

УДК 629.113.004

М.В. Підгорний, к.т.н., Черкаський державний технологічний університет

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ

Викладена методологія системних досліджень ефективності використання виробничо-технічного потенціалу пожежно-рятувальних автомобілів (ПРА).

Ключові слова: системні дослідження, системні моделі, пожежно-рятувальні автомобілі, економічний ефект.

Постановка проблеми. Невисока якість та ефективність проектування, виробництва, експлуатації, ремонту й утилізації пожежно-рятувальних автомобілів (вузлів, агрегатів) обумовлена, в значній мірі, відсутністю технічної політики, яка б передбачала програмування процесів створення на єдиній методологічній основі.

Методологічною основою для постановки та розв'язання нових задач програмування є життєвий цикл (ЖЦ) пожежно-рятувального автомобіля, який розглядається як багаторівнева й багатоетапна техніко-економічна структура, що упорядковує у просторі і часі систему розробки, виготовлення, експлуатації, ремонту й утилізації ПРА.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Українські виробники протипожежної техніки мають досвід у розробці та виготовленні пожежних автомобілів. Так ведучим підприємством за обсягом виробництва за часів СРСР був Прилуцький завод ППО, в наступному – ВО “Пожмашина”, до складу якого входило дослідно-конструкторське бюро. За період з 1951 року по 2010 рік підприємством було виготовило понад 90 тис. пожежно-рятувальних автомобілів. Основним об'єктом виробництва були автоцистерни (близько 84 % усіх виготовлених автомобілів). ВО “Пожмашина” до початку століття стало лідером за випуском пожежних машин в країні. Прагнення виробника пожежно-рятувальних автомобілів задовольнити вимоги споживачів призводить до скорочення частини виробництва виробів одного найменування, зменшенню термінів оновлення моделей, розширенню їх номенклатури. Таким чином, головним стає багатомоделювальне виробництво, при (значною мірою) невизначеній виробничій програмі, яка по кінцевому рахунку формується споживачем.

Концепція цільової адаптивності базується на положення про необхідність оперативного використання ПРА, що призначені для гасіння пожеж певних класів на об'єктах та для проведення аварійно-рятувальних робіт тощо. Такий підхід виправдав себе та набув широкого поширення за кордоном [1].

Постановка задачі та її розв'язання. Створення і постійний розвиток сучасних поколінь пожежно-рятувальних автомобілів та їх використання в галузях народного господарства вимагає вирішення задач інформатизації виробничих процесів ЖЦ пожежно-рятувальних автомобілів, формування системних властивостей цих автомобілів, розробки моделей ЖЦ і структур інформатики для їх реалізації.

Тому метою даної статті є представлення пожежно-рятувального автомобіля як технічного засобу, що має множини властивостей, які включають: властивості будови, функціонування, розвитку й адаптації (приспосованості до умов експлуатації, середовища). Кожна з перелічених груп властивостей буде оцінена за допомогою змінних, що включають цільові показники, які виступають як системні характеристики автомобіля.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.

З розвитком сучасних технологій виробництва, зростанням промислової діяльності та будівництва, певних соціальних та економічних обставин, підвищенням кількості та

щільності людського населення ймовірність виникнення пожеж з кожним днем збільшується, а їх гасіння ускладнюється.

Удосконалення протипожежної техніки та створення її нових зразків, зокрема, пожежно-рятувальних автомобілів є запорукою успішних та ефективних дій підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України під час гасіння пожеж та рятування людей [1].

Роботи, що проводяться під час гасіння пожеж, ліквідації наслідків аварій та катастроф звичайно відрізняються великим різноманіттям ситуацій і потребують відповідного оснащення та устаткування, що застосовується. Й все далі пожежно-рятувальні автомобілі комплектуються додатковим рятувальним та спеціальним обладнанням, яке використовується під час ліквідації інших надзвичайних ситуацій, а не тільки на пожежі [1].

Тому вирішення задач інформатизації виробничих процесів ЖЦ пожежно-рятувальних автомобілів, формування системних властивостей цих автомобілів, розробки моделей ЖЦ і структур інформатики для їх реалізації бачиться актуальним.

Вклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Автомобіль може бути представлений за допомогою множини властивостей викладених в [2]. Ці властивості включають: властивості будови, функціонування, розвитку й адаптації.

Побудова пожежно-рятувального автомобіля може бути охарактеризована наступними показниками: матеріаломісткість; енергонасиченість; коефіцієнт використання маси; витрати пального на одиницю пробігу і транспортної роботи; ресурс до першого капітального ремонту; технічна досконалість конструкції (компонування, кузов, рама, кабіна); ефективність конструкторсько-технологічних рішень (коефіцієнт контролепридатності, ремонтпридатності тощо); естетичність конструкції (оригінальність, цілісність, відповідність середовищу, стилю тощо.); ергономічність, яка враховує комплекс гігієнічних, антропологічних, фізіологічних і інших психологічних властивостей людини, що проявляються у виробничих умовах; рівень стандартизації й уніфікації, що характеризує пристосованість, конструкторську спадкоємність, патентну чистоту; безпечність.

Функціонування автомобіля характеризується такими показниками як надійність (технічна готовність, безвідмовність, довговічність); системна ефективність; економічність; екологічність; продуктивність; трудомісткість тощо [2].

Адаптація автомобіля характеризується властивістю задовольняти вимоги багатоцільового, багаторежимного використання, а також пристосованістю конструкції до середовища й умов експлуатації.

Ремонт автомобіля (вузлів, агрегатів) може бути охарактеризований показниками, які комплексно враховували всі аспекти: техніко-технологічні (трудомісткість, матеріаломісткість, енергомісткість, довговічність, продуктивність процесів ремонту і відновлення); економічні (собівартість); організаційні (вид виробництва, рівень спеціалізації); екологічні та ін. [2].

В існуючій системі ЖЦ автомобіля значна частина системних властивостей формується на етапі проектування, а рівень (показник) цих властивостей визначається локально, не будучи в повному розумінні програмованою категорією. Ці обставини приводять до зниження експлуатаційних характеристик автомобіля й ефективності його використання в народному господарстві [2].

Досягнутий рівень системних властивостей пожежно-рятувального автомобіля тим вище, чим повніше сформована база таких властивостей на ранніх етапах ЖЦ.

Формування системних властивостей пожежно-рятувальних автомобілів (як об'єктів нової техніки [3]) на ранніх етапах проектування забезпечує створення системної бази властивостей, оптимізацію їх рівнів і підвищення ступеня вирішення загальної задачі комплексно-цільового планування та програмованої експлуатації.

Системні властивості пожежно-рятувального автомобіля формуються на ранніх етапах ЖЦ (науково-дослідні, дослідно-конструкторські роботи), реалізуються на етапі виготовлення і проявляються на етапі експлуатації. Формування системних властивостей вимагає розробки методів, які дозволяють увести категорію цілей у процес функціонування автомобіля, представити процеси ресурсної динаміки та взаємодії середовищ функціонування і ціледосягнення. Результатом такої взаємодії є виборча адаптація автомобіля до середовищ і середовищ до перспективних моделей автомобілів, що програмно розвиваються.

Основним аспектом прогнозування і системного планування є задачі програмування ЖЦ поколінь пожежно-рятувальних автомобілів, формування планів виготовлення, програмованої експлуатації та відновлення системних властивостей [2].

Під програмуванням ЖЦ пожежно-рятувального автомобіля слід розуміти процес прогнозування і системного планування заданих цільових показників автомобіля в середовищі функціонування шляхом: оптимального розподілу ресурсів по всіх етапах ЖЦ; досягнення оптимальної ефективності систем і процесів розробки, виготовлення, експлуатації та ремонту автомобіля. Основна ціль програмування ЖЦ пожежно-рятувальних автомобілів (як об'єктів нової техніки [3]) - цілеспрямоване забезпечення широкого використання засобів обчислювальної техніки для вирішення науково-технічних, технологічних, організаційно-управлінських, економічних і соціальних задач створення перспективних моделей та модифікацій пожежно-рятувальних автомобілів на всіх етапах ЖЦ.

Для оцінки зв'язків між показниками, які характеризують властивості пожежно-рятувальних автомобілів із основними факторами, що забезпечують їх реалізацію на всіх етапах ЖЦ, може бути прийнята системна модель [3], як математичне ядро програмування ЖЦ автомобілів. У відповідності до [3] системна модель становить складну багаторівневу структуру, кожний рівень якої є визначеним етапом (аспектом зображення системи) рисунок 1.

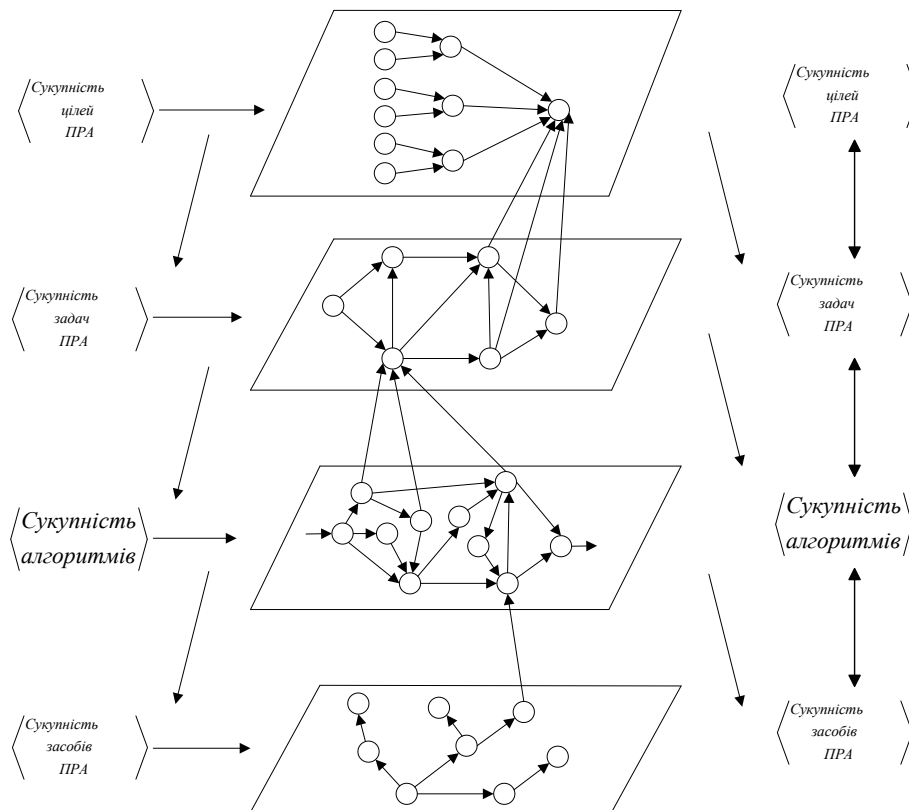


Рисунок 1 – Узагальнена системна модель процесу створення пожежно-рятувального автомобіля.

Структура системи цілей [3] застосування ПРА деревоподібна і може бути описана таким чином:

$$E_{Ц} = E_1 \cup E_2 \cup \dots \cup E_n,$$

де $E_1 = \{e_0\}$, e_0 — кінцева ціль.

$f_i : E_i \Rightarrow E_{i-1}$ — відображення, що визначають для кожного $i = 2, 3, \dots, n$, кожної цілі $e \in E_i$ ціль $f_i(e) \in E_{i-1}$, підціллю якої є e .

При цьому кожне E_i , в свою чергу, розбивається на підмножину альтернативних цілей.

Рівень задач які повинен виконувати ПРА є другим рівнем системної моделі та становить систему (сукупність) задач. Кожна задача Z формально може бути виражена у такому вигляді:

$$Z = (\sigma(Z), R_Z),$$

де $\sigma(Z)$ — множина (перелік) вихідних даних задачі Z ;

R_Z — множина результатів розв'язання задачі Z .

На множині задач E_Z задано також функції: M, T, B і K , що визначають для кожної задачі $Z \in E_Z$:

$T(Z)$ — метод розв'язання задачі.

$B(Z)$ — обмеження, що використовуються при розв'язанні задачі Z . Для кожної задачі задається множина обмежень.

$K(Z)$ — оцінка результатів розв'язку задачі Z .

Відносно $B(Z)$ і $K(Z)$ проходить процес прийняття рішень рівня задач.

Рівень алгоритмів (процесів) проектування (третій рівень) — це логіко-динамічна система (ЛДС), елементами якої є операції.

Використовуючи засоби моделювання, відтворюючи алгоритм на ЕОМ, можна визначити основні тимчасові параметри пожежно-рятувального автомобіля. Ці дані на вищих рівнях системної моделі дозволяють віддати перевагу одному алгоритму проектування перед іншим (більш ефективний менш ефективному).

Використання для програмування ЖЦ пожежно-рятувальних автомобілів моделей даного класу забезпечує поєднання в єдиній критеріальній системі різних показників якості автомобілів на всіх етапах ЖЦ. Системна модель є моделлю, яка сформована шляхом об'єднання по заданому алгоритму окремих локальних моделей виробничих процесів по всіх етапах ЖЦ.

Пожежно-рятувальний автомобіль опишемо за допомогою моделі

$$M\{M_1, M_2, M_3, M_4, M_5\}, \quad (1)$$

де M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 - відповідно моделі проектування, виготовлення, функціонування, відновлення ресурсу та утилізації. На перших етапах ЖЦ (проектування, виготовлення) пожежно-рятувальний автомобіль виробляється організаційно-технологічними системами (ОТС) рисунок 2, як проект, представлений M_1 і як конкретна конструкція, представлена M_2 .

ОТС реалізують процеси проектування та виготовлення пожежно-рятувального автомобіля. Моделями організаційно-технологічних систем є відповідно моделі для двох етапів M_1^1 і M_2^1 . Пасивним елементом на цих етапах виступає автомобіль, а активними системами - m_1, m_2 . Цілі $\{C_{jk}\}$ і процеси, що забезпечують їх досягнення на цих етапах ЖЦ,

описуються моделями M_1^1 і M_2^1 . Для моделей m_1, m_2 характерною є можливість декомпозиції пожежно-рятувального автомобіля згідно з його морфологічною структурою, а потім композиції автомобіля як єдиного цілого.

На етапі експлуатації пожежно-рятувальний автомобіль виступає як активний елемент. Його модель m_2 є багатогранною математичною категорією, яка представляє наступні динамічні процеси: ціледосягнення ($\mathcal{C}_{ik} \in \mathcal{C}$); витрати ресурсів; адаптації до нових функціональних задач тощо. ОТС на етапі експлуатації забезпечує реалізацію функцій ефективного використання пожежно-рятувального автомобіля. Однією з основних моделей на етапі експлуатації є модель функціонування автомобіля - m_2 . Для якої можна ввести простір функціонування x_2 . На основі пари моделей $\langle M_3^1, M_3 \rangle$ будеться модель ресурсної динаміки M_{n1} , засобами якої описуються процеси витрат ресурсу автомобіля.

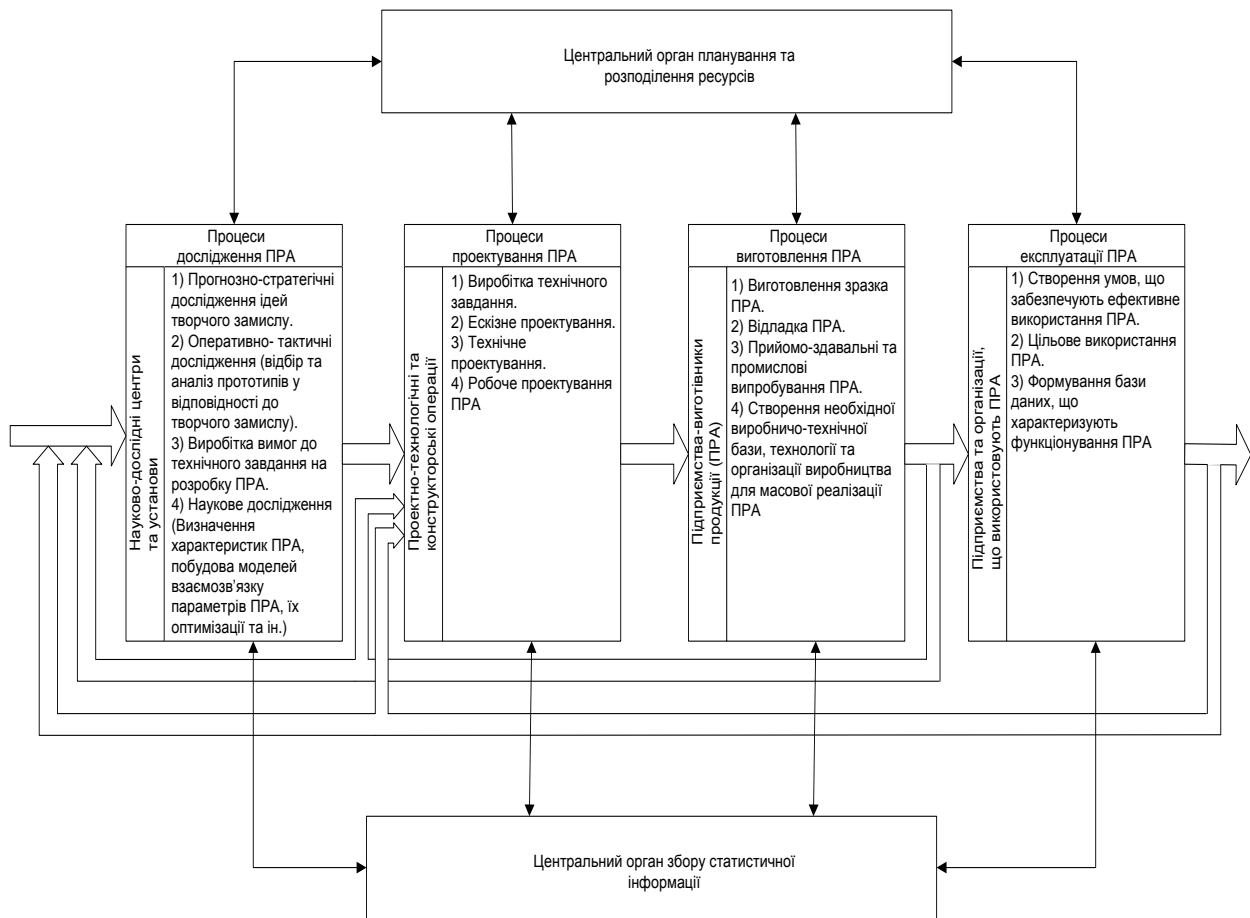


Рисунок 2 – Організаційно-технологічна схема взаємодії автоматизованих підсистем створення пожежно-рятувального автомобіля

Процеси підтримання технічних ресурсів представляються в підсистемі технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) моделлю M_{32} , а процеси відновлення технічних ресурсів представлені моделлю M_{41} .

На етапі відновлення ресурсу автомобіль знову виступає, як пасивний елемент, а активною системою - організаційно-технологічна система, що описується моделлю M_4^1 . Характерною рисою для моделі M_4 є можливість декомпозиції автомобіля під структуру виробничих процесів ОТС. На етапі відновлення ресурсу забезпечуються функції якісного відновлення системних властивостей пожежно-рятувального автомобіля та ефективного використання виробничо-технологічного потенціалу (ВТП) організаційно-технологічних систем.

Однією з головних задач розгляду автомобіля в аспекті його системних властивостей є балансування програм його використання (P_v), технічного обслуговування (P_t), ремонту (P_r), з урахуванням обмежень на матеріальні, трудові і фінансові ресурси та інтенсивність витрат технічного ресурсу.

Висновки. Таким чином, програмування процесів створення пожежно-рятувального автомобіля на основі єдиної технічної політики з урахуванням його ЖЦ є методологічною основою для підвищення якості та ефективності функціонування виробничих процесів відповідних ОТС на етапах експлуатації та відновлення ресурсу. Складністю реалізації всіх процесів ЖЦ пожежно-рятувальних автомобілів обумовлена комплексним урахуванням особливостей усіх учасників єдиного процесу створення перспективних моделей і модифікацій автомобілів, які розділені відомчою підпорядкованістю.

Існує жорстка адаптація ПРА, що виготовляються до умов оперативного застосування, а саме: місто, сільська місцевість, об'єкти, аеродроми, ліси тощо. Зберігається тенденція до виготовлення багатоцільових ПРА з розширеним спектром функцій.

Перспективи подальших досліджень. Як бачиться, ПРА нового покоління повинні характеризуватися новими дизайнерськими рішеннями та підходами до компоновки, розміщення обладнання, кольоровими та графічними схемами, комп'ютерному керуванню роботою спеціальних агрегатів. Під час їх виробництва пожежно-рятувальних автомобілів повинні застосовуватися сучасні технології з використанням блочно-модульного принципу компонування, а також система трансформації внутрішнього об'єму кузова.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. УкрНДЦЗ: Сучасні зразки пожежно-рятувальних автомобілів [Електронний ресурс]: (Проект) / Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту. – Електрон. дан. офіційний інформаційний сервер (1 файл). – 2013. – Режим доступу: http://undicz.mns.gov.ua/files/2013/12/30/Suchasni_zrazky_auto.pdf – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
2. Системна ефективність на транспорті / Левковець П.Р., Гедз Ю.М., Канарчук О.В. та ін. – К.: НТУ, ІЕБТ, 2002. – 216 с.
3. Тимченко Анатолій Анастасійович. Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки. /А.А. Тимченко – К. : Либідь, 2004. – 288 с.