

УДК 658.052



О. О. Морозов

ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Розглянуті проблеми автоматизації управління системами технічного обслуговування і ремонту технічних систем. Показана доцільність створення автоматизованих систем управління такими системами, які повинні забезпечувати підтримання прийняття рішень з технічного обслуговування та ремонту технічних систем. Розглянуті принципи та зміст задач щодо створення автоматизованої системи управління.

К л ю ч о в і с л о в а: технічні системи, технічне обслуговування і ремонт, система технічного обслуговування і ремонту, автоматизація управління.

Постановка проблеми. Ефективне управління системами технічного обслуговування і ремонту (СТОР) набуває особливої важливості у зв'язку зі зростанням складності систем, які вони обслуговують. Складність обумовлюється жорсткою вертикальною ієрархією і великою кількістю елементів системи, як правило, розосереджених на кожному з рівнів. До таких систем можна віднести військові формування України, угруповання військ (сил), виробничі комплекси тощо, які оснащені значною за кількістю та складністю номенклатурою технічних систем (ТхС) (далі – організаційно-технічні системи «СОТС»). Технічні системи СОТС є об'єктами впливу системи технічного обслуговування і ремонту [1].

Одним із суттєвих чинників, що визначають ефективність функціонування СТОР, є рівень автоматизації функцій і задач управління нею. Для вирішення таких задач створюються автоматизовані системи управління (АСУ) з відповідними видами забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз стану автоматизації у галузі технічного обслуговування і ремонту (ТОР) технічних систем СОТС свідчить, що вона спрямована переважно на автоматизацію процесів технічного обслуговування і ремонту технічних систем на рівні підприємств з функціями обліку, контролю, аналізу та планування і практично не вирішує задачі автоматизації управління системами ТОР [2–7]. Поза увагою також залишається важлива проблема автоматизації підтримання прийняття рішень (ППР) [8–10]. Однак практика показує, що управління СТОР СОТС вимагає від АСУ, насамперед, автоматизації функцій і задач ППР щодо її управління [11, 12].

Очевидно, що рішення цієї проблеми неможливе без використання сучасних засобів інформаційних технологій.

Мета статті – визначення вимог до організаційної структури АСУ СТОР, моделі взаємодії її складових та алгоритму підтримання рішень.

Виклад основного матеріалу. Автоматизоване рішення задач ППР за допомогою ЕОМ крім традиційних методів автоматизації повинно передбачати активне використання математичних моделей, методів та алгоритмів формування управлінських рішень. При створенні таких систем важливими є схеми їх функціонування, склад, принципи та методи автоматизованого управління СТОР.

У побудові АСУ СТОР необхідно враховувати той факт, що ця система, з одного боку, є елементом системи управління, а з іншого – може бути не тільки засобом автоматизованого управління, а і засобом дослідження об'єкта управління з метою подальшої оптимізації та розвитку системи управління.

Функціональна модель. Система ТОР – це складна система, яка включає об’єкти ТОР, сили та засоби ТОР (далі – операційні засоби «ОЗ») та систему управління. До основних видів забезпечення, що входять до складу АСУ, належать інформаційне, програмне, технічне, організаційне та лінгвістичне забезпечення [13]. Очевидно, що основу спеціального математичного забезпечення (СМЗ) АСУ СТОР мають складати математичні моделі, методи та алгоритми формування управлінських рішень. Отже, як основні елементи системи автоматизованого управління СТОР необхідно розглядати ОЗ, об’єкти ТОР та засоби автоматизації. З огляду на бажані функції ППР з управління, із засобів автоматизації розглядатимемо СМЗ та програмне забезпечення (ПЗ) АСУ СТОР. Автоматизовану систему управління, яка призначається для моделювання і вирішення задач ППР, можна віднести до класу інформаційно-аналітичних систем із замкнутою схемою функціонування (рис. 1) [14].

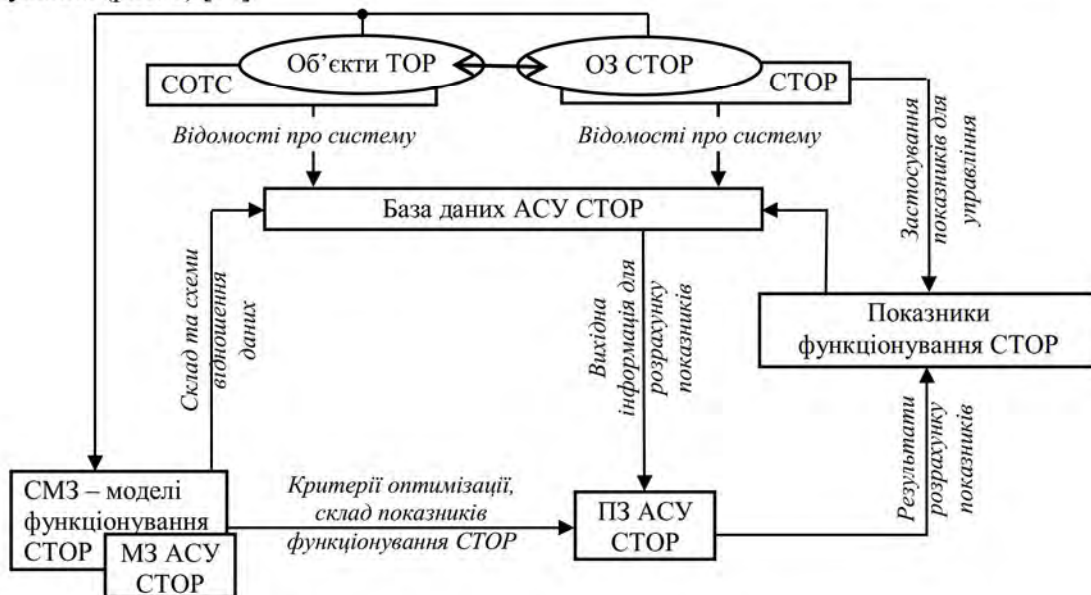


Рис. 1. Схема автоматизованого управління СТОР СТОС

База даних (БД) АСУ СТОР зберігає інформацію про стан ОЗ системи, об’єкти ТОР і повинна бути піддана впливам з боку СТОР, вираженим у вигляді даних про зміни стану об’єктів, а з боку моделей функціонування СТОР та її елементів – у вигляді відомостей про зміну складу збережених даних і відношень між ними.

За допомогою ПЗ системи здійснюється оцінювання вихідних показників, які характеризують ефективність функціонування СТОР. Склад і показовість таких показників, а також критерії оцінювання оптимальності надходять від моделей функціонування системи.

При створенні АСУ СТОР повинні бути реалізовані загальні принципи, наприклад, системність (комплексність), функціональність, типовість, технологічність, етапність [14].

Комплексність забезпечує зв’язок системи з іншими системами забезпечення СТОС (наприклад, інженерно-технічною, матеріально-технічною тощо), що позначається на переході від локальної автоматизації окремих функцій управління до комплексних систем управління.

Під функціональністю розуміється підхід, який полягає в тому, що до головної мети створення системи – удосконалення основних функцій управління (планування, облік, аналіз, регулювання) процесом ТОР, додається нова – ППР.

Типовість передбачає застосування загальних, типових, поширених засобів і методів автоматизації управління. Спеціальні методи та засоби необхідно застосовувати в особливих випадках, усвідомлюючи той факт, що цим звужується галузь застосування розробленої системи. Застосування таких методів також не повинно негативно впливати на системні властивості.

Технологічність має забезпечити технологічні характеристики розробленої системи не тільки в її експлуатації, а і в її застосуванні (реактивність, простота в поводженні, надійність і т. п.).

Етапність – це безперервний перехід у розвитку системи від реалізації простих функцій до більш складних, від розроблення локальних задач до створення комплексної системи.

Автоматизована система управління – складна система, при її створенні, насамперед, необхідно виконати аналіз існуючої системи управління СТОР.

Найбільш прийнятним є метод декомпозиції системи на окремі складові. Він дозволяє описати існуючу систему, але не дає можливості визначити повною мірою вимоги до розроблюваної АСУ. А саме це і потрібно при автоматизації управління системою, для якої не формалізовані засоби та методи управління. Більш доречним є підхід, який ґрунтується на декомпозиції цілей функціонування системи. Аналізуючи мету функціонування системи, необхідно сформулювати підцілі, які своєю чергою теж породжують власні підцілі. Так формується дерево цілей системи.

Цілі, визначені за допомогою декомпозиції, мають такі особливості ієрархії: цілі нижнього рівня підпорядковуються цілям верхнього рівня; цілі верхнього рівня не можуть бути досягнуті, якщо не досягнуті всі цілі найближчого нижнього рівня.

Метод аналізу, який ґрунтується на декомпозиції цілей системи, дозволяє визначити склад її задач, належність задач до певних елементів функціональної структури. Причому це можна зробити, виходячи із цілей функціонування системи та її системних властивостей.

Організаційна структура. З погляду на процедурні властивості задачі поділяються на облікові, планування, аналітичні (моделювання, розрахункові), оптимізаційні (аналіз і синтез СТОР та її операційних засобів та ін.) та довідкові. Як бачимо, АСУ СТОР можна віднести до класу гібридних інформаційних систем, тому що її класи задач мають властивості різних типів систем. У цьому розумінні АСУ СТОР можна розглядати як адаптацію багатоцільової інформаційно-аналітичної системи [15].

Автоматизована система управління СТОР як інформаційно-аналітична система повинна містити такі складові (контури) (рис. 2): фактографічний, що забезпечує зберігання та оброблення даних в аналітичному вигляді (розрахунок вихідних показників на підставі вхідних); документальний, що представляє вихідні дані у формі, необхідній особі, яка приймає рішення (ОПР) (машинограми, відеограми, що представляють вихідні документи); забезпечуючий – для введення та первинного оброблення вхідних даних. Функціонування системи розглядається тут як взаємодія її складових.

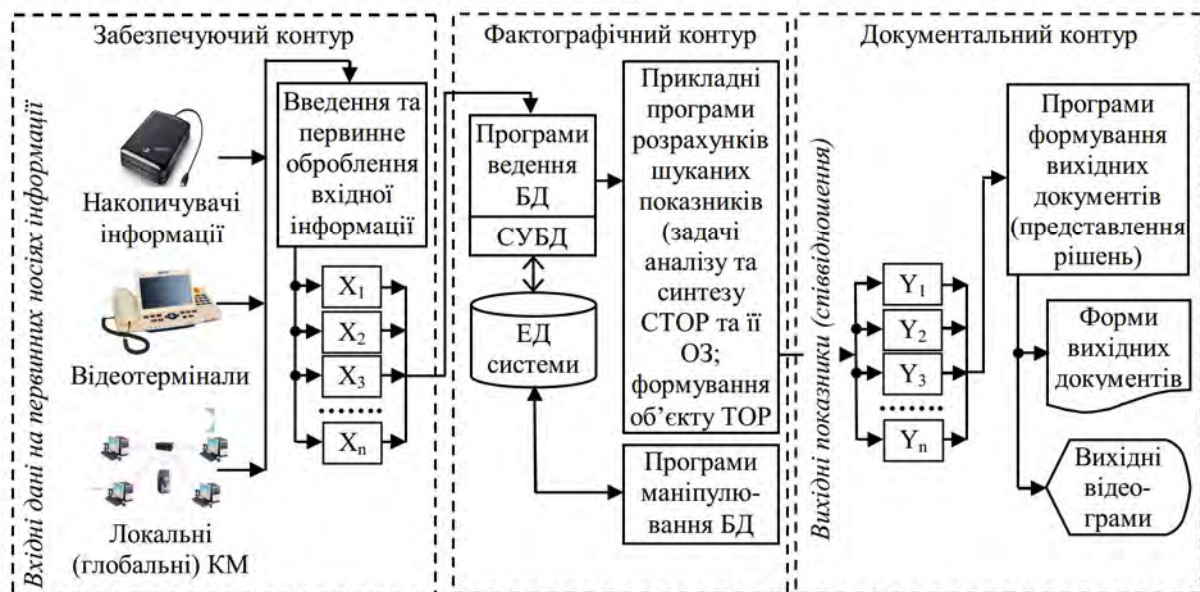


Рис. 2. Взаємодія складових АСУ СТОР:
КМ – комп'ютерні мережі; ЕД – експлуатаційна документація

З рис. 2 видно, що вхідні дані, необхідні для вирішення задач технічного обслуговування та ремонту ТхС, можуть вводитися з різних носіїв (наприклад, накопичувачів на жорстких дисках, екрана відеотерміналу, надходити з комп'ютерних мереж тощо). Далі інформація вводиться в ЕОМ і піддається перетворенню та контролю. Фактографічний контур передбачає зберігання та супровід інформації у вигляді БД за допомогою спеціальних програм їх ведення і системи управління базами даних (СУБД). Оброблення аналітичних даних здійснюється прикладними програмами розрахунку вихідних показників. У документальному контурі вихідні показники за допомогою відповідних

програм перетворюються на образи вихідних документів (рішень), які можуть видаватися у вигляді машинних документів або відеограм.

Алгоритм підтримання рішення. У процесі дослідження функціональної структури, схеми рішення задач системи, організаційної структури СОТС будується інформаційна модель АСУ СОТС. Інформаційна модель повинна враховувати основні групи та види задач ППР з управління СОТС (рис. 3).

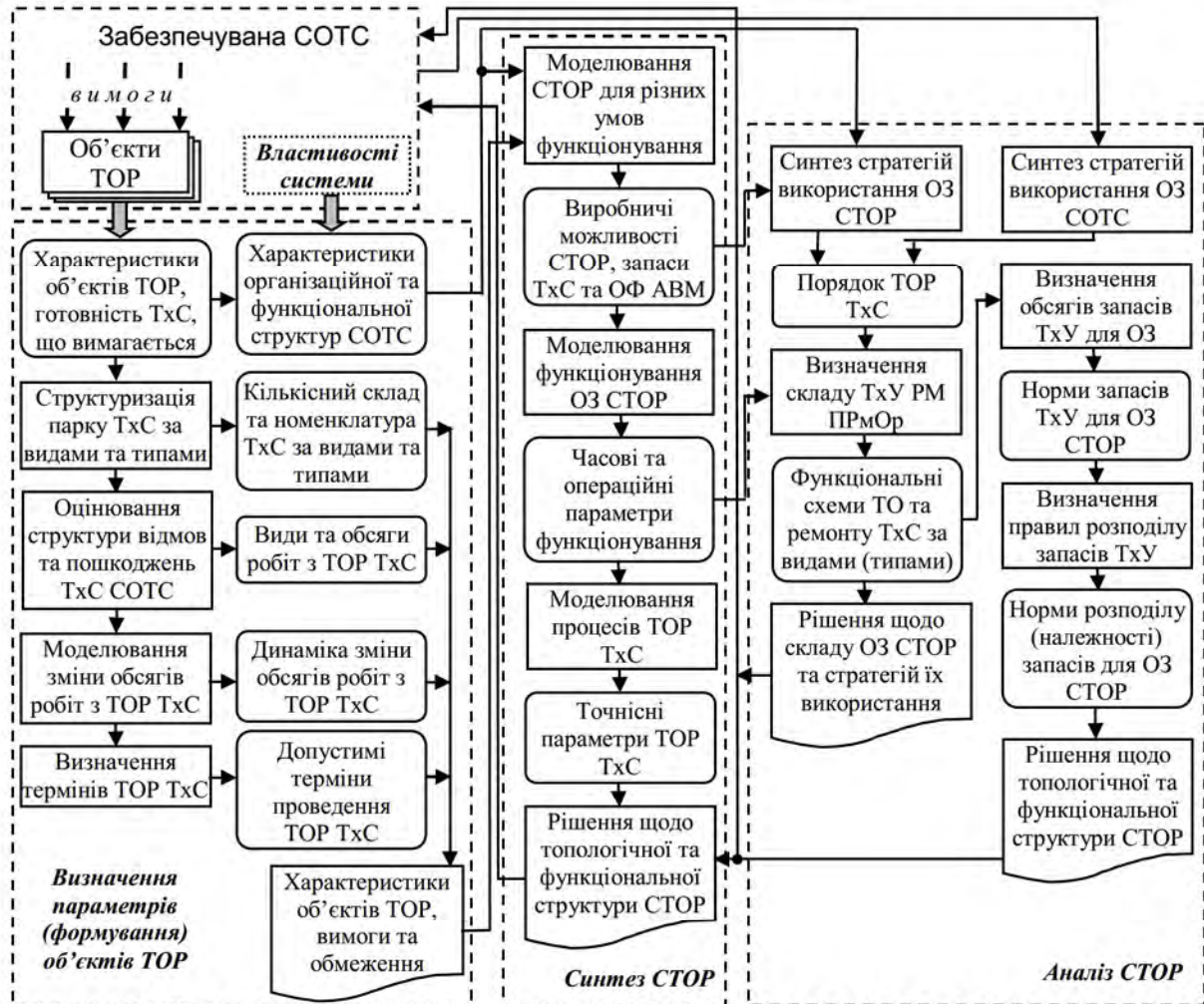


Рис. 3. Схема взаємодії задач підтримання прийняття рішень щодо управління СОТС (інформаційна модель):
 ТхС – технічна система; ТхУ – технологічне устаткування; РМ – робоче місце;
 ТО – технічне обслуговування; ОФ АВМ – оборотний фонд агрегатів, вузлів, механізмів;
 ПРМОр – пересувний ремонтний орган (операційний засіб)

Мета розроблення такої моделі полягає в тому, щоб визначити інформаційні потоки, виявити зв'язки між задачами, класифікувати джерела та споживачів інформації. Потім на підставі інформаційної моделі системи, виходячи зі структури та функцій компонент інформаційно-аналітичної системи, будується інформаційне і програмне забезпечення.

Методи автоматизованого рішення задач підтримання рішень щодо управління СОТС забезпечуваної СОТС ґрунтуються на застосуванні ЕОМ за схемою, наведеною на рис. 2. Особливості тут можливі у складі вхідних X_1, X_2, \dots, X_n і вихідних Y_1, Y_2, \dots, Y_m даних та у складі програм оброблення даних.

Так, задачі оцінювання параметрів (формування) об'єктів ТОР, задачі синтезу і аналізу СОТС вирішуються за загальною схемою.

Для задач оцінювання параметрів (формування) об'єктів ТОР як вихідні дані $X_i, i = 1, \dots, n$, застосовуються відомості про параметри об'єкта ТОР – кількісний склад та номенклатура (види, типи тощо) ТхС, ступінь укомплектованості СОТС технічними системами, необхідний рівень готовності.

Результатом рішення цих задач Y_j , $j = 1, \dots, m$, є склад зразків (комплексів) ТхС за номенклатурою, види та обсяги робіт з ТОР, допустимі (планові) терміни їх обслуговування і ремонту.

Задачі синтезу як вихідні дані використовують параметри об'єктів ТОР, вимоги та обмеження до результатів впливу СТОР, параметри організаційної структури забезпечуваної СОТС. Результати видаються у вигляді можливих рішень з топологічної та функціональної структур СТОР, реалізація яких забезпечить виконання заданих обсягів і видів робіт з ТОР заданих систем у встановлений термін.

Задачі аналізу як вихідні дані використовують параметри об'єктів ТОР, сил і засобів СТОР, характеристики техніко-географічного району розосередження технічних систем зі складу СОТС, пріоритети в їх обслуговуванні і ремонті. Результати видаються у вигляді оцінок виробничих можливостей існуючої СТОР щодо технічного обслуговування і ремонту ТхС, необхідних обсягів у встановлений термін, можливих рішень про склад ОЗ СТОР та стратегій їх використання. Схема рішення аналітичних задач характеризується тим, що шукані відомості зберігаються у вигляді БД АСУ СТОР.

База даних призначена для інформаційного забезпечення процесу вироблення рішень ОПР і містить такі дані: про математичні моделі, методи, алгоритми формування частинного і загального рішень; склад та особливості об'єктів ТОР; норми часу на технічне обслуговування і ремонт ТхС; переліки діагностичних параметрів і процедур для ТхС СОТС; функціональні надлишкові схеми ремонту та інші довідкові дані. Для обслуговування БД у складі програмного забезпечення передбачається СУБД. Як вихідні дані у задачах інформаційного підтримання використовуються запити на одержання необхідних даних у формалізованому вигляді, пошукові приписи. Методи пошуку інформації істотно залежать від способів зберігання та методів організації даних. Для баз даних застосовуються спеціальні методи, які ґрунтуються на використанні СУБД [16].

Таким чином, автоматизація рішення задач ТОР побудована за ієрархічно-последовним принципом, прийнятим у спадному проектуванні із застосуванням відповідних методів аналізу та синтезу за заданими критеріями. Автоматизація інших задач можлива за звичайною последовною схемою з різними варіаціями. Такий підхід, що є в цьому випадку найбільш доцільним, дозволяє реалізувати достатньо ефективне програмне забезпечення з мінімальними витратами на його розроблення. Наступним кроком у автоматизації задач є визначення входу і виходу задачі, тобто її вихідних даних і результатів. Вихідні дані і результати рішення задач ТОР становлять інформаційне забезпечення. Суттєвим моментом в автоматизації рішення задач ППР є вибір методу для автоматизованого рішення.

Так, для задач інформаційного підтримання та накопичення даних у БД реалізацією методу, вибраного для автоматизації, є алгоритм внесення змін, який широко використовується при коректуванні впорядкованих масивів інформації.

Схему рішення інформаційно-аналітичних задач можна реалізувати за алгоритмом последовного пошуку необхідних даних в упорядкованому масиві інформації з наступним розрахунком вихідних показників. Спосіб розрахунку вихідних показників є "індивідуальною" характеристикою конкретної задачі ППР.

Розроблення АСУ СТОР передбачає автоматизацію функцій управління, для чого необхідні підсистеми забезпечення: математичного, інформаційного, програмного, комплексу технічних засобів.

Математичне забезпечення повинно включати набір математичних моделей і методів вирішення задач аналізу та синтезу СТОР, оцінювання параметрів (формування) об'єктів ТОР, алгоритмів розрахунку вихідних показників, що характеризують стан технічного обслуговування та ремонту ТхС зі складу СОТС.

Основою математичного забезпечення системи мають бути:

- математичні моделі функціонування СТОР для різних режимів, моделі процесів ТОР ТхС;
- методи оцінювання параметрів об'єктів ТОР, синтезу функціональної структури системи, оптимізації складу технологічного устаткування (ТхУ) для проведення ТОР, синтезу оптимальних стратегій використання ОЗ системи, обґрунтування норм запасів ТхУ та стратегій їх використання (див. рис. 3);

- алгоритми розрахунку вихідних показників ефективності функціонування СТОР.

Моделювання функціонування СТОР повинно здійснюватися, насамперед, з метою дослідження особливостей процесу, який моделюють, одержання його загальних закономірностей. Процеси ТОР

необхідно досліджувати на моделях. Дослідженими мають бути властивості системи (виробничі можливості системи з обслуговування і ремонту ТхС, параметри ТОР за різних часових обмежень, запаси «оборотні фонди» справних агрегатів, вузлів та механізмів і ЗІП та деякі інші характеристики) для різних варіантів стратегій відновлення та способів надходження ТхС до СТОР. Можливо створювати інші моделі на основі схеми процесу ТОР ТхС. Крім того, необхідно досліджувати характеристики ТОР з метою пошуку оптимального поєднання різних параметрів ТОР з погляду на визначений критерій оптимальності. Попутно вивчають характер взаємного впливу характеристик стану та параметрів ТОР та ін.

Інформаційне забезпечення повинно складатися із вхідних і вихідних показників, що характеризують стан СТОР, інформаційної бази, методів її зберігання та обслуговування.

Очевидно, що існує багато способів проектування інформаційної бази конкретної системи. Все залежить від типів даних, збережених в інформаційній базі, їх взаємозв'язків, характеру засобів їх оброблення та зберігання. Загальновідомі класи способів цього проектування, що ґрунтуються на таких підходах [16]:

- реляційному, який припускає зберігання даних у вигляді їх відношень, пов'язаних асоціаторами зв'язків;
- ієрархічному, який характеризується ієрархічними зв'язками;
- сітковому, який відрізняється від ієрархічного тим, що зв'язки між сегментами утворюють граф, який не є деревом.

Програмне забезпечення АСУ має реалізовувати алгоритми розрахунків показників і функціонування моделей.

Висновки

Ефективне управління СТОР технічних систем можливе за умов автоматизації функцій управління та визначення як головної задачі підтримання прийняття рішень з ТОР. Розроблювані структура, модель функціонування та алгоритм підтримання рішень з управління СТОР технічних систем є елементами інформаційних технологій, використання яких забезпечить вирішення задач автоматизації управління. Для забезпечення умов подальшого удосконалення та розширення функцій АСУ СТОР при їх створенні необхідно керуватися принципами системності (комплексності), функціональності, типовості, технологічності та етапності.

Список використаних джерел

1. Морозов, О. О. Модель технічного обслуговування та ремонту озброєння і військової техніки ремонтним органом [Текст] / О. О. Морозов // Системи озброєння і військова техніка. – 2015. – Вип. 2(42). – С. 23–26.
2. Автоматизація виробничих процесів [Текст] : навч. посібник / Б. М. Гончаренко, С. І. Осадчий, Л. Г. Віхрова та ін. – Кіровоград : Вид. Лисенко В. Ф., 2016. – 352 с.
3. Якименко, А. В. Автоматизированные системы технического обслуживания и ремонтов [Текст] / А. В. Якименко // ИСУП. – 2005. – № 1(5). – С. 25–29.
4. Как автоматизировать управление техобслуживанием и ремонтом [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : http://www.itm.spb.ru/files/automation_maintenance.pdf (дата звернення: 06.04.17). – Назва з екрана.
5. Автоматизована система управління технічним обслуговуванням і ремонтом [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : http://om.net.ua/7/7_6/7_69929_avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-tehnicheskim-obslyzhivaniem-i-remontom-toir.html (дата звернення: 06.04.17). – Назва з екрана.
6. Автоматизированная система управления ремонтами “АСУР 1.1” [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://eam.su/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-remontami-asur-1-1.html> (дата звернення: 14.04.17). – Назва з екрана.
7. Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : http://www.pbaconsult.com/pdf/PARUS-Servicing_And_Repairs_Management.pdf (дата звернення: 14.04.17). – Назва з екрана.
8. Автоматизированная система управления ремонтами [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://avtokirov43.ru/3034-avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-remontami.html> (дата звернення: 14.04.17). – Назва з екрана.

9. Автоматизация ремонтных работ [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://www.studfiles.ru/preview/5826501/page:8/> (дата звернення: 06.04.17). – Назва з екрана.
10. Искусство управления ремонтами [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : http://www.urpro.ru/library/information_systems/toir/upravlen-remont.html (дата звернення 06.04.17). – Назва з екрана.
11. Морозов, О. О. Научно-методичні основи створення систем технічного обслуговування та ремонту озброєння і військової техніки угруповань Національної гвардії України [Текст] : монографія / О. О. Морозов, Л. В. Морозова. – Х. : НА НГУ, 2015. – 174 с.
12. Арепин, Ю. И. Методология создания автоматизированных систем технического обеспечения [Текст] / Ю. И. Арепин // Оборонный заказ. – 2007. – № 17. – С. 56–62.
13. ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення [Текст]. – К. : УкрНДІССІ, 1994. – 92 с.
14. Основи побудови автоматизованих систем управління [Текст] : навч. посібник / І. А. Пількевич, К. В. Молодецька, І. І. Сугоняк, Н. М. Лобанчикова. – Житомир : Житомирський військ. ін-т ім. С. П. Корольова, 2014. – 180 с.
15. Основи інформаційно-аналітичного забезпечення органів військового управління [Текст] : навч. посібник / О. А. Ємець, Е. О. Кузьмін, В. М. Лук'янчук та ін.; за ред. В. Т. Марценківського. – К. : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2014. – 104 с.
16. Голицына, О. Л. Системы управления базами данных [Текст] / О. Л. Голицына, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М. : Форум, Инфра-М, 2006. – 432 с.

Стаття надійшла до редакції 27.04.2017 р.

УДК 658.052

А. А. Морозов

ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассмотрены проблемы автоматизации управления системами технического обслуживания и ремонта технических систем. Показана целесообразность создания автоматизированных систем управления такими системами, которые должны обеспечивать поддержку принятия решений по техническому обслуживанию и ремонту технических систем. Рассмотрены принципы и содержание задач по созданию автоматизированной системы управления.

К л ю ч е в ы е с л о в а: технические системы, техническое обслуживание и ремонт, система технического обслуживания и ремонта, автоматизация управления.

UDC 658.052

O. O. Morozov

THE PROBLEM OF AUTOMATION CONTROL SYSTEMS, MAINTENANCE AND REPAIR OF TECHNICAL SYSTEMS

Discusses the problems of automation control systems, maintenance and repair of technical systems. The expediency of creating automated control systems for such systems should provide decision support for the maintenance and repair of technical systems. The principles and content of the task on creation of automated control systems.

K e y w o r d s: technical system, maintenance and repair, system maintenance and repair, automation control

Морозов Олександр Олександрович – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник науково-дослідного центру службово-бойової діяльності НГУ Національної академії Національної гвардії України.