

Волков В.П.¹, Грицук І.В.², Волкова Т.В.¹, Грицук Ю.В.³, Волков Ю.В.¹

¹ Харківський Національний автомобільно-дорожній університет

² Херсонська державна морська академія

³ Донбаська національна академія будівництва і архітектури

РОЗРОБКА МЕТОДУ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ В ІНФОРМАЦІЙНИХ УМОВАХ ITS

У роботі розроблено метод застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах ITS, який дозволяє дистанційно отримувати інформацію про умови експлуатації транспортних засобів в умовах ITS. Сформована інформаційна система моніторингу стану і умов експлуатації транспортних засобів, описано загальне інформаційне забезпечення системи, а також описані: процеси дослідження і оцінка умов експлуатації транспортних засобів; інформаційна модель положення автомобілів; дорожні умови експлуатації автомобілів, транспортні умови експлуатації автомобілів, атмосферно-кліматичні умови експлуатації автомобілів, швидкісна модель режимів руху автомобілів тощо.

Ключові слова: умови експлуатації, інформаційні умови, дорожні умови, транспортні умови, атмосферно-кліматичні умови, автомобілі, транспортні засоби, технічна експлуатація автомобілів.

Постановка проблеми. На підставі результатів аналізу сучасного стану автомобільного транспорту (АТ) і її підсистеми – технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) виявлено, що основна частина автомобілів в Україні зосереджена в невеликих за розміром і кількістю підприємствах. Це призвело до організаційного і технологічного вакууму, результатом чого є практично неконтрольована експлуатація автомобілів в більшості малих підприємствах автомобільного транспорту, погіршення технічного стану автомобілів, збільшення кількості ДТП, викликаних несправністю автомобілів і забруднення навколишнього середовища. Існуюча в ТЕА система ТО і Р, яка встановлює для автомобілів середньостатистичні норми пробігу і трудомісткості їх технічних впливів і дозволяє застосовувати ряд коефіцієнтів коригування для конкретного автомобіля, призводить до суттєвого підвищення витрат для підтримки працездатності автомобілів.

У зв'язку з застосуванням на автомобілях вбудованої бортової діагностики, розвитку супутникових систем навігації і мобільного зв'язку, сучасних технологій з'явилася можливість здійснювати дистанційний моніторинг з оцінкою рівня технічного стану автомобіля, що цілком дозволяє реалізувати практично будь-які завдання по виявленню та прогнозуванню технічного стану автомобіля. Це в свою чергу дозволяє перейти до адаптивної системи ТО і Р автомобілів, ключовим моментом якої є розробка інформаційно-комунікаційної системи і бази прогнозних моделей з урахуванням умов експлуатації автомобілів. Це дозволяє дистанційним моніторингом отримати необхідну поточну інформацію від автомобілів, її обробку і вироблення коригувальних впливів при виконанні ТО і Р.

Аналіз останніх досліджень. Забезпечення працездатності автомобіля раніше здійснювалось застосуванням трьох стратегій [1]:

I - підтримка заданим рівнем працездатності (технічним обслуговуванням);

II - відновленням втраченої працездатності (ремоном);

III - комбінацією I та II стратегій (ТО і Р).

На АТ існує, відповідно до класифікації [3, 4], три основних види систем ТО і Р (тактики) транспортних машин:

- за напрацювання;
- за станом;
- змішані.

Суть системи з напрацювання полягає в тому, що технічні впливу виконується для виробу - автомобіля, через певний пробіг, незалежно від його технічного стану. В результаті значна частина його ресурсу не використовується, тому така модель системи ТО і Р має значну вартість і в практиці може застосовуватися тільки для спеціальних автомобілів. Наприклад, на АТ ця система використовується для тих вузлів і деталей автомобіля, від яких залежить безпека його руху [4].

Суть системи станом полягає в тому, що технічні впливу проводиться для виробу лише при досягненні ним контрольованих параметрів свого критичного рівня, тобто гранично допустимого стану. На практиці для реалізації такої системи ТО і Р необхідно спеціальне контрольно-діагностичне

обладнання і в цілому вміння фахівців автоматизовані системи управління автоматизовані системи управління інженерно-технічної служби (ІТС), вимірювати безперервно або періодично контрольовані (діагностичні) параметри виробу. Сьогодні такі системи, внаслідок глобалізації темничної діагностики (ТД) і неруйнівного контролю, успішно впроваджуються в світі техніки багатьма зарубіжними фірмами. Там вони отримали назву «*Condition Monitoring*» [4], а в сучасній термінології ТЕА - це «адаптивні» системи [5, 6].

Змішана система об'єднує в собі елементи двох систем (з напрацювання і за станом). Це найбільш поширена в сучасному світі техніки система ТО і Р, яка застосовується, наприклад, для таких машин: транспортних, сільськогосподарських, будівельних і багатьох інших. Дана система ТО і Р в залежності від методу встановлення періодичності та обсягу технічних впливів, розділяється на середньостатистичну і діагностичну [7].

Технічний контроль в структурі системи ТЕА є основним джерелом інформації, необхідної для забезпечення якості робіт по ТО і Р виробів і ефективного управління виробництвом цих робіт.

У зв'язку з аналізом стратегій і тактик ТО і Р автомобілів можна зробити висновок, що традиційна, сформована на автомобільному транспорті загального користування протягом багатьох років система ТО і Р, вже не відповідає в цілому сучасним вимогам ТЕА [6]. Її основною перевагою є лише можливість прогнозувати витрати запасних частин і матеріалів при відсутності хороших діагностичних систем, а основним недоліком - прийняття рішення про проведення робіт ТО і Р на підставі інформації про пробіг автомобіля. При реалізації такої системи ТО і Р на практиці, вона не враховує реальний стан вузлів і агрегатів автомобілів, що призводить до перевитрати запасних частин і, як наслідок, високі витрати на підтримання автомобілів в справному стані.

Формування цілей роботи. Для втілення адаптивної системи ТО і Р автомобілів необхідно сформуванню інформаційно-комунікаційну модель системи дистанційного моніторингу автомобіля в умовах експлуатації на основі загального підходу до дослідження системи «Автомобіль - водій - умови експлуатації – інфраструктура експлуатації автомобіля (транспортна і автомобільних доріг)», яка включає системну взаємодію складових компонентів моніторингу: автомобіля (ТЗ) з водієм і бортовим інформаційним комплексом (БІНК); умов експлуатації транспортного засобу (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови і культура праці); транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг. Для проведення синтезу і аналізу, формування можливих варіантів схем інформаційної системи моніторингу автомобілів в умовах експлуатації було використано морфологічний аналіз системи, що досліджується. Це дозволило формувати можливі варіанти інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації у вигляді конкретних залежностей (схем). Тому метою даної роботи є розробка методу застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах ІТС.

Основна частина. Інформаційна система моніторингу стану і умов експлуатації автомобілів (транспортних засобів, ТЗ) включає в себе сукупність стаціонарних і мобільних (бортових щодо ТЗ) систем збору і передачі інформації. Схема інформаційного обміну між елементами ІТС, а саме ТЗ і транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації показана на рис. 1. Основний принцип інформаційного обміну між елементами ІТС, а саме ТЗ і транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації та побудови інформаційної системи моніторингу полягає в тому, що в ній ТЗ є не тільки об'єктом контролю і управління, але також джерелом постійно поновлюваної інформації про стан умов його експлуатації.

До складу інформаційного забезпечення системи входять наступні складові:

- система збору, накопичення і розповсюдження інформації про технічний стан ТЗ в умовах експлуатації;
- автоматизовані інструментальні засоби діагностики технічного стану ТЗ і автомобільних доріг;
- база географічних даних про стан дороги та об'єкти інфраструктури автомобільних доріг;
- система збору та передачі даних;
- комплекс завдань контролю стану і планування умов експлуатації ТЗ;
- засоби візуалізації результатів моніторингу автомобільних доріг і зв'язку з водієм і іншими учасниками руху.

Загальна задача формування методики застосування класифікації умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах ІТС, як складної системи, базується на отриманні інформації про фактичний технічний стан, методи і засоби її реалізації при вирішенні конкретних науково-технічних задач,

оцінки, перевірки відповідності встановленим обмеженням, засобам для його забезпечення, критеріям оцінювання отриманих показників та визначення взаємозв'язку між ними.

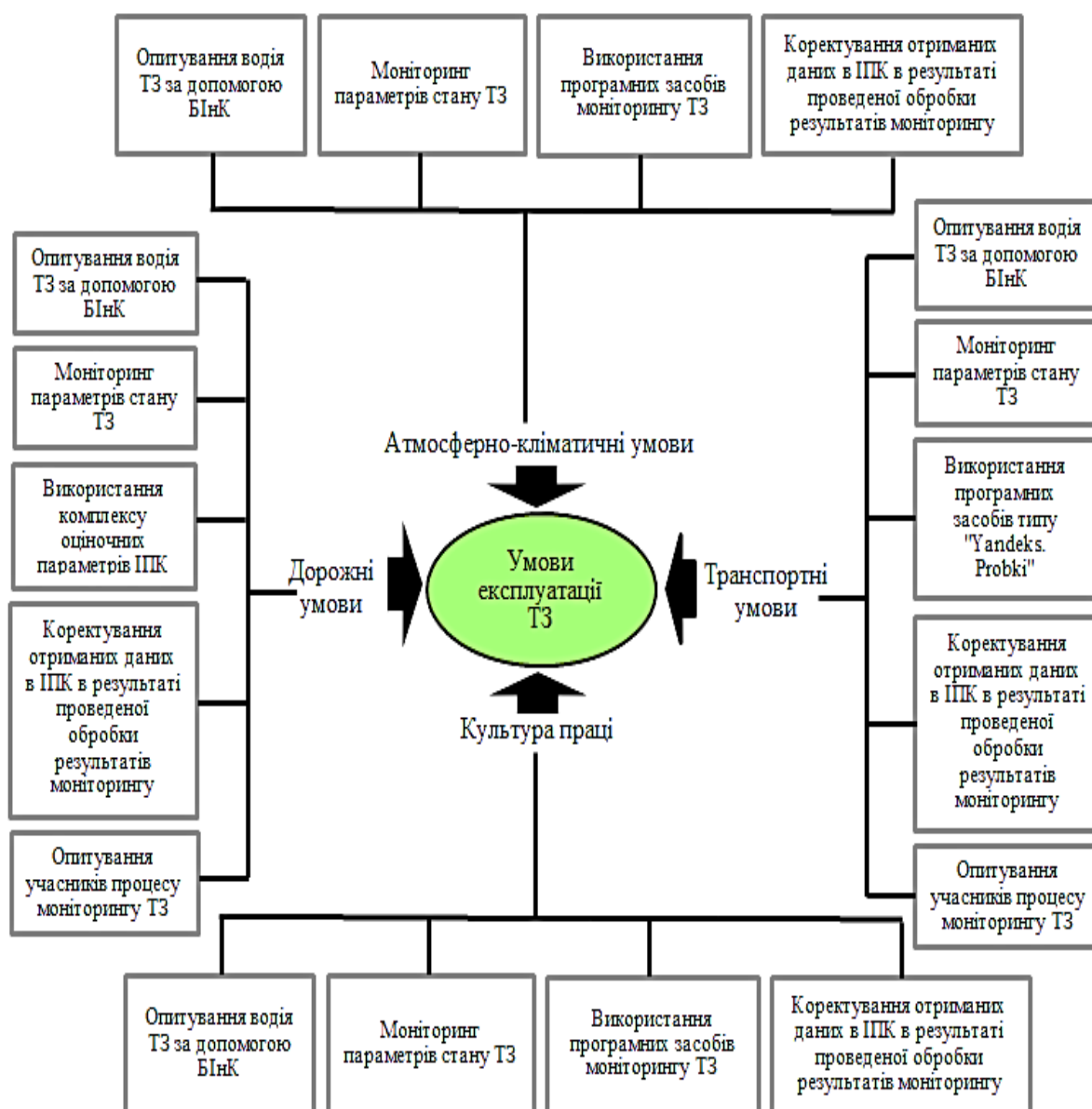


Рисунок 1 - Загальна схема способів отримання і формування інформації про стан і умови експлуатації ТЗ в умовах ITS

Забезпечення системи інформації умов експлуатації ТЗ $S_{y.e.\Sigma T3_i}(t)_i$ побудовано на основі серверних рішень $S_{y.e.T3_i}(t)_i$ за положеннями [4, 8], локального джерела інформації $S_{y.e.Vd_i}(t)_i$ і мережових баз даних $S_{y.e.Net_i}(t)_i$:

$$S_{y.e.\Sigma T3_i}(t)_i = (S_{y.e.T3_i}(t)_i, S_{y.e.Vd_i}(t)_i, S_{y.e.Net_i}(t)_i). \quad (1)$$

Це забезпечує можливість створення єдиного централізованого сховища розподіленої у просторі інформації, підтримки багатокористувального середовища отримання інформації (редагування), можливість доступу віддалених користувачів, систематизації інформації та її наочного відображення в єдиному комплексі.

В процесі розробки інформаційного забезпечення процесів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ з урахуванням умов експлуатації були зібрані наявні джерела інформації в частині координат ТЗ на місцевості в реальному часі, модель автомобільної дороги, моделі об'єктів інфраструктури доріг, територіальних природних і техногенних систем, отримані результати трекінгу

ТЗ. Джерела інформації для забезпечення функціонування інформаційної системи моніторингу технічного стану ТЗ з урахуванням умов експлуатації представлені в табл. 1.

Таблиця 1 - Джерела інформації для інформаційної системи моніторингу технічного стану ТЗ з урахуванням умов експлуатації

№	Параметр	Джерела інформації для інформаційної системи моніторингу технічного стану ТЗ з урахуванням умов експлуатації
1	Параметри стану і положення ТЗ на мапі	http://view.torque-bhp.com/ http://ian-hawkins.com:8080/
2	Транспортні умови експлуатації ТЗ з урахуванням геолокації	http:// yandex.ua/maps.ru/kharkov.htm
3	Атмосферно-кліматичні умови експлуатації ТЗ	http://meteoco.ru/ http://ready.arl.noaa.gov/READYcmet.php
4	Дорожні умови експлуатації ТЗ	http://view.torque-bhp.com/ https://yandex.ua/maps/ (приклад: https://yandex.ua/maps/147/kharkiv/?lang=ru&ll=36.231202%2C49.990175&z=13)
5	Ідентифікація ТЗ в процесі експлуатації в умовах ITS	http://view.torque-bhp.com/ http://carlife.in.ua/vin-kod

В процесі дослідження і оцінки умов експлуатації ТЗ використовувалась *географічна модель автомобільної дороги* в Torque, Yandex.Maps, яка була основою системи аналізу і являє собою шар лінійних об'єктів з параметрами інформаційної взаємодії:

$$F_{ts}(RV_{Road})_i = (Ident_{RV_i}, Cat_{RV_i}, Cod_{Dil_i}, Distanse_{Descr_i}, Type_{RVn_i}, Type_{Roadn_i}, Track_{V_i}), \quad (2)$$

де $F_{ts}(RV_{Road})_i$ - інформація аналогічна відповідним параметрам технічного стану ТЗ у відповідних умовах експлуатації у відповідний момент часу для інформаційної системи автомобільної дороги; $Ident_{RV_i}$ - ідентифікатор i ділянки руху ТЗ; Cat_{RV_i} - категорія i автомобільної дороги; Cod_{Dil_i} - код ділянки автомобільної дороги, $Distanse_{Descr_i}$ - опис ділянки автомобільної дороги, $Type_{RVn_i}$ - кількість полос руху, $Type_{Roadn_i}$ - тип дорожнього покриття, $Track_{V_i}$ - ширина полоси руху.

На основі географічної моделі автомобільної дороги була розроблена інформаційна модель положення ТЗ на автомобільній дорозі. Кожна ділянка моделі описується наступним вектором параметрів:

$$F_{ts}(RV_{Traffic})_i = (Ident_{RV_i}, Ident_{PRoute_i}), \quad (3)$$

де $Ident_{RV_i}$ - ідентифікатор i ділянки руху ТЗ; $Ident_{PRoute_i}$ - ідентифікатор ділянок маршруту руху ТЗ.

З ділянок маршруту інформаційної моделі положення ТЗ на автомобільній дорозі формується маршрут руху. Він являє собою певний (конкретний) шлях руху ТЗ, реалізований у вигляді лінійного об'єкта і супроводжуваний наступним вектором параметрів:

$$F_{ts}(RV_{Marshrut})_i = (Ident_{RV_i}, Ident_{Route_i}), \quad (4)$$

де $Ident_{RV_i}$ – ідентифікатор i ділянки руху ТЗ; $Ident_{Route_i}$ – ідентифікатор маршруту руху ТЗ.

Швидкісна модель режимів руху ТЗ є таблицею лінійних подій, що накладається на маршрут руху, і має наступну структуру:

$$F_{ts} \left(RV_{Route\ Properties} \right)_i = \left(Ident_{RV_i}, Ident_{Route_i}, Route_{Property_i}, Ident_{SR_i}, Coordinate_{First_i}, Coordinate_{End_i}, Value_{V_i}, Date_i, Base_{Speed_i} \right), \quad (5)$$

де $Ident_{RV_i}$ - ідентифікатор i ділянки руху ТЗ; $Ident_{Route_i}$ - ідентифікатор маршруту руху ТЗ; $Route_{Property_i}$ - тип маршруту руху ТЗ; $Ident_{SR_i}$ - ідентифікатор ділянки швидкісного режиму руху ТЗ; $Coordinate_{First_i}$ - початок ділянки швидкісного режиму руху ТЗ; $Coordinate_{End_i}$ - кінець ділянки швидкісного режиму руху ТЗ; $Value_{V_i}$ - встановлена допустима швидкість руху ТЗ; $Date_i$ - дата встановлення швидкості руху ТЗ; $Base_{Speed_i}$ - встановлена (базова) швидкість на ділянці руху ТЗ.

Поряд з моделлю автомобільної дороги, в інформаційній моделі, існує можливість описувати координати об'єктів дорожньої інфраструктури. За допомогою мапи ICM можливо зафіксувати координати і особливості впливу на рух ТЗ в умовах експлуатації мостів, переїздів, світлофорів тощо. Також на особливості умов експлуатації мають вплив наявні прилеглі техногенні об'єкти (із зазначенням типу і виду виробництва) або природні територіальні системи. Всі перераховані вище об'єкти типізовані за характеристиками і містять параметр оцінки впливу на процеси руху ТЗ і умови експлуатації ТЗ.

Дані про витрати палива ТЗ в умовах експлуатації визначаються на основі серверних рішень і локального джерела інформації (ТЗ) в процесі порівняння з лінійними нормами витрати палива ТЗ, що встановлені нормативними показниками [4, 8], і визначають ступінь відхилення:

$$O_{Gt_i}(t)_i = \max_{j=1..N} O_{Gt_{ij}}(t)_i \quad (6)$$

де $O_{Gt_{ij}}(t)_i$ – найбільша витрати палива Gt_{ij} j -го об'єкту моніторингу (ТЗ) на i -й ділянці моделі режимів швидкостей руху ТЗ, N - кількість визначених витрат палива на відповідних ділянках, t - фактор часу.

Висновки. Розроблено метод застосування класифікації умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах ITS в процесі формування загального інформаційного забезпечення системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, побудованого на основі серверних рішень, локального джерела інформації (транспортного засобу, водія тощо) і мережевих баз даних. Система загального інформаційного забезпечення процесів моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів забезпечує повноцінний збір і обробку інформації в реальному часі від бортової інформаційної системи моніторингу, розміщеної на ТЗ, і від системи збору інформації, що працює у взаємодії із водієм та інфраструктурою транспорту на основі поточного стану дорожніх, транспортних, кліматичних умов експлуатації.

1. Лудченко А.А. Основы технического обслуживания автомобилей / А.А. Лудченко. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 399 с
2. Зарубкин В.А. Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта автомобилей в АТП / В.А. Зарубкин. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1976. – 126 с.
3. Российская автотранспортная энциклопедия. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Т.3. – 2001. – 455 с.
4. Говорушенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я. Говорушенко. – Х.: Вища школа, 1984. – 312 с.

5. Зубрицкас І.І. Адаптивна система управління технічним состоянием автомобилей / І.І. Зубрицкас. Монографія. Деп. ВІНІТІ, № 555 – В2004.05.04.2004 г. – 136 с.
6. Волков В.П. Інтелектуальні системи управління роботою автомобилей / В.П. Волков, В.П. Матейчик, І.В. Грицук [і др.]. – Харків: Майдан, 2016. – 503 с.
7. Кузнецов Е.С. Управління технічної експлуатацією автомобилей / Е.С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1982. – 224 с.
8. Говорущенко Н.Я. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко – Харків: РІО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.

REFERENCES

1. Ludchenko A.A.. Osnovy texnicheskogo obsluzhivaniya avtomobilej / a.a. ludchenko. – K.: Vishha shk. Golovnoe izd-vo, 1987. – 399 s
2. Zarubkin V.A. Optimizaciya sistemy texnicheskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobilej v ATP / V.A. Zarubkin.– M.: CBNTI Minavtotransa rsfsr, 1976. – 126 s.
3. Rossijskaya avtotransportnaya enciklopediya. Texnicheskaya ekspluataciya, obsluzhivanie i remont avtotransportnyx sredstv. T.3. – 2001. – 455 s.
4. Govorushhenko N.Ya. Texnicheskaya ekspluataciya avtomobilej / N.Ya. Govorushhenko. – X.: Vishha shkola, 1984. – 312 s.
5. Zubrickas I.I. Adaptivnaya sistema upravleniya texnicheskim sostoyaniem avtomobilej / i.i. zubrickas. monografiya. Dep. VINITI, № 555 – V2004.05.04.2004 g. – 136 s.
6. Volkov V.P. intellektualnye sistemy upravleniya rabotosposobnostyu avtomobilej / V.P. Volkov, V.P. Matejchik, I.V. Gricuk [i dr.]. – Xarkov: Majdan, 2016. – 503 s.
7. Kuznecov E.S. Upravlenie texnicheskoj ekspluataciej avtomobilej / E.S. Kuznecov. – M.: Transport, 1982. – 224 s.
8. Govorushhenko n.Ya. Sistemotexnika transporta (na primere avtomobilnogo transporta) / N.Ya. Govorushhenko, A.N. Turenko – Xarkov: RIO XGADTU, 1999. – 468 s.

Волков В.П., Грицук І.В., Волкова Т.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В. Розробка методу застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах ІТС.

В роботі розроблено метод застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах ІТС, який дозволяє дистанційно отримувати інформацію про умови експлуатації транспортних засобів в умовах ІТС. Сформовано інформаційну систему моніторингу стану та умов експлуатації транспортних засобів, описано загальне інформаційне забезпечення системи, а також описано: процеси дослідження та оцінки умов експлуатації транспортних засобів; інформаційна модель положення автомобілів; дорожні умови експлуатації автомобілів, транспортні умови експлуатації автомобілів, атмосферно-кліматичні умови експлуатації автомобілів, швидкісна модель режимів руху автомобілів тощо.

Ключові слова: умови експлуатації, інформаційні умови, дорожні умови, транспортні умови, атмосферно-кліматичні умови, автомобілі, транспортні засоби, технічна експлуатація автомобілів.

V. Volkov, I. Gritsuk, T. Volkova, Yu. Gritsuk., Yu. Volkov. Development of a method for applying the classification of car operating conditions in the ITS information environment.

We have developed a method for applying the classification of operating conditions for vehicles in the information environment ITS, which allows you to remotely obtain information about the operating conditions of vehicles in the ITS environment. Formed information system for monitoring the status and conditions of operation of vehicles, described the general information support system, as well as described: the processes of research and assessment of operating conditions of vehicles; information model of the position of the car; road conditions of operation of vehicles, transport conditions of operation of vehicles, atmospheric and climatic conditions of operation of vehicles, high-speed model of driving modes for vehicles, etc.

Key words: operating conditions, informational conditions, road conditions, transport conditions, atmospheric and climatic conditions, automobiles, vehicles, technical operation of automobiles.

АВТОРИ:

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

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

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

ГРИЦУК Юрій Валерійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри загальної інженерної підготовки, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

ВОЛКОВ Юрій Володимирович, інженер кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yura.volkov.88@mail.ua

АВТОРЫ:

ВОЛКОВ Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, e-mail: volf - 949@ukr.net

ГРИЦУК Игорь Валериевич, доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации судовых энергетических систем, Херсонская государственная морская академия, e-mail: gritsukiv@ukr.net

ВОЛКОВА Тетяна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортных технологий, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: wolf949@ukr.net

ГРИЦУК Юрий Валериевич, кандидат технических наук, доцент кафедры общей инженерной подготовки, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

ВОЛКОВ Юрий Владимирович, инженер кафедры автомобильной электроники, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, yura volkov 88@mail.ua

AUTHORS:

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

Tetyana VOLKOVA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Transport Technologies, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: wolf949@ukr.net

Yuriy GRITSUK, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of General Engineering Training, Donbass National Academy of Construction and Architecture, e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

Yuriy VOLKOV, Engineer, Automotive Electronics Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, yura volkov 88@mail.ua

Стаття надійшла в редакцію 26.04.2019р.