

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

¹Харківський національний
автомобільно-дорожній
університет,
м. Харків, Україна

E-mail: tesa@khadi.kharkov.ua

²Херсонська державна
морська академія,
м. Херсон, Україна

E-mail: gritsuk_iv@ukr.net

³Донбаська національна
академія будівництва
і архітектури,
м. Краматорськ, Україна,

E-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ
СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО
ЗАСОБУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

УДК 629.113+656.3.44.083

В роботі, із використанням діаграми потоків даних, визначено предметну область інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану транспортного засобу (ТЗ) в умовах експлуатації при проведенні його моніторингу засобами інтелектуальних транспортних систем (ITS). Розроблено інформаційний програмний комплекс (ІПК) «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»», за допомогою якого отримано середньотехнічну швидкість на маршруті, відносний коефіцієнт зміни швидкості руху (ВКЗШР) і середню витрату палива в реальних умовах експлуатації.

***Ключові слова:** параметри технічного стану, транспортний засіб, моніторинг, діагностування, процес ідентифікації, інформаційна система, інтелектуальні транспортні системи, умови експлуатації.*

Актуальність проблеми. Існуюча в технічній експлуатації автомобілів система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), яка встановлює для автомобілів норми пробігу між сервісним обслуговуванням, контролем технічного стану і його трудомісткістю вже не відповідає сучасним вимогам до підтримки працездатності ТЗ.

У зв'язку з застосуванням на автомобілях вбудованої бортової діагностики, розвитку супутникових систем навігації і мобільного зв'язку, сучасних інформаційних технологій з'явилася можливість здійснювати дистанційний моніторинг з оцінкою рівня технічного стану ТЗ. Це в свою чергу дозволяє перейти до адаптивної системи ТО і Р автомобілів, ключовим моментом якої є розробка інформаційно-комунікаційної системи і інформаційних програмних комплексів, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від ТЗ, її обробку і вироблення коригувальних впливів.

Аналіз останніх публікацій за данною проблемою. Новим прийомом для автомобільного транспорту (АТ) в сфері технічного контролю стану ТЗ є концепція *FADEC* (Full Authority Digital Electronic Control system), що спрямована на створення єдиної структури з бортових систем управління робочими процесами вузлів і агрегатів, систем контролю і діагностики, систем організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації ТЗ з ITS [1 - 3]. Сукупність на АТ традиційних підприємств і абсолютно нових утворень (наприклад, GPS-Trace Orange, M2M, СКРТ і ін.), що представляють електронні інформаційні системи і технології, формує на АТ в цілому абсолютно нові принципи технічної експлуатації ТЗ. Прикладом може бути програма Torque, що пред-

ставляє собою перший крок до системи *FRACAS* і, відповідно ППВ / CALS / PLM-технологій, які призначені для отримання і відображення діагностичної інформації бортової системи самодіагностики. Сьогодні вона вже «вміє» відображати поточні параметри роботи двигуна, інших систем, вузлів і агрегатів, відображати і розшифровувати «коди помилок», «стирати помилки» з електронного блоку управління, автоматично відправляти значення величин параметрів, що контролюються датчиком, в інтегроване електронне інформаційне метапространство, де протягом півроку можна подивитися не тільки поточні значення контрольованих величин в різний час, але і побачити на карті весь маршрут ТЗ за цей період [9].

Розробка технології оцінювання параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації засобами ІТС. Для визначення предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації при проведенні його моніторингу будемо використовувати діаграми потоків даних (DFD - Data Flow Diagramm) [1 - 4]. Розроблена діаграма (рис. 1) потоків даних (DFD) являє собою самий верхній описовий рівень системи моніторингу ТЗ. Подальше уточнення моделі потоків даних проводимо шляхом декомпозиції об'єктів, які складають її. Джерелами первинної інформації про технічний стан ТЗ в системі моніторингу технічного стану (рис. 1) виступають «Учасники процесу моніторингу ТЗ (користувачі), засоби моніторингу», «Процес експлуатації ТЗ в умовах експлуатації», «Умови експлуатації ТЗ в процесах моніторингу» тощо, що вважаємо «зовнішніми сутностями» [5 - 7]. До функціональних завдань інформаційної системи моніторингу ТЗ відносимо ідентифікацію, моніторинг параметрів і діагностування технічного стану ТЗ та оцінка умов експлуатації ТЗ засобами ІТС. Потоками даних в системі моніторингу ТЗ, що розглядається, будуть дані, які одержуються від учасників процесу моніторингу ТЗ, від відповідних засобів моніторингу, від учасників експлуатації ТЗ про умови експлуатації ТЗ і процеси експлуатації ТЗ під час моніторингу, які в подальшому обробляються, передаються і зберігаються, а також команди і запити, що циркулюють між комунікаційним обладнанням учасників процесу моніторингу. У загальному випадку згідно нотації «Йордона - Де Марко» [8] схема функціонування інформаційної системи моніторингу ТЗ представлена на рис. 1.

Згідно вимог і завдань до інформаційної системи в частині ПЗ [9 - 10], вона реалізує вирішення наступних задач моніторингу ТЗ: збирання даних з ТЗ; зберігання даних; ідентифікація ТЗ у просторі і в системі моніторингу; побудова функціональних залежностей у часі; моніторинг параметрів технічного стану ТЗ з можливостями їх прогнозування; ідентифікація умов експлуатації; діагностування стану ТЗ і перевірка відповідності стану ТЗ отриманим параметрам моніторингу за визначеними параметрами. В межах показаної на рис. 1 DFD-діаграми, розроблена структура моделі інформаційного забезпечення системи моніторингу технічного стану ТЗ в умовах експлуатації. При її формуванні в умовах ІТС, для проведення формалізації основних процесів, застосували методологію структурного аналізу і проектування SADT (*Structured Analysis and Design Technique*).

Вихідними даними для проведення моніторингу технічного стану ТЗ, у відповідності до положень методології IDEF0, особливостей конструктивного виконання ТЗ і особливостей умов експлуатації, є інформація про технічний стан ТЗ, що отримується дистанційно.

Основними етапами обробки отриманої інформації про технічний стан ТЗ в ПЗ є ідентифікація ТЗ в просторі, системі моніторингу і нестационарних умовах експлуатації; збирання вихідних даних про параметри технічного стану і положення у просторі ТЗ, в умовах експлуатації; прогнозування параметрів стану ТЗ; ідентифікація умов експлуатації; діагностування стану, збирання повідомлень і даних діагностування ТЗ; перевірка відповідності дійсного стану ТЗ отриманим параметрам і умовам експлуатації, в процесі моніторингу.

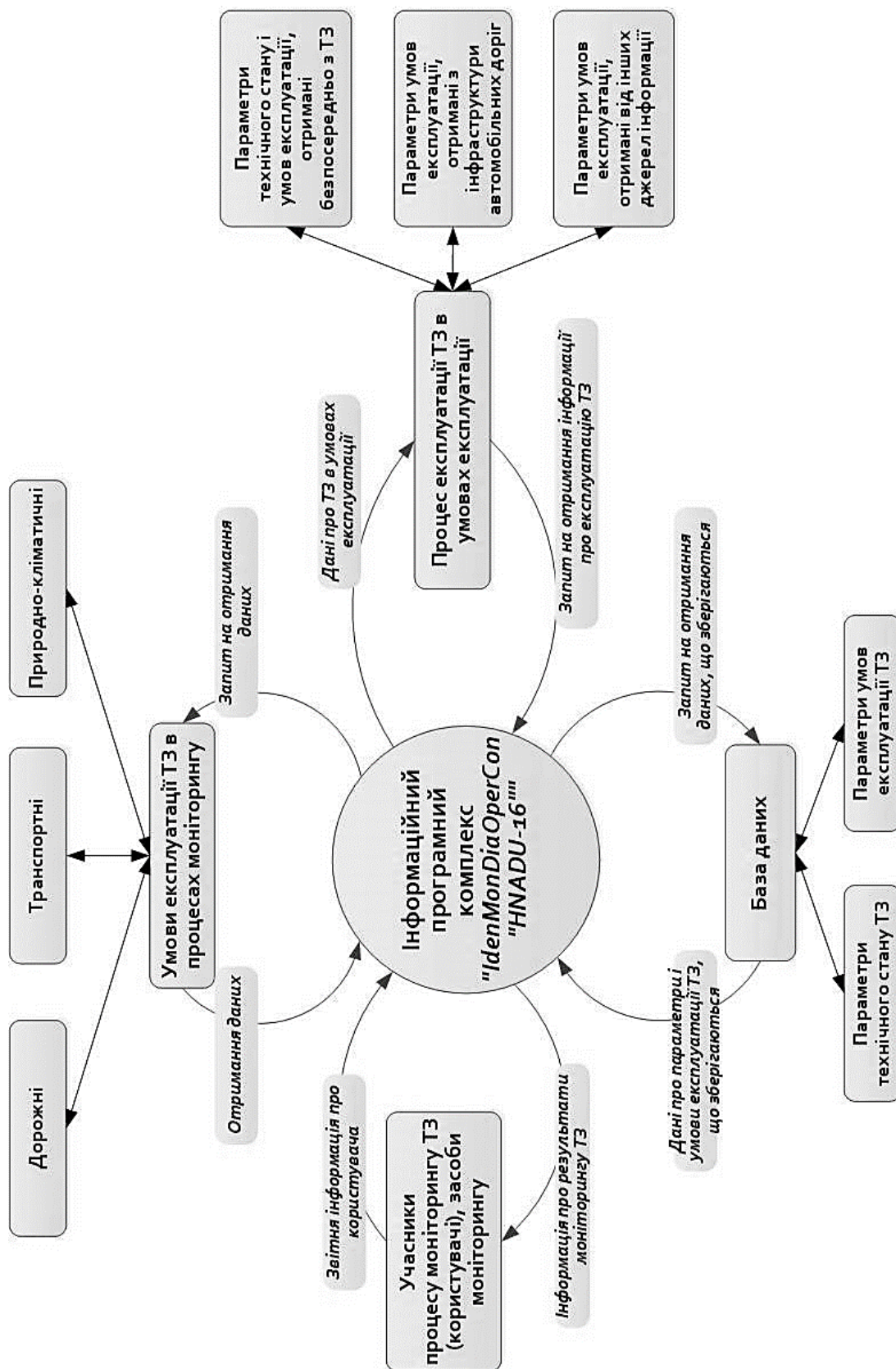


Рис.1 – DFD-діаграма функціонування інформаційної системи моніторингу ТЗ

Для визначення швидкості ТЗ в умовах експлуатації засобами ITS використували декілька етапів. Розглянемо результати на прикладі одного маршруту з електронним звітом результатів проведеного дослідження.

На першому етапі (рис. 2) процес визначення швидкості ТЗ здійснювався в цілому для всієї ділянки дослідного відрізка шляху (маршруту руху). Для цього скористалися результатами – електронним звітом, отриманим за допомогою ППК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»».

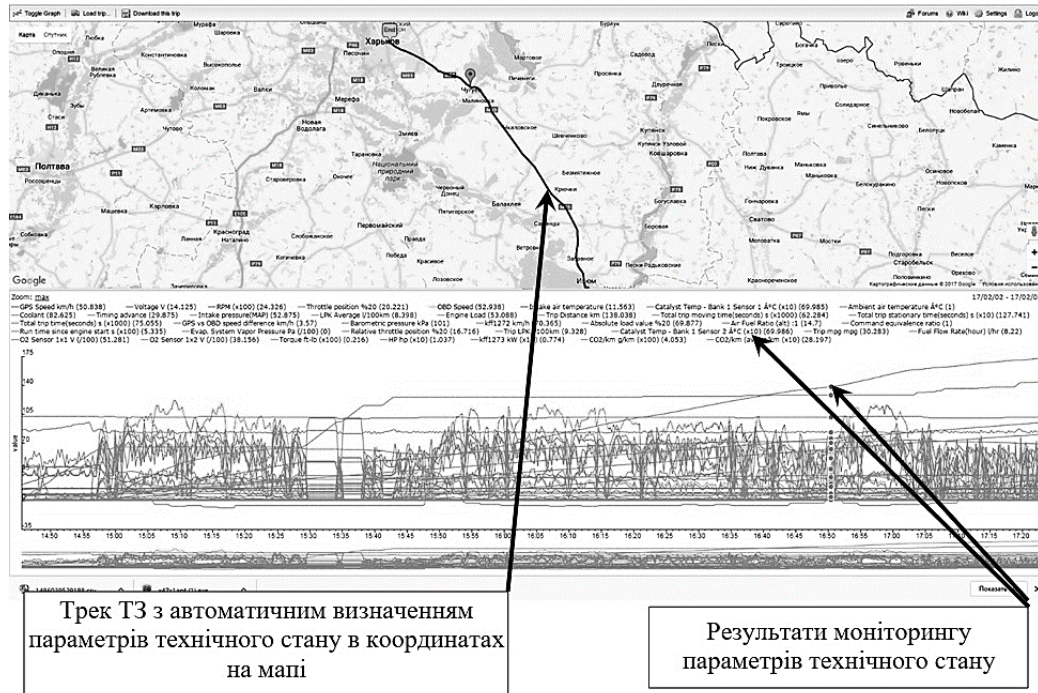


Рис. 2 – Робоче вікно Torque з параметрами моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

Виходячи з положень технічної експлуатації отримали: загальна відстань (пробіг) - $S = 172,6$ км; загальний час в русі - $t_{рух} = 2,23$ год; загальний час знаходження автомобіля на лінії $t_{лін} = 2,63$ год.

Тобто, отримані швидкості руху ТЗ для дослідної ділянки склали:

$$V_{сер.тех} = 77, 27 \text{ км/год}; V_{сер.експл} = 65, 44 \text{ км/год}. V_{макс} = 123 \text{ км/год}, \quad (1)$$

Відомо [17], що визначення середньої технічної швидкості ТЗ можливо при наявності сумарного пробігу ТЗ S по спідометру і часу руху $t_{рух}$. Відносний коефіцієнт зміни швидкості руху (ВКЗШР) ТЗ, який прийнятий в якості основного критерію при визначенні групи умов експлуатації, можливо визначити за формулою

$$K_v = S / (t_{рух} \cdot V_{a1}) \approx 1.43 \cdot S / (t_{рух} \cdot V_{max}), \quad (2)$$

де V_{a1} – швидкість руху даного типу ТЗ на дорозі 1-ї групи ($0,7 \cdot V_{max}$).

При такому визначенні швидкості взагалі не можливо визначити умови експлуатації ТЗ за швидкістю, хоча умови транспортні, дорожні і природно-кліматичні визначити можливо. Це пов'язано із тим, що не зрозуміло яку максимальну швидкість руху ТЗ V_{max} необхідно обирати для всієї відстані шляху.

На другому етапі для визначення швидкості руху ТЗ з урахуванням умов експлуатації розбивали дослідну ділянку шляху пропорційно на 10 відрізків. Підхід був наступний. Для подолання відстані у 172,6 км була отримана 9541 фіксація (вимірювання) часу через 1 сек. Тобто в результаті поділу було отримано 9 ділянок по 1000 вимірювань і одна - на 541 вимірювання часу відповідно.

В результаті обробки протоколу дослідження (звіту) було отримана зміна швидкості руху ТЗ в залежності від положення ділянки, відстані шляху і часу руху, які показані на рис. 3.

Середня швидкість руху ТЗ рис. 3 на всій відстані дистанції руху склала $V_{сер, max} = 77$, 27 км/год, як і на першому етапі досліджень. Середня витрата палива на всій відстані дистанції руху склала $G_{сер} = 6,82$ л/год.

Дослідження на другому етапі зовсім не враховувало різницю умов руху на ділянках шляху ТЗ, тобто не враховувалось, що ТЗ за швидкістю рухався не тільки за містом, але й у місті. Тобто умови руху за швидкістю (експлуатаційні умови) враховані не були. Провести дослідження зміни швидкості руху ТЗ в залежності від умов експлуатації на другому етапі – неможливо. Це пов'язано із тим, що визначення кордонів дослідних ділянок проводилось випадковим чином, шляхом простого ділення кількості вимірювань на 10 діляниць.

На рис. 4 показано визначення і дослідження ВКЗШР на другому етапі дослідження. Особливості визначення ВКЗШР полягала в наступному:

1. В якості обмежень в частині максимальної швидкості на ділянці були обрані 3 швидкості V_{max} відповідно: *a* - максимальна можлива швидкість V_{max} для дослідного ТЗ ($0,7 \cdot V_{max} = 0,7 \cdot 205$) = 143,5 км/год; *b* - максимальна можлива швидкість V_{max} руху дослідного ТЗ на дорозі 1-ї групи (за містом) - 130 км/год; *в* - максимальна можлива швидкість V_{max} руху (ПДР) дослідного ТЗ на дорозі 1-ї групи (у місті) - 80 км/год;

2. Відносний коефіцієнт зміни швидкості руху (ВКЗШР) ТЗ визначали за формулами:

$$K_{v p} = S_{дільниці i} / (t_{рух} \cdot V_{a сер. дільниці i}), \quad (3)$$

$$K_{v p+ст} = S_{дільниці i} / ((t_{рух} + t_{ст}) \cdot V_{a сер. дільниці i}), \quad (4)$$

де $K_{v p}$ – ВКЗШР для ТЗ тільки в русі; $S_{дільниці i}$ – відстань руху ТЗ на *i* – ділянці шляху; $V_{a сер. дільниці i}$ – середня швидкість ТЗ на *i* – ділянці шляху; $K_{v p+ст}$ – ВКЗШР для ТЗ в русі з урахуванням стоянки і зупинки; $t_{ст}$ – час зупинки, стоянки.

На другому етапі дослідження було отримано аналогічний результат як і у на першому етапі, в частині урахування умов експлуатації ТЗ за швидкістю і коректного отримання значення ВКЗШР у відповідних умовах експлуатації ТЗ. При такому визначенні швидкості взагалі не можливо визначити умови експлуатації ТЗ за швидкістю, хоча умови транспортні, дорожні і природно-кліматичні визначити можливо. Це пов'язано із тим, що не зрозуміло яку максимальну швидкість руху ТЗ V_{max} для формул (3) і (4) необхідно вибирати для ділянок шляху руху ТЗ і для всієї відстані шляху.

На основі проведеного дослідження отримали однозначну відповідь у тому, що визначення умов експлуатації за швидкістю ТЗ, за результатами першого і другого етапів досліджень, виконати не можливо. Потрібно на початку визначення і дослідження швидкості руху ТЗ, витрати палива і визначення ВКЗШР проводити формування геозон шляху руху ТЗ. При цьому потрібно відокремлювати геозони руху ТЗ у місті і рух ТЗ за містом.

На третьому етапі для визначення швидкості руху ТЗ з урахуванням умов експлуатації розбивали дослідну ділянку шляху в залежності від формування геозон на всій відстані шляху, що досліджувалась. Підхід був наступний. В першу чергу виділяли геозони міст з обмеженням максимальної швидкості руху за вимогами ПДР 80 км/год і геозони за містом з обмеженням максимальної швидкості руху за вимогами ПДР 130 км/год.

Таким чином, в результаті аналізу умов використання ТЗ в умовах експлуатації на основі звіту, було сформовано 8 геозон. Швидкість руху ТЗ в геозонах встановлювалась наступним чином: в геозонах 1, 3, 5, 7 було встановлено обмеження 130 км/год (для умов руху ТЗ за містом), а в геозонах 2, 4, 6, 8 – 80 км/год (для умов руху ТЗ у місті).

Для формування фінального звіту про рух ТЗ і визначення умов експлуатації ТЗ за швидкістю проводили аналіз і визначення техніко-економічних показників роботи та параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації в результаті моніторингу засобами ITS. Результати детального аналізу умов руху ТЗ і визначення початкових даних для подальшого розрахунку параметрів представляли за допомогою порівняння результатів моніторингу і даних отриманого звіту.

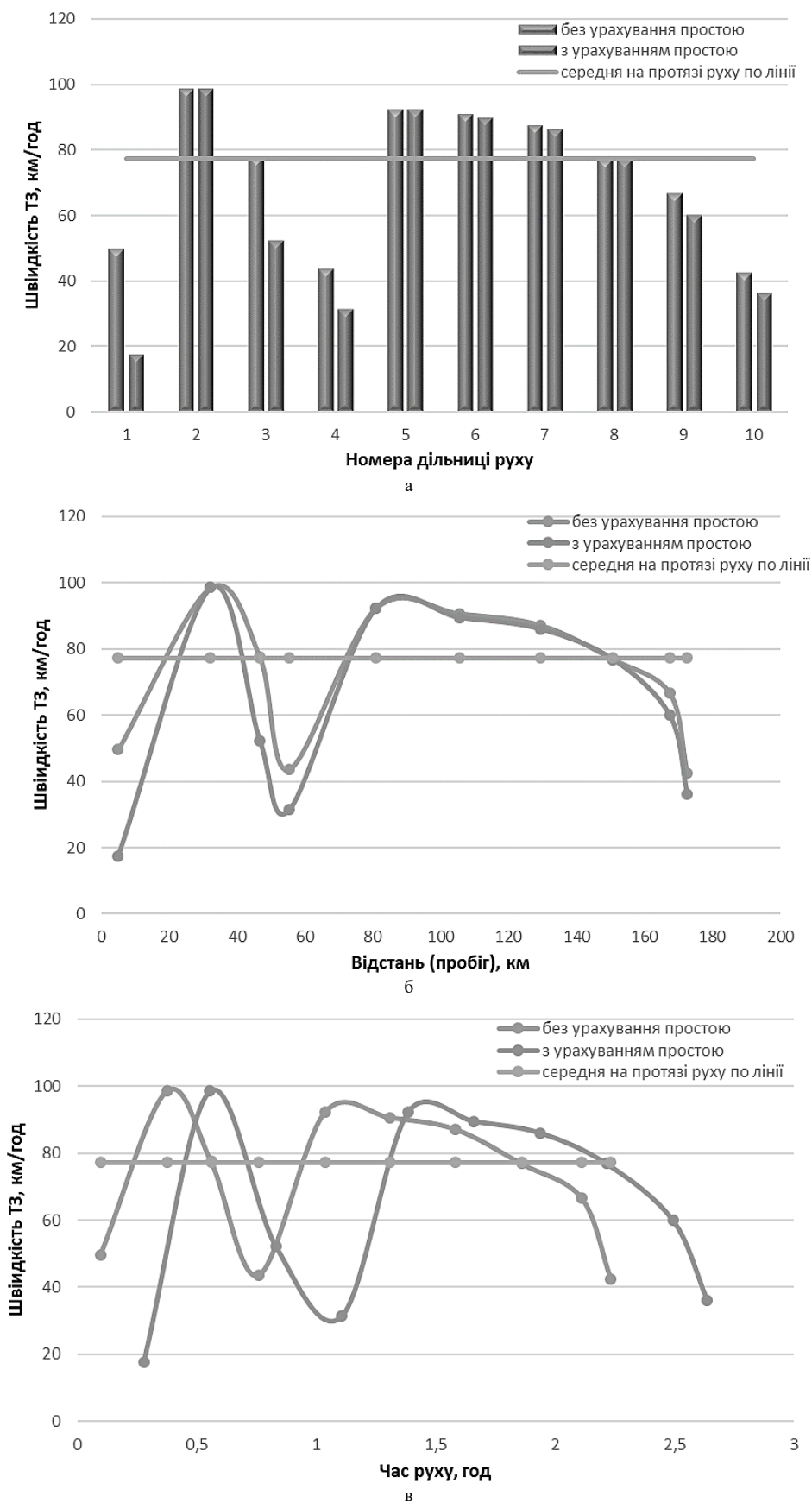


Рис. 3 – Результати дослідження зміни середньої швидкості руху ТЗ на дослідних ділянках в межах відстані шляху (варіант 2): а – в залежності від положення ділянки; б - в залежності від відстані шляху; в- в залежності від часу руху

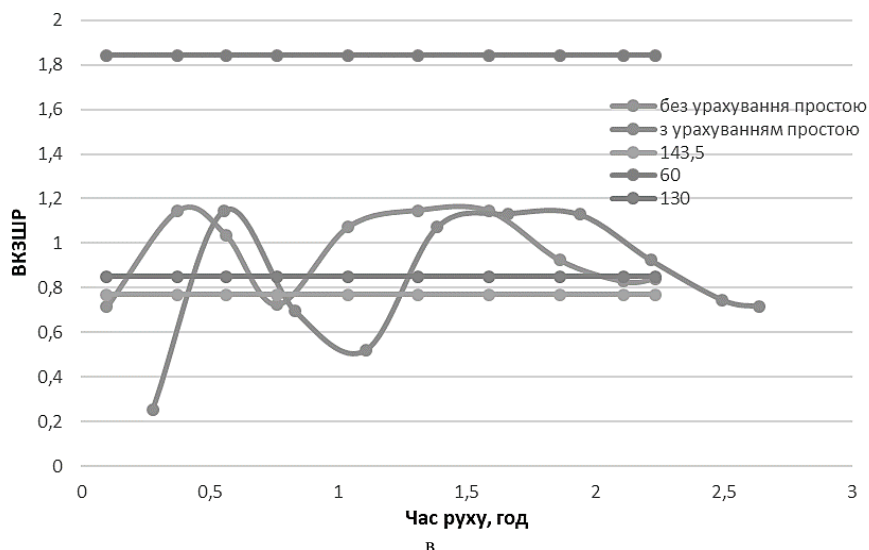
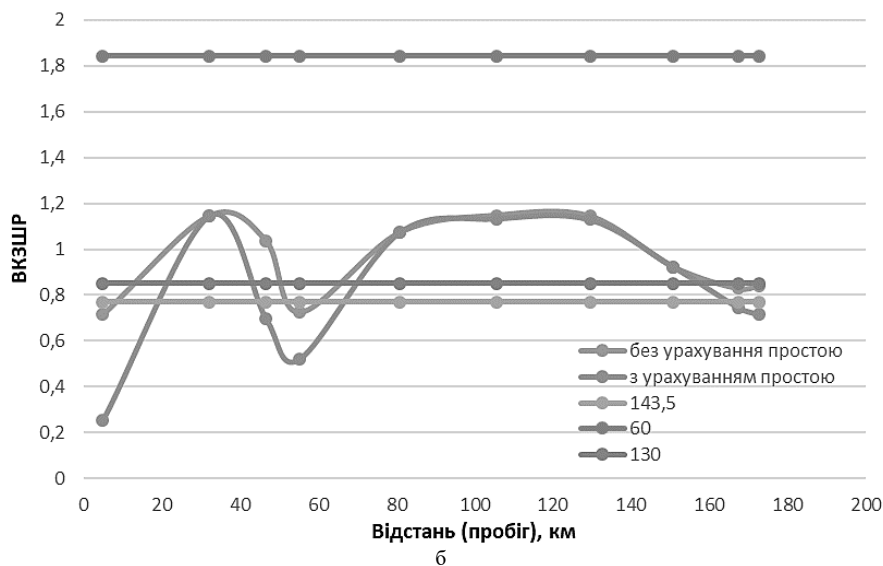
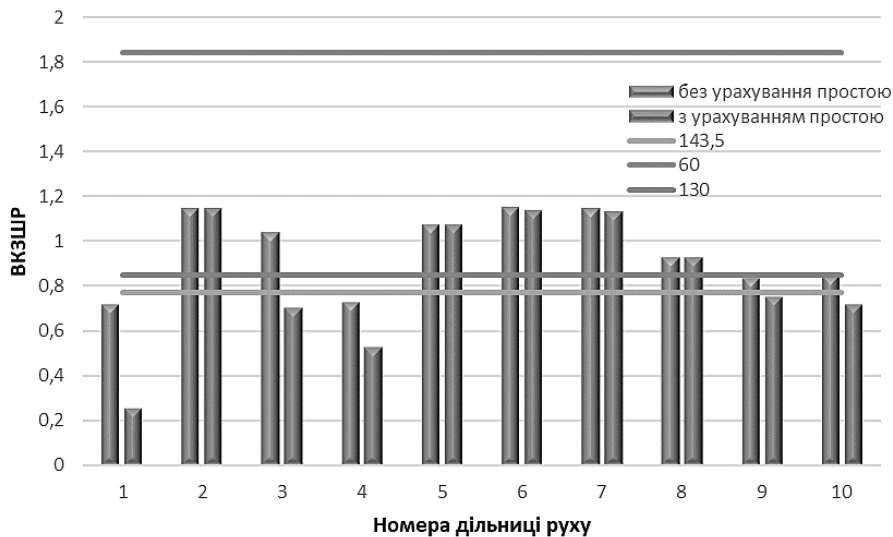


Рис. 4 – Результати дослідження VKZШР на дослідних ділянках в межах відстані шляху (варіант 2):
 а – в залежності від положення ділянки; б - в залежності від відстані шляху; в- в залежності від часу руху

В результаті обробки протоколу дослідження (звіту) було отримано зміну швидкості руху ТЗ в залежності від положення ділянки, відстані шляху і часу руху

Для кожної ділянки розраховували (в порядку розрахунку за наведеними формулами):

$$V_i = S_i / t_{\text{рух } i}, \quad (5)$$

$$V_i = S_i / (t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}})_i, \quad (6)$$

$$V_i = \sum V_{\text{GPS } i}, \quad (7)$$

$$V_i = \sum V_{\text{OBD } i}, \quad (8)$$

де V_i – швидкість руху ТЗ в межах i - ділянки; S_i – відстань i - ділянки; $V_{\text{GPS } i}$ – GPS швидкість руху ТЗ в межах кожної ділянки, що були отримані зі звіту; $V_{\text{OBD } i}$ – OBD швидкість руху ТЗ в межах кожної ділянки, що були отримані зі звіту; $t_{\text{рух } i}$ – час руху ТЗ в межах i - ділянки; $(t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}})_i$ – Σ часу руху ТЗ і зупинки, стоянки в межах i - ділянки.

Всі отримані результати зміни параметрів в звіті в частині середніх швидкостей руху ТЗ [1] наведені на рис. 5.

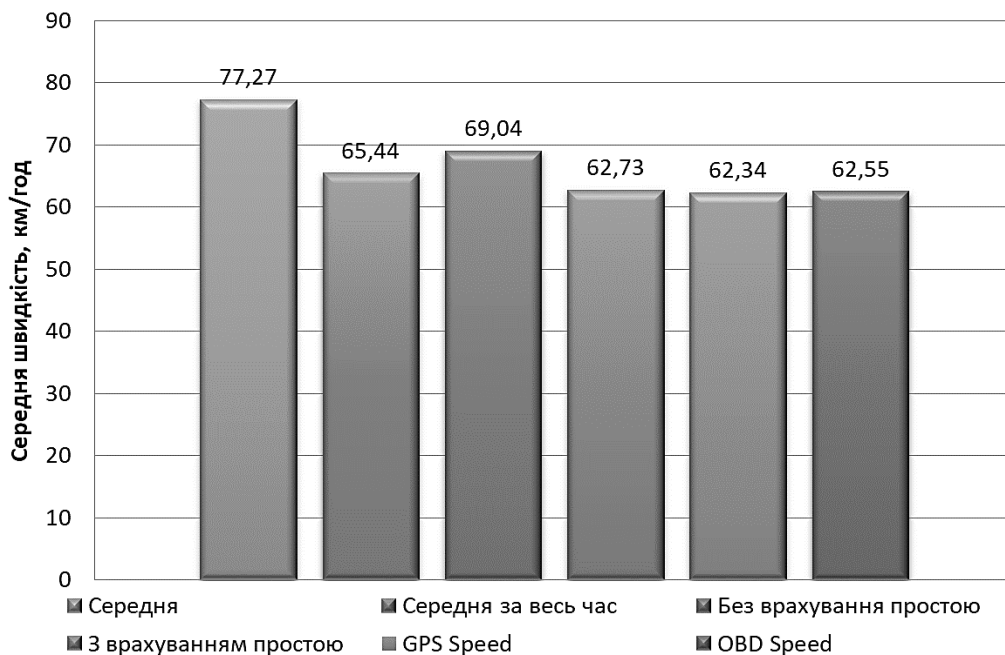


Рис.5 – Результати визначення зміни середньої швидкості руху ТЗ за результатами обробки звіту

Значення $V_{\text{сеп}}$ на рис. 5 були отримані за наступними залежностями (в порядку розрахунку за наведеними формулами):

$$V_{\text{сеп}} = S_{\Sigma i} / t_{\Sigma \text{рух } i}, \quad (9)$$

$$V_{\text{сеп}} = S_{\Sigma i} / (t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}})_{\Sigma i}, \quad (10)$$

$$V_{\text{сеп}} = \sum (S_i / t_{\text{рух } i}) / n_i, \quad (11)$$

$$V_{\text{сеп}} = \sum (S_i / (t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}})_i) / n_i, \quad (12)$$

$$V_{\text{сеп}} = \sum V_{\text{GPS сеп } i} / n_i, \quad (13)$$

$$V_{\text{сеп}} = \sum V_{\text{OBD сеп } i} / n_i, \quad (14)$$

де $V_{\text{сеп}}$ – середня швидкість руху ТЗ в межах відстані руху; $S_{\Sigma i}$ – сума відстаней i - ділянок; $t_{\Sigma \text{рух } i}$ – Σ часу руху ТЗ на i - ділянках в межах відстані руху; $(t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}})_{\Sigma i}$ – Σ часу руху ТЗ і зупинки, стоянки на i - ділянках в межах відстані руху; n_i – кількість ділянок; $V_{\text{GPS сеп } i}$ – середня GPS швидкість руху ТЗ в межах кожної i - ділянки, що були отримані зі звіту; $V_{\text{OBD } i}$ – середня OBD швидкість руху ТЗ в межах кожної i - ділянки, що були отримані зі звіту.

З отриманого результату видно, що після обробки отриманих параметрів технічного стану у звіті отримуються різні середні швидкості руху ТЗ в умовах експлуатації. В

результаті аналізу середніх швидкостей в подальших розрахунках використовуємо швидкість $V_{сер} = 62,55$ км/год, тому, що саме це значення найбільш коректно враховує обмеження геозон в частині обмежень щодо руху в місті і поза ним та умови експлуатації ТЗ. На рис. 6 наведено відносне відхилення отриманих швидкісних характеристик від прийнятої швидкості.

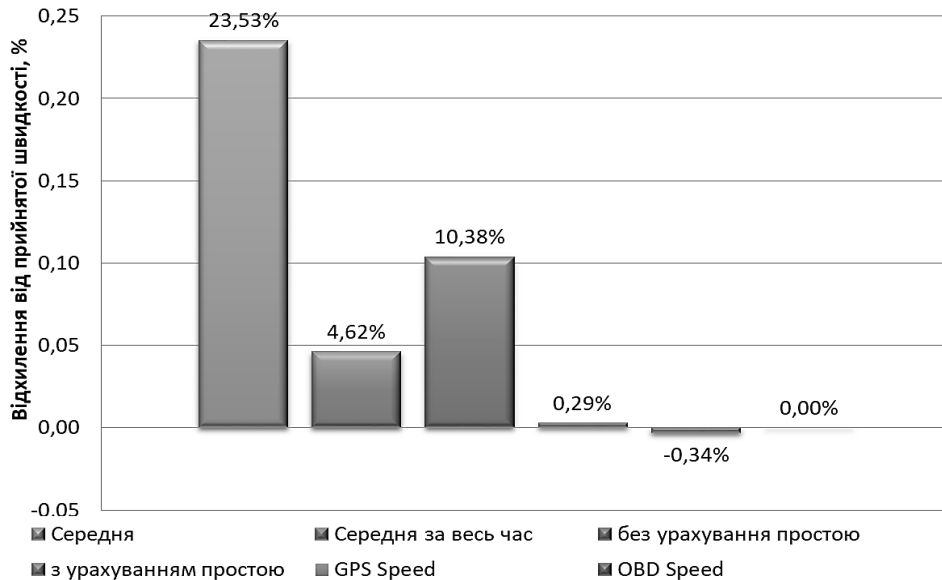


Рис. 6 – Відносні відхилення середньої швидкості руху ТЗ за результатами обробки звіту

Всі отримані результати зміни параметрів в звіті в частині витрати палива ТЗ наведені на рис. 7.

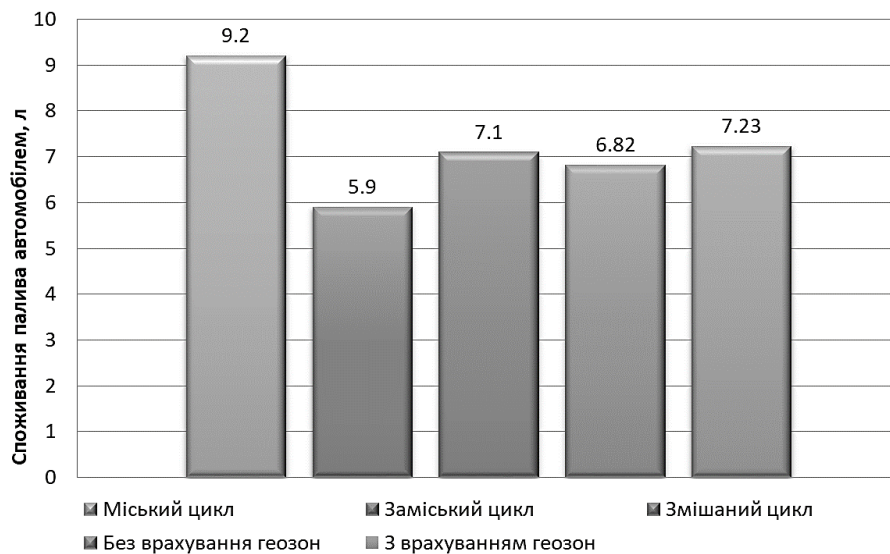


Рис. 7 – Результати визначення зміни витрати палива ТЗ в процесі руху за результатами обробки звіту

В результаті було отримано середню витрату палива ТЗ на всю відстань руху з урахуванням геозон, яка дорівнює $G_{сер.} = 7.23$ л/год. Це значення обираємо, як фактично отриману витрату палива ТЗ. Для порівняння на рис. 7 також показані витрати палива, які регламентуються виробником ТЗ у міському / за міському / змішаному циклі (відомості із заводської інструкції) і значення середньої витрати палива, що було визначено на другому етапі досліджень для всієї дистанції шляху без урахування геозон.

Висновки. На основі проведеного дослідження отримали метод обробки результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації. В результаті його використання є можливість отримати значення середніх швидкостей руху для ділянки з урахуванням геозон, витрати палива і відносного коефіцієнту зміни швидкості руху, який є основним орієнтиром при визначенні умов експлуатації ТЗ з використанням засобів ITS.

Література:

1. Gritsuk, I.V., Volkov, V., Mateichyk, V., Grytsuk, Y. et al., "Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions," SAE Technical Paper 2018-01-0024, 2018, doi:10.4271/2018-01-0024
2. Кулешов А.П. Информационная модель как основа проектирования корпоративных автоматизированных информационных систем / А.П. Кулешов // Информационные технологии.- 2006. - № 3. - С. 26-30.
3. Bruza, P. D., Van der Weide,[citation needed]Th. P., "The Semantics of Data Flow Diagrams", University of Nijmegen, 1993. – p. 13.
4. Атрощенко В.А. К вопросу выбора алгоритмов решения задачи синтеза оптимальных структур распределенных баз данных на предприятиях хлебопекарной промышленности/ В.А. Атрощенко, Д.В. Тишковский //Пищевые технологии КубГТУ. 2009. - №4
5. Тишковский Д.В. Особенности методики создания информационной системы предприятий хлебопекарной промышленности [Электронный ресурс]/ Д.В. Тишковский // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – Режим доступа: www.science-education.ru/104-6824 (дата обращения 13.09.2017 г.). – Название с экрана.
6. Атрощенко В.А. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем. Монография. / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, П.В. Яцынин. - Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2010. - 192 с.
7. Махаммад М.Д. Разработка информационной системы для дизельных электростанций с возможностями прогноза их технического состояния: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.01 / Махаммад Мааз Джасем Махаммад; ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». – Краснодар, 2009. – 23 с.
8. Современные методологии описания бизнес-процессов – просто о сложном / Методология DFD в нотациях Гейна-Сарсона и Йордана-Де Марко [Электронный ресурс] / Betek К вершинам мастерства – Режим доступа: <http://www.betek.ru/index.php?id=6&sid=29> (дата обращения 10.09.2017 г.). – Название с экрана.
9. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. Монография / Под редакцией Волкова В.П. / Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., Комов П.Б., Грицук И.В., Волков Ю.В., Комов Е.А. // Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 398с.
10. Матейчик В.П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов, І.В. і інші // Науковий журнал Управління проектами, системний аналіз і логістика – Київ.: НТУ, 2014. – Випуск 13. – С. 126-138.

Summary

V. Volkov, I. Gritsuk, Y. Gritsuk, T. Volkova, Y. Volkov Peculiarities of building the information system of estimation of parameters of the technical condition of vehicles in operating conditions.

In work, using the data flow diagram, the subject area of the information system for assessing the technical condition of the vehicle under operating conditions during its monitoring by means of intelligent transport systems (ITS) has been determined. IdenMonDiaOperCon "HNADU-16" was developed with the help of which the average speed on the route, the relative rate of change of speed and average fuel consumption in real operating conditions were developed.

Keywords: *technical condition parameters, vehicle, monitoring, diagnostics, identification process, information system, intelligent transport systems, operating conditions.*

References

1. Gritsuk, I.V., Volkov, V., Mateichyk, V., Grytsuk, Y. et al., "Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions," SAE Technical Paper 2018-01-0024, 2018, doi:10.4271/2018-01-0024
2. Kuleshov A.P. Informacionnaja model' kak osnova proektirovanija korporativnyh avtomatizirovannyh informacionnyh sistem / A.P. Kuleshov // Informacionnye tehnologii. - 2006. - № 3. - S. 26-30.
3. Bruza, P. D., Van der Weide, [citation needed] Th. P., "The Semantics of Data Flow Diagrams", University of Nijmegen, 1993. – p. 13.
4. Atroshhenko V.A. K voprosu vybora algoritmov reshenija zadachi sinteza optimal'nyh struktur raspredelennyh baz dannyh na predprijatijah hlebopekarnoj promyshlennosti/ V.A. Atroshhenko, D.V. Tishkovskij //Pishhevye tehnologii KubGTU. 2009. - №4
5. Tishkovskij D.V. Osobennosti metodiki sozdaniya informacionnoj sistemy predpriyatij hlebopekarnoj promyshlennosti [Jelektronnyj resurs]/ D.V. Tishkovskij // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2012. – № 4. – Rezhim dostupa: www.science-education.ru/104-6824 (data obrashhenija 13.09.2017 g.). – Nazvanie s jekrana.
6. Atroshhenko V.A. Tehnicheskie vozmozhnosti povyshenija resursa avtonomnyh jelektrostancij jenergeticheskikh sistem. Monografija. / V.A. Atroshhenko, Ju.D. Shevcov, P.V. Jacynin, - Krasnodar: Izdatel'skij Dom - Jug, 2010. - 192 s.
7. Mahammad M.D. Razrabotka informacionnoj sistemy dlja dizel'nyh jelektrostancij s vozmozhnostjami prognoza ih tehničeskogo sostojanija: avtoref. dis.... kand. tehn. nauk: 05.13.01 / Mahammad Maaz Dzhasem Mahammad; GOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj tehnologičeskij universitet». – Krasnodar, 2009. – 23 s.
8. Sovremennye metodologii opisanija biznes-processov – prosto o slozhnom / Metodologija DFD v notacijah Gejna-Sarsona i Jordana-De Marko [Jelektronnyj resurs] / Betek K vershinam masterstva – Rezhim dostupa: <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=29> (data obrashhenija 10.09.2017 g.). – Nazvanie s jekrana.
9. Volkov V.P. Integracija tehničeskij jekspluatacii avtomobilej v struktury i processy intelektual'nyh transportnyh sistem. Monografija / Volkov V.P., Matejchik V.P., Nikonov O.Ja. // Doneck: Izd-vo «Noulidzh», 2013. – 398s.
10. Mateichyk V.P. Osoblyvosti monitorynhu stanu transportnykh zasobiv z vykorystanniam bortovykh diahnostychnykh kompleksiv / V.P. Mateichyk, V.P. Volkov, P.B. // Naukovyi zhurnal Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka – Kyev.: NTU, 2014. – Vypusk 13. – S. 126-138.