

УДК 656.13: 004
UDC 656.13: 004

Волков В. П.¹, Грицук І. В.², Онищук В.П.³, Волкова Т.В.¹, Стельмашук В.В.³, Збицький Д.Д.¹
¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет
²Херсонська державна морська академія
³Луцький національний технічний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО – ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛІВ В ПІДПРИЄМСТВІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Метою статті є удосконалення інформаційно – програмного комплексу для контролю роботоздатного стану автомобілів в підприємстві автомобільного транспорту. Поступовий розвиток нових видів перевезень призвело до збільшення часу перебування автомобілі далеко від основної виробничої бази, і, внаслідок цього, підвищувалася роль профілактичного ТО автомобілів. Тому створення гнучкої "адаптивної" системи контролю та управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля стало першочерговим завданням. У зв'язку з тим, що основна частина автомобілів в Україні зосереджена в невеликих за розміром і кількістю підприємств автомобільного транспорту та неможливістю придбання ними відповідного обладнання і мати технічну службу, яка відповідає за технічний стан автомобілів виконано удосконалення ППК «Віртуальний механік «HADI - 12» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI - 12». Таке удосконалення дозволяє механіка (диспетчера) використовувати запропоновані ППК для оцінки роботоздатного стану автомобілів в різних за кількістю і призначенням підприємствах автомобільного транспорту. Використання удосконалених ППК «Віртуальний механік «HADI - 12» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI - 12» дозволяє перейти до «адаптивної» системи ТО і Р автомобілів, ключовим моментом якої є наявність аналогічних комплексів, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від автомобілів, її обробку і вироблення коригувальних впливів при проведенні ТО і Р. На основі інтеграції комплексу технічних засобів у запропоновану раніше транспортно-інформаційну систему моніторингу «ХНАДУ-ТЕСА» розроблена автоматизована система управління технічною експлуатацією рухомого складу автомобільного транспорту в рамках ІТС.

Ключові слова: автомобіль, транспортний засіб, технічна експлуатація автомобілів, підприємство автомобільного транспорту, адаптивна система ТО і Р, інформаційно – програмний комплекс, робота здатність, умови експлуатації.

ВСТУП

Надійність і готовність транспортних засобів до експлуатації мають критичне значення для автомобільних підприємств, особливо в умовах сучасної динаміки розвитку ринку транспортних послуг. Водночас, питання забезпечення належного технічного обслуговування та своєчасного ремонту автомобілів залишається відкритим і вкрай актуальним.

Існує чимало викликів, з якими зіштовхуються автотранспортні підприємства при спробах забезпечити високий рівень технічної експлуатації. Серед них — велике навантаження на автопарк, зношеність транспортних засобів, необхідність великих капіталовкладень у модернізацію і утримання обладнання, а також високі вимоги до швидкості діагностики та відновлення роботоспроможності автомобілів.

З огляду на ці умови, стає очевидною потреба у розробці та впровадженні нових, більш ефективних підходів і технологічних рішень для контролю технічного стану автотранспорту. Підходи, які б дозволили не тільки виявляти існуючі проблеми, але й прогнозувати потенційні збої, забезпечуючи тим самим безперервну та безаварійну роботу транспорту.

Така необхідність спонукає до пошуку інноваційних рішень, зокрема до удосконалення інформаційно-програмних комплексів, які можуть враховувати специфіку конкретного автотранспортного підприємства, забезпечуючи адекватний рівень моніторингу та управління технічними параметрами автомобілів. Усе це в контексті загальної тенденції до збільшення інформатизації управління процесами на підприємствах різних сфер.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Автомобільний транспорт (АТ) є найважливішим сектором української економіки, який обслуговує практично всі галузі господарювання та верстви населення, сприяє зростанню мобільності та якості населення. В даний час автомобільний парк України нараховує понад 14 млн. одиниць автомобілів, структура яких виглядає наступним чином [1, 2]: вантажних автомобілів - 15,5%, автобусів - 2,6%, легкових автомобілів - 81,9%.

На підставі результатів аналізу сучасного стану АТ і її підсистеми – технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) виявлено, що основна частина автомобілів в Україні зосереджена в невеликих за розміром і кількістю підприємствах автомобільного транспорту (ПАТ). Це призвело до організаційного і технологічного вакууму, результатом чого є практично неконтрольована експлуатація автомобілів в більшості невеликих підприємствах АТ, погіршення технічного стану рухомого складу (РС), збільшення кількості ДТП, викликаних несправністю автомобілів і забруднення навколишнього середовища.

ТЕА, за визначенням [3] є однією з найважливіших підсистем АТ, яка представляє собою комплекс організаційних і технічних заходів для забезпечення підтримки роботоздатності автомобілів. Існуюча система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) сформувалася на базі спрощеної моделі функціонування транспортної інфраструктури коли вся обслуговуюча і ремонтна база була зосереджена в рамках конкретного підприємства автомобільного транспорту (ПАТ) і всі види технічних впливів здійснювалися самим підприємством. У існуючій системі ТО і Р негнучкість в частині забезпечення роботозданого стану автомобіля на лінії проявляється в одноманітності підходу до автомобілів різного віку, тому що, перелік операцій і періодичність ТО ідентичні і для нового автомобіля, і для автомобіля перед його відновлюваним ремонтом і списанням.

Поступовий розвиток нових видів перевезень призводило до збільшення часу перебування автомобілі далеко від основної виробничої бази, і, внаслідок цього, підвищувалася роль профілактичного ТО автомобілів. Тому створення гнучкої "адаптивної" системи контролю та управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля стало першочерговим завданням [4].

У зв'язку відсутністю технічного відділу в невеликих ПАТ, а також з застосуванням на автомобілях вбудованого бортового діагностування, розвитку супутникових систем навігації і мобільного зв'язку, сучасних інформаційних технологій з'явилася можливість здійснювати дистанційний моніторинг з оцінкою рівня роботоздатності автомобілів диспетчером (механіком) підприємства. Це в свою чергу дозволяє перейти до «адаптивної» системи ТО і Р автомобілів, ключовим моментом якої є розробка інформаційно-комунікаційних технологій і відповідних інформаційних програмних комплексів (ІПК), що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від автомобілів, її обробку і вироблення коригувальних впливів при проведенні ТО і Р.

Поява на транспорті, наприклад, в авіації «систем з повною відповідальністю», типу *FADEC* (Full Authority Digital Electronic Control system) [6], дозволяє нейтралізувати існуючі труднощі. Концепція *FADEC* спрямована на створення єдиної структури з бортових систем управління робочими процесами вузлів і агрегатів, систем контролю і діагностування, систем організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації автомобілів, що дозволяє формувати інформаційні системи організаційно-функціональної підтримки (збору, аналізу та управління потоками інформації) процесів експлуатації, тобто дозволяє реалізувати на практиці ІІВ / CALS / PLM-технології.

ІІВ / CALS / PLM-технології, тобто інформаційна підтримка поставок і ЖЦ виробів – це сучасний підхід до проектування, виробництва і експлуатації високотехнологічної та наукомісткої продукції, що полягає у використанні комп'ютерної техніки і сучасних інформаційних технологій на всіх стадіях ЖЦ виробів [6, 7, 8]. У сфері транспортних компаній автомобільного транспорту загального користування інтегроване інформаційне середовище ІІВ / CALS / PDM-технологій тільки впроваджується. Прикладом може бути програма *Torque* [9], як основа «автомобільної» концепція *FADEC*, що представляє собою перший крок до системи *FRACAS* і, відповідно ІІВ / CALS / PLM-технологій, які призначені для отримання і відображення діагностичної інформації бортової системи самодіагностування. Сьогодні вона вже «вміє» відображати поточні параметри роботи двигуна, інших систем, вузлів і агрегатів автомобілів, відображати і розшифровувати «коди помилок», «стирати помилки» з електронного блоку управління (ЕБУ), автоматично відправляти значення величин параметрів, що контролюються датчиком, в інтегроване електронне інформаційне метаспространство, де протягом півроку можна подивитися не тільки поточні значення контрольованих величин в різний час, але і побачити на карті весь маршрут автомобіля за цей період [8]. Не менш значущими для ІІВ / CALS / PLM-технологій на АТ є такі найпростіші (з точки зору вирішуваних на АТ завдань) електронні інформаційні системи, як GPS -Trace Orange, M2M, СКВТ, Teletrack, Dynafleet® [5, 8].

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою статті є удосконалення інформаційно – програмного комплексу для контролю роботоздатного стану автомобілів в підприємстві автомобільного транспорту.

В процесі реалізації можливих схем бортової частини інтелектуальної системи моніторингу автомобілів, обладнаних *OBD II*, виникає необхідність підбору програмного забезпечення (ПЗ) процесу збору технічної інформації про параметри транспортного засобу (ТЗ, автомобіля). Одним із найбільш функціональних ПЗ, що відповідає поставленим вимогам є *Torque Pro* що працює на мобільній ОС *Android*.

Удосконалення ПЗ для контролю роботоздатного стану автомобілів в умовах експлуатації в звичайних і невеликих ПАТ виконано на базі ПЗ “Віртуальний механік “HADI – 12”” і «*Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»*» [8, 9]. Особливості реалізації розробленого алгоритму полягають в такому:

- параметри автомобіля є особливостями функції формування і введення початкових даних для роботи програми і можуть бути конструктивними, технологічними і нормативними згідно з конкретними умовами, а також інформації про роботу автомобіля, яку отримують під час процесу експлуатації;
- зв’язки між основними елементами ПЗ обумовлені на початку роботи програми і призначені для віддзеркалення взаємодії розрахункових параметрів із заданими показниками;
- кінцевим результатом ПЗ є визначення добової кількості ТО і Р, мінімальної та оптимальної продуктивності технічної служби (ТС ПАТ), коефіцієнта готовності, витрат палива, мастильних матеріалів, викидів шкідливих речовин, відходів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для інтенсифікації діяльності ТС відповідно до її характеристик і умов експлуатації автомобіля удосконалено ПЗ, укрупнена структурна схема якого представлена на рисунку 1.

В укрупненій структурній схемі комплексу «*Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»*» (рис. 1) виділено п’ять основних блоків, які зв’язані між собою логічно:

- початкові дані (рівень *a*);
- розрахунки параметрів комерційної експлуатації автомобілів (рівень *b*);
- розрахунки технологічних параметрів автомобілів (рівень *c*);
- визначення екологічних параметрів (рівень *d*).
- визначення головних результатів (рівень *e*).

Входом і процесом роботи програми рівня *a* служать:

- конструктивні параметри автомобіля, що визначаються заводом-виробником, серед яких насамперед витрата пального л/100км, ряд параметрів двигуна, модифікація автомобіля і його інші характеристики;
- параметри автомобіля нормативні, основними з яких є нормативні пробіги до дій і їх трудомісткості;
- показники ТС, а саме кількість робочих, кількість робочих змін, тривалість робочої зміни і інше;
- дані, отримані з Internet-сервера, куди надходить інформація з бортового обладнання автомобіля.

Блок *b* утворює в загальному вигляді розрахунок показників комерційної експлуатації:

- параметрів стану парка автомобілів за день експлуатації;
- параметрів стану парка автомобілів за певний період експлуатації (за пробіг до технічних впливів);
- вірогідність перебування автомобіля в роботі, в ТО і Р.

Блок *c* утворює технологічний розрахунок ТС:

- розрахунок часових станів автомобіля на постах ТО і Р і загального часу перебування автомобіля;
- розрахунок кількісних і якісних показників ТС, наприклад таких, як пропускну здатність підрозділів ТС та ін.

Блок *d* утворює в загальному вигляді розрахунок екологічних показників автомобілів:

- витрата пального і змащувальних матеріалів;
- викиди за основними типами шкідливих речовин (оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту, тверді частки);
- відходи, а саме відпрацьовані акумуляторні батареї, шини, фільтри.

На кінцевому рівні *e* визначаються найбільш значущі показники:

- кількість дій ТО і Р за робочий день;

- продуктивність ТС min і opt;
- коефіцієнт готовності автомобілів в цілому;
- екологічні показники.

ППК [10, 11] дозволяє: проводити моніторинг параметрів станів як конкретної одиниці автомобілів, так і ПАТ в цілому з урахуванням реальних експлуатаційних умов; моделювати виробничу структуру ТС; визначати екологічні показники окремих автомобілів і парку в цілому.

На підставі представлених алгоритмів і за допомогою залежностей математичних моделей «Віртуальний механік «HADI-12»» [8] і «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»»[9], було розроблено комп'ютерні програми, направлені на інтеграцію в ITS.

Моделі і методи ППК «Віртуальний механік «HADI-12»» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» базуються на дослідженнях, проведених в ХНАДУ і НТУ.

Удосконалений ППК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» має повний набір функціональних можливостей ППК «Віртуальний механік «HADI-12»», а також додаткові можливості, які виділені в окремий вкладиш ПП «Екологічні показники». В основу цих програмних продуктів покладені дослідження, спрямовані на покращення показників паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів.

У теорії ТЕА відповідно до досліджень, виконаних в ХНАДУ і НТУ [5, 10], ключовим параметром, що визначає групу умов експлуатації автомобілів і дозволяє автоматично корегувати періодичність ТО, є середньотехнічна швидкість V_T . Удосконалені математичні моделі містять такі основні блоки:

- початкова інформація (блок отримання початкової інформації);
- розрахунок параметрів (блок розрахунку параметрів ефективності функціонування);
- оптимізація (блок оптимізації параметрів ІТС підприємства);
- розрахунок екологічних показників (блок розрахунків екологічних показників (тільки у

ППК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»»).

Блок отримання початкової інформації служить для коректування, відповідно до Положень, норм і нормативів ТО та визначення обсягів робіт, а також обліку даних, отриманих за допомогою системи GPS.

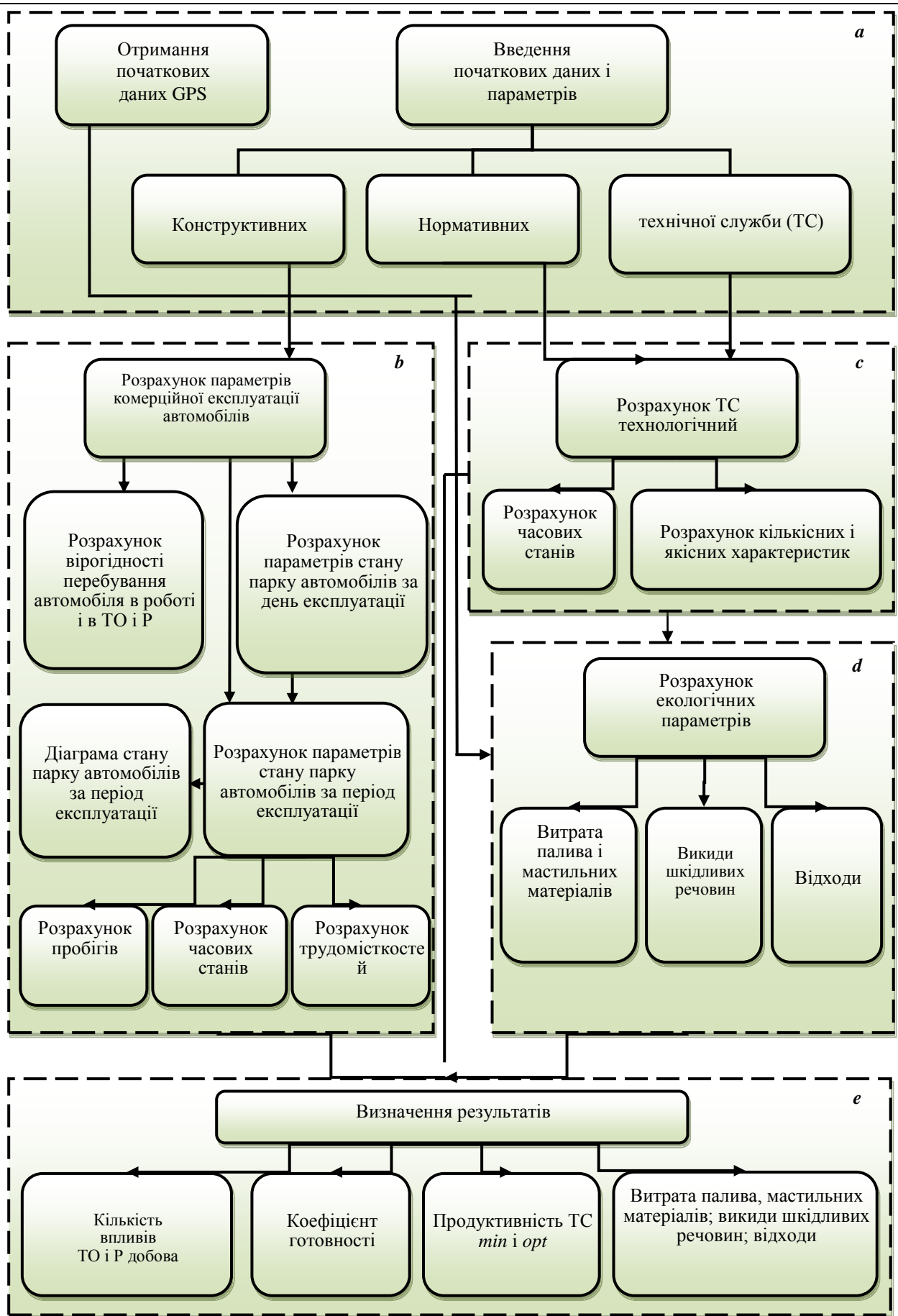


Рисунок 1 - Укрупнена структурна схема ІПК «Service Fuel Eco«NTU-HADI-12»»

Основними початковими даними ІПК «Віртуальний механік «HADI-12»» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» є дані про РС:

- державний реєстраційний номер;
- марка;
- категорія;
- модифікація;
- тип пального;
- екологічний клас (для «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»»);
- витрата пального, л/100км;
- рік випуску;
- пробіг, км;
- коефіцієнт діагностики (РД).

Залежності для розрахунку технологічних параметрів були взяті з [3]:

- пробіг до ВР (L_k^1), км;
- пробіг до ТО-1 (L_k^1), км;
- пробіг до ТО-2 (L_2^1), км;
- трудомісткість ТО-1 (T_1^1), люд.год;
- трудомісткість ТО-2 (T_2^{11}), люд.год;
- трудомісткість ПР питома (T_P^{11}), люд.год / 1000 км.

Дані, що надходять в ІПК автоматично із звітів, отриманих з інтернет-сервера, на який надходить і накопичується інформація з датчиків автомобілів, серед яких:

- пробіг середньодобовий, км;
- швидкість середня, км/год;
- час руху, год;
- час простою в процесі виконання роботи, год;
- час в ТО і Р, год.

Блок розрахунку параметрів ефективності функціонування. Тут проводяться обчислення відповідно до єдиної методики для ІПК «Віртуальний механік «HADI-12»» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»»:

- пробіги до ТО і ВР з урахуванням коефіцієнтів;
- пробіги до ТО і ВР з урахуванням кратності середньодобового пробігу, км:

$$L_1 = \frac{L_1}{L_{сд}} \cdot L_{сд}, \quad (1)$$

$$L_2 = \frac{L_2}{L_1} \cdot L_1, \quad (2)$$

$$L_k = \frac{L_k}{L_2} \cdot L_2, \quad (3)$$

де $L_{сд}$ – середньодобовий пробіг одиниці РС, км (дані від GPS);

- трудомісткість ТО, люд.год;
- трудомісткість ПР питома, люд.год/1000 км;
- кількість заявок ЦО від РС за її ЖЦ;
- кількість заявок ТО-2 від РС за її ЖЦ;
- кількість заявок ТО-1 від РС за її ЖЦ;
- кількість супутніх заявок ПР від РС за її ЖЦ;
- кількість випадкових заявок ПР від РС за її ЖЦ;

- кількість заявок сумарна від РС за її ЖЦ;
- вірогідність формування заявок на ТО і Р від РС;
- інтенсивність надходження заявок від парку РС за день робочий, дн^{-1} ;
- інтенсивність надходження заявок від парку РС на допоміжну ділянку, дн^{-1} ;

$$\lambda_y = \omega_y \cdot L_{сд} \cdot A_c, \quad (4)$$

де ω_y – параметр потоку відмов, які усуваються на допоміжній ділянці, відмова/тис.км;

- інтенсивність обслуговування заявок на окремих постах в підрозділах ТС ПАТ, дн^{-1} ;
- кількість постів у підрозділах ТС ПАТ;
- інтенсивність (пропускна здатність) підрозділів ТС ПАТ, дн^{-1} ;
- точка насичення підрозділів основного виробництва ТС ПАТ, од.;
- тривалість простою РС в підрозділах ТС ПАТ при виконанні технічних дій, дн;
- продуктивність ТС мінімальна, люд.год/дн;
- інтенсивність надходження РС в підрозділі ТС уточнена, дн^{-1} ;

$$\lambda_i = A_c \cdot \left(t_i^* + \frac{1}{\mu_{ti}} \right) - 1; \quad (5)$$

- завантаження ТС ПАТ:

$$\rho_{Si} = \frac{\lambda_i}{\mu_{Si}}; \quad (6)$$

- продуктивність мінімальна для гарантованого забезпечення середнього договірного часу простою автомобіля в підрозділах ТС ПАТ, люд.год/дн;

- коефіцієнт готовності:

$$K_{\Gamma} = \frac{\frac{L_i}{L_{сд}}}{\frac{L_i}{L_{сд}} - t_{\Theta i}^*}. \quad (7)$$

Блок оптимізації параметрів ТС ПАТ. Тут проводяться обчислення:

- продуктивність ТС оптимальна, люд.год/дн;
- мінімальні значення витрат, грн;
- обмеження на тривалість простою РС у підрозділах ТС ПАТ при виконанні технічних дій,

дн:

$$t_i^* \geq \frac{T_i}{\Pi - \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot T_i} + \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot T_i^2}{\Pi \cdot (\Pi - \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot T_i)}; \quad (8)$$

- обмеження на вірогідність простою ТС:

$$P_O^* \geq \frac{\Pi - \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot T_i}{\Pi} \quad (9)$$

Блок розрахунків екологічних показників. Тут проводяться обчислення відповідно до методики «Service Fuel Eco«NTU-HADI-12»». Визначаються витрати пального, мастильних матеріалів, викиди, відходи [12].

Середня витрата пального РС:

- при виконанні транспортної роботи, л/100км (м³/100 км, СПГ);
- при ТО і Р (5 % витрати палива при виконанні транспортної роботи), л.

Величина витрат мастильних матеріалів наведена в таблиці 1.

Масові викиди шкідливих речовин (ШР) розраховуються за формулою, т:

$$M_i = \sum_{m=1}^m g_{icj} G_j K_{Tikj} k_j, \quad (10)$$

- де g_{icj} – середній питомий викид i -ї ШР (табл. 3) з одиниці маси j -го виду пального, кг/т;
 Q_j – витрата j -го пального РС за певний період, т;
 T_{ikj} – коефіцієнт, що враховує вплив технічного стану РС k -го типу, що споживає j -й вид пального, на величину питомих викидів;
 k_j – коефіцієнт приведення РС до екологічного класу.

Значення коригуючого коефіцієнта T_{ikj} вибирають залежно від: шкідливої речовини (i), викид якої розраховують; типу автомобіля (k) і виду споживаного пального (j), використовуючи дані таблиці 2.

Середні питомі викиди g_{icj} , вибирають з таблиці 3.. Значення середніх питомих викидів ШР приведені для випадку, коли автомобіль не має систем нейтралізації відпрацьованих газів (ЄВРО-0). Для екологічних класів ЄВРО-1 – ЄВРО-6 використовуються коефіцієнти приведення k_j до норм ЄВРО (табл. 4).

Відходами на автомобільному транспорті загального користування є акумуляторні батареї, шини, фільтри. Кількість відпрацьованих акумуляторних батарей визначається, виходячи з кількості встановлених на автомобілі акумуляторів, термінів їх експлуатації і ваги, од./ рік:

$$N = \sum_{m=1}^m N_{авт.i} \cdot n_i / T_i, \quad (11)$$

- де $N_{авт.i}$ – кількість атомобілів, забезпечено акумуляторами i -го типу, од.;
 n_i – кількість акумуляторів на автомобілі, од.;
 T_i – експлуатаційний термін служби акумулятора i -ї марки, рік.
 Вага відпрацьованих акумуляторів дорівнює, т / рік.

Таблиця 1 – Витрата мастильних матеріалів в ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»»

Категорія автомобільного транспортного засобу	Витрата мастильних матеріалів, л/100 л (л/100 м ³ , СПГ) (по відношенню до витрати пального)			
	моторна олива	трансмій на олива	спеціальні оливи	пластичні мастила
M1	0,5...1,8	0,02...0,15	0,01...0,05	0,05...0,1
M2	0,5...1,8	0,02...0,15	0,01...0,05	0,05...0,1
M3	1,5...2,8	0,1...0,4	0,05...0,1	0,1...0,3
N1	0,5...1,8	0,02...0,15	0,01...0,05	0,05...0,1
N2	1,5...2,8	0,1...0,4	0,05...0,1	0,1...0,3

N3	1,5...2,8	0,1...0,4	0,05...0,1	0,1...0,3
----	-----------	-----------	------------	-----------

Значення коригуючого коефіцієнта T_{ikj} вибирають залежно від: шкідливої речовини (i), викид якої розраховують; типу РС (k) і виду споживаного пального (j), використовуючи дані таблиці 2.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів T_{ikj} у ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»»

Категорія автомобільного транспортного засобу	Значення коефіцієнта T_{ikj} для різних ШР			
	CO	C_mH_n	NO _x	PM
M1	1,5	1,5	0,9	-
M2	1,7	1,8	0,9	-
M3	1,5	1,4	0,95	1,8
N1	1,7	1,8	0,9	-
N2	1,7	1,8	0,9	-
N3	1,5	1,4	0,95	1,8

Середні питомі викиди g_{icj} вибирають з таблиці 3. Значення середніх питомих викидів ШР наведено для випадку, коли автомобіль немає систем нейтралізації відпрацьованих газів (Євро-0). Для екологічних класів Євро-1 – Євро-6 використовуються коефіцієнти приведення k_j до норм ЄВРО (табл. 4).

Таблиця 3 – Значення середніх питомих викидів ШР з одиниці споживаного пального в ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»»

Вид пального	Питомі викиди ШР кг/т пального			
	g_{CO}	g_{CH}	g_{NOx}	g_{PM}
Бензин	196,5	37,0	21,8	–
Зріджений нафтовий газ	196,5	37,0	21,8	–
Дизельне пальне	36,0	6,2	31,5	3,85
Стиснений природний газ	87,5	22,4	27,6	–

Таблиця 4 – Коефіцієнти приведення до норм Євро k_j

Шкідливі речовини	Екологічні класи РС						
	Євро-0	Євро-1	Євро-2	Євро-3	Євро-4	Євро-5	Євро-6
CO	1	0,4	0,32	0,17	0,12	0,12	0,10
NO _x	1	0,55	0,49	0,34	0,24	0,13	0,12
C_nH_m	1	0,46	0,46	0,28	0,2	0,2	0,15
PM	1	0,51	0,21	0,14	0,03	0,03	0,025

$$M = \sum_{m=1}^m N_i \cdot m_i \cdot 10^{-3}, \quad (12)$$

де N_i – кількість відпрацьованих акумуляторів i -ї марки, од. / рік;

m_i – вага акумуляторної батареї i -го типу з електролітом, кг.

Вага відпрацьованих шин з металевим кордом і з тканинним кордом визначається за формулою, т/рік:

$$M = \sum_{m=1}^m (L_i \cdot m_i \cdot N_i \cdot n_i) / (L_{ni} \cdot 10^{-3}), \quad (13)$$

де N_i – кількість автомобілів i -ї марки, од.;

n_i – кількість шин, встановлених на автомобіль i -ї марки, од.;

m_i – вага однієї зношеної шини даного типу, кг;

L_i – середній річний пробіг автомобілів i -ї марки, тис.км / рік;

L_{ni} – норма пробігу автомобілів i -ї марки до заміни шин, тис.км.

Вага відпрацьованих фільтрів, що утворилися при експлуатації автомобілів, визначається за формулою, т/ рік:

$$M = \sum_{m=1}^m (L_i \cdot m_i \cdot N_i \cdot n_i) / (L_{ni} \cdot 10^{-3}), \quad (14)$$

де N_i – кількість автомобілів i -ї марки, од.;

n_i – кількість фільтрів, встановлених на автомобіль i -ї марки, од.;

m_i – вага одного фільтра на автомобілі i -ї марки, кг;

L_i – середній річний пробіг автомобілів i -ї марки, тис.км / рік;

L_{ni} – норма пробігу автомобіля i -ї марки до заміни фільтрів, тис.км.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Регламент описує порядок роботи з ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI - 12»».

Пункти головного меню програм ІПК представлені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Пункти головного меню програми і посилання на їх опис

Пункт меню	Опис
Меню	
Вихід	Вихід з програми
Друк	Друк таблиці «Інформація про експлуатацію автомобілів початкова»
Розрахунок параметрів експлуатації автомобіля	
Інформація початкова	Інформація про експлуатацію автомобіля початкова
Обробка GPS- даних	Обробка звітів, які поступили в робочі папки автомобілів
Параметри станів парку автомобіля за період експлуатації	Розрахунок параметрів станів парку автомобілів за період експлуатації (розрахунок параметрів за даними звітів сервера)
Параметри стану парку автомобілів за день експлуатації	Відображення параметрів станів парку автомобілів за день експлуатації (розрахунок параметрів за даними звітів сервера)
Вірогідність перебування автомобіля в роботі і в ТО і Р	Розрахунок вірогідності перебування автомобіля в ТО і Р і в роботі
Розрахунок ТС технологічний	Відображення вікна «Розрахунок ТС технологічний»
Показники екологічні	
Витрати	Розрахунок витрат палива і мастильних матеріалів
Викиди	Розрахунок викидів шкідливих речовин
Відходи	Розрахунок відходів

Подальше представлення робочих вікон ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI - 12»» показано без робочих вікон з набором функціональних можливостей ІПК «Віртуальний механік «HADI-12»».

Для розрахунку витрати палива і мастильних матеріалів необхідно вибрати в головному меню вікно: «Розрахунки екологічних показників => Витрати» (рис. 2).

Інформація вікна «Розрахунки екологічних показників => Витрати» - це широкий спектр параметрів (рис. 2):

- державний реєстраційний номер автомобіля;
- група автомобіля;

- витрата палива при виконанні транспортної роботи, л/100 км;
- витрата палива при ТО і Р, л;
- витрата оливи моторної, л/100 л (л/100 м³, СПГ);
- витрата оливи трансмісійної, л/100 л (л/100 м³, СПГ);
- витрата оливи спеціальної, л/100 л (л/100 м³, СПГ);
- витрата мастил пластичних, л/100 л (л/100 м³, СПГ).

Для розрахунку викидів шкідливих речовин необхідно вибрати в головному меню вікно: «Розрахунки екологічних показників => Викиди» (рис. 3).

Інформація вікна «Викиди» може бути відсортована за державними реєстраційними номерами ТЗ і за датою надходження (рис. 3).

Государственный номер ТС	Группа ТС	Расход топлива при выполнении ТР, л/100км	Расход топлива при выполнении ТО и Р, л	Расход моторного масла, л/100л	Расход трансмиссионного масла, л/100л	Расход специальных масел, л/100л	Расход пластичных смазок, л/100л
AK 5689 AN	автобус > 5,0 т	13,00	0,65	2,15	0,25	0,08	0,2
AN 6665 AN	легковой авто.	10,00	0,5	1,38	0,16	0,04	0,09
EN 2589 AN	легковой авто.	12,00	0,6	1,38	0,16	0,04	0,09

Рисунок 2 – Вікно «Розрахунки екологічних показників => Витрати»

Государственный номер ТС	Группа ТС	Тип топлива	Экологический класс ТС	Массовый выброс оксида углерода, т	Массовый выброс углеводорода, т	Массовый выброс оксида азота, т	Массовый выброс твердых частиц, т
AK 5689 AN	автобус > 5,0 т	дизель	Евро-0	3,74	0,6	2,07	0,48
AN 6665 AN	легковой авто.	бензин	Евро-1	9,18	1,99	0,84	0,04
EN 2589 AN	легковой авто.	бензин	Евро-0	18,63	3,51	1,24	0,06

Рисунок 3 – Вікно «Розрахунки екологічних показників => Викиди»

До параметрів викидів відноситься така інформація:

- державний реєстраційний номер автомобіля;
- група автомобіля;
- тип палива;
- клас екологічний ;
- масовий викид оксиду вуглецю, т;
- масовий викид вуглеводнів, т;
- масовий викид оксидів азоту, т;
- масовий викид твердих часток, т.

Для розрахунку відходів необхідно в головному меню вибрати вікно: «Розрахунки екологічних показників => Відходи» (рис. 4).

Отработанные аккумуляторные батареи, т/год	Отработанные шины, т/год	Отработанные фильтры, т/год
0,017	0,03	0,02

Рисунок 4 – Вікно «Розрахунки екологічних показників => Відходи»

У вікні «Відходи» можна відсортувати інформацію за державними реєстраційними номерами автомобілів, за датою (рис. 4) і типом викидів: відпрацьовані акумуляторні батареї; шини; фільтри. Для друку результатів моніторингу автомобіля необхідно вибрати: Меню => Друк (рис. 5). Для виходу з програми необхідно вибрати: Меню => Вихід (рис. 5).

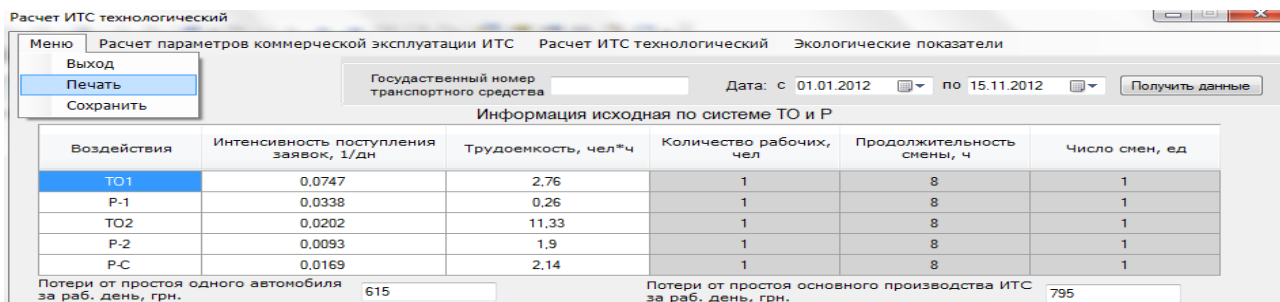


Рисунок 5 – Вікно для виводу на друк і виходу з програми

ВИСНОВКИ

У зв'язку з тим, що основна частина автомобілів в Україні зосереджена в невеликих за розміром і кількістю підприємств автомобільного транспорту та неможливістю придбання ними відповідного обладнання і мати технічну службу, яка відповідає за технічний стан автомобілів виконано удосконалення ППК «Віртуальний механік «HADI - 12» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI - 12». Таке удосконалення дозволяє механіка (диспетчера) використовувати запропоновані ППК для оцінки роботоздатного стану автомобілів в різних за кількістю і призначенням підприємствах автомобільного транспорту.

Використання удосконалених ППК «Віртуальний механік «HADI - 12» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI - 12» дозволяє перейти до «адаптивної» системи ТО і Р автомобілів, ключовим моментом якої є наявність аналогічних комплексів, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від автомобілів, її обробку і вироблення коригувальних впливів при проведенні ТО і Р.

На основі інтеграції комплексу технічних засобів у запропоновану раніше транспортно-інформаційну систему моніторингу «ХНАДУ-ТЕСА» розроблена автоматизована система управління технічною експлуатацією рухомого складу автомобільного транспорту в рамках *ITS*.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Транспорт і зв'язок України за 2014 рік. К.: Консультант, 2015. 222 с.
2. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / за заг. ред. А. М. Редзюка. К.: ДП «Державтотранс НДІпроект», 2005. 400 с.
3. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. К.: Знання-Прес, 2003. 511 с.
4. Волков В. П., Волкова Т. В., Горбик Ю. В. Сучасний стан автомобільного транспорту і напрям розвитку технічної експлуатації автомобілів. Науково-виробничий журнал "Автошляховик України", 2022, № 2 (270), с. 26-33.
5. Волков В. П., Матейчик В. П., Грицук І. В. та інші. Інтелектуальні системи моніторингу транспорту. Монографія. Харків: Вид-во НТМТ, 2015. 246 с.
6. National Intelligent Transportation System (ITS) Architecture. Executive Summary. Research and Innovation Technology Administration (RITA), US Department of Transportation, Washington D.C., May 2007.
7. E-FRAME. Extend FRAMEwork architecture for cooperative systems. FRAME Architecture. Part 1, version V1.0.
8. Моніторинг технічного стану автомобіля в життєвому циклі / за заг. ред. проф. В. П. Волкова. Харків: ХНАДУ, 2017. 301 с.
9. Torque. Engine Performance and Diagnostic Tool for Automotive Professional and Enthusiasts [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://torque-bhp.com/>. Назва з екрана.
10. Технічний регламент програмного продукту "Віртуальний механік 'HADI - 12'" при реєстрації в ньому нового транспортного засобу (Твір науково-практичного характеру) / В. П.

Волков, О. Б. Комов, Комов П. Б. та ін. Заявник і патентовласник Волков В. П. і ХНАДУ. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №47233 від 15.01.2013. 3 с.

11.Технічний регламент програмного продукту "Service Fuel Eco 'NTU-HADI-12'" при звичайній роботі (Твір науково-практичного характеру) / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов [та ін]. Заявник і патентовласник Волков В. П. і ХНАДУ. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 53292 від 24.01.2014. 3 с.

12.Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Гришук [та ін]. К.: НТУ, 2014. 168 с.

13.Програмне забезпечення систем моніторингу транспорту / М. Д. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Гришук та інші. К.: НТУ, 2016. 204 с.

14.Матейчик В. П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: монографія. К.: НТУ, 2006. 216 с.

REFERENCES

1. Transport i зв'язok Ukrainy za 2014 rik. (2015). Kyiv: Konsultant.
2. Derzhavnyi avtotransportnyi naukovo-doslidnyi i proektnyi instytut. (2005). Avtomobil'nyi transport Ukrainy: stan, problemy, perspektyvy rozvytku [Automobile transport of Ukraine: Status, problems, and development prospects] (A. M. Redziuk, Ed.). Kyiv: DP "Derzhavtotrans NDIproekt".
3. Luchenko, O. A. (2003). Tekhnichne obsluhovuvannya i remont avtomobiliv [Technical maintenance and repair of cars]. Kyiv: Znannia - Pres.
4. Volkov, V. P., Volkova, T. V., & Horbik, Y. V. (2022). Suchasnyi stan avtomobil'noho transportu i napriam rozvytku tekhnichnoi ekspluatatsii avtomobiliv [Current state of automobile transport and the direction of development of technical operation of cars]. Naukovo-vyrobnychy zhurnal "Avtoshliakhovyk Ukrainy", 2(270), 26-33.
5. Volkov, V. P., Mateichyk, V. P., Hrytsuk, I. V., et al. (2015). Intelektual'ni systemy monitorynhu transportu [Intelligent transport monitoring systems]. Kharkiv: Vyd-vo NTMT.
6. Research and Innovation Technology Administration (RITA), U.S. Department of Transportation. (2007). National Intelligent Transportation System (ITS) Architecture. Executive Summary. Washington, D.C.
7. E-FRAME. (n.d.). Extend FRAMEwork architecture for cooperative systems. FRAME Architecture, Part 1, Version V1.0.
8. Volkov, V. P., Mateichyk, V. P., Hrytsuk, I. V., et al. (2017). Monitorynh tekhnichnoho stanu avtomobilia v zhyttievomu tsykli [Monitoring the technical condition of a car in its life cycle]. Kharkiv: KHADU.
9. Torque. (n.d.). Engine performance and diagnostic tool for automotive professional and enthusiasts. Retrieved from <http://torque-bhp.com/>
10. Volkov, V. P., Komov, O. B., Komov, P. B., et al. (2013). Tekhnichniy rehlament prohramnoho produktu "Virtual'nyi mekhanik 'HADI – 12'" pry reiestratsii v niomu novoho transportnoho zasobu [Technical regulation of the software product "Virtual Mechanic 'HADI – 12'" upon registration of a new vehicle in it]. Certificate of Copyright Registration No. 47233.
11. Volkov, V. P., Mateichyk, V. P., Komov, P. B., et al. (2014). Tekhnichniy rehlament prohramnoho produktu "Service Fuel Eco 'NTU-HADI-12'" pry zvychninii roboti [Technical regulation of the software product "Service Fuel Eco 'NTU-HADI-12'" during normal operation]. Certificate of Copyright Registration No. 53292.
12. Dmytrychenko, M. F., Mateichyk, V. P., Hryshchuk, O. K., et al. (2014). Metody systemnoho analizu vlastyvostei avtomobil'noi tekhniki [Methods of system analysis of properties of automotive technology]. Kyiv: NTU.
13. Dmytrychenko, M. D., Mateichyk, V. P., Hryshchuk, O. K., et al. (2016). Prohramne zabezpechennia system monitorynhu transportu [Software for transport monitoring systems]. Kyiv: NTU.
14. Mateichyk, V. P. (2006). Metody otsiniuvannya ta sposoby pidvyshchennia ekolohichnoi bezpeky dorozhnikh transportnykh zasobiv [Methods of assessment and ways to improve the environmental safety of road vehicles]. Kyiv: NTU.

V. Volkov, I. Gritsuk, V. Onyshchuk, T. Volkova, V. Stelmashchuk, D. Zbytskyi Enhancement of the Information and Software Complex for the Control of the Technical Condition of Vehicles at the Enterprise of Motor Transport

The purpose of this article is to enhance the information and software complex for controlling the operational state of vehicles within an enterprise of motor transport. The gradual development of new types of transportation has led to an increase in the time vehicles spend away from the main production base, and consequently, the role of preventative maintenance of vehicles has increased. Therefore, the creation of a flexible "adaptive" control and management system for the technical condition of a vehicle, with elements of an individual approach to each specific vehicle, has become a priority task. Due to the fact that the main part of vehicles in Ukraine is concentrated in small-sized and small-numbered enterprises of motor transport and the impossibility of purchasing appropriate equipment and having a technical service that is responsible for the technical condition of vehicles, enhancements were made to the information and software complexes "Virtual Mechanic HADI - 12" and "Service Fuel Eco NTU-HADI - 12". Such enhancements allow the mechanic (dispatcher) to use the proposed information and software complexes to assess the operational state of vehicles in various enterprises of motor transport by number and purpose. The use of the enhanced information and software complexes "Virtual Mechanic HADI - 12" and "Service Fuel Eco NTU-HADI - 12" allows for the transition to an "adaptive" system of maintenance and repair of vehicles, a key feature of which is the presence of similar complexes that ensure remote monitoring and receiving the necessary current information from vehicles, processing it and making corrective influences during maintenance and repair. Based on the integration of technical means into the previously proposed transport information monitoring system "KhNADU-TES", an automated system for managing the technical operation of the rolling stock of motor transport within the framework of ITS has been developed.

Keywords: vehicle, motor vehicle, technical operation of vehicles, enterprise of motor transport, adaptive system of maintenance and repair, information and software complex, operational capability, operating conditions.

ВОЛКОВ Володимир Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, e-mail: volf-949@ukr.net

ГРИЦУК Ігор Валерійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри експлуатації судових енергетичних систем, Херсонська державна морська академія, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

ОНИЩУК Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету, e-mail: v.onyshuk@Intu.edu.ua

ВОЛКОВА Тетяна Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, e-mail: wolf949@ukr.net

СТЕЛЬМАЩУК Валерій Віталійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету, e-mail: Val.stelmashchuk@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3813-3143>

ЗБИЦЬКИЙ Данило Дмитрович, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, e-mail: zbitskiy00@ukr.net

Vladimir VOLKOV, doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical operation and service of cars, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, e-mail: volf-949@ukr.net

Igor GRITSUK, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Operation of Ship Power Systems, Kherson State Maritime Academy, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Vasyl ONYSHCHUK, PhD in Engineering, head of the department of Automobiles and Transport Technologies department, Lutsk National Technical University e-mail: Vasyl.Onyshchuk@lutsk-ntu.com.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5316-408X>

Tetiana VOLKOVA, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of Department Transport Technology, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, e-mail: wolf949@ukr.net

Valery STELMASHCHUK, Ph.D in Engineering, associate professor of automobiles and transport technologies department, Lutsk National Technical University, e-mail: Val.stelmashchuk@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3813-3143>.

Danylo ZBYTSKYI, a candidate for the second (master's) level of higher education, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, e-mail: zbitskiy00@ukr.net

DOI 10.36910/automash.v1i22.1352