

УДК 65; 629.017:629.083

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.280420.74.623

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ ВИТРАТИ ПАЛИВА

САКНО О. П.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

КОЛЕСНИКОВА Т. М.², канд. техн. наук, доц.,

МЕДВЕДСЬ С. П.³, канд. техн. наук,

СТАДНИК В. І.⁴

ТАТАРЧУК О. В.⁵, канд. техн. наук, доц.

^{1*} Кафедра експлуатації та ремонту машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 295-51-16, e-mail: sakno-olga@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4672-6651

² Кафедра експлуатації та ремонту машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 225-52-53, e-mail: tnk1403@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8568-4688

³ Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, пр. Центральний, 59-а, 93400, Сіверськ-Донецьк, Україна, тел. +38 (050) 214-21-28, e-mail: medvedev.ep@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8566-9624

⁴ Кафедра експлуатації та ремонту машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 760-31-22, e-mail: stadnyk.viktor@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6507-6335

⁵ Кафедра експлуатації та ремонту машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 926-30-93, e-mail: tatarchuk.oleksandr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2833-1330

Анотація. Постановка проблеми. Сучасний автотранспортний засіб (АТЗ), як і будь-який транспортний засіб, – це досить складна система, що складається з великого числа підсистем, агрегатів, вузлів, елементів (деталей). Кожен елемент АТЗ виготовляється з певними допусками на склад матеріалу, на його фізичні, хімічні, механічні, термічні, електричні властивості, нарешті на форму і розміри. У процесі експлуатації АТЗ взаємодіє з навколишнім середовищем (у тому числі з вантажами, що перевозяться, або людьми), а його елементи взаємодіють між собою. Ця взаємодія викликає навантаження деталей, їх взаємні переміщення, тертя, нагрівання, хімічні перетворення. В результаті у процесі роботи змінюються властивості (параметри) цих елементів – твердість, шорсткість, розмір, взаємне розташування, зазор тощо. Частковим вирішенням цих проблем може стати пошук методики оцінювання технічного стану АТЗ за узагальненим критерієм, який достатньо чутливий до змін технічного стану. Одним із таких критеріїв може бути витрата палива в літрах на 100 кілометрів. **Мета статті** – дослідити можливості використання показника витрати палива як критерію оцінки технічного стану автомобілів та узагальнити технологію ТО і ремонту автомобілів і отримання заданого технічного рішення. **Висновок.** Досліджено можливість використання показника витрати палива як критерію оцінки технічного стану автомобілів на прикладі Volkswagen Touran 1.9 TDI у процесі експлуатації. Встановлено чітку залежність витрати палива від терміну експлуатації автомобіля, а значить, залежність від його періодичності та якості системи технічного обслуговування і ремонту (ТОіР). Узагальнено технологію ТОіР автомобілів та отримано задане технічне рішення. Процес створення моделі технології ТОіР АТЗ реалізовується на базі ітераційного підходу (повторювання) з можливістю уточнення їх особливостей.

Ключові слова: автомобіль; технічне обслуговування; технічний стан; витрата палива; технологія; ітераційний підхід

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ РАСХОДА ТОПЛИВА

САКНО О. П.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

КОЛЕСНИКОВА Т. Н.², канд. техн. наук, доц.,

МЕДВЕДЕВ Е. П.³, канд. техн. наук,
СТАДНИК В. И.⁴
ТАТАРЧУК А. В.⁵, канд. техн. наук, доц.

^{1*} Кафедра эксплуатации и ремонта машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (050) 295-51-16, e-mail: sakno-olga@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4672-6651

² Кафедра эксплуатации и ремонта машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (095) 225-52-53, e-mail: tnk1403@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8568-4688

³ Кафедра логистического управления и безопасности движения на транспорте, Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, пр. Центральный, 59-а, 93400, Северодонецк, Украина, тел. +38 (050) 214-21-28, e-mail: medvedev.ep@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8566-9624

⁴ Кафедра эксплуатации и ремонта машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (050) 760-31-22, e-mail: stadnyk.viktor@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6507-6335

⁵ Кафедра эксплуатации и ремонта машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (066) 926-30-93, e-mail: tatarchyk.oleksandr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2833-1330

Аннотация. Постановка проблемы. Современное автотранспортное средство (АТС), как и любое транспортное средство – это достаточно сложная техническая система, состоящая из большого числа подсистем, агрегатов, узлов, элементов (деталей). Каждый элемент АТС производится с определенными допусками на состав материала, на его физические, химические, механические, термические, электрические свойства, на форму и размеры. В процессе эксплуатации АТС взаимодействует с окружающей средой (в том числе с перевозимыми грузами или людьми), а его элементы взаимодействуют между собой. Это взаимодействие вызывает нагрузку деталей, их взаимные перемещения, трение, нагрев, химические превращения. В результате в процессе работы изменяются свойства (параметры) этих элементов – твердость, шероховатость, размер, взаимное расположение, зазор и тому подобное. Частичным решением представленных проблем может стать поиск методики оценки технического состояния АТС по обобщенному критерию, который достаточно чувствителен к изменениям технического состояния. Одним из таких критериев может быть расход топлива в литрах на 100 километров. **Цель статьи** – исследовать возможности использования показателя расхода топлива в качестве критерия оценки технического состояния автомобилей и обобщить технологию ТО и ремонта автомобилей и получения заданного технического решения. **Вывод.** Исследована возможность использования показателя расхода топлива в качестве критерия оценки технического состояния автомобилей на примере Volkswagen Touran 1.9 TDI в процессе эксплуатации. Установлена четкая зависимость расхода топлива от срока эксплуатации автомобиля, а значит, зависимость от его периодичности и качества системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Обобщена технология ТОиР автомобилей и получено заданное техническое решение. Процесс создания модели технологии ТОиР АТС реализуется на базе итерационного подхода (повторения) с возможностью уточнения их особенностей.

Ключевые слова: автомобиль; техническое обслуживание; техническое состояние; расход топлива; технология; итерационный подход

MODELING OF TECHNOLOGYS IN THE VEHICLE MAINTENANCE ON THE BASIS OF FUEL CONSUMPTION

SAKNO O.P.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
KOLESNIKOVA T.M.², *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
MEDVEDIEV Ye.P.³, *Cand. Sc. (Tech.)*,
STADNYK V.I.⁴
TATARCHYK O.V.⁵, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

^{1*} Department of Operation and Maintenance of Machines, State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 295-51-16, e-mail: sakno-olga@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4672-6651

² Department of Operation and Maintenance of Machines, State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (095) 225-52-53, e-mail: tnk1403@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8568-4688

³ Department of Logistics Management and Traffic Safety in Transport, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 59-a, Central Ave., 93400, Siverskodonetsk, Ukraine, tel. +38 (050) 214-21-28, e-mail: medvedev.ep@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8566-9624

⁴ Department of Operation and Maintenance of Machines, State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 760-31-22, e-mail: stadnyk.viktor@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6507-6335

⁵ Department of Operation and Maintenance of Machines, State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (066) 926-30-93, e-mail: tatarchyk.oleksandr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2833-1330

Abstract. Problem statement. A modern vehicle like any mechanical vehicle is a rather complex system consisting of a large number of subsystems, power units, units, elements (parts). Each element of a vehicle is manufactured with certain tolerances on the composition of the material, on its physical, chemical, mechanical, thermal, electrical properties, on shape and size. During the operation of a vehicle, it interacts with the environment (including transported goods or people), and its elements interact with each other. This interaction causes a load of parts, their mutual displacements, friction, heating, chemical transformations. As a result, during the operation the properties (parameters) of these elements change. They are hardness, surface roughness, size, relative position, gap, etc. A partial solution to the problems presented may be the search for methods for assessing the technical condition of a vehicle by a generalized criterion that is quite sensitive to changes in technical condition. One of these criteria may be fuel consumption in liters per 100 kilometers. **Purpose.** To explore the possibilities of using the fuel consumption indicator as a criterion for assessing the technical condition of vehicle and generalize the technology of maintenance and repair of motor vehicle and obtain a given technical solution. **Conclusion.** The possibility of using the fuel consumption indicator as a criterion for assessing the technical condition of vehicles by the example of Volkswagen Touran 1.9 TDI during operation is investigated. A clear dependence of fuel consumption on the life of the car is established, which means that it depends on its frequency and the quality of the maintenance and repair system. The technology of maintenance and repair of vehicles and obtaining a given technical solution is generalized. The process of creating a model of technology for maintenance and repair of vehicle is implemented on the basis of an iterative approach (reiteration) with the ability to clarify their features.

Keywords: *vehicle; maintenance; technical condition; fuel consumption; technology; iterative approach*

Постановка проблеми. Сучасний автотранспортний засіб (АТЗ), як і будь-який транспортний засіб, – це досить складна система, що складається з великого числа підсистем, агрегатів, вузлів, елементів (деталей). Кожен елемент АТЗ виготовляється з певними допусками на склад матеріалу, на його фізичні, хімічні, механічні, термічні, електричні властивості, нарешті на форму і розміри.

Під час складання деталей у вузол, агрегат, підсистему, АТЗ в цілому відбувається два процеси: з одного боку – усереднення, нівелювання, з іншого – накопичення відхилень. В результаті і виходить, що кожний автомобіль чимось відрізняється від інших екземплярів АТЗ тієї ж моделі, причому ці відмінності надають кожному примірнику власний характер, свої особливості, які дуже швидко виявляє в процесі роботи оператор (водій, пілот, механік, машиніст) і, трохи пізніше, ремонтник, людина, що здійснює технічне обслуговування (ТО) цього екземпляра АТЗ.

У процесі експлуатації АТЗ взаємодіє з навколишнім середовищем (у тому числі з вантажами, які перевозяться, або людьми), а його елементи взаємодіють між собою. Ця взаємодія викликає навантаження деталей, їх взаємні переміщення, тертя, нагрівання, хімічні перетворення [1].

В результаті у процесі роботи змінюються властивості (параметри) цих елементів – твердість, шорсткість, розмір, взаємне розташування, зазор тощо.

Частковим вирішенням вказаних проблем може стати пошук методики оцінювання технічного стану АТЗ за узагальненим критерієм, який достатньо чутливий до змін технічного стану. Одним із таких критеріїв може бути витрата палива в літрах на 100 км [2].

Отже, актуальними бачаться дослідження можливості використання показника витрати палива як критерію оцінки технічного стану автомобілів.

Аналіз публікацій. Легкові автомобілі в Україні значний період експлуатують в умовах від'ємних температур атмосферного

повітря. Це викликає підвищений інтерес науковців країни до експлуатаційних властивостей, зокрема, зміни концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах, експлуатаційних режимів та зміни витрати палива.

Важливим завданням стає визначення оптимальних впливів в експлуатації для зменшення витрати палива автомобілями, вартість якого постійно зростає. Ці питання висвітлювались у наукових публікаціях та дисертаційних дослідженнях низки авторів [3–5]. Разом із тим у цих працях не досліджували вплив багатьох факторів, які мають місце в умовах експлуатації АТЗ.

Мета статті – дослідження можливості використання показника витрати палива як критерію оцінки технічного стану автомобілів та узагальнити технологію ТО і ремонту автомобілів і отримання заданого технічного рішення.

Виклад матеріалу. Експлуатація автомобіля – це його використання за призначенням. Умови експлуатації автомобілів мають випадковий характер і ймовірнісні характеристики дорожніх умов, швидкості руху, маси перевезеного вантажу, режиму руху. Навіть за усунення дії випадкових факторів розсіювання значень наробітку різних автомобілів однієї вибірки виявляється помітним.

У процесі експлуатації автомобілів їх вузли й агрегати піддаються постійному впливу широкого спектра факторів, які по-різному відображаються на їх технічному стані.

Фактори, що впливають на зміну технічного стану, можна поділити на групи [6–7]: конструктивно-виробничі, що визначають початкову якість АТЗ, і експлуатаційні, які визначають зміну технічного стану в процесі експлуатації.

Експлуатаційні фактори залежать від дорожніх, транспортних і кліматичних умов. Вони найбільше впливають на технічний стан автомобілів. Дорожні умови характеризуються типом, станом і міцністю покриттів, поздовжнім профілем дороги, режимом руху, видимістю тощо. Кліматичні умови в різні періоди року визначаються

температурою і вологістю повітря, атмосферним тиском, кількістю опадів, силою і напрямком вітру, тривалістю снігового покриву та ін.

Умови експлуатації істотно впливають на режими роботи, навантаження та рівень надійності АТЗ і, як наслідок, – на потреби в ТО і ремонті, що змінюють нормативи технічної експлуатації [8].

Офіційний дебют Volkswagen Touran відбувся на мото-шоу в Амстердамі в лютому 2003 року. Автомобіль отримав сучасний вигляд, виконаний у стилі останніх автомобілів компанії VW.



Рис. 1. Volkswagen Touran 1.9 TDI

Оригінальну назву Touran цьому автомобілю дало просте поєднання двох слів «Tour» – тур і назви «старшого брата» «Sharan».

Volkswagen Touran побудований на платформі моделі Golf V. На автомобілі застосовується новий задній міст із чотирьох важіль підвіскою коліс і електромеханічний підсилювач рульового механізму.

У своєму салоні Touran із комфортом здатний розмістити до семи осіб. При цьому його габарити зовсім невеликі: довжина – 4 390 мм, ширина – 1 790 мм, висота – 1 630 мм.

Touran пропонується в трьох варіантах комплектації. Стандартна розрахована на п'ять осіб, за об'єму багажного відділення в 600 л. За бажанням покупця можна встановити ще два роздільні крісла, які за необхідності складаються і зберігаються під підлогою. Більш того, всі сидіння салону можуть трансформуватися за бажанням господаря. Всього концепція змінності

сидінь Volkswagen Touran пропонує понад 500 різних конфігурацій.

Велика система захисту включає: ремені на всіх семи сидіннях, АБС, ESP (Electronic Stabilisation Programme), BAS (Brake Assist System), шість подушок безпеки (фронтальні

і бічні для водія, передніх і задніх пасажирів). Дискові гальма всіх коліс (спереду – з внутрішньою вентиляцією). Все перераховане, передбачає високий рівень активної безпеки.

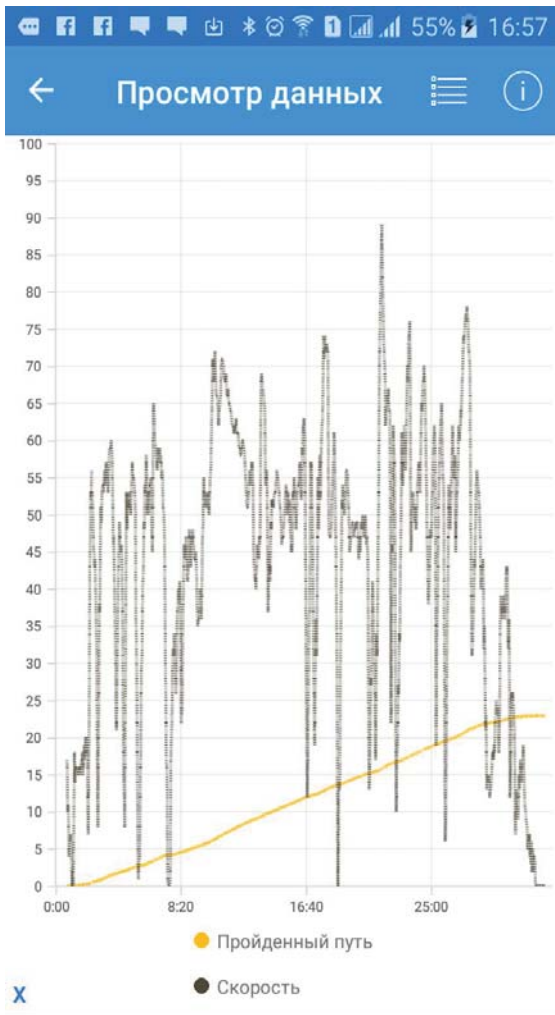


Рис. 2. Етюра швидкості та шляху руху автомобіля

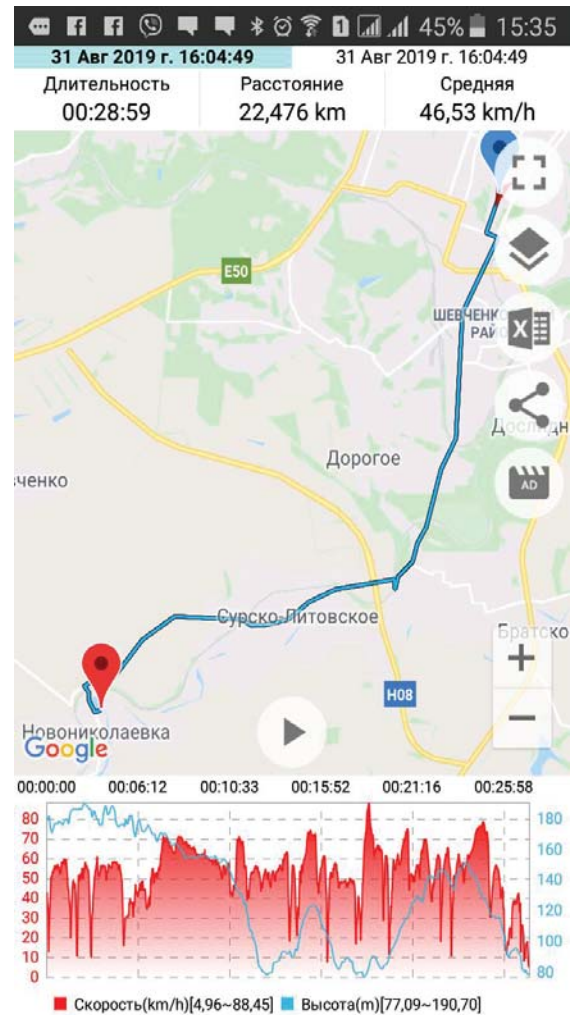


Рис. 3. Динаміка зміни рельєфу руху та швидкості автомобіля

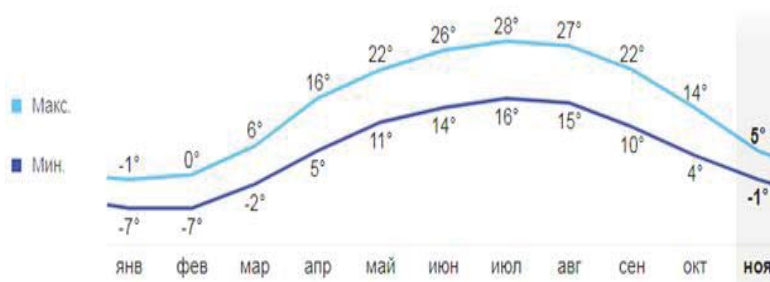


Рис. 4. Графік зміни температури навколишнього середовища за дослідний період, м. Дніпро, 2019 р. (в градусах Цельсія)

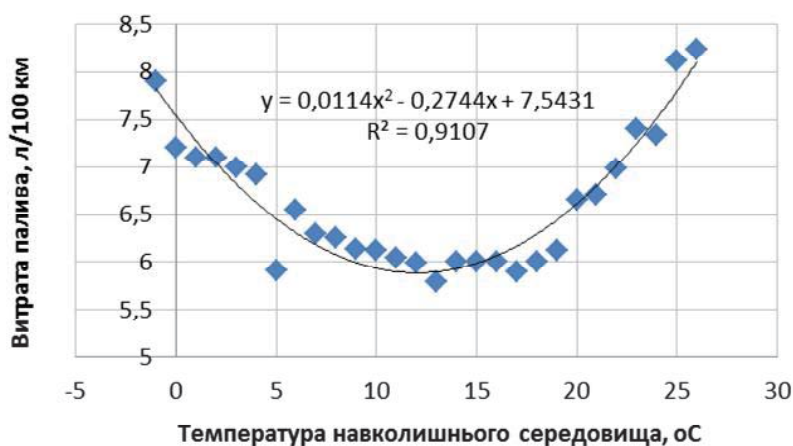


Рис. 5. Залежність витрати палива від температури навколишнього середовища

Таблиця

Поліноміальні залежності витрати палива від температури навколишнього середовища

Рівняння	Точність апроксимації	Q_{s0} °C	$\frac{c}{Q_{s0}}$
$Q_s(t) = 0,0114 \cdot t^2 - 0,2744 \cdot t + 7,54$	0,9107	5,34	1,41

де $Q_s(t)$ – витрата палива залежно від температури навколишнього середовища, л/100 км; t – температура навколишнього середовища, °C; Q_{s0} – витрата палива в перший місяць експлуатації, л/100 км

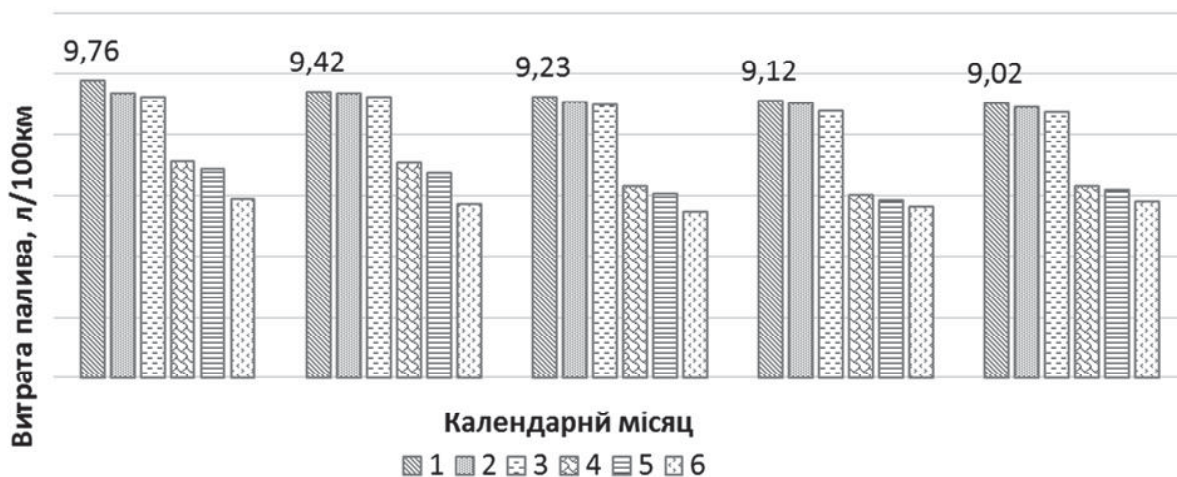


Рис. 6. Витрата палива автомобілів із дослідних груп за п'ять місяців

Мета експериментального дослідження – встановлення взаємозв'язку між технічним станом та витратою палива автомобілів Volkswagen Touran 1.9 TDI у визначених умовах експлуатації.

Для досягнення поставленої мети виконували такі завдання:

1. Визначити параметри маршруту руху автомобіля.

2. Зібрати та обробити статистичні дані щодо динаміки зміни погодних умов впродовж року.

Експериментальні дослідження включали:

1. Визначення параметрів маршрутів м. Дніпро.

2. Збирання та обробку статистичних даних щодо динаміки зміни атмосферного тиску та температури навколишнього середовища в м. Дніпро в період з 01.01.2019 р. по 31.10.2019 р.

Об'єктами експериментальних досліджень були автомобілі Volkswagen Touran 1.9 TDI, 2003...2012 років випуску, (рис. 1) із серійним рядним 4-циліндровим двигуном, з рідинною системою охолодження та МКПП 6. Туран випускається з 2003 року. Технічно Туран з 2003 по 2015 рік – це одна й та сама платформа PQ35, і одне і те саме покоління.

Як приклад на рисунках 2 та 3 наведено епюру швидкостей, шлях руху та динаміку зміни рельєфу в процесі експлуатації. Маршрут с. Новомиколаївка – м. Дніпро (Шевченківський район).

За період проведення експериментального дослідження зібрано дані про температуру навколишнього середовища та величину атмосферного тиску м. Дніпро.

Графік зміни температури з усередненими значеннями за дослідний період наведено на рисунку 4. Як видно з графіків, температура навколишнього середовища змінюється за синусоподібним законом, а величина атмосферного тиску має рівномірний розподіл упродовж року і перебуває на рівні 99,3 кПа.

Загальний діапазон температур:
-1...+28°C.

Результати дослідження наведені на рисунку 5.

У таблиці наведено поліноміальні залежності витрати палива від температури навколишнього середовища.

На першому етапі дослідження впливу технічного стану на витрату палива було підтверджено загальну гіпотезу про те, що за однакових умов експлуатації нові автомобілі споживають меншу кількість палива, ніж автомобілі, що були в експлуатації. Для цього було порівняно витрату палива на маршруті помісячно. Результати наведені на рисунку 6.

Як видно, рівняння мають дуже близькі значення коефіцієнтів a та b . В той же час, коефіцієнт c пропорційний початковій витраті палива Q_{s0} за експлуатації на певному маршруті. Причому ці значення більші на 1,15...1,45 %. Це дає нам підстави припустити, що така розбіжність є нормальна і має бути врахована в подальших обчисленнях.

Як видно з рисунка 6, прослідковується чітка залежність витрати палива від терміну експлуатації автомобіля, а значить, залежність від його періодичності та якості технічного обслуговування і ремонту (ТОіР).

Таким чином, можна узагальнити технології ТОіР та отримання заданого технічного рішення [9]. На рисунку 7 наведено схему системного проектування технології та отримання заданого технічного рішення. Вибір заданого технічного рішення може виконуватися на базі відповідної системи ієрархічного рівня моделювання, які повинні пророблятися на основі ітеративної послідовності. Перед початком процесу моделювання необхідно задати початкові умови та обмеження виконання робіт із ТОіР автомобілів, визначити принцип моделювання, враховувати особливості моделювання: стадії моделювання, рівні складності, технічного прогресу та зображення системи. Ці стадії та рівні в процесі синтезу систем повинні реалізовуватися на основі ітераційного підходу. Увесь процес моделювання повинен виконуватися тільки на базі граничного критерію надійності та ефективності експлуатації при ТОіР АТЗ.

Моделюючи технології ТОіР АТЗ, слід мати на увазі, що процеси моделювання можуть виконуватися на всіх етапах комплексної технології ТОіР (рис. 8), а саме 1, 2, 3, ..., n_i . При цьому процес створення моделі має реалізовуватися на базі ітераційного підходу (iteratio – повторювання) з можливістю уточнення їх особливостей. А також ці особливості необхідно уточнювати на всіх стадіях моделювання (рис. 8 б).

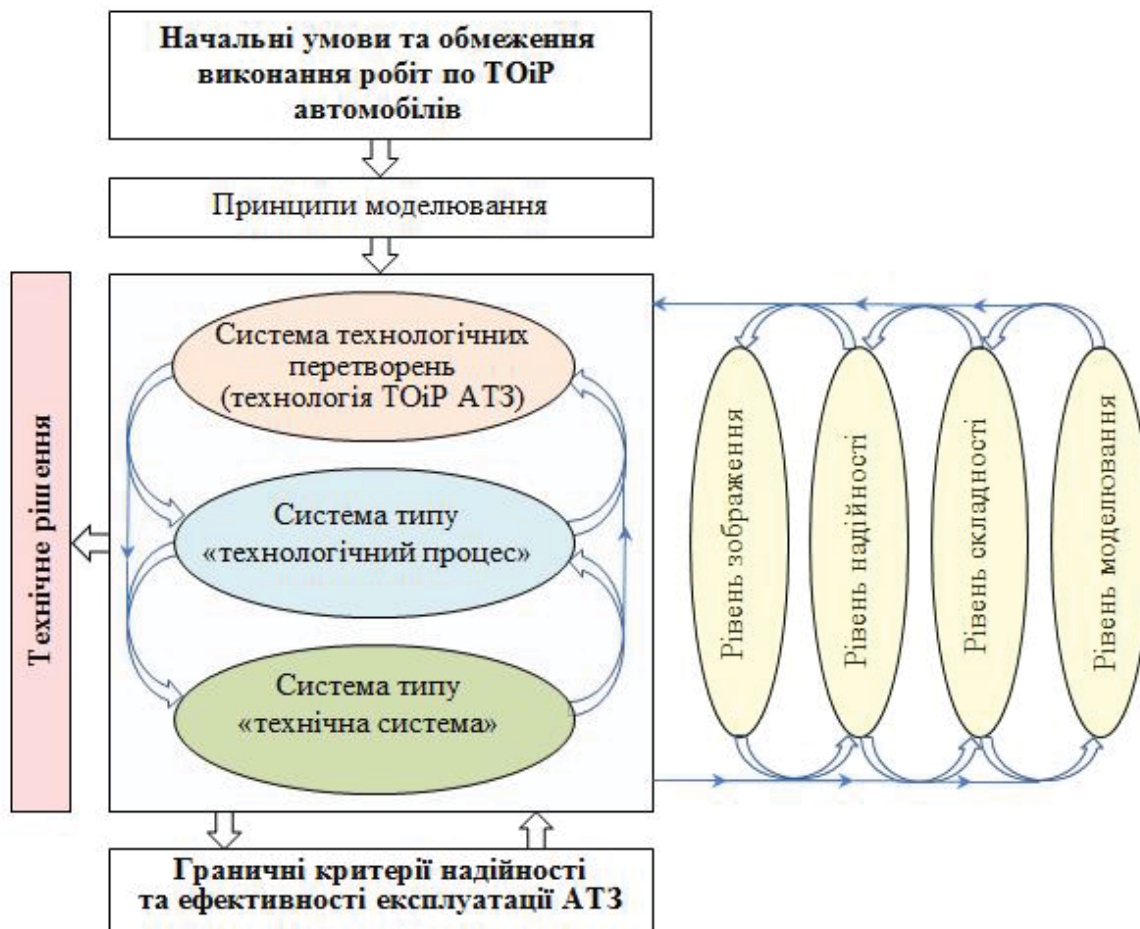
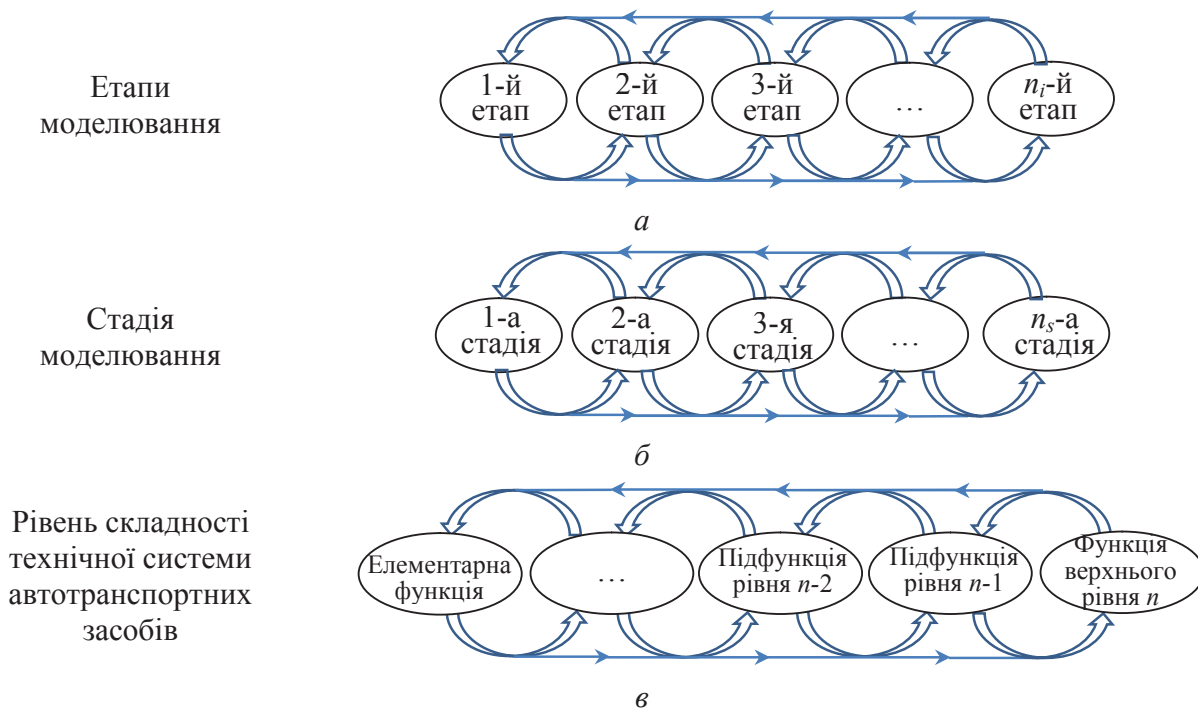


Рис. 7. Схема системного моделювання технології в системі ТОіР автомобілів та отримання заданого рівня технічного рішення



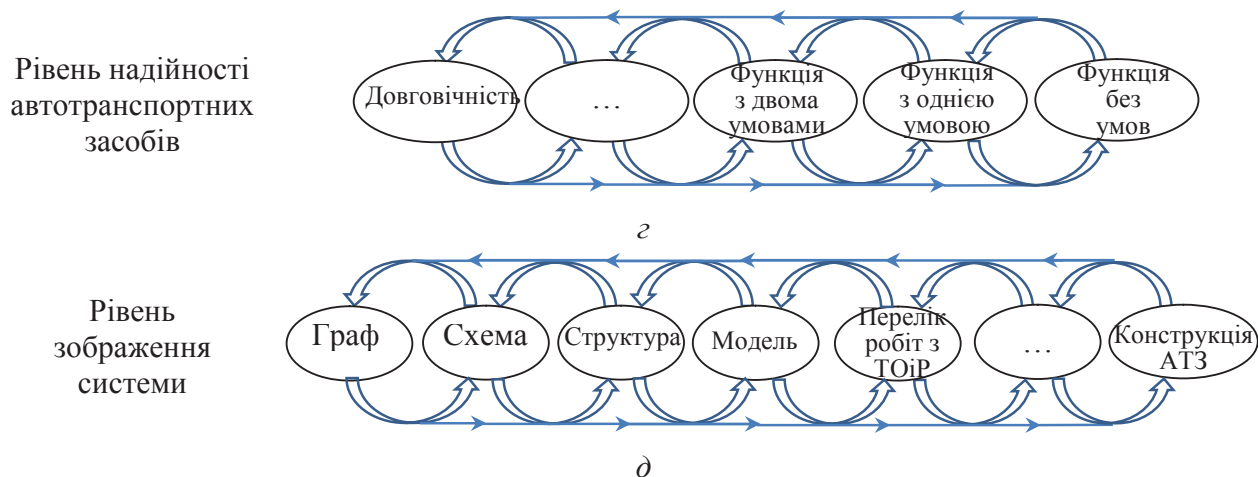


Рис. 8. Особливості моделювання технологій технічного обслуговування автотранспортних засобів :
 а – за етапами моделювання; б – за стадіями моделювання; в – за рівнями складності системи;
 з – за рівнем технічного стану (рівень надійності); д – за рівнем зображення

Ітераційна направленість моделювання технологій ТОіР АТЗ (рис. 8 в) розглядається за всіма рівнями складності. Рівні складності системи можуть мати такі типи: елементарна функція, підфункція рівня $n-2$, підфункція рівня $n-1$, функція верхнього рівня n . При цьому процес моделювання, як ітеративний, може виконуватися з поступовим ускладненням функції. За рівнем технічного стану (рівень надійності) (рис. 8 з) моделювання технологій ТОіР АТЗ також повинне виконуватися з урахуванням ітеративного підходу, яке виконується за такими етапами: довговічність, безвідмовність, ремонтпридатність, ..., функція з двома умовами, функція з однією умовою, функція без умов. За рівнем зображення (рис. 8 д) процес моделювання може виконуватися за такими рівнями: граф, схема, структура, модель, перелік робіт із ТОіР АТЗ, конструкція АТЗ.

Висновок. Досліджено можливість використання показника витрати палива як критерію оцінки технічного стану автомобілів на прикладі Volkswagen Touran 1.9 TDI в процесі експлуатації (маршрут с. Новомиколаївка – м. Дніпро (Шевченківський район)). Установлено чітку залежність витрати палива від терміну експлуатації автомобіля, а значить, залежність від його періодичності та якості ТОіР. Узагальнено технологію ТОіР автомобілів та отримано задане технічне рішення.

Процес створення моделі технологій ТОіР АТЗ реалізовується на базі ітеративного підходу (повторювання) з можливістю уточнювати особливості зміни технічного стану, умов експлуатації, якості профілактичних робіт тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сахно В. П., Савостін-Косяк Д. О. Форми організації моніторингу технічного стану транспортних засобів. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. 2017. Вип. 1 (37). С. 373–380.
2. Кривошапов С. И. Особенности нормирования расхода топлива в сложных дорожных условиях эксплуатации машин. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2015. № 10 (1119). С. 115–121.
3. Гутаревич Ю. Ф., Симоненко Р. В. Влияние способа прогрева бензинового двигателя на топливную экономичность та екологічні показники автомобіля *Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів*. 2002. Вип. 15. С. 73–77.
4. Кухтик Н. О. Визначення витрати палива та концентрацій шкідливих речовин за прогріву двигуна легкового автомобіля в умовах низьких температур середовища. *Вісник ЖДТУ*. 2018. № 2 (82). С. 88–93. DOI: [https://doi.org/10.26642/tn-2018-2\(82\)-88-93](https://doi.org/10.26642/tn-2018-2(82)-88-93)

5. Савостін-Косяк Д. О. Оцінка технічного стану міських автобусів в умовах експлуатації. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. 2019. Вип. 3 (45). С. 146–153.
6. Кривошапов С. И. Нормирование расхода топлива на транспорте. *Научные заметки : міжвузівський збірник*. 2014. Вип. 45. С. 308–316.
7. Sakno O. Research of intensity of tires wear of trucks in the process of their operation. *Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології : електронне наукове фахове видання*. 2013. Вип. 4/2013. С. 99–101.
8. Сакно О. П., Лукічов О. В., Костенко А. В. Забезпечення поліпшення керованості автомобіля за рахунок комплексного підходу до його надійності. *Вісник СевНТУ. Серія «Машиноприладобудування та транспорт»*. 2014. Вип. 152/2014. С. 93–97.
9. Михайлов А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения. Москва : Машиностроение, 2009. 346 с.

REFERENCES

1. Sakhno V.P. *Formy orhanizatsii monitorynhu tekhnichnoho stanu transportnykh zasobiv* [Forms of organization of monitoring of technical condition of vehicles]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Seriya "Tekhnichni nauky"* [Bulletin of the National Transport University. Technical Sciences Series]. Vol. 1 (37), 2017, pp. 373–380. (in Ukrainian).
2. Krivoshepov S. I. *Osobennosti normirovaniya rashoda topliva v slozhnykh dorozhnykh usloviyakh jekspluatscii mashin* [Features of rationing of fuel consumption in difficult road conditions of machine operation.]. *Visnyk NTU "HPI"* [Bulletin of NTU "KPI"]. No. 10 (1119), 2015, pp. 115–121. (in Russian).
3. Hutarevich Yu.F. and Symonenko R.V. *Vplyv sposobu prohrivu benzynovoho dyvhuna na palyvnu ekonomichnist ta ekolohichni pokaznyky avtomobilia* [Influence of the method of heating the gasoline engine on fuel economy and environmental performance of the car]. *Systemni metody keruvannya, tekhnolohiia ta orhanizatsiia vyrobnytstva, remontu i ekspluatatsii avtomobiliv : zbirnyk nauk. prats* [System management methods, technology and organization of production, repair and operation of cars : collection of scientific works]. Vol. 15, 2002, pp. 73–77. (in Ukrainian).
4. Kukhtyk N.O. *Vyznachennia vytraty palyva ta kontsentratsii shkidlyvykh rehovyn za prohrivu dyvhuna lehkovoho avtomobilia v umovakh nyzkykh temperatur seredovyshcha* [Determination of fuel consumption and concentrations of harmful substances in the warming up of the car engine in conditions of low ambient temperatures]. *Visnyk ZhDTU* [Bulletin of ZhDTU]. No. 2 (82), 2018, pp. 88–93. (in Ukrainian).
5. Savostin-Kosyak D. O. *Otsinka tekhnichnoho stanu misykykh avtobusiv v umovakh ekspluatatsii* [Estimation of technical condition of city buses in operating conditions.]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Seriya "Tekhnichni nauky"* [Bulletin of the National Transport University. Technical Sciences Series]. No. 3 (45), 2019, pp. 146–153. (in Ukrainian).
6. Krivoshepov S. I. *Normirovanie rashoda topliva na transporte* [Rationing of fuel consumption in transport]. *Naukovi notatky : Mizhvuzivskyi zbirnyk* [Scientific notes : Intercollegiate collection]. Vol. 45, 2014, pp. 308–316. (in Russian).
7. Sakno O. Research of intensity of tires wear of trucks in the process of their operation. *Avtomobil' i Elektronika. Suchasni Tehnologii : elektronne naukove fahove vidannya* [Car and Electronics. Modern technology. Electronic Scientific Professional Edition]. Vol. 4/2013, 2013, pp. 99–101.
8. Sakno O.P., Lukichov O.V. and Kostenko A.V. *Zabezpechennia polipshennia kеровanosti avtomobilia za rakhunok kompleksnoho pidkhodu do yoho nadiinosti* [Ensuring the Improvement of the Steerability of the Car at the expense of a Comprehensive Approach to Its Reliability]. *Visnyk SevNTU. Seriya "Mashynopryladobuduvannya ta transport"* [SevNTU Bulletin. Series "Mechanical Engineering and Transport"]. Vol. 152/2014, 2014, pp. 93–97. (in Ukrainian).
9. Mihaylov A.N. *Osnovy sinteza funktsionalno-orientirovannykh tekhnologiy mashinostroeniya* [Basics of the synthesis of function-oriented engineering technologies]. Moscow : Mashinostroenie, 2009, 346 p. (in Russian).

Надійшла до редакції : 24.02.2020 р.