

УДК 629.33.004.67:658.562

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ**

**Т.М. Надич**, асп,

**В.Г. Байцан**, асп,

**В.Ю. Яценко**, асп,

**В.В. Аулін**, проф., д-р. техн. наук,

**А.В. Гриньків**, ст. дослідник, канд. техн. наук,

**С.В. Лисенко**, доц., канд. техн. наук,

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

На сьогодні більшість питань, пов'язаних з технічним обслуговуванням високотехнологічного обладнання, вирішується безпосередньо оператором і значною мірою залежить від його професійного рівня. Це зумовлює актуальність розробки інтелектуальних систем підтримки діяльності оператора, орієнтованих на застосування НДЗ та ІЗ для забезпечення якісного виконання комплексу обслуговуючих операцій. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є створення експертних систем, що спеціалізуються на конкретних предметних галузях.

Головною перевагою подібних рішень є побудова інтелектуальних інформаційних систем (ІС) на основі експертного досвіду фахівців – конструкторів, інженерів-випробувачів, експлуатаційників. Насамперед мова йде про комп'ютерні функціональні системи (ФС) технічного сервісу, знання яких можна легко оновлювати та адаптувати до нових умов, а також масштабувати на інші об'єкти.

Міжнародний досвід демонструє, що створення ІС або комп'ютерні ФС, призначених для підтримки інтелектуальної діяльності персоналу, є складною науково-технічною задачею. У сфері експлуатації ВА такі питання розглядалися лише частково. Водночас на практиці їхнє впровадження ускладнюється відсутністю ефективних методів формалізації знань з предметних галузей, а також недоліком інженерних підходів до розробки таких систем. Наразі на ринку відсутні ІБД цього рівня.

Попри це, сучасні світові тенденції однозначно свідчать, що впровадження НДЗ та ІЗ у контексті життєвого циклу ТС є одним із ключових напрямів у підвищенні якості ТО. У цьому зв'язку актуальним стає створення нових методів ТО ВА з використанням інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, зокрема ІС та комп'ютерних ФС ТС.

Для конкретного підприємства є можливість розробки індивідуальної бази даних (ІБД) для ТОіР, яку можна ефективно застосовувати під час створення ІС ТО в межах будь-якого АТП.

Ефективність впровадження ІБД визначається її структурною організацією, чисельністю та складом автоматизованих робочих місць (АРМ), переліком функціональних завдань, що вирішуються, а також використовуваними технічними засобами. Застосування ІБД підвищує ефективність не лише праці персоналу, але й загальної продуктивності виробничих процесів.

Серед основних чинників, які впливають на якість роботи системи ТО, особливе значення мають оперативність та якість виконуваних операцій. Ці показники значною мірою залежать від професійної підготовки виконавців, а також наявності актуальної НТД і повної інформації щодо об'єкта обслуговування.

Оперативність обслуговування безпосередньо пов'язана з трудомісткістю робіт, під якою розуміють витрати праці на виконання певної операції або їх сукупності в конкретних

умовах. Вимірюється трудомісткість у нормо-одинацях – людино-годинах або людино-хвилиною – і поділяється на нормативну та фактичну.

Фактична трудомісткість  $t_{\phi}$  визначає реальні витрати часу, необхідні виконавцю для виконання конкретної операції:

$$t_{\phi} = (t_{on} + t_{nz} + t_{obc} + t_{oid})K_n, \quad (1)$$

де  $t_{on} = t_{oc} + t_{ood}$  – оперативна тривалість часу проведення операції ТО;

$t_{oc}$  – основна тривалість часу здійснення операції ТО;

$t_{ood}$  – час забезпечення можливості здійснення операції

$t_{nz}$  – підготовчо-заключний час, що необхідний для ознайомлення фахівця (оператора) з інформацією по проведенню робіт, ТС вузлів, систем і агрегатів ВА та ін.;

$t_{obc}$  – час для обслуговування робочого місця;

$t_{oid}$  – час для перерви та відпочинку оператора;

$K_n$  – кратність повторення операцій ТО.

Фактичний час виконання операцій ТО має ймовірнісну природу і його значна варіація залежить від технічного стану та терміну служби ВА, умов виконання операцій ТО і Р, обладнання, кваліфікації персоналу та інших факторів, як правило, фактичний час відрізнятиметься від нормативного. Тривалість виконання аналогічних операцій у операторів вищої кваліфікації менша, ніж у операторів, що мають нижчу кваліфікацію.

Операції ТО ВА часто виконуються з технологічно пов'язаними повторюваними операціями супутнього поточного ремонту малої трудомісткості.

Аналіз факторів низької якості виконання операцій ТС представлено у вигляді причинно-наслідкової діаграми (рис.1).

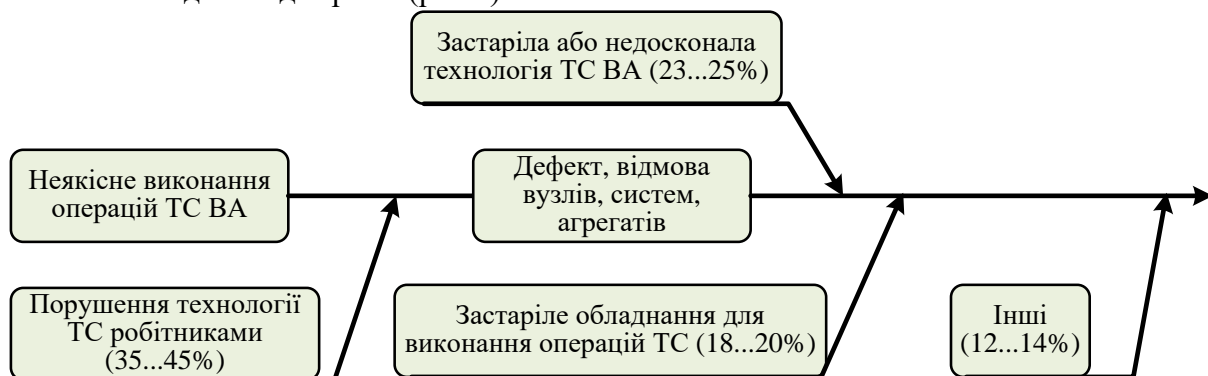


Рисунок 1 – Блок-схема причинно-наслідкової діаграми впливу факторів на виконання низької якості операцій технічного сервісу

Виявлено, що дослідження причин дефектів вузлів, систем і агрегатів ВА необхідно передусім визначати за категорією "порушення технології ТО і Р операторами". Зазначене становить 35...44 % від сукупності ряду причин.

Однією з основних умов ефективної організації та виконання операцій ТО і Р вантажних автомобілів (ВА) є забезпечення кожного фахівця та виконавця повним комплектом НТД і керівних матеріалів, що охоплюють усі аспекти підготовки та реалізації технічних заходів. Крім того, необхідно впроваджувати засоби автоматизованого розрахунку прогнозних і оціночних показників на основі результатів діагностики.

У зв'язку з цим однією з нагальних проблем удосконалення системи ТО і Р є інтеграція в її структуру інформаційно-консультаційного супроводу, а саме – створення бази НДЗ та ІЗ, що стосуються процесів технічного обслуговування і ремонту вантажних автомобілів.

Необхідність впровадження інформаційних ресурсів і сучасних інформаційних

технологій у процес модернізації систем ТО та ТД обумовлена такими чинниками:

- зростаюча складність конструкцій вантажних автомобілів, обладнання та інструментів, що супроводжується відповідним збільшенням обсягів інформації;
- розвиток ринкових відносин, подорожчання інформаційних ресурсів і їх фрагментація у численних публікаціях, що обмежує доступ до необхідних даних для ефективного діагностування, обслуговування і прогнозування технічного стану.

Усе це зумовлює потребу в централізації релевантної інформації у спеціалізованих інформаційних відділах промислових АТП і ПТС, що дозволить істотно підвищити ефективність управління процесами ТО і Р вантажних автомобілів.

Основним завданням НДЗ і ІЗ є скорочення часу знаходження та систематизації інформації з метою задоволення інформаційних потреб фахівців, що стосується системи ТОіР. Тому актуальним є завдання створення нового інформаційного середовища НТД із КФС, заснованого на електронних ресурсах. Це дає можливість не тільки зберегти, провести пошук, передати і використати наявні знання, але й генерувати нову інформацію. Формування нового інформаційного середовища на базі комп'ютерних мереж та інтернету вимагає його більш повним і якісним наповненням загальнодоступними базами та даними, експертними та рекомендуваними системами. Крім того вони повинні бути здатними функціонувати як загальнодоступні. При цьому забезпечується розширення інформаційного сервісу і в подальшому якісному функціонування системи ТС в КФС. У найближчій перспективі питання автоматизації та інформатизації системи технічного сервісу матимуть першорядне значення.

Подібні питання розробки НДЗ і ІЗ дотепер не мали системного фрагментарний характеру. Впровадження таких систем на практиці стримується труднощами математичної формалізації знань та недосконалістю методів інженірингу. Належний рівень її використання ще не отримав розвитку і потребують спеціальних досліджень. До цього часу на інформаційному ринку відсутні бази такого класу.

В даний час ведуться роботи зі створення ІС обслуговування на смартфоні. Вирішено завдання формування спеціалізованої ІБД з технічної експлуатації ВА у вигляді локального інформаційного фонду (ЛІФ), що містить всі необхідні фактографічні дані, а також знання концептуально-алгоритмічного та інших видів цієї проблематики.

На даний момент розроблено ІС у вигляді трьох складових. Перші дві складові з них носять загальний характер, а третя орієнтована на рішення конкретної, цілком певної задачі квазіенциклопедії з технічної експлуатації ВА та розглядається система інформаційного супроводу ТО та ТД.

Нові інформаційні технології контролю реалізовані технічними пристроями на основі мікропроцесорної техніки та, зокрема, персонального комп'ютера (ПК). Такі технічні рішення дозволяють інтенсифікувати контроль у напрямку, або збільшення кількості контрольних операцій, або застосування апарату прогнозування для розрахунку термінів обслуговування за результатами попереднього контролю. Однак, існуючі технічні рішення з цього питання в нових режимах функціонування системи ТО і Р ВА часто не є ефективними. Тому їх необхідно вдосконалювати. З цією метою розроблено аналітичні методи проектування технологічного процесу експлуатаційного контролю в системі ТО та створено нові оперативні технічні засоби.

На теперішній час є окремі наукові розробки орієнтовані на створення певних компонентів та складових НДЗ і ІЗ фахівців інженерно-технічної системи, бази фактографічних та інших даних, що розміщуються у спеціальних центрах для того, щоб будь-який працівник галузі міг би звернутися із запитом до них для отримання відповідної інформації. Водночас система НДЗ і ІЗ має бути доповнена локальними інформаційними фондами, подібно до того, коли поряд з великими бібліотеками існують невеликі бібліотеки різних підприємств і навіть особисті бібліотеки, які успішно виконують багато функцій НДЗ

і ІЗ різних категорій працівників.

Зібрано та систематизовано інформаційний матеріал про ремонтно-технологічне обладнання (РТО), що випускається підприємствами України, та розроблену НТД з обслуговування ВА, і дозріла необхідність сформувати окремим блоком інформаційний матеріал процесів ТО ВА. Розроблені заходи щодо підвищення ефективності сервісного обслуговування АТП за рахунок встановлення виробничих параметрів та складу центральної ремонтно-технічної бази, покращення кадрового забезпечення на підставі розподілу та організації робіт з технічного сервісу.

По НДЗ і ІЗ інженерно-технічної сфери розроблено методологію створення інформаційних систем, що дозволяє реалізувати в єдиному інформаційному середовищі автоматизований інформаційний супровід ВА протягом його повного життєвого циклу (тобто CALS-технології). Розроблено також узагальнений метод формування та використання баз даних на основі знань фахівців, що включає в себе: методики оцінки та відбору експертів; методику оцінки та відбору інформації для формування БД; методику розподілу документів за тематиками та їх значущістю; методику пошуку необхідної та достатньої для фахівця інформації. При цьому програмні продукти дозволяють фахівцям та керівнику АТП, ПТС отримувати необхідну та достатню інформацію для прийняття правильних та ефективних рішень.

В основу розроблених програм для ПК, закладено принцип діагностування, заснований на аналізі вихідних динамічних характеристик об'єкта. Програма дозволяє переглядати будь-яку обрану ділянку осцилограми шляхом її укрупнення. Основна відмінність даного діагностичного комплексу полягає в тому, що програма, встановлена в будь-який персональний комп'ютер з невеликою кількістю елементів, що перетворюють. Це дозволяє не просто візуально спостерігати за процесами в діагностованих об'єктах, але аналізувати і робити висновок за результатами діагностики. Висновок визначається без участі оператора, що дозволяє уникнути помилок, пов'язаних з його кваліфікацією та досвідом, а вартість такого обладнання значно нижча за вартість стаціонарних мотор-тестерів.

На кафедрі експлуатації та ремонту машин розроблено теоретичні основи ТД агрегатів та систем ВА, що реалізують принципи автоматичного управління ймовірними методами у складі об'єднаної діагностичної системи (ОДС), до якої входять безліч оснащених локальними діагностичними комплексами (ЛДК) постів діагностування. У процесі виведення діагностики на окремому посту відбувається обмін інформацією з іншими постами через сервер ОДС. Результати діагностування накопичуються та обробляються, стаючи невід'ємною частиною самої діагностичної системи.

Така накопичена інформація дає уявлення про вік ВА, проведені операції ТО і Р. А особливо вона важлива, коли несправність є наслідок неправильно виконаного оператором операцій ТО і РР. Це дозволяє формувати апріорну інформацію про об'єкти, аналогічні не тільки за модифікаціями, але й за умовами технічної експлуатації.

Одним з методів та способів підвищення якості проведення операцій з ТО і Р ВА, наявними на сьогоднішній день технічними засобами та працівниками різної кваліфікації, пропонується використання ІС та методів ШІ прийняття рішень. При цьому застосовуються нові ІТ. З'ясовано наукові основи формування системи інформаційної підтримки ТО і Р ВА та ефективне використання обладнання виробничого підприємства, прийоми формування ІБ ТО і Р та її оптимізація при управлінні ТО і Р. Одним із способів оптимізації ІС пропонується загальний файловий блок-генератор, який здатний створювати шаблони документів.

Розглядалися питання ІЗ при організації та проведенні ТО автомобілів, досліджувані джерела та методи отримання інформації, а також використання комп'ютерної та мережевої техніки при управлінні виробництвом АТП. Встановлено, що інтранет та інтернет-технології

з переходом до мережевих комп'ютерних технологій забезпечують оперативний обмін інформації, що сприяє підвищенню ефективності робіт на підприємствах ТОiP при значному зниженні трудовитрат;

В напрямку дослідження методів комп'ютерної діагностики ВА проводились роботи зі створення стендів модульного типу, що реалізують енергозберігаючі методи діагностування гальмівних якостей сучасних автомобілів, у т.ч. і з антиблокувальними системами. Об'єднано у єдину інформаційну мережу сукупність діагностичної інформації, отриманої від багатьох об'єктів та засобів діагностування, автоматизовано технологію діагностування.

Проведено удосконалення фірмового обслуговування автомобілів у дилерсько-сервісних центрах з використанням ІБ. Розроблена ПС дилерсько-сервісного центру для забезпечення можливості вибору раціональних рішень з управління складною системою фірмового обслуговування автомобілів на основі аналізу статистичної інформації та комп'ютерного експерименту на імітаційній моделі.

Показано, що удосконалення управління якістю ТО можливо проводити на основі застосування нової ІТ. Шляхи підвищення ефективності обробки інформації при управлінні якістю ТО проводили на основі розробки та застосування ІТ, що адаптується до специфіки діяльності АТП і ПТС шляхом розробки програмного комплексу на ПК для комп'ютерного НДЗ і ІЗ системи управління якістю проведення операцій ТО.

Розроблено кілька версій програми "АвтоКаталог", що представляє собою довідково-інформаційну систему. АвтоКаталог є електронним каталогом запчастин, комп'ютерним довідником з інформацією про налаштування різних марок автомобілів. Але водночас цей каталог не містить усієї інформації, необхідної для проведення технологічних процесів ТО автомобілів. В програмі відображені основні аспекти НДЗ і ІЗ технічної експлуатації ВА. Зазначимо, що спеціальні дослідження з нормативно-документальної підтримки ТО ВА, ще не були проведені в джерелах інформації, в яких представлені описи виконання операцій ТО і ТД, слюсарно-монтажних інструментів, контрольно-вимірювальних приладів, витратних матеріалів у відповідності до нормативних потреб.

Для спрощення технологічної інформації та НДЗ і ІЗ робочого місця оператора за видами робіт ТО автомобілів розроблені операційні карти, які включають певні компоненти інформації по ТО автомобілів. Однак отримані зазначені матеріали в багатьох випадках мають узагальнений характер, а тому користувач повинен добре володіти відомостями про особливості проведення операцій ТО стосовно конкретної моделі автомобілів. Це зумовлює досить високий рівень підготовки спеціаліста (оператора) з обслуговування автомобілів. Дані матеріали ще не достатньо не досконалі, потребують доповнення новою інформацією з урахуванням модернізації та внесення конструктивних змін до автомобіля. Крім того, операції ТД та ТО необхідно коректно взаємопов'язувати в процесі ТС автомобілів.

#### Список використаних джерел

1. Матвієнко О. О., Аулін В. В. Класифікація типів сигналів та методів машинного навчання для інтелектуальної оцінки технічного стану мобільних машин підприємств агропромислового виробництва. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр.* 2025. Вип. 11(42). Ч. 2. С. 298-312.
2. Аулін В.В., Гриньків А.В. Інформаційна технологія оцінки технічного стану об'єктів на основі теорії чутливостей функції. Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2016)", 17-18 травня 2016 року, Київ, Україна. К.: НАУ, 2016. С. 196-197.
3. Аулін В.В., Гриньків А.В. Метод визначення тенденцій зміни технічного стану засобів транспорту з використанням критеріїв статистичної інформативності та відносної чутливості. 36. тез доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції "Крамаровські читання" 22-23 лют. 2018 р., м. Київ / НУБіП. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2018. С. 132-135.
4. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В. Ступінь забезпечення надійності та якості пасажирських і вантажних автомобільних перевезень в Україні національними та міжнародними стандартами. *Вісник інж. академії України.* 2016. №3. С.156-162.
5. Аулін В.В., Голуб Д.В., Великодний Д.О., Дьяченко В.О. Розв'язання проблеми надійності технологічних процесів вантажних перевезень підприємствами агропромислового виробництва. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки.* Вип. 1(32). Кропивницький: ЦНТУ, 2019. С.36-45.