

УДК 621.44.3:678-462: 629.735: 629.113

**В. П. ВОЛКОВ**, д-р техн. наук, проф. ХНАДУ, Харків;  
**В. П. МАТЕЙЧИК**, д-р техн. наук, проф. НТУ, Київ;  
**П. Б. КОМОВ**, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ, Харків;  
**О. Б. КОМОВ**, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ, Харків;  
**І. В. ГРИЦУК**, канд. техн. наук, доц. ДонІЗТ УкрДАЖТ, Донецьк

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

У статті представлені створені в структурі інтелектуальних транспортних систем сучасні інформаційні комплекси програм аналітико-ймовірнісної методики, що дозволяють виконувати технологічний розрахунок для планування роботи системи ТО і Р транспорту та проводити оцінку викидів та відходів.

**Ключові слова:** автомобіль, технічна експлуатація, інтелектуальна транспортна система, інформаційний комплекс програм.

**Вступ.** Сучасний етап розвитку транспорту характеризується в суспільстві як етап інтенсивного розвитку інтелектуальних транспортних систем, або *Intelligent Transportation System (ITS)*, що на усіх видах транспорту пов'язано з достатньо низьким рівнем безпеки людства, що забезпечує транспорт. Але проблема безпеки на транспорті є також і наслідком втручання самої людини в процеси безпеки, які вона повинна організовувати та контролювати, що в купі викликає в галузі бурхливе використання штучного інтелекту. Технічна експлуатація (ТЕ) та безпосередньо процеси технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) рухомого складу (РС) існують для забезпечення технічної, екологічної та інших видів безпеки транспорту. Багато в чому безпека автомобільного транспорту (АТ) ґрунтується на застосуванні систем ТО і Р, які в сучасних умовах, коли транспорт перейшов в приватну власність практично не діють. Причина в тому, що більшість власників РС розглядають системи ТО і Р як додатковий тягар і тому для забезпечення працездатності та, відповідно, безпеки свого РС використовують в ТЕ лише стратегію «очікування ремонту», яка, наприклад, при експоненціальному законі надійності РС забезпечують рівень надійності (вірогідність відсутності відмов) в обсязі 37%. Відповідно до чого, актуальним для транспорту є визначення таких засобів і, насамперед *ITS*, які вже сьогодні придатні надати галузі необмежений автоматизований і навіть автоматичний контроль по використанню власниками РС тих систем ТО і Р, що їм рекомендовані виробниками РС для обов'язкового виконання. При цьому не менш важливим є також питання адаптації безпосередньо самих систем ТО і Р до експлуатації РС в умовах *ITS*, що пов'язано, наприклад, з адаптацією існуючих моделей ТЕ до сучасної інформаційної бази *ITS*.

**Аналіз існуючих досліджень.** Інформаційну базу систем ТО і Р на АТ традиційно складають нормативи ТЕ та середньостатистична інформація, що надходить з шляхових листів, які представляють звіт РС про виконану їм роботу. Існуючі моделі ТЕ мають широкий спектр призначення та практично необмежене коло задач, які вони можуть сьогодні вирішувати на АТ [1, 2, 3]. Сучасні дослідження Московського автомобільно-дорожнього інституту (МАДІ) [4] та Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ) [5, 6] спрямовані на більш поширене використання інформації.

© В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов, О. Б. Комов, І. В. Грицук, 2013

**Постановка задачі.** Метою даної статті є означення особливостей формування інформаційних основ використання інтелектуального програмного комплексу для організації та оцінки сучасних виробництв з ТО і Р автомобілів.

**Основний матеріал.** У відповідності до теорії ТЕ, згідно з дослідженнями [5, 6], проведеним під керівництвом проф. Говорущенко М.Я., визначено параметр середньотехнічної швидкості  $V_T$ , що визначає групу умов експлуатації автомобілів та дозволяє автоматично, на науковій основі відкоригувати періодичність ТО та інші параметри ТЕ. На кафедрах «Технічна експлуатація і сервіс автомобілів» ХНАДУ і «Екологія і безпека життєдіяльності» НТУ для інтенсифікації діяльності інженерно-технічної служби у відповідності до умов експлуатації ТЗ і характеристики конкретної ІТС розроблені інтелектуальні програмні комплекси (в подальшому ІПК): «Віртуальний механік «HADI-12»» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»».

Сьогодні, відповідно до проведених досліджень науковців ХНАДУ, пропонується вірогідна методика технологічного розрахунку інтелектуального підприємств з планування робіт ТО і Р, яка містить блоки: отримання вихідної інформації; розрахунок параметрів ефективності функціонування; оптимізація параметрів інженерно-технічної служби (ІТС) підприємств. Відповідно до особливостей побудови й використання ІПК для розрахунку, аналізу і прогнозування вірогідності перебування автомобілів як в роботі так і ТО і Р, розроблено укрупнений алгоритм комплексу. ІПК призначений для інтенсифікації діяльності ІТС, а також для вирішення питання організації і управління, розрахунку й аналізу систем ТО і Р автомобільного транспорту, які розглядаються з позицій ймовірних методів дослідження і теорії масового обслуговування на основі використання параметрів експлуатації, що надаються спеціальними засобами, запропонованими фахівцями ХНАДУ та НТУ, як невід'ємні технічні складові в структурі ІТС. Алгоритм ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» представлено на рис. 1. Алгоритм роботи ІПК побудовано на наступних елементах і процесах: формування і введення основних вихідних даних для роботи програми, отримання та обробка даних *GPS*, *GPRS* за допомогою інтернет-серверу, що разом з системою ТО і Р утворюють ІТС нового покоління; моніторинг часових станів ТЗ в цілому і по елементах; зв'язки між основними складовими (елементами) програми і вихід з програми. Принцип здійснення алгоритму полягає у наступному: функція формування і введення основних вихідних даних для роботи програми полягає в залученні конструктивних, технологічних і нормативних параметрів РС та ІТС у відповідності до конкретних умов, а також в забезпеченні програми інформацією про роботу РС під час процесу експлуатації; зв'язки між основними елементами програми призначені для відображення взаємодії розрахункових параметрів із заданими показниками, що обумовлені на початку роботи програми; кінцевим результатом програми є визначення наступних параметрів: кількість впливів ТО і Р добова, коефіцієнт готовності і продуктивності ІТС *min* та *opt*.

В алгоритмі програм виділено чотири основних блоки, які логічно пов'язані між собою: вихідні дані (рівень *a*); розрахунок параметрів комерційної експлуатації ІТС (рівень *b*); розрахунок технологічних параметрів ІТС (рівень *c*); визначення екологічних параметрів (рівень *d*); визначення головних результатів (рівень *e*).

Входом і процесом роботи програми рівня *a* - формування і введення основних вихідних даних для роботи системи служать: конструктивні параметри ТЗ, що визначаються заводом-виробником, серед яких в першу чергу витрата палива л/100км, деякі параметри двигуна, модифікація ТЗ та інші характеристики відповідного ТЗ; нормативні параметри ТЗ, що визначаються згідно Положення [8], основними з яких є

нормативні пробіги до впливів і їх трудомісткості; параметри ІТС, а саме кількість робітників ІТС, кількість робочих змін, тривалість робочої зміни тощо; дані, отримані з інтернет-серверу, на який надходить інформація з приладу супутникового позиціонування встановленому на ТЗ.

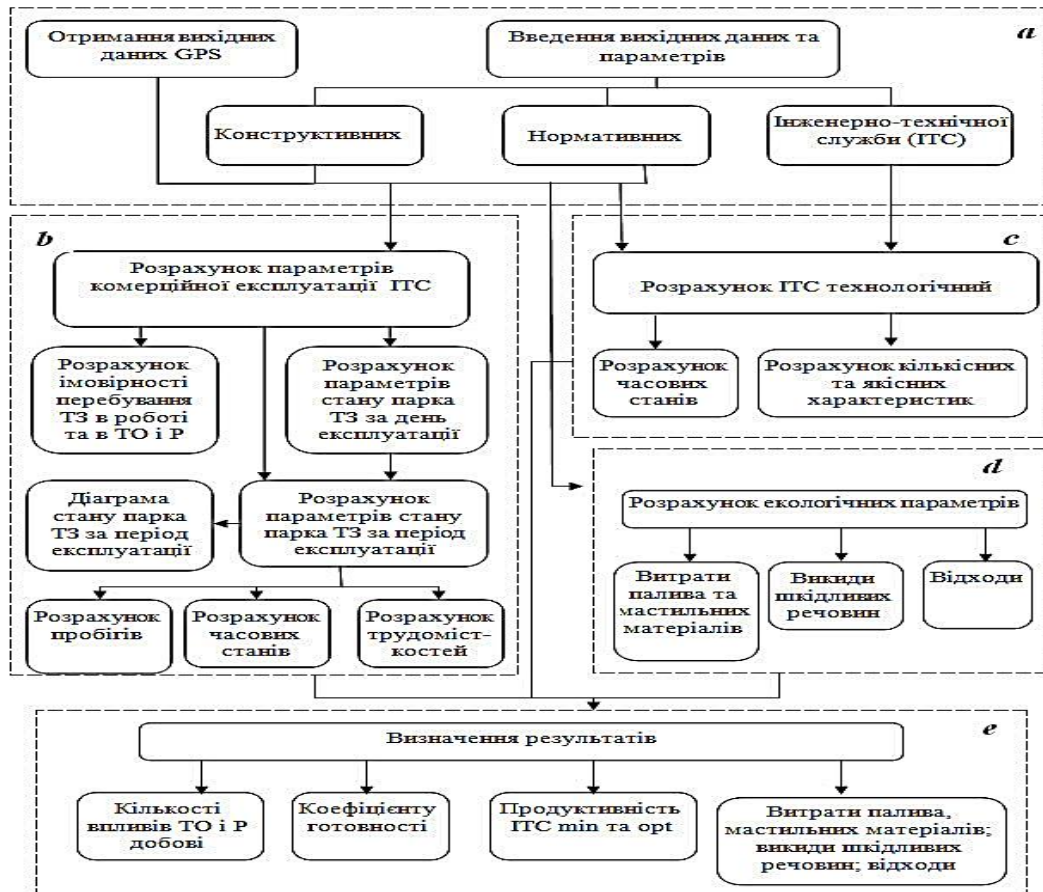


Рисунок 1 - Укрупнена структурна схема програми «Service Fuel Eco «NTU\_HADI\_12»»

Блок *b* утворює у загальному вигляді розрахунок показників комерційної експлуатації ТЗ до яких входить: розрахунок параметрів стану парку ТЗ за день експлуатації; розрахунок параметрів стану парку ТЗ за певний період експлуатації, а саме: розрахунок пробігів до технічних впливів, часових станів ТЗ та трудомісткостей впливів; розрахунок імовірності перебування ТЗ в роботі та в ТО і Р, тобто розрахунок кількості впливів ТО і Р добових.

Блок *c* утворює у загальному вигляді технологічний розрахунок ІТС: розрахунок часових станів перебування ТЗ на постах ТО і Р, а також загальний час перебування в ІТС; розрахунок кількісних і якісних показників ІТС, таких як пропускна спроможність підрозділів ІТС та ін. ;

Для розширення програмного продукту «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» [9] у порівнянні з програмою «Віртуальний механік «HADI-12»» [10] було виділено окрему вкладку «Екологічні показники». В основу цих програмних продуктів покладені роботи Ю.Ф.Гутаревича [7] і В.П.Матейчика [11], що спрямовані на покращення паливної економічності та екологічну безпеку транспортних засобів. Тому блок *d* утворює у загальному вигляді розрахунок екологічних показників: розрахунок витрати палива та мастильних матеріалів; розрахунок викидів за основними типами шкідливих речовин

(оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту, тверді частинки) [7]; розрахунок відходів, а саме відпрацьовані акумуляторні батареї, відпрацьовані шини, відпрацьовані фільтри. Вкладка цього блоку, в свою чергу, має три блоки.

1. Витрати доцільно розподілити на дві групи: а) Витрату палива доцільно розподілити на дві категорії: витрата палива при виконанні транспортної роботи, л/100км (середня витрата транспортним засобом палива в літрах на 100 км); витрата палива при ТО і Р (розраховується 0,05\*витрата палива при виконанні транспортної роботи), л. б) Витрата мастильних матеріалів.

2. Викиди розраховуються за основними типами шкідливих речовин:  $CO$  – оксид вуглецю;  $C_mH_n$  – вуглеводні;  $NO_x$  – оксиди азоту;  $PM$  – тверді частинки. Розрахунок масових викидів окремих шкідливих речовин розраховують за залежністю (1), т:

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

де  $g_{icj}$  – середній питомий викид  $i$ -ї шкідливої речовини з одиниці маси  $j$ -го виду палива, кг/т;  $Q_j$  – витрата  $i$ -го палива рухомим складом автотранспортного підприємства за певний період, т;  $T_{ikj}$  – коефіцієнт, який враховує вплив технічного стану автомобіля  $k$ -го типу, що споживає  $i$ -й вид палива на величину питомих викидів;  $k_j$  – коефіцієнт приведення до екологічного класу ТЗ.

3. Відходи - розрахунок відходів утворених на етапі ТО і Р доцільно проводити за основними типами:

а) Відпрацьовані акумуляторні батареї. Розрахунок утворення відпрацьованих акумуляторів виконується, виходячи з кількості встановлених акумуляторів (за даними підприємства), термінів їх експлуатації і ваги акумулятора. Розрахунок проводиться за формулою:

$$N = \sum_{m=1}^m N_{авм.i} \cdot n_i / T_i, \text{ шт./рік} \quad (2)$$

де -  $N_{авм.i}$  - к-ть ТЗ, забезпечених акумуляторами  $i$ -го типу;  $n_i$  - кількість акумуляторів у ТЗ, шт.;  $T_i$  - експлуатаційний термін служби акумуляторів  $i$ -ї марки, рік.

Вага утворюються відпрацьованих акумуляторів дорівнює:

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

де:  $N_i$  - кількість відпрацьованих акумуляторів  $i$ -ї марки, шт. / рік;  $m_i$  - вага акумуляторної батареї  $i$ -го типу з електролітом, кг.

б) Відпрацьовані шини. Розрахунок кількості відпрацьованих шин з металокордом і з тканинним кордом здійснюється за формулою:

$$M = \sum_{m=1}^m (L_i \cdot m_i \cdot N_i \cdot n_i) / (L_{ni} \cdot 10^{-3}), \text{ т/рік} \quad (4)$$

де  $N_i$  - кількість автомобілів  $i$ -ї марки, шт.;  $n_i$  - кількість шин, встановлених на автомобілі  $i$ -ї марки, шт.;  $m_i$  - вага однієї зношеної шини даного виду, кг;  $L_i$  - середній

річний пробіг автомобіля  $i$ -ї марки, тис. км / рік;  $L_{ni}$  - норма пробігу рухомого складу  $i$ -ї марки до заміни шин, тис. км.

в) Відпрацьовані фільтри. Розрахунок кількості утворення відпрацьованих фільтрів, що утворюються при експлуатації автотранспорту, здійснюється за формулою:

$$M = \sum_{m=1}^m (L_i \cdot m_i \cdot N_i \cdot n_i) / (L_{ni} \cdot 10^{-3}), \text{ т/рік} \quad (5)$$

де  $N_i$  - кількість автомобілів  $i$ -ї марки, шт.;  $n_i$  - кількість фільтрів, встановлених на автомобілі  $i$ -ї марки, шт.;  $m_i$  - вага одного фільтра на автомобілі  $i$ -ї марки, кг;  $L_i$  - середній річний пробіг автомобіля  $i$ -ї марки, тис. км · рік;  $L_{ni}$  - норма пробігу рухомого складу  $i$ -ї марки до заміни фільтрувальних елементів, тис. км.

- На кінцевому рівні  $e$  визначаються найбільш значущі показники ІТС: кількість впливів ТО і Р добова; коефіцієнт готовності ІТС в цілому; продуктивність ІТС  $min$  та  $opt$ ; витрати палива, мастильних матеріалів; викиди шкідливих речовин; відходи.

- витрати палива, мастильних матеріалів; викиди шкідливих речовин; відходи.

- В якості обмеження для програми розглядаються визначені параметри роботи ІТС, такі як: кількість постів ТО і Р, пропускна спроможність підрозділів ІТС, а також коефіцієнт готовності ІТС, який не може перевищувати 1. Програма відповідає вимогам сучасних автотранспортних підприємств та реалізує в повному обсязі різні алгоритми виробничих процесів ІТС. Крім цього програма розроблена у відповідності до основних принципів побудови аналогічних продуктів програмування.

На основі отриманих параметрів будується діаграма стану парку ТЗ за певний період експлуатації (рис. 2).



Рисунок 2 – Діаграма стану парку ТЗ за певний період експлуатації

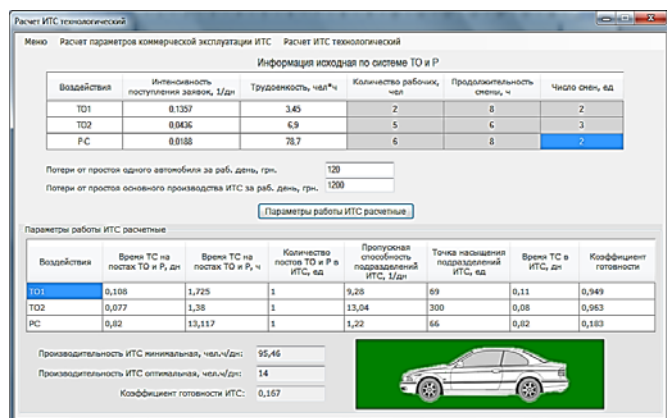


Рисунок 3 – Розрахунок ІТС технологічний

Після проведення розрахунків на основі отриманих параметрів будується діаграма стану парку ТЗ за певний період експлуатації. Додатково програмний продукт на основі розрахованих параметрів комерційної експлуатації, а також вихідної

інформації по системі ТО і Р (кількість робітників, люд.; тривалість зміни, год.; число змін; втрати від простою одного автомобіля за робочу добу, грн; втрати від простою основного виробництва ІТС за робочу добу, грн.) визначає параметри роботи ІТС (рис. 3), а саме: час ТЗ на постах ТО і Р, дн.; час ТЗ на постах ТО і Р, год; кількість постів ТО і Р в ІТС, од; пропускна спроможність підрозділів ІТС, од; точка насичення підрозділів ІТС, од; час ТЗ в ІТС, дн.; коефіцієнт готовності; продуктивність ІТС мінімальна, люд.год / дн; продуктивність ІТС оптимальна, чол.год / дн; коефіцієнт готовності ІТС.

Розрахунок витрат палива і мастильних матеріалів виконується при входженні в головне меню в Розрахунок екологічних показників => Витрати (рис.4). До параметрів витрат палива та мастильних матеріалів входять: державний номер ТЗ; група ТЗ; витрата палива при виконанні транспортної роботи, л/100км; витрата палива при ТО і Р, л; витрата моторної оливи, л/100л; витрата трансмісійної оливи, л/100л; витрата спеціальних оливи, л/100л; витрата пластичних мастил, л/100 л.

Розрахунок викидів шкідливих речовин виконується при входженні в головне меню в Розрахунок екологічних показників => Викиди (рис.5). У вікні «Викиди» можна відсортувати інформацію за державним номером ТЗ та за датою (рис. 5). До параметрів викидів входять: державний номер ТЗ; група ТЗ; тип палива; екологічний клас; масовий викид оксиду вуглецю; масовий викид вуглеводню; масовий викид оксиду азоту; масовий викид твердих частинок.

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
АК 5689 АН	автобус > 5,0 т	13,00	0,55	2,15	0,25	0,08	0,2
АН 6665 АН	легковой авто.	10,00	0,5	1,38	0,16	0,04	0,09
ЕН 2589 АН	легковой авто.	12,00	0,6	1,38	0,16	0,04	0,09

Рисунок 4 – Розрахунок 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
АК 5689 АН	автобус > 5,0 т	дизель	Евро-0	3,74	0,6	2,07	0,48
АН 6665 АН	легковой авто.	бензин	Евро-1	9,18	1,39	0,84	0,04
ЕН 2589 АН	легковой авто.	бензин	Евро-0	18,63	3,51	1,24	0,06

Рисунок 5 – Розрахунок екологічних показників. Викиди

Розрахунок викидів шкідливих речовин виконується при входженні в головне меню в Розрахунок екологічних показників => Відходи (рис.6). У вікні «Відходи» можна відсортувати інформацію за державним номером ТЗ та за датою (рис. 6). До параметрів викидів входять: відпрацьовані акумуляторні батареї; відпрацьовані шини; відпрацьовані фільтри.

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

Рисунок 6 – Розрахунок екологічних показників. Відходи

Результати розрахунків з використанням засобів обчислювальної техніки візуалізуються у вигляді таблиць і діаграм в робочому вікні програми, а також мають можливість систематизуватись за часом та виводитись на друк в форматі А4 в табличній формі. Отримані ППК результати дозволяють забезпечити автоматизоване обстеження технічного стану ТЗ, планування та регулювання роботи автотранспортних підприємств в оперативному діалоговому режимі.

**Висновок.** Створені програмні комплекси дозволяють постійно проводити моніторинг технічного стану як окремого конкретного ТЗ, так і парку автомобілів в цілому з урахуванням реальних експлуатаційних умов, та на підставі існуючих даних моделювати виробничу структуру системи ТО і Р конкретного автотранспортного підприємства.

**Список літератури:** 1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Под ред. Г. В. Крамаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с. 2. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей. - Х.: Вища школа, 1984. - 312 с. 3. Кузнецов Е. С., Курников И. П. Производственная база автомобильного транспорта: Состояние и перспективы. – М.: Транспорт, 1988. – 231 с. 4. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В. М. Власов, А. Б. Николаев, А. В. Постолит, В. М. Приходько; под общ. ред. В. М. Приходько; МАДИ (Гос. техн. ун-т). – М.: Наука, 2006. - 283 с. 5. Говорущенко Н. Я., Варфоломеев В. Н. Экономическая кибернетика транспорта. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 2000. -218 с. 6. Говорущенко Н. Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчётные методы исследований): монография / Н. Я. Говорущенко. – Харьков: ХНАДУ, 2011. -292 с. 7. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г., Корпач А. О., Мерзиевська Л. П. Екологія автомобільного транспорту: Навч. посібник – К.: Основа, 2002. – 312 с. 8. Положення про технічне обслуговування та ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. –К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с. 9. Технічний регламент програмного продукту «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» при реєстрації в ньому нового транспортного засобу/ Гришук О. К. та інші. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 48063 от 26.02.2013. Заявка від 26.12.2012 №48279. 10. Технічний регламент програмного продукту «Віртуальний механік «HADI-12»» при реєстрації в ньому нового транспортного засобу / Волков В. П. та інші. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 47233 от 15.01.2013. Заявка від 15.11.2012 №47525. 11. Матейчик В. П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів. Монографія. – Київ, НТУ, 2006.

*Надійшла до редколегії 15.05.2013*

УДК 621.44.3:678-462: 629.735: 629.113

**Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов, О. Б. Комов, І. В. Гришук // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2013. – № 29 (1002). – С. 138–144. – Бібліогр.: 11 назв.**

В статье представлены созданные в структуре интеллектуальных транспортных систем современные информационные комплексы программ аналитико-вероятностной методики, которые позволяют выполнять технологический расчет для планирования работы системы ТО и Р транспорта и проводить оценку выбросов и отходов.

**Ключевые слова:** автомобиль, техническая эксплуатация, интеллектуальная транспортная система, информационный комплекс программ.

In the article presents the structure created in the intelligent transportation systems of modern information complexes of programs, analytical and probabilistic techniques which allow you to perform calculations for technology planning system maintenance and repair of transport and to assess emissions and waste.

**Keywords:** vehicle, technical operation, the intelligent transportation system, the information set of programs.