

# МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИЗНАЧЕННЯ І КОНТРОЛЮ ВИТРАТ БІОПАЛИВ У ПРОЦЕСІ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

Поліський національний університет

*У роботі запропоновано методологічний підхід щодо визначення та контролю витрат палив (біопалив) автомобіля, що має відомі конструктивні параметри та рухається у відомих умовах на відомих режимах. Зазначено, що на цьому етапі більш привабливим є використання сумішевих палив на основі бензину або дизельного палива з додаванням різних домішок біологічного походження. Для палив на основі бензину домішками можуть бути метиловий або етиловий спирти, на основі дизельного палива – олії рослинного походження, а також метилові та етилові ефіри цих олій.*

*Розроблено структурно-логічну схему, яка пояснює основні положення методу визначення і контролю витрат біопалив, що пропонується. У структурно-логічній схемі виділено такі групи параметрів, що наявні в процесі руху автомобіля: параметри умов, конструкції автомобіля та режиму руху. Проаналізовано взаємний вплив параметрів між собою та між групами, вплив концентрації біологічної складової палива на його витрату, що необхідно враховувати для визначення та контролю витрат біопалив у процесі руху автомобіля. Показано, що при переході на використання біопалива відбувається зміна індикаторного коефіцієнта корисної дії двигуна внутрішнього згорання, що також впливає на витрату біопалива.*

*Доведено, що в процесі переходу на використання біопалива важливими чинниками впливу на його витрату є густина, нижча теплота згорання та теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг біопалива, що залежить від об'ємної концентрації в ньому конкретної біологічної складової.*

*Враховуючи відносні показники «основного» палива (нижчу теплоту згорання, густину та теоретично необхідну кількість повітря для згорання 1 кг домішок), встановлено, що найменший приріст витрати палива двигуном автомобіля в процесі експлуатації відбувається за додавання ріпакової олії до дизельного палива відносно інших олій.*

**Ключові слова:** двигун внутрішнього згорання, автомобіль, параметри руху, параметри умов, конструктивні параметри, біопаливо, біодомішка, біодизель, контроль витрати.

## Постановка проблеми

Витрата палива автомобіля – важливий показник ефективності його експлуатації. Щоб здійснювати контроль за витрачанням палива автомобілем необхідно застосовувати прийняті методи його нормування. Контроль витрати палива є необхідним для обліку та моніторингу показників процесу перевезень, зокрема і для списання палива, яке регламентується «Нормами витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті», що затверджено наказом Мінтрансу України № 3 від 10.02.1998 р. Цей документ під нормуванням витрат палива передбачає встановлення міри його споживання за певних умов експлуатації автомобіля і визначає застосування базових лінійних норм та системи нормативів і засобів коригування, які враховують виконану транспортну роботу, дорожньо-кліматичні та інші умови експлуатації автомобіля. На сьогодні цей документ потребує удосконалення, оскільки не регламентує норми витрат палив, що мають у своєму складі біологічну домішку.

Останнім часом стає все актуальнішим переведення двигунів внутрішнього згорання на альтернативні джерела енергії. Для бензинових двигунів альтернативою є суміші бензинів зі спиртом різних об'ємних концентрацій. Для дизелів як альтернативне паливо пропонується біодизель, що являє собою суміш олій рослинного походження і метилового спирту у співвідношенні 7:1...10:1. Біодизель (дизельне біопаливо, MEPO, PME, FAME, EMAG, SME, SFME, біонафта) – це вид біопалива, яке отримують з олій рослинного походження, тваринного жиру тощо.

Біодизель може використовуватися окремо або в суміші з дизельним паливом і позначається, наприклад, B50 – 50 % біодизеля, B40 – 40 % біодизеля у нафтовому дизельному паливі. Біодизель теоретично можна отримувати з будь-якої олії рослинного походження, але найчастіше його отримують із пальмової, ріпакової (84 % вмісту), соняшникової (13 %), кукурудзяної, соєвої, конопляної олій. У кожному конкретному випадку розглядається доступність та собівартість отримання конкретних олій. Відомо, що для виготовлення біодизеля також можливе використання тваринних жирів та відходів харчової промисловості [1].

Оскільки перехід на альтернативні види енергії, зокрема і на біопалива, на автомобільному транспорті стає все більш важливим, актуальною науково-прикладною задачею є їх нормування та контроль витрат, для чого потрібні відповідні методи визначення та засоби контролю.

Існує багато математичних моделей, методів та засобів для визначення витрати палива автомобіля, але вони мають відомі недоліки і не дають змоги повною мірою здійснювати нормування витрат палив. Наприклад, математична модель, розроблена на кафедрі «Технічної експлуатації і сервісу автомобілів» ХНАДУ, передбачає визначення годинної витрати палива двигуна автомобіля, що працює на режимі холостого ходу або з постійним навантаженням, є спрощеною, оскільки використовує поліноміальну апроксимацію певних залежностей для двигуна конкретної марки (автомобілі SkodaOctavia 1,6 MPI з бензиновим та SkodaOctavia 2,0 TDi з дизельним двигунами), отриманих експериментально. Отже, запропонований підхід має певний ступінь наближення до реальних експлуатаційних витрат палив.

Існують також підходи визначення витрат біопалив через аналіз процесів розпилювання та подрібнення крапель палива, їх розповсюдження та сумішоутворення в циліндрах двигуна внутрішнього згорання [2–3]. Але вони передбачають на початку аналізу наявність параметрів роботи двигуна (навантажувальний та швидкісний режими його роботи), конструктивні параметри форсунок, тиск впорскування, що не дає можливості проаналізувати вплив окремих чинників на витрату біопалива двигуна автомобіля загалом. Серед таких чинників можна назвати: сумарний опір дороги, швидкість руху автомобіля, передавальні числа головної передачі і коробки передач, коефіцієнт корисної дії трансмісії, навантаження автомобіля, параметр обтічності автомобіля та інші.

Практично всі наявні методи не передбачають визначення витрат різних за фізичними властивостями палив із біологічною складовою різних об'ємних концентрацій, до яких відносять в'язкість, густину, поверхневий натяг тощо. На сьогодні не існує методики розрахунку норм витрат вказаних біопалив, що унеможливило його контроль у процесі експлуатації автомобіля. Саме це і потребує додаткової уваги спеціалістів автомобільного транспорту.

Метою дослідження є створення методологічних основ контролю витрати різних за властивостями біопалив, що використовують двигуни внутрішнього згорання автомобіля в процесі його руху, розроблення структурної схеми визначення і контролю витрат різних біопалив, аналіз взаємозв'язку в елементах схеми для створення передумов покращення системи контролю витрат біопалив та підвищення ефективності його використання в процесі експлуатації автомобіля.

### Контроль витрат біопалива двигуном автомобіля

Математична модель проф. М. Я. Говоруценка описує витрату палива автомобіля, який має відомі конструктивні параметри, рухається на відомих режимах (швидкісних та навантажувальних) та у відомих умовах:

$$Q = \frac{1}{\eta_i} \left[ A i_k + B i_k^2 V_a + C (G_a \psi + k F V_a^2 \pm 0,1 G_a \dot{V}_a) \right], \quad (1)$$

де  $\eta_i$  – індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна внутрішнього згорання;  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – розрахункові коефіцієнти;  $i_k$  – передавальне число коробки передач автомобіля;  $V_a$  – швидкість руху, км/год;  $G_a$  – вага автомобіля, Н;  $\psi$  – коефіцієнт сумарного опору дороги;  $kF$  – фактор обтічності автомобіля, Н·с<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;  $\dot{V}_a$  – прискорення автомобіля, м/с<sup>2</sup>;  $\beta$  – коефіцієнт, що враховує обертальні маси автомобіля;  $\beta = 1 + (0,03 \dots 0,07) i_k^2$ .

Для бензинового двигуна:

$$A = \frac{358 V_h i_0}{H_H \rho_{\Pi} r_K}; \quad B = \frac{9 V_h S_{\Pi} i_0^2}{H_H \rho_{\Pi} r_K^2}; \quad C = \frac{100}{H_H \rho_{\Pi} \eta_{TP}}, \quad (2)$$

де  $V_h$  – робочий об'єм циліндрів двигуна, л;  $i_0$  – передавальне число головної передачі автомобіля;  $H_H$  – нижча теплота згорання палива, МДж/кг;  $\rho_{\Pi}$  – густина палива, кг/м<sup>3</sup>;  $r_K$  – радіус кочення колеса, м;  $S_{\Pi}$  – хід поршня, м;  $\eta_{TP}$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії автомобіля.

Для дизельного двигуна коефіцієнт  $C$  визначається згідно з (2), коефіцієнти  $A$  і  $B$  дорівнюють:

$$A = \frac{385 V_h i_0}{H_H \rho_{\Pi} r_K}; \quad B = \frac{11 V_h S_{\Pi} i_0^2}{H_H \rho_{\Pi} r_K^2}. \quad (3)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна визначається за відомою формулою:

$$\eta_i = \frac{P_i L_0 R T}{H_H \eta_V P} \alpha, \quad (4)$$

де  $P_i$  – середній індикаторний тиск в циліндрі двигуна, МПа;  $L_0$  – теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг палива, кг палива/кг повітря;  $R$  – універсальна газова стала,  $R = 8,31$  Дж/моль·К;  $T$  – температура, К;  $\eta_V$  – коефіцієнт наповнення циліндрів двигуна;  $P$  – тиск, МПа;  $\alpha$  – коефіцієнт надлишку повітря.

Треба підкреслити, що у виразі (4) для визначення індикаторного коефіцієнта корисної дії двигуна внутрішнього згорання існує взаємний вплив між деякими показниками. Наприклад, можна з достатнім ступенем імовірності прийняти зв'язок атмосферних температури  $T$  і тиску  $P$ , середнього індикаторного тиску  $P_i$  та коефіцієнта наповнення циліндрів двигуна  $\eta_V$ , також існує зв'язок між тиском  $P$ , нижчою теплотою згорання палива  $H_H$  та середнім індикаторним тиском  $P_i$ . Важливо розуміти, що на середній індикаторний тиск  $P_i$  у циліндрах двигуна впливають практично всі складові виразу (4) або безпосередньо, або через інші складові. Тобто спостерігається також непрямий зв'язок між параметрами в (4).

Теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг палива  $L_0$  входить в чисельник для визначення індикаторного коефіцієнта корисної дії двигуна (4) та за відомим визначенням впливає на знаменник коефіцієнта надлишку повітря  $\alpha$ . Годі при додаванні домішок до «основного» палива, якщо вони мають різну теоретично необхідну кількість повітря для згорання 1 кг порівняно з «основним» паливом, неодмінно буде відбуватися зміна складу паливо-повітряної суміші, що готує система живлення двигуна.

Якщо прийняти, що за наявності домішок в «основному» паливі не змінюється швидкісний режим роботи двигуна внутрішнього згорання, то зміна складу паливо-повітряних сумішей буде скомпенсована зміною його навантажувального режиму роботи. І в такому разі на витрату палива впливатиме тільки зміна теоретично необхідної кількості повітря для згорання 1 кг палива, що знаходиться в чисельнику виразу (4) для визначення індикаторного коефіцієнта корисної дії двигуна.

Легко довести, що якщо «основне» паливо має меншу теоретично необхідну кількість повітря для згорання 1 кг, ніж домішка, що додається, буде відбуватися зменшення витрати біопалива. Зміну теоретично необхідної кількості повітря для згорання 1 кг цього біопалива можна оцінювати для різної об'ємної концентрації домішки  $k$  ( $k = 0..1$ ), за допомогою коефіцієнта  $1/(1 - \Delta L_0 k)$ . При цьому  $\Delta L_0 = (L_{осн} - L_0)/L_{осн}$  називається відносна теоретично необхідна кількість повітря для згорання біодомішки, а  $L_{осн}$ ,  $L_0$  – теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг «основного» палива та домішки, кг повітря/кг палива.

Нижча теплота згорання палива входить у знаменники виразів для визначення коефіцієнтів  $A$ ,  $B$  і  $C$  та індикаторного коефіцієнта корисної дії двигуна (2–4). Якщо прийняти за відносну нижчу теплоту згорання біодомішки  $\Delta H_H = (H_{Носн} - H_{Н0})/H_{Носн}$ , ( $H_{Носн}$  – нижча теплота згорання «основного» палива, МДж/кг;  $H_{Н0}$  – нижча теплота згорання біодомішки, МДж/кг) та винести її за дужки рівняння витрати палива (1) і врахувати, що у виразі для визначення індикаторного коефіцієнта корисної дії двигуна (4) вона знаходиться в знаменнику, але її зміна призводить також до зміни середнього індикаторного тиску в циліндрах двигуна, можна зробити висновок, що на витрату біопалива буде впливати складова  $1/(1 - \Delta H_H k)$ .

Також неважко встановити, що якщо нижча теплота згорання 1 кг «основного» палива менша за аналогічний показник домішки, буде відбуватися зменшення витрати біопалива, яке можна вирахувати вищенаведеним коефіцієнтом.

Густина палива входить у знаменники коефіцієнтів пропорційності  $A$ ,  $B$ ,  $C$  (2, 3). Якщо густину домішки винести за дужки рівняння (1), неважко встановити, що на витрату біопалива двигуна автомобіля чинить вплив складова  $1/(1 - \Delta \rho_{II} k)$ . При цьому  $\Delta \rho_{II} = (\rho_{Посн} - \rho_{II0})/\rho_{Посн}$ , ( $\rho_{Посн}$  – густина «основного» палива та густина біодомішки, кг/м<sup>3</sup>).

Можна також стверджувати, якщо густина «основного» палива менша за густину біодомішки, буде відбуватися зменшення витрати біопалива двигуном автомобіля.

Отже, під час використання біопалив зміна його витрати неминуха внаслідок зміни його густини, теоретично необхідної кількості повітря для згорання 1 кг біопалива та нижчої теплоти згорання і (1) в загальному вигляді можна записати:

$$Q_{БП} = \frac{1}{(1 + \Delta\rho_{II}k)(1 + \Delta L_0k)(1 + \Delta H_Hk)} Q. \quad (5)$$

Для контролю витрати біопалив двигуном автомобіля (виборі домішок до «основних» палив в експлуатації та їх концентрацій, встановленні норм витрат біопалив, проведенні контролю й аналізу витрат тощо) необхідно врахувати зміну теоретично необхідної кількості повітря для згорання 1 кг біопалива, зміну густини та нижчої теплоти згорання залежно від концентрації біологічної складової в ньому.

При виборі різних домішок до бензину або дизельного палива стає очевидним, що перевага буде віддана не тільки домішці меншої вартості, але й за додавання якої буде отримано менший коефіцієнт пропорційності (5) між витратою палива автомобіля, що працює на «основному» паливі, та витратою палива автомобіля, двигун якого працює на біопаливі з відомою об'ємною концентрацією біологічної складової. Цей коефіцієнт пропорційності враховує зміну фізичних властивостей біопалива за додаванням домішки концентрації  $k$  і його пропонується називати коефіцієнтом зміни витрати. Тобто найкращою з погляду фізично-хімічних властивостей вважається домішка, яка має стосовно «основного палива» більшу густину, теоретично необхідну кількість повітря для згорання 1 кг та нижчу теплоту згорання.

Метод оцінки зміни витрати біопалива двигуном автомобіля, який дає змогу встановлювати норми та контролювати витрати палив з різним вмістом біологічної складової в процесі експлуатації автомобіля, наведено на рисунку 1.

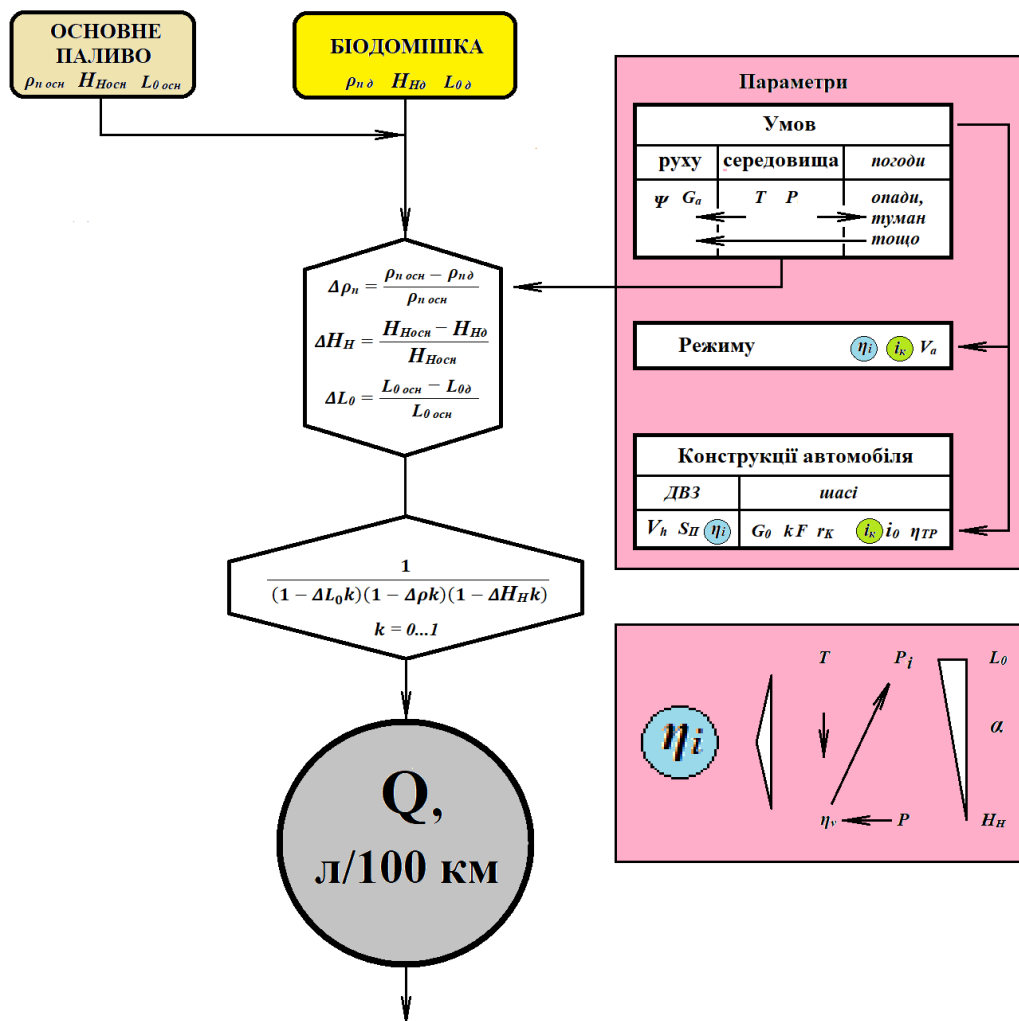


Рис. 1. Схема методу оцінки та контролю витрат біопалив

Аналіз схеми показує, що в процесі руху автомобіля можна умовно виділити групи параметрів: параметри конструкції автомобіля, режимів та умов його руху. Водночас існують параметри, які однозначно неможливо віднести тільки до однієї групи (на схемі позначено кольором). Першим таким параметром є індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна. Відомо, що його значення залежить і від конструкції двигуна, і від режиму його роботи. Другим таким параметром можна назвати передавальне число коробки передач автомобіля. З одного боку цей параметр закладено конструктивно в трансмісії автомобіля, а з іншого – значення передавального числа залежить від конкретно встановленої передачі, що обирається водієм та задає режим руху автомобіля.

У параметрах умов пропонується окремо розглядати параметри руху, до яких відносять вагу автомобіля (споряджена та вага вантажу), сумарний коефіцієнт опору дороги, параметри середовища (температура та тиск), окремо виділяються погодні умови (сніг, дощ, туман тощо). Також зазначається, що і на погодні умови й умови руху мають вплив параметри середовища.

Водночас параметри умов впливають на параметри режиму, які визначаються швидкістю руху автомобіля, обраною передачею коробки передач та індикаторним коефіцієнтом корисної дії двигуна. Параметри умов також здійснюють вплив на обрані на цей момент для руху параметри конструкції автомобіля та параметри режиму руху. За таких умов параметри умов середовища (температура і тиск) впливають на фізичні властивості палива (його густину), що також призводить до зміни його витрати.

На схематичному зображенні методу оцінки витрат біопалив двигуном автомобіля окремо наведено взаємний вплив між параметрами, від яких залежить індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна. Треба зазначити, що на середній індикаторний тиск у циліндрах двигуна впливають практично всі показники, що визначають індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна: температура, тиск, коефіцієнт наповнення циліндрів та надлишку повітря, фізико-хімічні властивості біопалива.

Методика визначення витрати біопалива полягає в такому:

- за даними густини, нижчої теплоти згорання, теоретично необхідної кількості повітря для згорання 1 кг домішки та аналогічних показників «основного» палива необхідно розрахувати відносні значення вказаних параметрів ( $\Delta\rho_{II}$ ,  $\Delta H_H$ ,  $\Delta L_0$ );

- обрати значення об'ємної концентрації біодомішки в паливі  $k$  ( $k = 0$  – домішка відсутня,  $k = 1$  – як паливо використовується лише біодомішка);

- розрахувати коефіцієнт зміни витрати обраного біопалива з об'ємною концентрацією біодомішки  $k$ ;

- для відомих конструктивних параметрів автомобіля, параметрів та умов його руху розрахувати значення витрати біопалива з відомою за властивостями домішкою об'ємної концентрації  $k$ .

Розроблений метод та методика дали змогу встановити коефіцієнти зміни витрати деяких біопалив на основі бензину та ДП (табл. 1), коефіцієнт зміни витрати перераховано згідно з (5).

Таблиця 1

Розрахунок коефіцієнтів зміни витрат для деяких біопалив

Біопаливо	Додаткові дані по домішках	$\Delta L_0$	$\Delta\rho_{II}$	$\Delta H_H$	Коефіцієнт зміни витрати
1	2	3	4	5	6
Бензин з БЕ		0,39	$\approx 0$	0,36	$1 + 0,63k$
ДП з РО		0,11	-0,12	0,15	$1 + 0,06k$
ДП з RME	Рипакометилові ефіри (виробник Німеччина), ерукова кислота, C22:1 0,6 %, $\rho_{20^\circ\text{C}} = 877 \text{ кг/м}^3$	0,13	-0,06	0,12	$1 + 0,23k$
ДП з СОР	СО рафінована, $\rho_{20^\circ\text{C}} = 916 \text{ кг/м}^3$	0,14	-0,11	0,13	$1 + 0,2k$
ДП з РОР	РО рафінована, C22:1 10 %, $\rho_{20^\circ\text{C}} = 915 \text{ кг/м}^3$	0,13	-0,11	0,12	$1 + 0,18k$

1	2	3	4	5	6
ДП з РОРВ	РО рафінована високоерукова, С22:1 30 %, $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 916 \text{ кг/м}^3$	0,13	-0,11	0,11	$1 + 0,16k$
ДП з МЕРО <sub>1</sub>	Метиллові ефіри жирних кислот ріпакової олії високоерукової рафінованої РОРВ, $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 874 \text{ кг/м}^3$	0,12	-0,06	0,11	$1 + 0,2k$
ДП з МЕРО <sub>2</sub>	Метиллові ефіри жирних кислот ріпакової олії рафінованої РОР, $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 874 \text{ кг/м}^3$	0,13	-0,06	0,12	$1 + 0,23k$

Примітка:

1. БЕ – біоетанол; РО – ріпакова олія; РМЕ – ріпакометилловий ефір; РОРВ – ріпакова олія рафінована високоерукова; СОР – соєва олія рафінована; СО – соєва олія; РОР – ріпакова олія рафінована; МЕРО – метиллові ефіри жирних кислот РО; РОРВ – ріпакова олія рафінована високоерукова.

2.  $k$  – об'ємна концентрація домішки, ( $k = 0..1$ ).

З таблиці 1 бачимо, що практично всі наведені біодомішки мають меншу теоретично необхідну кількість повітря для згорання 1 кг. Це пов'язано з наявністю кисню в їхньому складі, тому їх можна віднести до кисневмісних домішок, що є суттєвою перевагою порівняно з домішками, які не мають кисню у своєму складі. Якщо зіставляти між собою густину бензину та біоетанолу, треба зазначити, що вона практично однакова і не впливає на витрату біопалива з цією домішкою. Стосовно ДП можна стверджувати, що оскільки для всіх проаналізованих домішок  $\Delta\rho$  має від'ємне значення, збільшення витрати біопалива зі збільшенням концентрації домішки буде відбуватися завдяки зменшенню нижчої теплоти згорання біопалива.

Практично всі біодомішки, що проаналізовано, зі збільшенням їх об'ємної концентрації призводять до збільшення витрати біопалива. Тому при виборі їх концентрації в основному паливі важливими є не тільки вартість біодомішки, але й величина, на яку збільшується витрата конкретного біопалива.

Аналіз розрахованих коефіцієнтів зміни витрати біопалив показує, що за використання як біопалива для ДВЗ автомобіля етилового спирту ( $k = 1$ ) витрата палива збільшується на 63 %, порівняно із витратою палива з використанням бензину без домішок. Аналогічно, якщо як біопаливо в ДВЗ використовується лише МЕРО<sub>2</sub> (метиллові ефіри жирних кислот рафінованої ріпакової олії,  $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 874 \text{ кг/м}^3$ ), витрата збільшується на 23 %.

### Висновки

Запропоновано новий метод та розроблено його структурно-логічну схему для визначення та контролю витрат біопалив автомобіля, що має відомі конструктивні параметри та рухається у відомих умовах на відомих режимах.

Цей підхід полягає у визначенні та використанні запропонованого коефіцієнта зміни витрат біопалив, який враховує зміну густини, нижчої теплоти згорання та теоретично необхідної кількості повітря для згорання 1 кг біопалива залежно від об'ємної концентрації біологічної складової в ньому.

Проаналізовано взаємозв'язок в елементах запропонованої структурно-логічної схеми між параметрами умов, режимом руху, конструкцією автомобіля та властивостями біопалив з різною об'ємною концентрацією біологічної складової, що дає змогу покращити систему контролю витрат біопалив та підвищити ефективність його використання в процесі експлуатації автомобіля.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] URL: <https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1528162>
- [2] Колодницька Р. В., Ільченко А. В. Аналіз моделей викидів сажі, оксидів азоту та витрати палив у застосуванні до біопалив у дизелях. *Практична космонавтика і високі технології*: тези VI науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю з дня народження академіка С. П. Королева. Житомир: РВВ ЖДТУ. 2007. С. 83.
- [3] Колодницька Р. В., Ільченко А. В. Вплив в'язкості біопалив на їх витрату та параметри впорскування. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Даля*. 2007. № 6(112). С. 154–157.
- [4] Кравченко О. П., Колодницька Р. В., Ільченко А. В. Effect of vegetable oil additive on fuel consumption and spray in diesel engine. *Транспорт, екологія – устойчиво развитие*: сб. докл XV научно-техн. конф. с междунар. участием. Варна, 2009. С. 412–419.
- [5] Korobiichuk I., Ilchenko A. Optimal design parameters of thermal flowmeter for fuel lowmeasurement Igor Korobiichuk. *Sensors*. 2022. № 22. P. 8882. URL: <https://doi.org/10.3390/s22228882>

**Ільченко Андрій Володимирович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу, e-mail: [avi\\_77@ukr.net](mailto:avi_77@ukr.net)

Поліський національний університет, м. Житомир

**A. Ilchenko**

## Methodological basis of determination and control biofuels expenditure in the vehicle movement process

Polissya National University

*The paper proposes a methodological approach to determine and control fuel consumption (biofuels) of a car that has known design parameters and moves in known conditions at known modes. It is noted that at this stage it is more attractive to use mixed fuels based on gasoline or diesel fuel with the addition of various impurities of biological origin. For gasoline-based fuels, impurities can be methyl or ethyl alcohol, for diesel fuel – vegetable oils, as well as their methyl and ethyl esters of these oils.*

*A structural and logical scheme has been developed, which explains the main provisions of the proposed determining method and controlling the biofuels consumption. In the structural and logical scheme, the following groups of parameters that take place during the car movement are highlighted: parameters of the conditions, the driving mode design. The mutual influence of parameters among themselves and between groups, the influence of the biological component concentration on its consumption, which must be taken into account to determine and control the consumption of biofuels during the movement of the car, was analyzed. It is shown that when switching to the use of biofuel, there is a change in the indicator coefficient of the internal combustion engine, which also affects the change in consumption. It has been proven that in the process of using biofuel, important factors affecting its consumption are density, lower heat of combustion, and the theoretically required amount of air for kg of biofuel combustion, which depends on the volumetric a specific biological component concentration in it.*

*It has been proven that in the biofuel use process, important factors affecting its consumption are density, lower heat of combustion and the theoretically necessary amount of air for combustion in 1 kg of biofuel, which depends on the volumetric a specific biological component concentration.*

*Taking into account the relative indicators of the «main» fuel (lower combustion heat, density and theoretically necessary air amount for the combustion of 1 kg impurities), it was established that the smallest increase in fuel consumption by the car engine during operation occurs when rapeseed oil is added to diesel fuel.*

**Key words:** internal combustion engine, car, motion parameters, condition parameters, design parameters, biofuel, bioadmixture, biodiesel, flow control.

**Ilchenko Andrii** – Ph.D. (Eng.), Corresponding Member of the Transport Academy of Ukraine, Associate Professor of the Agricultural Engineering and Technical Service Department, e-mail: [avi\\_77@ukr.net](mailto:avi_77@ukr.net)