

## Література

1. Шасі автомобілів КрАЗ. URL: [https://www.autokraz.com.ua/downloads/chassis\\_web.pdf](https://www.autokraz.com.ua/downloads/chassis_web.pdf) (дата звернення 01.10.2023).

2. Войтків С. В. Концепція формування модульної системи автомобільних шасі підвищеної прохідності. Матеріали II Всеукр. наук.-техн. інтер.-конф. "Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки", 17-18 листопада 2022 року : зб. наук. пр. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 241-243.

3. Бажинов О. В., Бажинова Т. О. Перспективи впровадження силового електроприводу в тягово-транспортні засоби. Наук. пр. Міжнар. наук.-практ. та наук.-метод. конф. до Дня автомобіліста та дорожника "Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців" 19-21 жовтня 2022 р. Харків: ХНАДУ, 2022. С. 26-28.

Дудукалов Юрій Володимирович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [ncc\\_delcam@khadi.kharkov.ua](mailto:ncc_delcam@khadi.kharkov.ua)

Бобрусенко Олексій Олегович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Фролов Сергій Євгенович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## СТРУКТУРНІ РІВНІ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ РОБОТИЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Відомо, що множини загальних структур роботизованих технологічних об'єктів (РТО), структур їх складових частин визначаються функціями, а відповідність між функціями і структурами може бути різноманітною. Структура функцій, що реалізуються системою або її окремими модулями і функціональними блоками, залежить від технологій, що застосовуються, а структури модулів і функціональних блоків – від ступеня їх технізації: ручні (м'язові) дії, механізація операцій, автоматизація процесів і інтелектуалізація функціонування.

В ремонтних РТО найбільшою мірою представлені перші два рівня технізації: ручне та механізоване виконання операцій. Автоматизація не знайшла широкого практичного застосування навіть на авторемонтних підприємствах зі знеособленими організаційними формами капітального ремонту. На наш погляд, це пов'язано в першу чергу зі складністю організації ремонтного виробництва, необхідністю його спеціального інформаційного забезпечення та супроводження. Рішенням цієї проблеми може стати перехід на наступний рівень технізації і формування інтелектуалізованих РТО.

При синтезі для кожної реалізованої функції РТО можуть бути поставлені у відповідність елементи штучного інтелекту. Таким чином, можна отримати

загальну системно-процесну модель РТО і її окремих модулів і функціональних блоків. Модель відображає ієрархію РТО до рівня авторемонтного підприємства включно. У межах кожного виду функціональні структури, які реалізуються в РТО на кожному ієрархічному рівні загальної системи, будуть різні, що вимагає застосування відповідних інтелектуальних платформ.

Так, на рівні авторемонтних підприємств основні функції інтелектуалізованих засобів ефективного управління РТО полягають в забезпеченні технологічної підготовки ремонтного виробництва і реалізації технологічних процесів. Можливе застосування інтелектуалізованих інформаційно-вимірювальних систем і комплексів, пов'язаних з автоматизованим проектуванням технологій або управлінням складними операціями. Також існує потреба в інтелектуалізованих допоміжних підсистемах для діагностики та ідентифікації технічного стану засобів автомобільного транспорту, ефективного вирішення завдань матеріально-технічного забезпечення ремонтно-експлуатаційними матеріалами, тощо. Доцільно застосовувати спеціалізовані інформаційно-вимірювальні комплекси, інтелектуалізовані САПР ТП, САПР ТПП, а також засоби автоматизації виконання допоміжних функцій.

В залежності від повноти охоплення визначаються рівні технізації групи функцій. Традиційно розрізняють частковий і повний рівень, а якщо задіяні всі групи – то вказується комплексний рівень. Отже, в залежності від повноти охоплення безлічі функцій можуть бути встановлені такі рівні інтелектуалізації:

- повна або часткова інтелектуалізація на одному ієрархічному рівні, що охоплює тріаду функцій повноти основного технологічного циклу впливів, включаючи основні, допоміжні та інформаційно-вимірювальні (управлінські) функції;

- повна або часткова інтелектуалізація на одному ієрархічному рівні, що охоплює тріаду функцій циклу розвитку, включаючи підготовчі, основні (цільові) і заключні функції за часом життєвого циклу;

- комплексна інтелектуалізація на одному ієрархічному рівні, що охоплює тріаду функцій повноти основного технологічного циклу впливів ремонтних технологій і охоплює тріаду функцій циклу розвитку;

- комплексно-інтегрована інтелектуалізація, що охоплює комплексну інтелектуалізацію на одному ієрархічному рівні і тріаду функцій ієрархії, що включають функції надсистеми, системи і підсистем.

Так, для технологічної операції, яка виконується на інтелектуалізованому РТО, встановлюються наступні рівні інтелектуалізації, представлені в таблиці.

Таблиця – Рівні інтелектуалізації для РТО

Рівень	Функції	Опис функцій для елементів інтелектуалізації
1. Часткова для основного циклу	Основного циклу	$F_{осн}, {}^{(0)}f_{упр}$
2. Часткова для оперативного циклу	Допоміжні по обслуговуванню основного циклу	$F_{осн}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{дон}, {}^{(0)}f_{упр}$
3. Часткова для технологічної операції	Контроль стану, управління, адаптація	$F_{осн}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{дон}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{упр}, {}^{(0)}f_{упр}$
4. Повна для технологічної операції	Підготовчо-заклучні, переналадка, трансформація	$F_{осн}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{пз}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{упр}, {}^{(0)}f_{упр}$
5. Комплексна	Комплекс інтелектуалізованої обробки, підготовки і управління	$F_{осн}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{пз}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{упр}, {}^{(0)}f_{упр}, {}^{(+1)}F_{упр}, {}^{(+1)}f_{упр}$
6. Комплексно-інтегрована	Інтегрований комплекс інтелектуалізованої обробки, підготовки і управління	$F_{осн}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{пз}, {}^{(0)}f_{упр}, F_{упр}, {}^{(0)}f_{упр}, {}^{(+1)}F_{упр}, {}^{(+1)}f_{упр}, {}^{(+2)}F_{упр}, {}^{(+2)}f_{упр}$

Тріади множин встановлюють функції основного циклу  $F_{осн}$ , допоміжні по обслуговуванню основного циклу  $F_{дон}$ , функції по контролю стану, управління, адаптації  $F_{упр}$ , а також підготовчо-заклучні функції, переналадки і трансформації  $F_{пз}$  на довільному ієрархічному рівні ( $st_j$ ) в момент часу  $t_i$ .

Також можливо утворення тріади тріад для  $f_{осн}$ ,  $f_{пз}$  і  $f_{упр}$  шару (0), для наступного шару (-1), аж до самого нижнього технічно реалізованого шару (-min).

Отже, під час синтезу для кожної функції в множинах  $F_{осн}$ ,  $F_{пз}$  и  $F_{упр}$  можуть бути реалізовані відповідні рівні технізації, які визначаються в залежності від ступеня технізації множин функцій управління і інформаційного забезпечення  $f_{упрi}$  на шарах (0), (-1)...(-min) всередині довільного ієрархічного рівня ( $st_j$ ).

В процесі функціонування реалізуються функції інтелектуального управління (прийняття рішень, навчання). Так, інформаційна модель мінімально може включати геометричну модель і технічні умови придатності

деталі, а для технологічних операцій – електронне конструкторсько-технологічне забезпечення процесів відновлення або ремонту. Таке інформаційне супроводження дозволить прийняти при ідентифікації правильні рішення і забезпечить високу ефективність технологічних операцій для РТО.

Таким чином, системне моделювання інтелектуалізованих функцій РТО дало змогу виявити повну сукупність можливих варіантів збільшення ступеня технізації з урахуванням рівня ієрархії, фаз розвитку і сукупності функціональності.

Захарчук Олег Вікторович, к.т.н., доцент, Луцький НТУ,  
Zaharchukov205@gmail.com

Собко Максим Петрович, магістрант, Луцький НТУ

Проневич Віталій Володимирович, магістрант, Луцький НТУ

Танюк Сергій Анатолійович, магістрант, Луцький НТУ

## **ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Під час ремонту транспортних засобів виникає ситуація, коли зношені деталі можливо відновити до номінальних або ремонтних розмірів із повторним їх використанням. Відновлення деталей – це комплекс операцій по усуненню основних дефектів, які дозволяють повернути роботоздатність та параметри встановлені заводом–виготівником. Використання відновлених деталей більш ефективніше, чим заміна новими. На сьогодні розроблено та досліджено технології ремонту та відновлення майже усіх деталей ТЗ, які виготовлені із різних матеріалів.

Основною перевагою відновлення деталей ТЗ є економічна складова – економія коштів може складати від 30 до 80 % вартості нових деталей. Матеріальні, трудові та енергетичні ресурси при відновленні деталей в 10...100 разів менші, ніж при їх виготовленні. Технологічні та виробничі роботи під час відновлення деталей в 4...6 разів менші [1].

Відновлювальне виробництво на сьогодні не має іншої екологічної альтернативи. Реалізація концепції промислової реновації більшості технічних виробів, у тому числі ТЗ, що споживають близько третини світового виробництва чорних металів, дозволить вирішити багато завдань з проблем ресурсозбереження, забруднення навколишнього середовища та глобального потепління.

Деякі виробники деталей ТЗ впроваджують та практикують програми заміни зношених деталей на нові або відновлені. Концерни Bosch, VAG, Ford, Renault, ZF, Caterpillar, TRW, Detroit Diesel та ін. мають в своєму розпорядженні ремонтні заводи по відновленні спрацьованих деталей ДВЗ, трансмісій, ходових частин, механізмів керування та ін [2-4].

При виборі способу відновлення деталей ТЗ одним із найбільш доцільних є економічний критерій [6]: