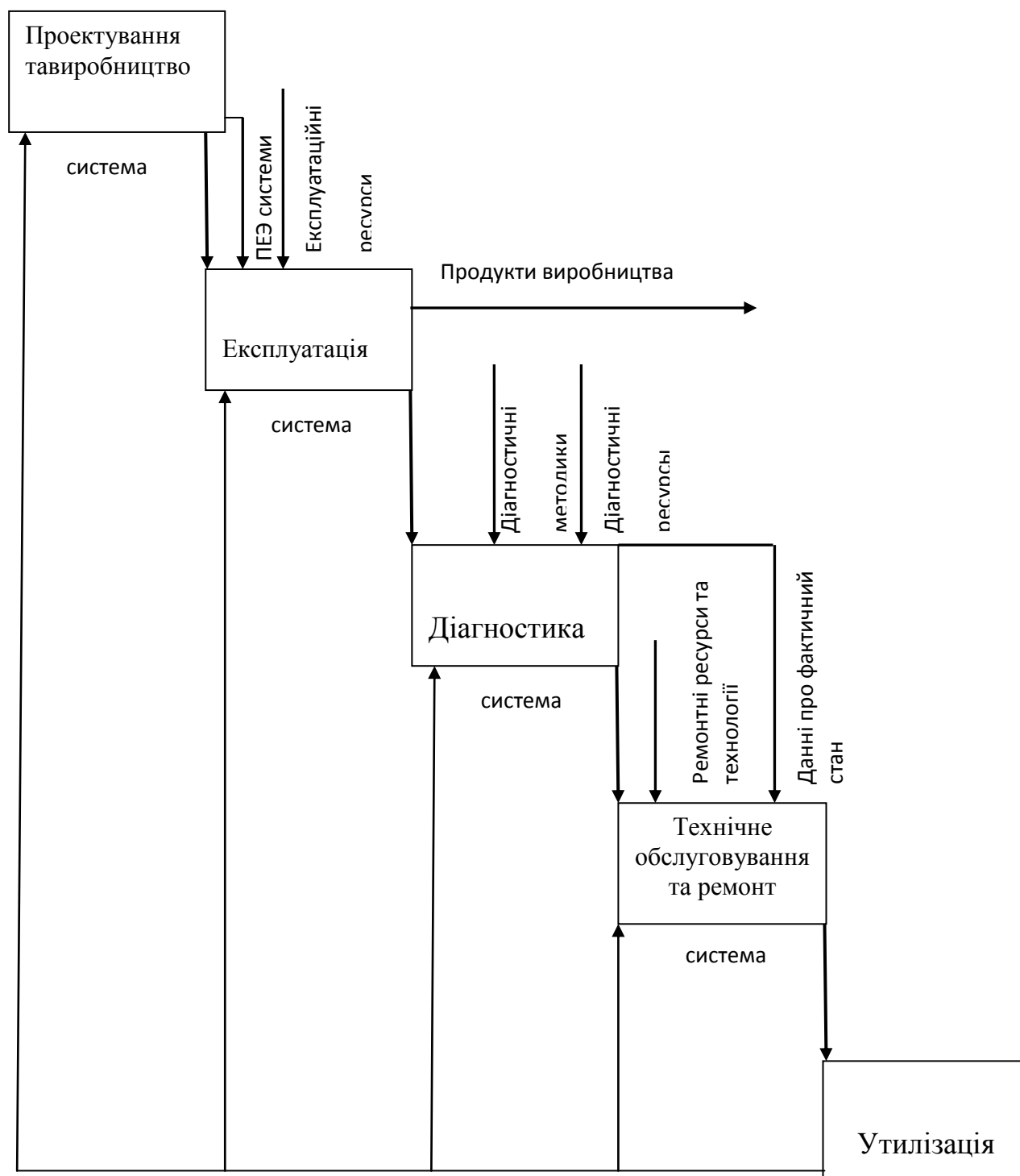
Таким чином, за допомогою даної моделі буде можливо реєструвати фактичний стан системи, ефективність її функціонування, а також проводити перспективний і ретроспективний аналіз цього стану для прогнозування основних параметрів робіт з ТОР в єдиній системі функціонування підприємства.

В якості методологічної основи побудови такої моделі нами пропонується використання ІІІ-технологій на базі SADT-моделювання. Базовими принципами ІІІ-технологій є [94]:

- системна інформаційна підтримка життєвого циклу виробів на основі використання єдиного інформаційного простору;
- інформаційна інтеграція за рахунок стандартизації інформаційного опису об'єктів управління;
- безпаперове подання інформації та використання електронно-цифрового підпису;
- паралельний інжиніринг та безперервне вдосконалення бізнес-процесів на основі інформаційних технологій управління про виробках, процесах, ресурсах, навколишнього середовища і т. д.

Складнощі, пов'язані з описом багатьох штучних систем, пояснюються тим, що ці системи дуже великі для того, щоб можна було просто перерахувати

всі їх компоненти. З іншого боку, вони можуть бути спрощені за рахунок узагальнюючих припущень. Методологія SADT створена спеціально для подання таких складних систем шляхом побудови моделей. SADT-модель - це опис системи, у якої є єдиний суб'єкт, мета і одна точка зору. Метою є набір питань, на які повинна відповісти модель. Точка зору - позиція, з якої описується система. Опис моделі SADT організовано у вигляді ієрархії взаємозалежних діаграм. Вершина цієї деревовидної структури являє собою найбільш загальний опис системи, а її основа складається з найбільш деталізованих описів. На рис. 2.8 представлена первинна діаграма оцінки і прогнозування зміни стану технічної системи в процесі експлуатації. Подальший розвиток моделі, виконане в комп'ютерному середовищі IDEF.



Аналіз результатів експлуатації системи

Рис. 2.8 SADT-модель ІІІ-технології технічної системи

Висновки до розділу 2

1. В розділі проаналізовані чотири види стратегій ТОР, що використовуються в практиці морських портів:

S_1 – роботи з ТОР проводяться тільки за заданим величинам напрацювання або часу. При виникненні відмови його усунення відкладається до чергового моменту планового проведення ТОР;

S_2 – моменти проведення ТОР визначаються тільки відмовами окремих елементів або результатами діагностичного обстеження;

S_3 – змішана стратегія, що поєднує планові і непланові види стратегій. Роботи по обслуговуванню і ремонту проводяться планові терміни, а так само внаслідок настання відмови;

S_4 – виконання робіт ТОР за фактичним станом. Дана стратегія припускає планування проведення перевірок технічного стану з заданою періодичністю.

Для кожної з них розроблено методи визначення основних параметрів їх ефективності:

- питома сумарна вартість експлуатації;
- питома ефективність від експлуатації D ;
- коефіцієнт готовності K_r ;
- коефіцієнт оперативної готовності $K_{ог}$.

Доведено, що для засобів механізації морських портів найбільш ефективною є четверта стратегія – виконання робіт з ТОР за фактичним станом за результатами діагностування.

2. Розроблено графо-аналітичний метод визначення фактичного стану технічної системи за допомогою побудови павутинної діаграми. Відмінність даного методу полягає у тому, що цінність окремих елементів системи пропорційно куту, відведеному на діаграмі даному елементу. Завдяки такому підходу загальний коефіцієнт технічного стану систему може бути визначений як відношення площі отриманого багатогранника до площі круга одиничного радіусу.

3. Для визначення коефіцієнтів цінності окремих елементів системи в роботі запропоновано використання метод аналізу ієрархій Сааті. Він дозволяє більш точно визначити ступінь впливу конкретного елемента на працездатність системи.

В розділі запропонована модель обміну інформацією про стан та ефективність функціонування системи, що включає в себе: математичне, інформаційне, програмне, організаційне та методичне забезпечення. В якості методологічної основи побудови такої моделі нами пропонується використання ІТ-технологій на базі SADT-моделювання, базовими принципами яких є системна інформаційна підтримка життєвого циклу виробів на основі використання єдиного інформаційного простору; інформаційна інтеграція за рахунок стандартизації інформаційного опису об'єктів управління; безпапірове подання інформації та використання електронно-цифрового підпису; паралельний інжиніринг та безперервне вдосконалення бізнес-процесів на основі інформаційних технологій управління про вироби, процеси, ресурси тощо.

3. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ СТРАТЕГІЇ TOP НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ТЕРМІНАЛУ

3.1. Особливості визначення конкурентоспроможності послуг

Питань оцінки конкурентоспроможності в сучасній науці приділено значну увагу. Однак, переважна більшість досліджень присвячено проблемам конкурентоспроможності промислових підприємств та вироблених ними товарів. У той же час, методологічні основи визначення конкурентоспроможності підприємств з надання послуг і самих послуг, практично відсутні. В умовах жорстокої конкуренції на ринку портових послуг, морські термінали гостро потребують адекватних інструментів оцінки конкурентоспроможності.

Послуга — результат безпосередньої взаємодії виконавця і споживача, а також власної діяльності виконавця по задоволенню потреби споживача [95]. З

цього визначення очевидно, що поняття послуги включає дві частини — результат і процес. Результатом діяльності організацій, що надають матеріальні послуги, є виконана робота або послуга в «речовій формі». Друга складова частина послуги — процес її надання — діяльність виконавця послуги. Надання послуги можна підрозділити на окремі етапи (забезпечення необхідними ресурсами, технологічний процес виконання, контроль і оцінка, процес обслуговування).

За результатами аналізу літературних джерел і стандартів можна прийняти наступну номенклатуру критеріїв конкурентоспроможності послуг:

- 1) показники результату виконання послуги (далі — критерії результату);
- 2) показники (критерії) умов обслуговування;
- 3) показники процесу (культури) обслуговування (далі — критерії культури обслуговування);
- 4) показники (критерії) доступності. Характеристика критеріїв конкурентоспроможності послуг.

Критерії 1, 2, 3 визначають корисність послуги. Як справедливо зазначається в роботі [96], зміст критерію результату послуги, тобто переліку складових його одиничних показників, що специфічно для кожної групи послуги, а зміст критеріїв 2, 3 в принципі ідентична для всіх груп послуг.

Критерій результату регламентований стандартами на матеріальні послуги. Результативність окремих груп послуг визначають: послуги хімчистки — чистота виробу, збереження його форми, належне відпрасування та ін.; транспортної послуги — прибуття за розкладом, чіткість і розбірливість оголошення зупинок та ін.; послуги торгівлі — якість реалізованих товарів, їх асортимент.

Результат виконання послуги не завжди залежить тільки від виконавця: якість ремонту приміщення визначається якістю заготовлених замовником матеріалів для ремонту; якість пошитої речі визначається як якістю обраної замовником тканини, так і обраним ним фасоном виробу; результат лікування

хворого залежить не тільки від лікаря, але і від дотримання хворим приписів останнього.

Оцінка цілого ряду матеріальних послуг (послуг пралень, хімчистки, послуг з ремонту) принципово не відрізняється від оцінки якості товару. Для оцінки результату виконання ряду соціально-культурних послуг (припустимо, освітніх) думки споживача (учня, студента) недостатньо. Потрібна участь експертів і застосування спеціальних стандартів (наприклад, державних освітніх стандартів).

При оцінці критерію необхідно звертати увагу не тільки на величину споживчого ефекту послуги, але і на стабільність рівня її якості.

Основним фактором послуг, як і товарів, є наявність діючої і сертифікованої системи якості в організації сфери послуг. В останні роки основною схемою сертифікації у сфері послуг є сертифікація систем якості на відповідність стандартам ІСО серії 9000 [97].

Критерій умов обслуговування визначається матеріально-технічною базою організації і набором послуг, які вона надає. Вимоги до матеріально-технічної бази як фактору безпеки послуги регламентовані ДСТУ «Система стандартів безпеки праці» та іншими обов'язковими нормами (Технічними регламентами). І в цій частині вимоги до умов обслуговування однотипні для всіх груп послуг.

Критерій культури обслуговування особливо роль відіграє у забезпеченні якості та конкурентоспроможності послуг торгівлі і громадського харчування, послуг, якими більшість населення користується особливо часто.

Критерій доступності послуги включає витрати коштів і часу. Витрати часу при розрахунку інтегрального показника якості можна перевести в грошові кошти. Щоб уникнути подвійного рахунку в цьому критерії не враховуються витрати, пов'язані з процесом обслуговування.

Можна виділити п'ять особливостей оцінки. *Перша особливість* полягає в тому, що об'єктом оцінки конкурентоспроможності послуг є діяльність організації сфери послуг. Оскільки об'єктом діяльності організацій, які надають нематеріальні послуги, є виключно сама людина, яка як клієнт контактує з

виконавцем і одночасно споживає послугу, то слід звернути увагу на *другу особливість*: сам клієнт оцінює якість послуги на місці її виконання; якість послуг має відповідати насамперед вимогам цього клієнта.

Третя особливість оцінки послуг пов'язана з оцінкою якості і умов обслуговування. Для оцінки якості обслуговування широко використовується такий специфічний критерій, як *часова характеристика*. Вона включає терміни виконання роботи, час обслуговування і часто є визначальною (своєчасне прибуття поїзда, термін виконання замовлення, тривалість екскурсії).

Ця характеристика докладно проаналізована в роботі [98], тут звернено увагу на те, що при наданні окремих груп послуг витрати часу, що передують обслуговування, значно перевершують витрати часу клієнта на безпосередній контакт з виконавцем, досягаючи співвідношення 20 : 1.

Оцінка витрат часу при обслуговуванні не може бути однозначною: великі затрати часу на очікування прийому лікаря оцінюються споживачем негативно, а на контакт з лікарем — позитивно; великі витрати часу на консультацію з продавцем-консультантом оцінюються покупцем позитивно, а на очікування в черзі до продавцю-касиру — негативно.

Тимчасові характеристики можуть бути враховані у складі різних груп показників якості: рух громадського транспорту за розкладом доцільно оцінювати в критерії «результат послуги»; час обслуговування при наданні матеріальної послуги (наприклад, хімчистки, ремонтної майстерні) — у критерії «культура обслуговування».

Четверта особливість пов'язана із застосуванням специфічних видів стандартів. Необхідність регламентації вимог до якості обслуговування «викликала до життя» два специфічні види стандартів: стандарти на підприємства і стандарти на персонал. Ці стандарти визначають якість обслуговування: перший характеризує умови обслуговування, оскільки вони залежать від матеріально-технічної бази підприємства; другий — культуру обслуговування, оскільки вона визначається людським факТОРм.

П'ята особливість пов'язана з разовим характером ряду нематеріальних послуг, наприклад юридична консультація, консультація лікаря. Клієнт дає суб'єктивну оцінку результату послуги і часто передає свою думку іншим. Підсумовування суб'єктивних суджень дозволяє дати досить суб'єктивну оцінку іміджу виконавця і конкурентоспроможності його послуг.

Використовуючи дану методологію визначення конкурентоспроможності послуг, нами була розроблена методика визначення конкурентоспроможності вантажного терміналу морського порту.

3.2. Статистичний метод оцінки конкурентоспроможності вантажного терміналу морського порту.

Стан морських перевезень в Україні в останні роки істотно відстає від світового рівня. Причина такої ситуації криється у відносно новому явищі - становлення та розвиток конкурентного середовища у всіх видах перевантажувальної діяльності, в тому числі і на ринку перевалочних послуг, що надаються операторами морських терміналів.

Внаслідок невисокої конкурентоспроможності вітчизняних операторів морських терміналів все більша частина вантажів переробляється на терміналах Румунії, Болгарії, Туреччини, Росії. З-за проблем, пов'язаних з відставанням у розвитку транспортної інфраструктури, митних складнощів, транспортно-логістичний комплекс країни зазнає серйозних збитків у вигляді недоотриманого прибутку на обробці вантажів.

Ключовою проблемою оцінки конкурентоспроможності будь-якого об'єкту є визначення сукупності факторів, що впливають на неї. Очевидно, що набір найбільш значущих факторів буде визначатися специфікою транспортної галузі в цілому, а також типом і формою конкуренції на сегменті ринку портової перевалки вантажів.

Фактори конкурентоспроможності організації визначають базові точки впливу для функції управління в процесі розробки маркетингової стратегії розвитку. Виявлена структура конкуренції на досліджуваному ринку показує,

що вітчизняні термінали одночасно ведуть конкурентну боротьбу на внутрішньому і зовнішньому ринках. Конкуренція між транспортними підприємствами на внутрішньому ринку призводить до поліпшення якісних і вартісних характеристик їх послуг. І це, у свою чергу, підвищує конкурентоспроможність даної сукупності підприємств на світовому ринку морських термінальних послуг.

Тому методика оцінки конкурентоспроможності оператора морського терміналу на міжнародному ринку повинна включати в себе два рівня у комплексному показнику конкурентоспроможності (див. рис. 3.1).

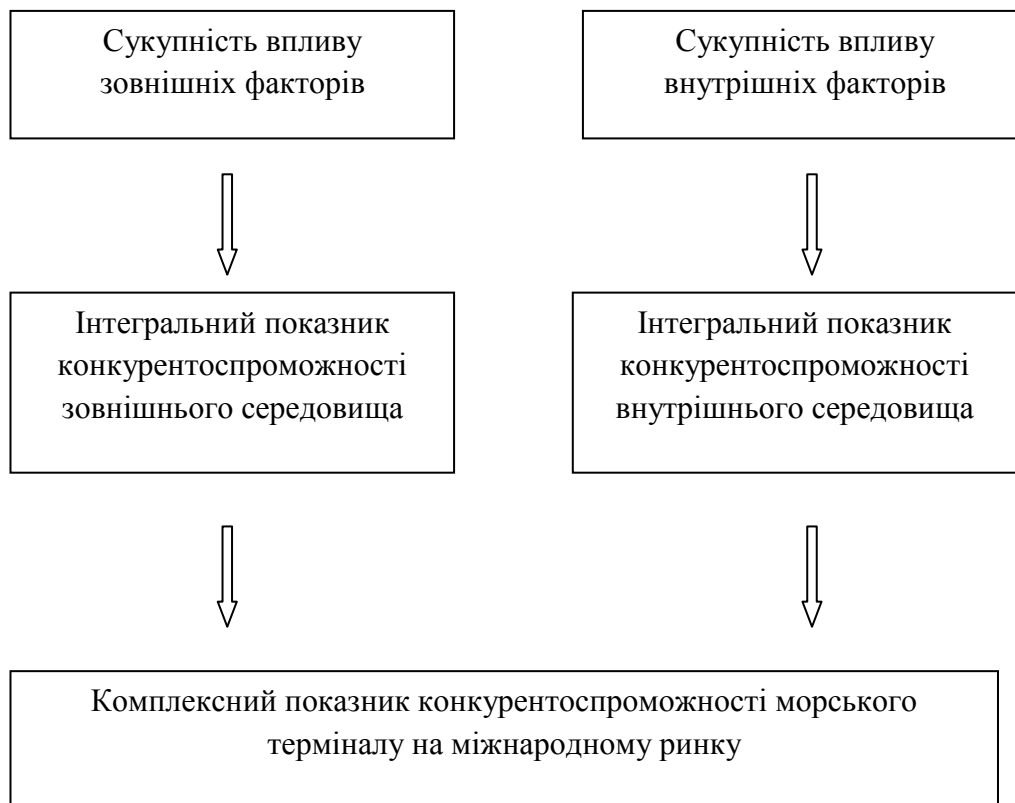


Рис. 3.1. Структура комплексного показника конкурентоспроможності портового терміналу

На першому рівні проводиться розрахунок інтегрального показника конкурентоспроможності зовнішнього середовища терміналу, який буде враховувати і оцінювати дію зовнішніх факторів. Цей показник повинен застосовуватися для порівняння зовнішніх факторів, що роблять вплив на ефективність діяльності операторів морських терміналів різної національної

приналежності, що конкурують на міжнародному ринку послуг. У підсумку, комплексний показник конкурентоспроможності оператора морського терміналу на міжнародному ринку дозволяє порівнювати транспортні підприємства різної національної приналежності.

Другий рівень передбачає визначення інтегрального показника конкурентоспроможності внутрішнього середовища транспортного підприємства, який оцінює конкурентоспроможність ресурсів або, внутрішніх факторів порівнюваних підприємств. З допомогою цього показника здійснюється порівняння операторів морських терміналів, конкуруючих всередині одного транспортного вузла, на внутрішньому ринку однієї країни. В даному випадку, на всі порівнювані підприємства зовнішні фактори будуть мати однаковий вплив, тому нема потреби оцінювати їх вплив.

Таким чином, загальна сукупність факторів, які підлягають обґрунтуванню, ділиться на фактори зовнішнього середовища або зовнішні фактори, і фактори внутрішнього середовища чи внутрішні чинники.

Внутрішні фактори є визначальними для конкурентоспроможності послуг. На зовнішні фактори підприємство має обмежений вплив, при цьому зовнішнє середовище може чинити вирішальний вплив на рівень конкурентоспроможності послуги (див. рис. 3.2).

Дослідження проблем управління конкурентоспроможністю стивідорного підприємства виявили особливу важливість розробки методу оцінки конкурентоспроможності.

Конкуентоспроможність терміналу

Зовнішні фактори

Географічне положення

Стабільність політичної та економічної системи країни

Митна система

Податкова політика

Рівень розвитку інформаційних технологій

Ступінь інтегрованості у світову транспортну мережу

Загальний розвиток транспортної інфраструктури країни

Загальний розвиток логістичної інфраструктури країни

Рівень розвитку конкурентного середовища в транспортній галузі

Середній рівень портових зборів

Внутрішні фактори

Вартість послуг

- собівартість послуг;
- рентабельність послуг;
- фондівдача;

Швидкість послуг

- продуктивність праці;
- валова інтенсивність обробки суден;
- показник часу очікування

Якість послуг

- рівень схоронності вантажів;
- показник стабільності якості послуг;
- показник дотримання заяв-

Джерела підвищення внутрішньої конкурентоспроможності:

- наявність сучасних засобів механізації та їх ТОР
- використання оптимальних технологічних процесів;
- ефективна система управління персоналом;
- розумна кадрова політика

Нижче наведена оригінальна методика визначення комплексного показника конкурентоспроможності оператора морського терміналу, яка відображена за допомогою блок-схеми на рис. 3.3.

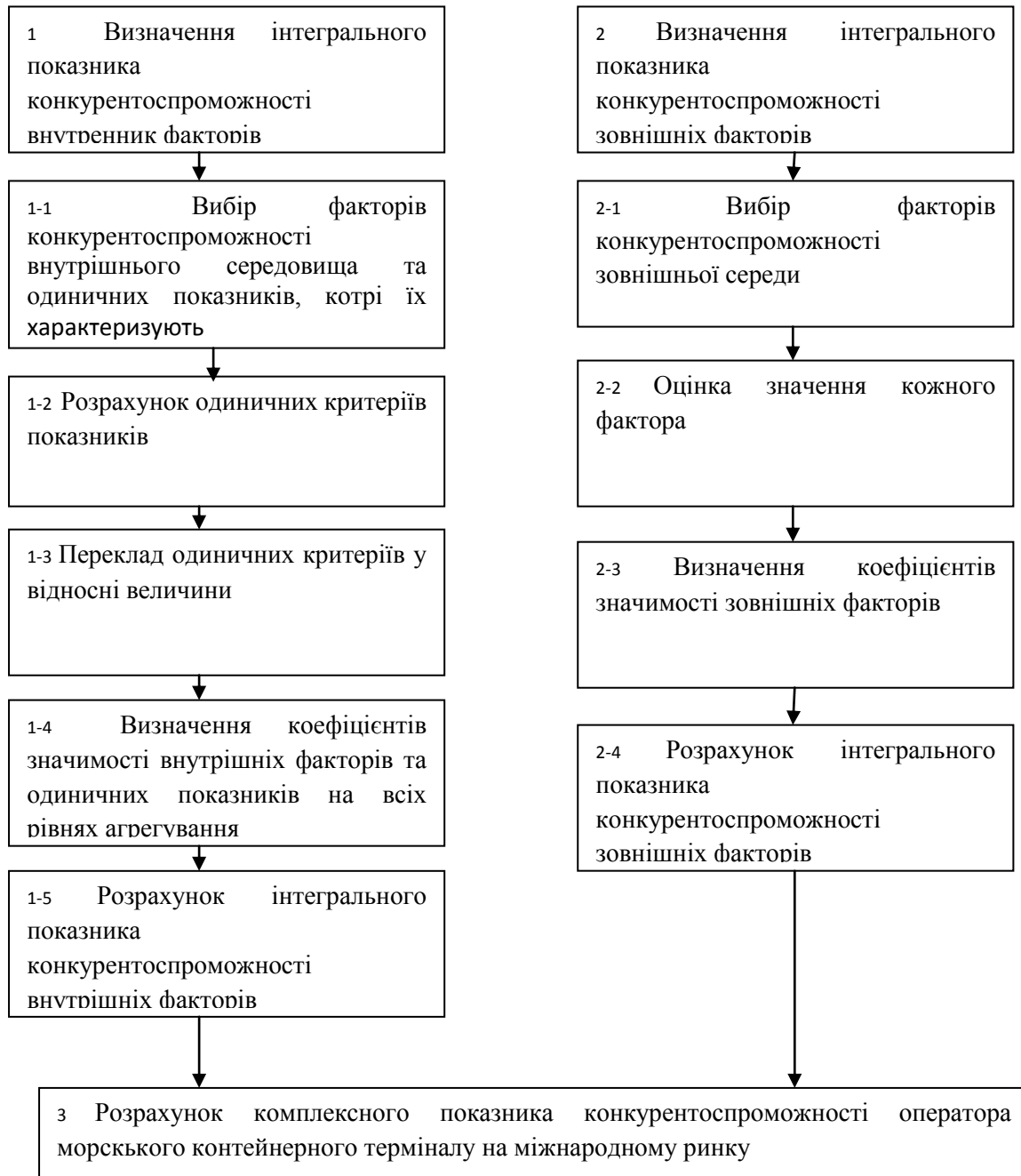


Рис. 3.3 Визначення комплексного показника конкурентоспроможності оператора морського терміналу

Пропонована методика оцінки конкурентоспроможності передбачає три етапи розрахунків. Ключовим моментом 1 етапи пропонованої методики

«Визначення інтегрального показника конкурентоспроможності внутрішніх факторів» є визначення вагових коефіцієнтів значущості внутрішніх факторів та показників, що їх характеризують.

Традиційним методом визначення коефіцієнтів значущості є експертний метод, який базується виключно на суб'єктивних думках і оцінках. Саме застосування експертного методу є недоліком більшості методик оцінки конкурентоспроможності різних об'єктів.

Тому нами пропонується вирішити задачу визначення вагових коефіцієнтів значущості статистичним методом множинної регресії. При вирішенні такого багатofакторного регресійного рівняння частка підприємства буде виступати в ролі результуючої ознаки, а факторними ознаками є поодинокі відносні показники конкурентоспроможності внутрішніх факторів. Очевидно, що інтегральний показник конкурентоспроможності внутрішніх факторів повинен мати зв'язок з часткою підприємства на досліджуваному ринку. Отже, частка підприємства може бути прийнята в якості індикатора конкурентоспроможності.

Нами була розроблена багатofакторна регресійна модель конкурентоспроможності оператора морського терміналу на прикладі електричного навантажувача німецького виробництва марки Still.

Залежність між результативною ознакою - часткою ринку (d) та факторними ознаками була описана лінійною моделлю взаємозв'язку між ознаками:

$$d = -0,86 + 0,013K_{\text{внутр соб.}} + 0,032K_{\text{внутр Пр}} + 0,026K_{\text{внутр Рент}} + 1,298K_{\text{посл}}; \quad (3.1)$$

де d - частка оператора морського контейнерного терміналу на аналізованому ринку;

$K_{\text{внутр соб}}$ - відносний показник собівартості послуг;

$K_{\text{внутр Пр}}$ - відносний показник продуктивності праці;

$K_{\text{внутр Рент}}$ - відносний показник рентабельностіх послуг;

$K_{\text{посл}}$ - відносний показник конкурентоспроможності послуг.

Чисельний експеримент, заснований на проведенні кореляційно-регресійного аналізу зв'язку між часткою підприємства і рівнем його конкурентоспроможності окремих внутрішніх показників діяльності, дозволив визначити фактори, що впливають на внутрішню конкурентоспроможність операторів, а також встановив значимість кожного з виявлених факторів. Таким чином, інтегральний показник внутрішньої конкурентоспроможності операторів морських контейнерних терміналів можна розрахувати за формулою:

$$K_{\text{внутр}} = 0,017 K_{\text{внутр Сєб}} + 0,068 K_{\text{внутр Пр}} + 0,064 K_{\text{внутр Рєнт}} \quad (3.2)$$

Відносний показник конкурентоспроможності послуг визначається за формулою:

$$K_{\text{посл}} = 0,10 K_{\text{посл шє}} + 0,11 K_{\text{посл вєрт}} + 0,79 K_{\text{посл стєб єк}} \quad (3.3)$$

де $K_{\text{посл шє}}$ – відносний показник швидкості обробки судна;

$K_{\text{посл вєрт}}$ - відносний показник вартості послуг;

$K_{\text{посл стєб єк}}$ - відносний показник стабільності якості послуг.

Показник стабільності якості послуг визначається за формулою:

$$K_{\text{посл стєб єк}} = 0,503 K_{\text{дотр єр}} + 0,497 K_{\text{оч}} \quad (3.4)$$

де $K_{\text{дотр єр}}$ – відносний показник дотримання заявленого терміну обробки;

$K_{\text{оч}}$ – відносний показник часу очікування постановки.

Необхідно підкреслити, що всі коефіцієнти вагомості факторів у розроблених аналітичних залежностях визначені статистичними методами на основі отриманих при моделюванні коефіцієнтах регресії. Перевірка працездатності розробленого інтегрального показника конкурентоспроможності здійснена графічним методом. З графіків порівняння розрахункових і спостережуваних значень конкурентоспроможності підприємств видно, що досягнуто високого збігу цих значень (див. рис. 3.4).

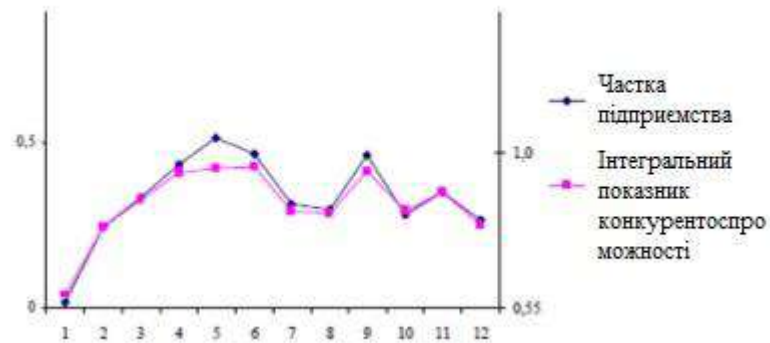


Рис. 3.4 Дійсний рівень конкурентоспроможності та інтегральний показник конкурентоспроможності внутрішніх факторів

На 2 етапі методики «Визначення інтегрального показника конкурентоспроможності зовнішніх факторів» оцінку зовнішніх факторів, що впливають на діяльність операторів морських контейнерних терміналів пропонується здійснити методом експертних оцінок, внаслідок складності безпосередньої кількісної оцінки впливу зовнішнього середовища. Для визначення значущості кожного окремого зовнішнього фактора також доцільно застосувати метод експертних оцінок.

Розрахунок інтегрального показника конкурентоспроможності зовнішніх факторів пропонується проводити за формулою:

$$K_{\text{зовн}} = \sum_{j=1}^m a_j \times K_{\text{зовн}j} ,$$

(3.5)

де - інтегральний показник конкурентоспроможності зовнішніх факторів;

$K_{\text{зовн}j}$ - конкурентоспроможність окремих зовнішніх факторів підприємства загальним числом m ;

a_j - вагомні коефіцієнти значущості кожного зовнішнього фактора загальним числом m .

Основними конкурентами контейнерних терміналів в боротьбі за вантажопотік на міжнародному ринку є термінали Фінляндії, Прибалтійських держав і України. Тому була оцінена конкурентоспроможність зовнішніх факторів діяльності операторів морських контейнерних терміналів за ознакою країни перебування проранжований рівень конкурентоспроможності в залежності від країни перебування. Результати розрахунків проведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1 - Оцінка конкурентоспроможності зовнішніх факторів, що впливають надіяльність портів контейнерних терміналів

Зовнішній фактор конкурентоспроможності	Вага фактора	Країни-конкуренти на міжнародному ринку послуг			
		Румунія	Болгарія	Росія	Україна
Географічне положення	0,05	0,85	0,85	0,7	0,8
Стабільність політичної та економічної системи країни	0,05	0,7	0,75	0,6	0,5
Митна система	0,15	0,7	0,7	0,5	0,5
Податкова політика та якість економічного законодавства	0,13	0,7	0,7	0,5	0,5
Рівень розвитку інформаційних технологій в країні	0,05	0,5	0,6	0,6	0,6
Ступінь інтегрованості у світову транспортну мережу	0,08	0,7	0,7	0,5	0,6
Загальний розвиток транспортної інфраструктури країни	0,07	0,6	0,7	0,6	0,7
Загальний розвиток логістичної інфраструктури країни	0,18	0,7	0,6	0,7	0,7
Рівень розвитку конкурентного середовища в транспортній галузі	0,06	0,6	0,6	0,6	0,7
Рівень портів зборів	0,18	0,6	0,7	0,6	0,65
Рівень конкурентоспроможності зовнішніх факторів	1,00	0,67	0,69	0,59	0,63

Аналізуючи результати розрахунків рівня конкурентоспроможності зовнішніх факторів, доводиться констатувати значне відставання Росії від основних конкурентів. Таким чином, зараз зовнішні фактори, що чинять негативний вплив на рівень конкурентоспроможності операторів морських контейнерних терміналів. Особливо це проявляється в Балтійському регіоні, де термінали жорстко конкурують з терміналами Фінляндії та Прибалтики. На 3 етапі «Розрахунок комплексного показника конкурентоспроможності оператора морського контейнерного терміналу на міжнародному ринку» необхідно визначити зв'язок двох груп факторів, які впливають на конкурентоспроможність підприємств, які досліджувались, що конкурують на міжнародному ринку. Складністю запропонованої методики є те, що оцінка значущості впливу зовнішніх факторів значно утруднена внаслідок їх економічної природи. Конкурентоспроможність як відносна властивість, що дозволяє порівнювати підприємство з конкурентами, в першу чергу визначається внутрішніми факторами. Зовнішні фактори можуть вплинути на те, як підприємство реалізує свої внутрішні можливості. Тому для оцінки конкурентоспроможності контейнерних терміналів на міжнародному ринку перевезень буде доцільним використовувати відносний показник конкурентоспроможності зовнішніх факторів як коригуючий коефіцієнт. Тоді формула комплексного показника конкурентоспроможності оператора морського контейнерного терміналу на зовнішньому ринку прийме вигляд:

$$K = k_{\text{зовн}} \times K_{\text{внутр}} , \quad (3.6)$$

де K - комплексний показник конкурентоспроможності портового контейнерного терміналу на зовнішньому ринку;

$k_{\text{зовн}}$ - показник конкурентоспроможності зовнішніх факторів транспортного підприємства;

$K_{\text{внутр}}$ - інтегральний показник конкурентоспроможності внутрішніх факторів транспортного підприємства.

Сукупний вплив зовнішнього середовища може реалізуватися як підвищенням, так і зниженням комплексного показника конкурентоспроможності оператора морського терміналу на зовнішньому ринку. Тому інтегральний показник конкурентоспроможності зовнішніх факторів у формулі (3.6) буде грати роль або підвищуючого, або понижуючого коефіцієнта. Оцінка конкурентоспроможності транспортного підприємства за розробленою автором методикою може здійснюватися на двох рівнях. Так, при порівнянні операторів морських контейнерних терміналів, що конкурують на внутрішньому ринку (як внутрипортова, так і міжпортова конкуренція) повинен використовуватися тільки 1 етап. Оцінка конкурентоспроможності на міжнародному ринку транспортних послуг здійснюється на підставі 1,2 і 3 етапів.

Висновки до розділу 3

1. В 3 розділі зазначені та проаналізовані особливості визначення конкурентоспроможності послуг. Розроблена методика визначення конкурентоспроможності вантажного терміналу морського порту за допомогою критеріїв та оцінки конкурентоспроможності послуг.

Проаналізовано 4 критерія:

- критерій результату;
- критерій умов обслуговування;
- критерій культури обслуговування;
- критерій доступності.

Виділено п'ять особливостей оцінки:

- об'єктом оцінки конкурентоспроможності послуг є діяльність організації сфери послуг;
- сам клієнт оцінює якість послуги на місці її виконання;
- оцінка витрат часу при обслуговуванні не може бути однозначною;
- застосування стандартів на підприємства і стандартів на персонал;
- разовий характер ряду нематеріальних послуг (клієнт дає суб'єктивну оцінку результату послуги і часто передає свою думку іншим).

2. У розділі запропоновано статистичний метод оцінки конкурентоспроможності вантажного терміналу морського порту, так як застосування експертного методу є недоліком більшості методик оцінки конкурентоспроможності різних об'єктів.

Проаналізовано структуру комплексного показника конкурентоспроможності портового терміналу. Визначено, що загальна сукупність факторів визначення конкурентоспроможності, які підлягають обґрунтуванню, ділиться на зовнішні і внутрішні фактори.

Розроблено багатофакторну регресійну модель конкурентоспроможності оператора морського терміналу на прикладі електричного навантажувача німецького виробництва марки Still.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаного дослідження здійснено теоретичне узагальнення і вирішення важливої науково-практичної задачі підвищення конкурентоспроможності вантажних терміналів морських портів шляхом вдосконалення системи ТОР засобів механізації. Робота спрямована на розробку нових моделей і методів оцінки конкурентоспроможності організацій з надання портових послуг, визначення та прогнозування процесів старіння складних технічних систем. Вона також є теоретичною основою удосконалення стратегії ТОР ремонтпригодних технічних систем. Справедливість результатів теоретичного вивчення продемонстрована на прикладі навантажувача STILL RX 20-15 на підприємстві ПРАТ "Одеський портовий холодильник".

Висновки, що відносяться до сукупності вирішених у дисертації задач, полягають у наступному.

1. На підставі виконаного аналізу різних стратегій ТОР ремонтпридатних технічних систем доведені очевидні переваги використання стратегій «за станом» з метою підвищення ефективності використання системи.

2. Розроблено метод оцінки фактичного стану та прогнозування його зміни в процесі експлуатації технічних систем (метод кругових діаграм). Працездатність методу апробована на навантажувачі STILL RX 20-15.

3. Запропоновано статистичний метод визначення конкурентоспроможності підприємства, що працює на ринку портових послуг. Виявлені внутрішні та зовнішні чинники портового терміналу, що визначають зростання його конкурентоспроможності.

4. Виявлено ступінь впливу основних характеристик стратегії ТОР на внутрішню конкурентоспроможність терміналу. Проведенням чисельного експерименту доведено, що скорочення експлуатаційних витрат на 1 % призводить до підвищення конкурентоспроможності на 0,1 – 0,2 %.

Результати досліджень знайшли практичне застосування на підприємствах ПРАТ "Одеський портовий холодильник"

та ТОВ «ГІС-МІНДОБРИВА». Очікуваний економічний ефект складає 200.000,00 грн на рік. Крім того, теоретичні результати впроваджені в навчальний процес студентів, які навчаються на факультеті "Портового інжинірингу" за спеціальністю «Галузеве машинобудування».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГОСТ 18322-78 «Система технического обслуживания и ремонта техники. термины и определения»
2. Антоненко И.Н., Крюков И. Э. Информационные системы и практики ТОиР: этапы развития // Главный энергетик. — 2011. — № 10. — с. 37—43.
3. Вумек Дж.П., Джонс Д.Т., Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 473 с.
4. ГОСТ Р ИСО 230-1- 2010. Испытания станков. Часть 1. Методы измерения геометрических параметров. М. 2011. — 90 с.
5. Надежность и диагностика технологических систем: Учебник / В.А. Синопальников [и др.] М.: Высшая школа, 2005. — 343 с.
6. Скворцов Д., Данилов О., Свистула О. Автоматизация ТОиР. Хроника внедрений // Простоев нет. Надежность оборудования. Информационный портал. — 2010. [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://www.prostoev.net/modules/myarticles/article.php?storyid=173> . (дата обращения 08.11.10.).
7. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. — 360 с.
8. Хусаинов Р.М., Давлетшина Г.К., Замараева Т.А. Стратегии технического обслуживания и ремонта технологического оборудования в трех временных интервалах // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XI междунар. науч.-практ. конф. № 4(11). – Новосибирск: СибАК, 2014.
9. Москалева Е.М. Организация технического обслуживания и ремонта оборудования. Учебное пособие. УХТУ, Ухта. – 47 с.
10. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем / Е. Ю. Барзилович. - Москва : Высшая школа, 1982. - 231 с. :

11. Барзилович Е.Ю. Некоторые математические вопросы теории обслуживания сложных систем [Текст] / Е. Ю. Барзилович, В. А. Каштанов. - Москва : Советское радио, 1971. - 271 с

12. Гальперин А.С. Определение оптимальных сроков службы машин и политика их обслуживания ремонтом // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1982, № 1. – С. 24 – 32.

13. Гальперин А.С. Шишков И.В. Прогнозирование числа ремонтов машин. М., Машиностроение, 1988. – 112 с.

14. Кубарев А. И. Панфилов Е. А. Основные методы обеспечения качества промышленной продукции.

15. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. — М.: Радио и связь, 1982. — 432 с.

16. Нечеткие множества и теория возможностей: Последние достижения / Р. Р. Ягер. — М.: Радио и связь, 1986.

17. Амбарцумян А.А., Хадеев А.С. Анализ функциональности систем управления обслуживанием и ремонтом оборудования // Проблемы управления, 2005, № 6. С. 2 – 17.

18. Питеркин С.В., Оладов Н.А., Исаев Д.В. Точно вовремя для России: Практика применения ERP-систем. — М.: Альпина, 2002. — 368 с

19. Leon, Alexis. Enterprise Resource Planning. — 2nd. — New Dehli: McGraw-Hill, 2008. — С. 224. — 500 с.

20. Исследование и разработка методики автоматизации ремонтных работ предприятия / А.В. Кизим, Н.А. Линева // Изв. ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2008. – № 2, вып. 4. – С. 43–45.

21. Ченцов Н.А. Организация, управление и автоматизация ремонтной службы: учебник. – Донецк: Норд-Пресс-УНИТЕХ, 2007. – 258 с.

22. Обобщение типовых функций процесса управления работоспособностью системы / А.В. Кизим // Открытое образование: приложение к журналу [по матер. междунар. конф., Ялта; Гурзуф, 20–30 мая 2009 г.]. – 2009. – Б/н. – С. 180–181.

23. Подиновский В.В. Количественные оценки важности критериев в многокритериальной оптимизации // НТИ. Серия 2. Информационные процессы и системы. – 1999. – № 5. – С. 22–25.

24. Электронный ресурс: <http://www.tadviser.ru/index.php/> Статьи: История SAP SE

25. В.М. Пономарев Проблемы информационной технологии и интегральной автоматизации производства / ред. В.М. Пономарев. - М.: Наука, 1989.

26. Норенков, И.П. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии / И.П. Норенков.- М.: Московский Государственный Технический Университет (МГТУ) имени Н.Э. Баумана, 2002.

27. В.Я. Колдин. Вещественные доказательства. Информационные технологии процессуального доказывания / - М.: Норма, 2002.

28. . Галицкий А.В. Защита информации в сети - анализ технологий и синтез решений / А.В. Галицкий, С.Д. Рябко, и др. - М.: ДМК Пресс, 2004.

29. А.Н. Ковшов Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения. Принципы, системы и технологии CALS/ИПИ / А.Н. Ковшов и др. - М.: Academia, 2007

30. Андрианов Е.Н. Специальное оборудование терминалов. Учебное пособие. СПб.: СПГУВК, 2006, 186 с.

31. Попов С.А. Автоматизация портовых процессов на водном транспорте. М.: Транспорт, 1983. –240 с.

32. Александров М.П. Грузоподъемные машины. Учебник. М.: Машиностроение, 2000. – 284 с.

33. Александровська Н.І. Управління життєвим циклом судна шляхом удосконалення стратегії технічного обслуговування і ремонту // Автореферат дисертації канд. техн.наук 05.22.20. Одеса, ОНМУ, 2012. – 22 с.

34. Афанасьев Н. А., Юсипов М. А. Система технического обслуживания и ремонта оборудования энергохозяйств промышленных предприятий. — Москва: Энергоатомиздат, 1989. — 478 с.
35. Электронный ресурс: http://www.e-reading.club/chapter.php/129683/5/Yashchura_-_Sistema_tehnicheskogo_obslyzhivaniya_i_remonta_obshchepromyshlennogo_oborudovaniya___Spravochnik.html
36. Ловчиновский Э.В. Реорганизация системы технического обслуживания и ремонта оборудования предприятия. Новосибирск, 2005 г. — 163 с.
37. Хоске, М. Заботимся о «здоровье» оборудования [Текст] / М. Хоске // Control Engineering. - Россия. - Июль, 2006. - С.12-18.
38. Александровская, Л. Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем [Текст] / Л. Н. Александровская, А. П. Афанасьев, А. А. Лисов. — М.: Логос, 2001. — 208 с.
39. Fitch, E.C. Extending Component Service Life Through Proactive Maintenance / E.C. Fitch // An FES/BarDyne Technology Transfer Publication #2. Tribolics, Inc., 1998
40. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. О квалиметрии. М.: Издательство стандартов, 1999. — 224 с.
41. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия — один из инструментов адаптации к рынку // Экономика и коммерция, 1992, № 2. С. 37-42.
42. Адлер, Ю. П. Система экономики качества / Ю. П. Адлер, С. Е. Щепетова ; Б- ка Всерос. организации качества. — М. : Стандарты и качество, 2005. — 184 с.
43. Адлер Ю.П. Управление качеством. Часть 1. Семь простых методов. М.: Миссис, 2000. — 158 с.
44. Фатхутдинов Р.А. Управление конкурентоспособностью организации. М.: Эксмо, 2005. — 274 с.
45. Конкурентоспособность регионов: теоретико-прикладные аспекты / Под ред. Ю.К. Перского и Н.Я. Кучюжновой. — М.: ТЕИС, 2003.

46. Юданов А.Ю. Конкуренция: Теория и практика: Учеб. пособие, 3-е изд. — М.: Гром-Пресс, 2002.
47. Парахин К.А., Парахина В.Н. Анализ понятия конкурентоспособность // Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Экономика». 2007. №5. С. 47 - 61
48. The Global Competitiveness Report 2002 — 2003 is published by the World Economic Forum — Oxford University Press, 2004.
49. Лифшиц И.М. Теория и практика оценки конкурентоспособности товаров и услуг. — М.: Юрайт, 2001.
50. Нильсон Т. Конкурентный брендинг. — СПб.: Питер, 2003.
51. Портер М. Международная конкуренция / Пер. с англ. — М.: Международные отношения, 1993.
52. Портфель конкуренции и управления финансами / Отв. ред. Ю.Ю. Рубин. - М.: СОМИНТЭК, 1996.
53. Литвиненко А.Н., Татьянченко А.М. Методологические вопросы оценки экономических аспектов конкурентоспособности машиностроительной продукции / БИКИ, Приложение. М.: ВНИКИ, № 1., 1981. - С. 36-і 70.
54. Литвиненко В.С. Методы обеспечения конкурентоспособности продукции // Стандарты и качество. 1993. № 8. С. 23 – 29
55. Закутана Г.П., Кедровская Л.Г., Шумов Ю.А. Информационное обеспечение конкурентоспособности продукции и услуг: Методическое пособие. М.: 1991. - С. 98.
56. Яновский А.М. Конкурентоспособность товара и производителя продукции в системе рыночной экономики//Стандарты и качество.1998.-№ 2. - С. 43-45.
57. Савинов Ю.А. Как сделать товар конкурентоспособным? Как продать ваш товар на внешнем рынке: справочник. М.: Мысль, 1990. - С. 214 - 228.
58. Стандартизация и управление качеством продукции: Учеб. / В.А. Швандар, В.П. Панов, Е.М. Купряков и др. — М.: ЮНИТИ-Дана, 2001.

59. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надёжность машин. –М.: Высшая школа, 1988. -238с.
60. Амалицкий В.В. и др. Надёжность машин и оборудования лесного комплекса. –М.:МГУЛ, 2002. -279с.
61. Проников А.С. Надёжность машин.- М.: Машиностроение, 1978.-592с.
62. Подиновский В.В., Гаврилов В. М. Оптимизация по последовательно применяемым критериям. М., «Сов. радио», 1975, 192 стр.
63. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. Официальное издание от 21.06.99. — М.: Экономика, 2000.
64. Степин Ю.П., Овчаров Л.А. Модель комплексного планирования трудовых и материальных ресурсов в сложных системах обслуживания // Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции "Теория и практика автоматизации управления отраслями народного хозяйства".- Москва: 1988.- с. 102 - 103.
65. Ламбен Э.Э. Стратегический маркетинг. Европейская перспектива / Пер. с франц. — СПб.: Наука, 1996.
66. Поляков В.В. Основы технической диагностики. Учебное пособие. М.: РГУ нефти и газа, 2013. – 120 с.
67. РД 50-690-89. Методические указания. Надёжность в технике. Методы оценки надёжности по экспериментальным данным. - М.: Гос. комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990.
68. Ebeling W., Freund J., Schweitzer F. Komplexe Strukturen: Entropic und Information. Stuttgart, Leipzig: B.G.Teubner, 1998.
69. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов.- М.: Энергия, 1979.
70. Дорошко С.М. Контроль и диагностирование технического состояния газотурбинных двигателей по вибрационным параметрам.- М.: Транспорт, 1984.
71. Шахов А.В. Проектирование жизненного цикла ремонтпригодных технических систем// Автореферат дисс. д-ра техн. наук по спец. 05.13.22. Одесса, ОНМУ, 2007. – 38 с.

72. Шахов А.В., Чимшир В.И. Проектно-ориентированное управление функционированием ремонтпригодных технических систем. Монография. – Одесса, Феникс, 2006. – 238 с.

73. Александровская Н.И., Шахов А.В., Шахов В.И. Рискоориентированная стратегия технического обслуживания и ремонта судов // 36. наук. праць «Моделі і засоби розвитку транспортних систем», Одеса, ОНМУ № 1, 2011. С. 9 -21.

74. "Оценка машин и оборудования" - Р.Б.Подвальный, Э.В.Рэтэр - ИЭР Всемирный Банк / С.-Петербург, 1995

75. Оценка рыночной стоимости машин и оборудования: Учеб.-практ. пособие /Отв. ред В. Рутгайзер. - М.: Дело, 1998.

76. Райзберг Б.А., Фатхутдинов Р.А. Управление экономикой: Учеб. — М/. Бизнес-школа «Интел-синтез», 1999.

77. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: Учеб. — М.: Финансы и статистика, 2000.

78. Селиванов А.И. Основы теории старения машин. М.: Машиностроение, 1978. – 327 с.

79. Saaty T. L. Absolute and relative measurement with the AHP: the most livable cities in the U.S.//Socio-Economic Planning Sciences. – 1986. – Vol. 20, No. 6. – P. 327–331.

80. Павлов А.А., Лищук Е.И., Кут В.И. Математические модели оптимизации для обоснования и нахождения весов в методе парных сравнений” Системні дослідження та інформаційні технології. №2, 2007 р.

81. Павлов А.А., Лищук Е.И., Кут В.Н. Многокритериальный выбор в задаче обработки данных матрицы парных сравнений. Вісник НТУУ „КПІ” Інформатика, управління та обчислювальна техніка, Київ 2007р. №46.

82. Згуровский М.З., Павлов А.А., Штанкевич А.С. Модифицированный метод анализа иерархий. Інформаційні дослідження та інформаційні технології. №2. 2010 р. (принято к печати).

83. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике.- Москва: Финансы и статистика.-2001.

84. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Tomas Saaty. The Analytic Hierarchy Process. –Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 315 с.

85. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе: Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1991. – 223 с.

86. Saaty T.L. Multicriteria Decision Making. The Analytik Hierarchy Process.-New York:McGraw Hill International,1990.p.437.

87. Остапчук А.А., Шахов А.В. Графический метод оптимизации сроков и объемов ремонтных работв технических системах // Научно-производственный журнал «Проблемы техники», 2008, № 3. С. 38 – 41.

88. Урманцев, Ю. А. Общая теория систем: состояние, приложения и перспективы развития [Текст] / Ю. А. Урманцев // Система, симметрия, гармония. – М. : Мысль, 1988. – 63 с.

89. Чимшир В.И. Сложность как граница управляемости сложной социотехнической системой [Текст] /В. И. Чимшир // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – №43. – С. 101 – 105.

90. Шахов А.В. Проекты, определяющие жизненный цикл социотехнической системы [Текст] / А.В. Шахов, В.И. Чимшир // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – Одеса : ОНМУ, 2012. – Вип. № 35. – С. 211 – 217.

91. Бушуева, Н.С. Гештальт-проактивна методика взаємодії з турбулентним оточенням під час формування і реалізації стратегічних програм розвитку міст [Текст] / Н. С. Бушуева, Д. З. Берулава // Управління розвитком складних систем . – 2013. – Вип. 16. – С. 23 – 27.

92. Батоврин, В. К. Управление жизненным циклом технических систем [Текст] / В. К. Батоврин, Д. А. Бахтурин; ред. И. С. Мацкевич, М. С. Липецкая/

Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад» – Санкт-Петербург, 2012. – Вып. 1. – 59 с.

93. Степин Ю.П. Оптимизация структуры замкнутых сложных систем массового обслуживания // Экспресс информация.- М.: ВНИИЭгазпром, 1991. Вып. 3,- с. 10 - 18.

94. Гунин Л.М. Модель внедрения ИПИ-технологии на базе системы автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства // Автореферат дисс. канд. техн. наук. Н.Новгород: 2005. – 26 с.

95. Инновационный менеджмент: Учеб. пособие / Под ред. П.Н. Завлина, А.К. Казанцева, Л.Э. Миндали. — СПб.: Наука, 2001.

96. Тотьев К.Ю. Конкурентное право /Отв. ред. О.М.Олейник. — М.: Контракт, 2000.

97. Управление организацией: Учеб. 2-е изд. / Под. ред. А. Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина. — М.: ИНФРА-М, 2000.

98. Никитин В.А. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000 : 2000. - СПб.: Питер, 2002.

99. Аболенцева Н.О. Теоретические основы оценки конкурентоспособности транспортных предприятий на международном рынке // Вестник ИНЖЭКОНа. 2007. вып. 5 (18). С. 379 – 382.

100. Аболенцева Н.О., Иванова С.Е. Метод расчета интегральной конкурентоспособности транспортного предприятия на международном рынке (на примере рынка контейнерных терминальных услуг) // Материалы Международной научно-технической конференции «Стратегии развития транспортно-логистической системы Азово-Черноморского бассейна», Новороссийск, 2007, с. 38 - 47.

101. Полянцев Ю.Д. Кобринский Г.А. Методы управления топливно-энергетическими ресурсами на морском транспорте.– М.: Транспорт, 1983. – 135 с.

Список публікацій автора за темою дисертації

Статті в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Остапчук А.А. Розробка статистичного метода оцінки конкурентоспроможності портового терміналу / О.О. Немчук, А.А. Остапчук // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля, 2017. - №4 (234), С. 173 – 176.

2. Остапчук А.А. Безрозбірне діагностування вилочного електронавантажувача фірми Still / А.А. Остапчук // Науково-виробничий журнал Проблеми Техніки (ОНМУ, ХМУ), 2014, №3, С.55-62

3. Остапчук А.А. Оптимізація системи технічного обслуговування і ремонту засобів перевантажувальної техніки на основі імітаційної моделі / А.А.Остапчук, А.О.Немчук, Д.П. Матоликов // журнал Підйомно-транспортна техніка Одеського національного політех. Університету, 2013, № 2(38), С. 80-89.

4. Остапчук А.А. Управление системой технического обслуживания и ремонта средств механизации грузового терминала / А.О. Немчук, А.А. Остапчук // 2012р. –Східно-європейський журнал передових технологій, 2014, № 1/11 (55), С. 14-16.

5. Остапчук А.А. Графічний метод оптимізації термінів та обсягів ремонтних робіт в технічних системах/ А.А. Остапчук, А.В. Шахов // Науково-виробничий журнал Проблеми Техніки (ОНМУ, ХМУ) 2011, №3, С.129-137.

Статті які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Остапчук А.А. Расчетно-графический метод определения фактического состояния средств механизации грузовых терминалов / А.А. Остапчук, А.О. Немчук // Наукова конференція «Сучасні порти - проблеми та рішення» 2013, Україна – Чорногорія, С. 75-79.

6. Остапчук А.А. Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта средств механизации портов / А.А. Остапчук// Наукова конференція «Сучасні порти - проблеми та рішення Одеса-Польща-Німеччина, 2012», С. 126-127.

7. Остапчук А.А. Проектирование комплекса ремонтных работ средств портовой механизации / А.А. Остапчук, С.Ф. Июз // Наукова конференція Сучасні порти - проблеми та рішення» Одеса-Несебр 2009, С. 93-96.

8. Остапчук А. А. Информационное обеспечение систем диагностирования технических средств портовой механизации / А.А. Остапчук // Наукова конференція SWorld 10-22 November 2015 [Електроний ресурс]. Режим доступу: <http://www.sworld.education/conference/molodej-conference-sw/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/november-2015> INTELLECTUAL POTENTIAL OF THE XXI CENTURY '2015.