

УДК 629.113

А.М. Тригуба¹, А.О. Шарибура¹, П.М. Луб¹, В.В. Грабовець²¹Львівський національний аграрний університет²Луцький національний технічний університет**КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І
РЕМОНТУ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ**

Виокремлено та розкрито складові системи технічного обслуговування і ремонту пожежних автомобілів. Формалізовано задачі аналізу та синтезу, які лежать в основі обґрунтування параметрів функціональної структури системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів на основі її моделювання. Побудовано концептуальну модель цієї системи за відповідними етапами.

Ключові слова: пожежні автомобілі, технічне обслуговування, ремонт, функціональна структура, концептуальна модель.

А.М. Тригуба, А.А. Шарыбура, П.М. Луб, В.В. Грабовец

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И
РЕМОНТА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Выделены и раскрыты составляющие системы технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей. Формализованы задачи анализа и синтеза, которые лежат в основе обоснования параметров функциональной структуры системы технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей за счет ее моделирования. Построено концептуальную модель этой системы по соответствующим этапам.

Ключевые слова: пожарные автомобили, техническое обслуживание, ремонт, функциональная структура, концептуальная модель.

A. Tryguba, A. Sharybura, P. Lub, V. Grabovets

**THE CONCEPTUAL MODEL OF FIRE TRUCKS TECHNICAL SERVICE AND REPAIR
SYSTEM**

The components of the fire vehicles technical service and repair system are singled out and disclosed. The analysis and synthesis problems are formalized, which underlie the substantiation of functional structure parameters of the fire vehicles technical service and repair system on the basis of its modeling. The conceptual model of this system is constructed at the appropriate stages.

Keywords: fire trucks, technical service, repair, functional structure, conceptual model.

Постановка проблеми. Відповідно до чинної „Настанови з технічної служби пожежної охорони МВС України” [4], для підтримання пожежних автомобілів (ПА) у робочому стані здійснюють відповідні обслуговуючі та ремонтні роботи, зокрема, 1) діагностування технічного стану; 2) технічне обслуговування (ТО); 3) ремонт.

Розглядаючи організацію виконання обслуговуючо-ремонтних втручань, то „Настановою” регламентовано, що технічне обслуговування ПА (періодичне та основне) має виконуватися відповідно до річного план-графіку, який складається на підставі планових загальних пробігів ПА, нормативів періодичності ТО, рівномірного завантаження загонів (частин) технічної служби та постів ТО. Основне ТО здійснюється в загоні технічної служби (ЗТС) робітниками загону за участю водія ПА під керівництвом заступника начальника частини. „Настановою” також передбачається, що ПА направляються на ремонт до ЗТС згідно з річним планом-графіком основного ТО або за потреби [4].

Виконаний нами аналіз системи технічного обслуговування та ремонту (ТОР) пожежних автомобілів переконує в тому, що виконання обслуговуючо-ремонтних втручань на даний час проводиться з надмірними витратами ресурсів, що є підставою для розроблення науково-методичних основ щодо її удосконалення.

У зв'язку з цим **метою роботи** є формалізований опис функціонування системи ТОР пожежних автомобілів для подальшого створення відповідних комп'ютерних моделей та пошуку оптимального варіанту.

Результати досліджень. Розглядаючи функціональну структуру ремонтно-обслуговуючої бази ТОР як виробничу систему можемо виділити в ній такі головні складові [1, 2, 6]: 1) вхідні впливи (X); 2) параметри структури (Z); 3) характеристики функціонування (Y). Як відомо, вхідні впливи зумовлюються дією зовнішнього середовища. Параметри характеризують структуру та принципи функціонування системи. Характеристики функціонування відображають її ефективність (результати) (рис.).

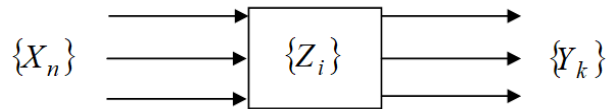


Рис. Загальна схема системи ТОР

Аналізуючи ці складові відносно до системи ТОР пожежних автомобілів, можемо означити, що зовнішнім середовищем для неї є: 1) пожежні частини з автомобілями; 2) територіальне розміщення цих частин. До параметрів системи, як уже зазначалося, слід віднести: 1) кількість виконавців ремонтно-обслуговуючих втручань; 2) число стаціонарних постів пересувних майстерень для виконання цих втручань; 3) обсяги резервних агрегатів, вузлів та деталей. До характеристик даної системи належать: 1) тривалість перебування пожежних автомобілів у сфері технічного обслуговування та ремонту; 2) витрати живої праці; 3) транспортні витрати; 4) витрати на створення обслуговуючо-ремонтної бази. Кожну із зазначених складових вхідних впливів, параметрів та характеристик системи можна відобразити кількісно, що власне, є однією з головних підстав її дослідження, яке, як відомо [3, 5, 7], поділяється на задачі аналізу та синтезу.

Формалізований запис задачі аналізу має наступний вигляд:

$$\{Y_k\} = f(\{Z_i\}) \text{ за умови } \{X_n\} = \text{const.} \quad (1)$$

Задача синтезу записується таким чином:

$$\{Z_i\} \rightarrow \text{opt, за умови } \{X_n\} = \text{const, } \{Y_k\} \rightarrow \text{extr.} \quad (2)$$

Вирішення цих задач лежить в основі обґрунтування параметрів функціональної структури технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів на основі її моделювання.

Аналізуючи складові системи ТОР пожежних автомобілів з позиції можливості використання аналітичного апарату для дослідження, приходимо до висновку, що вона належить до системи масового обслуговування. Скінчена множина пожежних автомобілів, що обслуговуються системою ТОР, є головною підставою для віднесення її до системи закритого типу з очікуванням замовлень на обслуговування.

Використання принципів та концепції системотехніки, як одного з головних аналітичних методів дослідження системи ТОР, уможливорює пізнання частин системи на основі цілого і цілісності на відміну від класичного підходу, орієнтованого на пізнання цілого через його частини. Головних принципів, що використовуються системотехнікою є три – фізичності, модельованості та цілеспрямованості [2, 3, 5, 6, 7]. Принцип фізичності означає, що система ТОР притаманні фізичні закони, які визначають її внутрішні причинно-наслідкові зв'язки, існування та функціонування. Принцип модельованості характеризує систему ТОР як таку, яку можна відобразити скінченою множиною моделей, кожна з яких відтворює певну особливість її існування. Принцип цілеспрямованості системи ТОР забезпечується її призначенням, він означає, що функціонування системи характеризується тенденцією на досягнення системою такого стану, що уможливорює підтримання пожежної техніки в роботоздатному стані та поновлення її ресурсу.

Що стосується концепції системотехніки, то використання її у дослідженні системи ТОР дає змогу виокремити головні етапи (підпроблеми) та досліджувати їх у безперервному взаємозв'язку: виділення проблеми – врахувати все, що потрібне і відкинути те, що не потрібне; опис – виразити на одній мові різні за фізичною природою явища і чинники; встановлення критеріїв – визначити, що означає “добре” і “погано” для порівняння альтернатив; ідеалізація – ввести раціональну ідеалізацію проблеми, спростити її до допустимої межі; декомпозиція – відшукати спосіб розділення цілого на частини не втрачаючи властивостей цілого; композиція – відшукати спосіб об'єднання частин у ціле не втрачаючи властивостей частин; розв'язок – знайти розв'язок проблеми.

Головна практична задача системотехніки полягає в тому, щоб визначивши і описавши складність системи, обґрунтувати такі додаткові зв'язки, що можна фізично реалізувати і, наклавши які на неї, домогтися керованості в потрібних межах, зберігши за цих умов такі сфери її самостійності, які б сприяли підвищенню її ефективності. Ця задача розв'язується на основі моделювання – заміщення системи-оригінала системою-моделлю та аналіз властивостей системи-оригінала на основі дослідження властивостей моделі [2, 6]. Для системи ТОР та її моделі виділяють зовнішні впливи, параметри та характеристики. Під дією зовнішніх впливів система проявляє свої властивості. Множина параметрів системи і їх значення відображають її внутрішній

зміст – структуру і принципи функціонування. Характеристики системи – це її зовнішні ознаки, які є важливим для взаємодії з іншими системами.

Моделювання системи ТОР відбувається за декілька етапів: формулювання мети; розробка концептуальної моделі; підготовка початкових даних; розробка математичної моделі; вибір методу моделювання; вибір засобів моделювання; розробка програмної моделі; перевірка адекватності і корегування моделі; планування експериментів; моделювання на ЕОМ; аналіз результатів. Технологія моделювання системи ТОР розпочинається зі створення концептуальної її моделі, що визначає склад і структуру системи, властивості елементів і причинно-наслідкові зв'язки, які їй притаманні та суттєві для досягнення мети. У концептуальній моделі у словесній формі викладаються відомості про систему.

Зазвичай побудова концептуальної моделі здійснюється за декілька етапів: 1) орієнтування та стратифікація; 2) деталізація; 3) локалізація; 4) структуризація та управління; 5) окреслення процесів. Аналізуючи цими етапами систему ТОР пожежних автомобілів, приходимо до наступних результатів, які наведено в таблиці. Орієнтування моделі системи ґрунтується на виокремленні її складових та описі їх властивостей. Виокремлення складових системи дає змогу унеможливити неадекватне відображення системи [2, 6]. До головних складових системи ТОР пожежних автомобілів слід віднести: 1) підсистему використання пожежних автомобілів; 2) підсистему їх технічного обслуговування; 3) підсистему їх ремонту.

Таблиця

Концептуальна модель функціональної структури системи ТОР пожежних автомобілів

Етапи створення моделі	Означення складових моделі та короткий опис їх властивостей
Орієнтування	1. Система використання пожежних автомобілів за призначенням. 2. Система ТОР (функціональна структура): підсистема технічного обслуговування; підсистема ремонту. Між системами відбувається взаємодія.
Стратифікація	Елементи системи ТОР: 1. пожежні частини (пункти дислокації автомобілів); 2. автомобілі, що знаходяться в пожежних частинах; 3. дороги, що сполучають пожежні частини між собою та із загonom технічної служби; 4. пости (пересувні майстерні) технічного обслуговування та ремонту; 5. виконавці; 6. резервні агрегати, вузли та деталі.
Деталізація	Деталі елементів: 1.1.- пункти ТО; 2.1.- число автомобілів; 2.2.- їх марки; 3.1. - клас дороги; 3.2.- віддаль; 4.1.- число постів; 4.2.- оглядові ями; 4.3.- габарити поста; (4.1.- число пересувних майстерень; 4.2.- марка шасі, на якому встановлено майстерню; 4.3.- наявність та характеристика піднімальних засобів; 4.4.- наявність та площа місця для перевищення агрегатів, вузлів та деталей); 5.1.- кількість виконавців; 5.2.- кваліфікація; 6.1.- номенклатура резервних елементів; 6.2.- число елементів кожного виду.
Локалізація	1. Система ТОР обслуговує пожежні автомобілі заданої адміністративної області. 2. Система ТОР не включає систему ремонту агрегатів (вузлів) та відновлення деталей.
Структуризація і управління	Управління в системі ТОР відбувається на основі інформації про потребу кожного окремого автомобіля у виконанні обслуговуючо-ремонтних втручань яка виникає через використання його за призначенням. Інформація про потребу у втручаннях, вид втручань та зайнятість постів (пересувних майстерень) є постійно у розпорядженні керівників загону технічної служби.
Окреслення процесів	Головні процеси, що відбуваються в системі ТОР: 1) переїзд автомобілів, що вимагають обслуговуючо-ремонтних втручань; 2) діагностування; 3) технічне обслуговування №2; 4) ремонт; 5) одночасне технічне обслуговування та ремонт; 6) переїзд пересувних майстерень.

Кожна з підсистем системи ТОР пожежних автомобілів має певні властивості. Зокрема, підсистема використання автомобілів має таку головну властивість як генерувати потоки автомобілів на обслуговування та ремонт. Підсистеми технічного обслуговування та ремонту мають властивість виконувати відповідні втручання, затримуючи при цьому пожежні автомобілі у сфері технічного обслуговування.

Після орієнтування моделі виконують стратифікацію. З огляду на те, що система ТОР складається з цілісної сукупності елементів (частин), модель системи має відтворити сукупність усіх частин системи, що забезпечують її цілісність. До елементів системи ТОР слід віднести: 1) пожежні частини (пункти дислокації пожежних автомобілів); 2) автомобілі, що знаходяться у кожній окремій пожежній частині; 3) дороги, що сполучають пожежні частини між собою та із загоном технічної служби; 4) пости (пересувні майстерні) технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів; 5) виконавці обслуговуючо-ремонтних втручань; 6) резервні агрегати, вузли та деталі. Неврахування хоча б одного з елементів у моделі системи ТОР пожежних автомобілів зумовлює втрату головних властивостей системи під час її функціонування. Наприклад, неврахування доріг, по яких рухаються пожежні автомобілі до загону технічної служби та у зворотному напрямі, унеможливує об'єктивне визначення таких властивостей системи ТОР як тривалість перебування їх у сфері ремонту, а також транспортних витрат під час виконання обслуговуючо-ремонтних втручань.

Після стратифікації моделі виконують деталізацію її елементів. Вона має бути виконана до такого ступеня, щоб для кожного елемента системи були відомі або ж могли бути отримані залежності вихідних його показників, котрі є суттєвими для функціонування системи, від рівня зовнішніх чинників (впливів) для цього елемента. Розглядаючи пожежно-рятувальні частини мусимо виокремити для них такий елемент як наявність постів з оглядовими ямами, що зумовлюють можливість виконання технічного обслуговування виїзними бригадами. Автомобілі, які в розпорядженні пожежних частин слід деталізувати до їх марок, року випуску та місячного напрацювання. Без цих елементів не можливо обґрунтувати у моделі вхідний потік вимог пожежних автомобілів на виконання технічних обслуговувань та ремонтів. Дороги, що сполучають пожежні частини між собою, а також із загоном технічної служби деталізуємо відносно віддалі, адже від неї залежить і тривалість транспортування автомобілів між відповідною пожежною та загалом технічної служби, і витрати палива на транспортування.

Розгляд системи ТОР пожежних автомобілів на підставі її локалізації здійснюється з метою виділення для досліджуваної системи зовнішнього середовища, яке впливає на його роботу. Уточнюється те, що система ТОР буде обслуговувати пожежні автомобілі заданої адміністративної області. Окрім того, вона не включає систему ремонту агрегатів (вузлів) та відновлення деталей.

На етапі структуризації і управління виділяються наступні матеріальні зв'язки: загін технічної служби - пожежна частина - в процесі діагностики автомобілів; в процесі діагностики автомобілів і заміни агрегатів; в процесі заміни агрегатів; в процесі ремонту повнокомплектних автомобілів; усередині стаціонарної реммайстерні; між стаціонарною реммайстернею і складом агрегатів, вузлів і деталей. Інформаційні зв'язки між складовими системи здійснюються з метою забезпечення узгодженості в часі, управління ремонтно-обслуговуючими процесами. Зокрема, вчасного виконання діагностики автомобілів різних пожежних частин, своєчасно забезпечити заміну та ремонт агрегатів і вузлів окремих автомобілів.

Висновки. Система ТОР ПА функціонує неефективно, що свідчить про потребу її удосконалення. Для переведення системи ТОР ПА із існуючого у бажаний (ефективний) стан слід розробляти відповідний інструментарій (моделі та методи), який буде враховувати їх особливості. Одним із першочергових етапів, які слід виконати для обґрунтування бажаного стану системи ТОР ПА є розроблення її концептуальної моделі. Запропонована концептуальна модель системи ТОР ПА забезпечує виконання шести взаємодоповнюючих етапів, що забезпечують повний її аналіз та синтез. Встановлено, що відображення станів системи ТОР ПА дає можливість оцінити завантаження кожної із складових цієї системи, що необхідно для визначення її параметрів.

Отже, запропонована концептуальна модель системи ТОР ПА розкриває структуру та взаємозв'язки між головними складовими виробничих умов, а також особливості процесів, які виконуються у ній, що є основою розроблення адекватної імітаційної моделі, а відтак дослідження цієї системи на підставі комп'ютерних експериментів.

Література.

1. Барзилович Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем / Е. Ю. Барзилович. – М. : Высш. шк., 1982. – 231с.
2. Дружинин В.В. Системотехника / В.В. Дружинин, Д.С. Контров. – М. : Радио и связь, 1985. – 200с.
3. Колеснікова К. В. Концептуальна модель управління проектами / К. В. Колеснікова, В. Д. Гогунський, А. О. Негрі, Г. С. Олех // Електротехнічні та комп'ютерні системи. - 2016. - № 23. - С. 175-179.
4. Настанови з технічної служби пожежної охорони МВС України: Додаток до наказу № 717 від 23.10.1997р. Київ, 1997. – 180с.
5. Розробка концептуальної моделі проекту кластерного об'єднання сільськогосподарських підприємств / Тимочко В., Ковальчик Ю., Падюка Р., Говда О. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 10(55). – С.60-62.
6. Сидорчук О.В. Инженерный менеджмент: системотехника виробництва / О.В. Сидорчук, С.Р. Сенчук. – Львів: Українські технології. – 2006. – 127 с.
7. Флис І. М. Концептуальна модель ініціалізації інноваційних проектів виробничо-переробних комплексів / І. М. Флис // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. - 2014. - № 2. - С. 76-81.

Рецензент:

Кузьмінський Р.Д., доктор технічних наук, доцент, Львівський національний аграрний університет, завідувач кафедри «Експлуатації та техноного сервісу машин», Львів, Україна.