

УДК 681.5.015:656.13

О.П. САКНО, кандидат технічних наук, доцент
кафедри експлуатації та ремонту машин
Придніпровської державної академії будівництва та архітектури

О.В. ЛИСИЙ, кандидат технічних наук, начальник
кафедри автомобільної техніки Воєнної академії (м. Одеса)

В.М. КОСАРЕВ, кандидат технічних наук, доцент,
професор кафедри економіки та моделювання бізнес-процесів
Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ АВТОПОЇЗДІВ ДЛЯ АВТОПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ КВАЛІМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ

Обґрунтовано необхідність аналізу технічного стану автопоїздів та чинників, що впливають на їх зміну в процесі експлуатації. Моделювання управління технічним станом автопоїздів базується на основі кваліметричної моделі. Доведено, що моделювання управління технічним станом автопоїздів Volvo FH12 на ТОВ «Зенал» ЛТД дозволило отримати додатково чистий прибуток у розмірі 3696 тис. грн з одночасним зниженням тарифу на 0,7%.

Ключові слова: автопоїзд, технічний стан, кваліметрична модель, управління.

Постановка проблеми. Підвищення вимог до безпеки руху, підвищення ресурсу з впровадженням сучасних досягнень вітчизняної науки для ефективного використання транспортних засобів (ТЗ) – одна з головних стратегій розвитку транспортної галузі України. Її реалізація під час експлуатації автопоїздів зумовлена необхідністю проводити технічне обслуговування (ТО) за їх технічним станом, об'єктивно прогнозувати ресурс.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як показано в працях М.Я. Говорущенка, Е.С. Кузнєцова, Р.В. Крамаренка, А.М. Шейніна та ін., особливо великі складнощі виникають при дослідженні інтенсивності зміни технічного стану ТЗ, на яку впливають експлуатаційні чинники, що на 70–90% залежать від умов експлуатації.

Аналіз експлуатації автопоїздів щодо перевезень вантажів по Одеській області показав досить низьку ефектив-

ність їх використання – позапланові простої досягають 30% і більше. Аналогічні дані були отримані й іншими дослідниками [1–3]. Однією з основних причин такої ситуації є недосконалість системи технічної експлуатації (ТЕ).

Метою статті є розробки системи ефективної експлуатації автопоїздів. Це потребує єдиного підходу до їх ТО за фактичним технічним станом, встановлення нових залежностей зміни технічного стану агрегатів автопоїздів від пробігу, розроблення нового підходу до управління їх ресурсом з урахуванням фактичних умов експлуатації. Це дозволяє збільшити їх добові пробіги, забезпечити безпеку руху, зменшити простої та собівартість перевезень.

Постановка завдання. Метою підвищення рівня технічного стану автопоїздів є створення більш надійних, енергетично ефективних, ергономічно-комфортних та екологічно безпечних агрегатів, меха-

нізмів, які відповідають вимогам технічної документації. Конкретизація цього завдання для технічної служби АТП складається з його опису в термінах експлуатаційних властивостей ТЗ.

Системне моделювання управління технічним станом ТЗ – це система, під якою слід розуміти певну цілісність, наприклад, автопоїзда, що складається із взаємозалежних структурних частин, які роблять свій внесок в ефективну експлуатацію.

Виклад основного матеріалу. Технічний стан автопоїзда дозволяє аналізувати чинники, що впливають на його зміну, за ступенем переваг, шукати кращі, оптимальні або близькі до них рішення. Тому моделювання управління технічним станом автопоїздів базується на кваліметричній моделі [4].

Пошук оптимального рішення щодо проведення технічних впливів на складні технічні системи, до яких належать сучасні автопоїзди, складається з двох етапів: пошуку меж області існування експлуатаційних показників автопоїзда та пошуку у цій області кращого набору значень цих показників, що потребує вирішення завдання багатокритеріальної оптимізації [4].

У процесі експлуатації автопоїздів для раціонального проведення періодичності ТО виокремлюють такі завдання, що потребують наукового вирішення:

– встановлення обґрунтованих критеріїв оптимізації;

– розробка математичних моделей і методів їх розв’язання;

– розробка алгоритмів і методик їх реалізації.

Автомобіль складається із взаємозв’язаних підсистем (агрегатів, механізмів), які не гарантують створення оптимальної технічної системи, а в деяких випадках навіть спричиняють їй непрацездатність. Отже, в основу рішення завдання покладено принцип цілісності, він потребує розгляду технічної системи як єдиного цілого.

Згідно з експериментальними даними [5] було встановлено, що відсоток фактичного зносу автопоїздів Volvo (рис. 1):

$$I_a = 100 \cdot (1 - e^{-\Omega}), \quad (1)$$

де e – основа натуральних логарифмів, $e = 2,72$;

Ω – функція, що залежить від віку і фактичного пробігу автопоїзда з початку експлуатації.

Функція Ω в загальному випадку має такий вигляд для автопоїздів Volvo:

$$\Omega = 0,09 \cdot T_a + 0,0003 \cdot L_a, \quad (2)$$

де 0,09 – коефіцієнт, що враховує вплив віку автопоїзда і залежить від виду, марки, моделі;

T_a – фактичний вік автопоїзда, років;

0,0003 – коефіцієнт, що враховує вплив пробігу автопоїзда з початку експлуатації і залежить від виду, марки, моделі;

L_a – фактичний пробіг автопоїзда з початку експлуатації, тис. км.

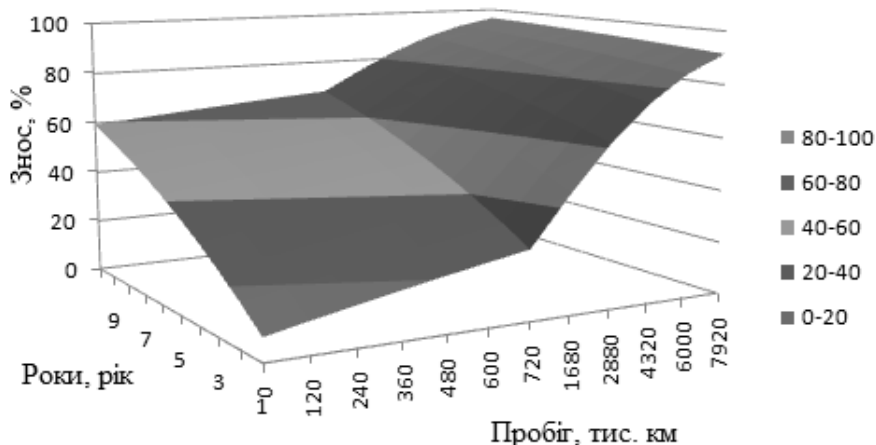


Рис. 1. Залежність фактичного зносу (%) автопоїздів Volvo від їх фактичного віку та пробігу

На основі аналізу та статистичного усереднення параметрів автопоїзда та розрахункових значень їх функціональних показників [5] визначено межі зміни відповідних показників рівня технічного стану автопоїзда, виконано нормування відповідних показників та сформовано табл. 1. На основі кваліметричної моделі рівня технічного стану [6] визначено групові показники та побудовано відповід-

ні «павутини якості». У результаті проведених розрахунків показників якості автопоїздів встановлено наявність резервів для подальшого технічного удосконалення досліджених систем.

Результати впливу коригування періодичності ТО з урахуванням умов експлуатації автопоїздів ТОВ «Зенал» ЛТД (м. Одеса) на прикладі тягача Volvo FH12 D12D420 наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Систематизація показників рівня технічного стану тягача Volvo FH12 D12D420 після коригування періодичності ТО (складено за [5])

Властивість	Показник рівня технічного стану	Діапазон визначення	Значення для тягача	Нормоване значення показника
1. Економічність	1.1. Пробіг до ТО $L_{TO} = k \cdot L_a$	50...75 тис. км	54,9 тис. км	0,7725
2. Динамічність	2.1. Тягова сила на колесах $P_T = \frac{M_{\epsilon} u_o u_{\epsilon} \eta_{\delta}}{r_{\epsilon}}$	25...35 кН	29,7 кН	0,6171
	2.2. ККД трансмісії $\Pi_{mp} = 0,92 - 0,00012 \cdot L_a$	0,8...0,92	0,9	0,9051
3. Безвідмовність	3.1. Імовірність безвідмовної роботи тягача $P_a = 1 - q_a$	0,8...0,99	0,86	0,4607
	3.2. Імовірність безвідмовної роботи шасі $P_{mp} = 1 - q_{mp}$	0,8...0,99	0,89	0,6206
	3.3. Імовірність безвідмовної роботи ходової частини $P_{x.c} = 1 - q_{x.c}$	0,7...0,99	0,77	0,3794
4. Ремонтопридатність	4.1. Середня тривалість відновлення тягача (фактична)	20...48 год.	25 год.	0,7915
	4.2. Середня тривалість відновлення шасі при L_{cpi} $t_{в.тр} = q_{mp} \cdot T_{mp}$	16...23 год.	18,67 год.	0,5701
	4.3. Середня тривалість відновлення ходової частини при L_{cpi} $t_{в.х.ч.} = q_{x.c} \cdot T_{x.c}$	10...18 год.	15,3 год.	0,3118
	4.4. Середня тривалість відновлення підвіски при L_{cpi} $t_{в.п} = q_n \cdot T_n$	3...6 год.	5,10 год.	0,2855

Властивість	Показник рівня технічного стану	Діапазон визначення	Значення для тягача	Нормоване значення показника
5. Довговічність	5.1. Середній пробіг тягача до КР	1100...1500 тис. км	1200 тис. км	0,711
	5.2. Середній ресурс шасі $L_{ср.ш.ч.} = \bar{L}_{ш.ч.} - 1,28 \cdot \sigma_{ш.ч.}$	60...1000 тис. км	266,76 тис. км	0,7446
	5.3. Середній ресурс ходової частини $L_{ср.х.ч.} = \bar{L}_{х.ч.} - 1,28 \cdot \sigma_{х.ч.}$	70...120 тис. км	85,212 тис. км	0,6517
	5.4. Середній ресурс підвіски $L_{ср.п.} = \bar{L}_n - 1,28 \cdot \sigma_n$	50...100 тис. км	63,816 тис. км	0,682
	5.5. Середній ресурс пневматичної шини $L_{ср.ш.} = \bar{L}_ш - 1,28 \cdot \sigma_ш$	180...216 тис. км	187,46 тис. км	0,759

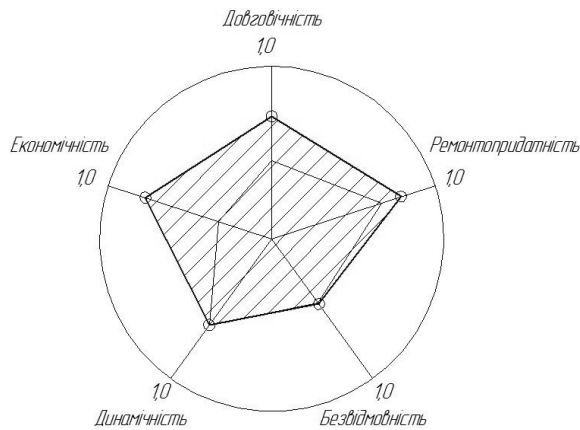


Рис. 2. «Павутина якості» за показниками $q_{1,j}$ для тягача Volvo FH12 D12D420 до (тонка лінія) і після коригування періодичності ТО

Аналіз експлуатації автопоїздів марок DAF і Volvo TOB «Зенал» ЛТД (м. Одеса) в процесі перевезення вантажів показав, що вони добре зарекомендували себе при вантажоперевезеннях на будь-які відстані й при будь-якій якості доріг, що особливо важливо для України. Хоч і спроектовані вони для доріг ЄС, але чудово себе проявили на дорогах України. На першому місці, на думку фахівців ТОВ «Зенал» ЛТД, причина відмови основних елементів – природний знос, але ресурс можна збільшити завдяки високому рівню своєчасних технічних впливів. Своєчасне якісне ТО – запорука надійності й низьких експлуатаційних витрат при тривалій експлуатації автопоїздів.

Забезпечення безпеки руху автопоїздів потребує підтримки закладеного при

проектуванні й виробництві рівня надійності основних елементів. Високий рівень надійності можна забезпечити своєчасним запобіганням, виявленням і усуненням можливих несправностей (головним чином прихованих, що не виявляються при зовнішньому огляді).

Автопоїзд складається з великої кількості елементів, відмова яких в процесі експлуатації усувається ремонтом, який може не збігатися з плановим ТО. По черзі у випадкові моменти часу автомобіль із справного стану (S_o) може переходити в стан відмови першого елемента (S_1) або другого елемента і т. д. до S_n (рис. 3). Час простою в ремонті також є випадковою величиною, що залежить від характеру ушкоджень елемента, наявності запасних частин тощо [7].

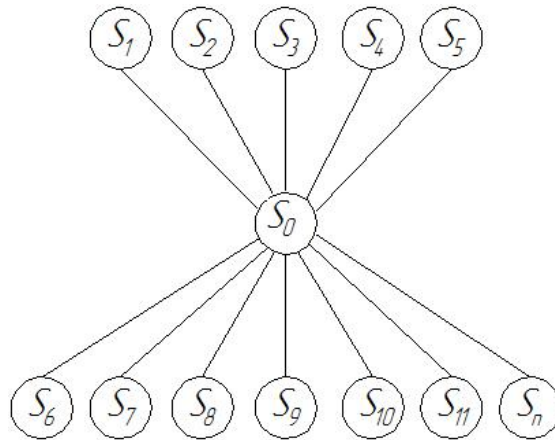


Рис. 3. Граф стану автопоїзда як складної системи, яка відновлюється

Одним із актуальних питань залишається економічне й раціональне використання ресурсу автомобіля, тобто необхідно коригувати режими і обсяг ТО залежно від напруження.

Як об'єкт дослідження при коригуванні режимів ТО для підприємств [5], що експлуатують автопоїзди іноземного виробництва, була визначена цільова функція:

$$C_a, L_a(t_{np}) \rightarrow \text{opt}, \quad (3)$$

де C_a – витрати на ТО і Р автопоїзда, грн;

L_a – оптимальний (ефективний) пробіг автопоїзда, тис. км;

t_{np} – питома трудомісткість поточного ремонту, люд·год/1000 км.

При технічній експлуатації автопоїздів підвищення коефіцієнта технічної готовності (КТГ) α_{TT} призводить до збільшення продуктивності процесу перевезень W_i . Тоді собівартість перевезень – це функція:

$$S = f(C_{пв}, C_{зв}, L_a, W, \alpha_{TT}), \quad (4)$$

де $C_{пв} = C_{зпв} + C_{нв}$ – постійні витрати, що складаються із заробітної плати водіїв і накладних витрат, грн;

$C_{зв} = C_{п} + C_{зм} + C_{ш} + C_A + C_{ТО}$ – змінні витрати, що складаються з витрат відповідно, на паливо, змащувальні матеріали, на шини й амортизаційні відрахування, на ТО і ремонт автопоїзда, грн;

L_a – пробіг автопоїзда, тис. км;

W – продуктивність процесу перевезень автопоїздом, т-км;

α_{TT} – коефіцієнт технічної готовності.

Собівартість перевезень залежить від технічного стану автопоїздів, витрат на шини, паливо, мастильні матеріали, амортизаційні відрахування, ТО і Р їх агрегатів.

Зменшення витрат на експлуатацію автопоїздів може бути досягнуте за рахунок зменшення витрат на шини, паливо та ТО і Р їх агрегатів:

$$\Delta S(L) = f(C_{ш}(L), C_{п}(L), \Sigma C_{ТО_i}(L)), \quad (5)$$

Оптимізація ефективності технічної експлуатації може бути охарактеризована ступенем технічної готовності автопоїздів до виконання транспортної роботи α_{TT} [3]. Тоді математична модель формування α_{TT} буде представлена в розгорнутому вигляді:

$$\alpha_{TT} = f(X_L^a, X_t^a, Z_L^a, Z_t^a, W_L^a, W_t^a, W_\lambda^a) \rightarrow 1, \quad (6)$$

де X_L^a, X_t^a – контрольовані керовані змінні чинники, що пов'язані з пробігом автопоїзда і з часом відповідно;

Z_L^a, Z_t^a – контрольовані некеровані змінні чинники, що пов'язані з пробігом автопоїзда і з часом відповідно;

$W_L^a, W_t^a, W_\lambda^a$ – неконтрольовані некеровані змінні чинники, що пов'язані з пробігом, з часом та інтенсивністю експлуатації автопоїзда відповідно.

Розроблені засоби системи управління ефективністю технічної експлуатації автопоїздів дозволили поліпшити показники ефективності технічної експлуата-

ції. Реалізація визначеної цільової функції (див. формулу 6), що мінімізує витрати на одиницю продуктивності, оптимізована $\alpha_{ТГ} \rightarrow opt$ за рахунок коригованих позитивних приростів складових КТГ, що забезпечило технічну ефективність:

$$\Delta\alpha_{ТГ}^{кор} = \Delta\alpha_{\delta}^{кор} + \Delta\alpha_{ТВ}^{кор} + \Delta\alpha_{зч}^{кор} + \Delta\alpha_{р}^{кор}, \quad (7)$$

де $\Delta\alpha_{\delta}^{кор}$ – приріст КТГ за рахунок ефективного використання ресурсу основних частин автопоїздів з урахуванням постійного контролю за технічним станом у процесі діагностування;

$\Delta\alpha_{ТВ}^{кор}$ – приріст КТГ за рахунок управління обсягами технічних впливів, враховуючи коригування періодичності ТО, що рекомендовані виробниками, за фактичним технічним станом;

$\Delta\alpha_{зч}^{кор}$ – приріст КТГ за рахунок управління запасними частинами шляхом прогнозування їх ресурсу;

$\Delta\alpha_{р}^{кор}$ – приріст КТГ за рахунок управління ресурсом основних частин автопоїздів шляхом ефективної експлуатації.

Зменшення витрат досягалося за рахунок збільшення $\alpha_{ТГ}$ (див. формулу 6). Витрати на експлуатацію автопоїздів від впроваджених заходів виражені як:

$$\Delta S_a^{кор} = k_1 \cdot \Delta S_{\delta} + k_2 \cdot \Delta S_{ТВ} + k_3 \cdot \Delta S_{зч} + k_4 \cdot \Delta S_{р}, \quad (8)$$

де k_1, k_2, k_3, k_4 – коефіцієнти впливу щодо інформаційного забезпечення, діяльності персоналу, забезпеченості засобами діагностики та контролю, передавання й обробки інформації; $k_i = f(\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n)$ – функція, яка залежить від чинників, що впливають на ресурс основних частин автопоїздів під час експлуатації;

$\Delta S_{\delta}, \Delta S_{ТВ}, \Delta S_{зч}, \Delta S_{р}$ – зменшення собівартості за рахунок: інформаційного забезпечення, діяльності персоналу, забезпеченості засобами діагностики та контролю, передавання й обробки інформації.

Коефіцієнти впливу незмінні. Вплив проведених досліджень на зменшення собівартості відбувся за всіма складовими собівартості (табл. 2):

– інформаційне забезпечення збільшилося за рахунок діагностики (ΔS_{δ}), а саме динаміки процесу зношування основних частин автопоїздів, уточненого визначення ресурсу основних частин з урахуванням експлуатаційних чинників;

– системна робота технічної служби за рахунок запропонованих алгоритмів технічних впливів, ТО ($\Delta S_{ТВ}$);

– ефективне коригування режимів ТО ($\Delta S_{зч}$), які рекомендовані виробниками, за фактичним технічним станом, що дозволило управляти запасними частинами шляхом прогнозування їх ресурсу;

– засоби діагностики та контролю за технічним станом основних частин автопоїздів ($\Delta S_{р}$), методикою обробки даних ресурсу основних частин.

Отже, цільова функція (див. формулу 3):

а) оптимізована за обома параметрами:

$$C_{sum} \rightarrow \min \text{ і } \alpha_{ТГ} \rightarrow opt;$$

б) визначено оптимальні параметри розрахунку ресурсу основних частин автопоїзда;

в) завдання дослідження реалізовано та мету досягнуто.

Усі розраховані фінансові показники зведено до табл. 3.

Таблиця 2

Калькуляція собівартості перевезень ТОВ «Зенал» ЛТД до і після удосконалення системи ТО і Р автопоїздів Volvo FH12 D12D420, тис. грн

Елементи витрат	Умовні позначення	Сума витрат		Рівень економії (+/-)
		До удосконалення системи ТО і ремонту	Після удосконалення системи ТО і ремонту	
1. Матеріальні витрати	См	47122,705	44559,862	- 2562,843
2. Фонд заробітної плати	ФЗП _{ЗАГ}	4140,181	4780,845	+640,664
3. Відрахування на соціальні заходи	Всс	1552,567	1792,817	+240,25
4. Амортизаційні відрахування	А	2978,518	2957,257	- 21,261
5. Інші витрати	ІВ	27896,985	27045,39	- 851,595
Разом	С _{ЗАГ}	83690,955	81136,171	- 2554,784

Таблиця 3

**Аналіз фінансових результатів проекту вдосконалення системи
ТО і Р Volvo FH12 D12D420 ТОВ «Зенал» ЛТД**

Показник	До удосконалення ТО і Р (0), тис. грн	Після удосконалення системи ТО і Р (1), тис. грн	Розмір зміни грошового потoku (+/-), тис. грн	Зміна показника на %
1. Валова виручка	105760,1	109313,28	+3553,18	3,36
2. Податок на додану вартість (ПДВ)	20882,829	21651,84	+769,011	3,68
3. Валові витрати на експлуатацію автопоїздів (без ПДВ)	83421,764	80925,355	- 2496,409	- 2,99
4. Балансовий прибуток	1455,507	6736,085	+5280,58	362,8
5. Платежі до бюджету з податку на прибуток	436,652	2020,826	+1584,17	362,8
6. Чистий прибуток	1018,855	4715,259	+3696,4	362,8

Висновки. Удосконалено теорію кваліметричного моделювання та вибору альтернативних рішень за комплексним показником рівня технічного стану автопоїзда Volvo, що дозволило визначити межі області існування показників експлуатаційних властивостей – економічності та динамічності автопоїзда і знайти у цій області кращий набір значень показників якості основних компонентів (підсистем, агрегатів, механізмів, елементів тощо) оптимізаційними методами на етапі моделювання.

Удосконалення системи ТО і ремонту автопоїздів Volvo FH12 D12D420 на ТОВ «Зенал» ЛТД дозволило отримати додатково чистий прибуток у розмірі 3696,404 тис. грн з одночасним зниженням тарифу на 0,7%. Незважаючи на збільшення загального річного пробігу і обсягів транспортної роботи, підприєм-

ство отримало економію за двома елементами експлуатаційних витрат: матеріальні витрати зменшилися внаслідок зменшення витрат та ТО і ремонту автопоїздів, і річна економія склала 2562,843 тис. грн; річна економія за амортизаційним відрахуваннями склала 21,261 тис. грн, що пов'язано зі зменшенням витрат на запасні частини на 21,2%. У цілому проектне рішення дозволило зменшити собівартість одиниці транспортної роботи на 1% або на 0,02 грн/т-км. Очікуване збільшення прибутку від коригування режимів ТО становило $0,02 \cdot (37956000 - 36469000) = 29740$ грн. Зменшення загальної собівартості на 3% обумовило можливість зменшення тарифу на 0,7%. За розрахованим тарифом чистий прибуток від коригування режимів ТО автопоїздів на ТОВ «Зенал» ЛТД склав 4715,259 тис. грн.

Список використаних джерел

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков: ХНАДУ, 1999. – 457 с.
2. Кравченко О.П. Наукові основи управління ефективністю експлуатації автомобільних поїздів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / О.П. Кравченко // Харк. нац. автомоб.-дорож. ун-т. – Х.: ХНАДУ, 2007. – 36 с.
3. Аригин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей. Управление технической готовностью подвижного состава / И.Н. Аригин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов и др. – Владимир, 1998. – 219 с.

4. Гутиря С.С. Підвищення технічного рівня механізмів паралельної структури і кінематики у складі технологічних комплексів / С.С. Гутиря, В.П. Яглінський, Аймен Саббах // Технологічні комплекси [науковий журнал]. – Луцьк: Луцький НТУ, 2012. – № 1, 2 (5,6). – С. 50–56. – Режим доступу: <http://t-komplex.net.ua/ua/art5-6-006>

5. Лисий О.В. Підвищення ефективності експлуатації автомобільних поїздів шляхом управління їх технічним станом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Лисий Олександр Васильович; Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. Петра Василенка. – Харків, 2016. – 20 с.

6. Сахно В.П. Підвищення рівня технічного стану автопоїздів на основі кваліметричної моделі / В.П. Сахно, В.М. Поляков, О.П. Сакно та ін. // Вісник ЖДТУ. Серія «Технічні науки». – Житомир: Житомирський ДТУ, 2016. – Вип. № 2 (77). – С. 248–258. – Режим доступу: <http://vtn.ztu.edu.ua/article/view/80582>

7. Лукинський В.С. Прогнозирование надежности автомобилей / В.С. Лукинський, Е.И. Зайцев – Л.: Политехника, 1991. – 224 с.

References

1. Govorushhenko N.Ja., Turenko A.N. (1999). *Sistemo-tehnika transporta (na primere avtomobil'nogo transporta)* [Systems engineering of transport (for example road transport)]. Har'kov, HNADU, 457 p.

2. Kravchenko O.P. (2007). *Naukovi osnovi upravlinnja efektyvnistju ekspluatacii avtomobil'nih poizdiv*. Avtoref. diss. d-ra tehn. nauk [The scientific basis of management of efficiency of operation of automotive POS-dev. Abstract Dr. Sci. dis. (tech.)]. Har'kov, 36 p.

3. Arinin I.N., Konovalov S.I., Bazhenov Ju.V. (1998) *Tekhnicheskaja jekspluatacija avtomobilej. Upravlenie tekhnicheskoy gotovnost'ju podvizhnogo sostava* [Technical operation of vehicles. Managing technical readiness of the rolling stock]. Vladimir, 219 p.

4. Gutirja S.S., Jaglins'kij V.P., Ajmen Sabah. *Pidvishhennja tehničnogo rinvja mehanizmiv paralel'noï strukturi i kinematiki u skladi tehnologichnih kompleksiv* [Technical improvement of mechanisms of parallel structure and kinematics in the processing systems]. *Tehnologichni kompleksi* [Technological systems]. Luc'k, Luc'kij NTU, 2012, no. 1, 2 (5, 6), pp. 50-56. Available at: <http://t-komplex.net.ua/ua/art5-6-006>

5. Lisij O.V. (2016) *Pidvishhennja efektyvnosti ekspluatacii avtomobil'nih poizdiv shljahom upravlinnja ih tehničnim stanom*. Avtoref. diss. kand. tehn. nauk [Improving the efficiency of operation of road trains by controlling their technical condition. Abstract Cand. Sci. dis. (tech.)]. Harkiv, 20 p.

6. Sahno V.P., Poljakov V.M., Sakno O.P. (2016). *Pidvishhennja rinvja tehničnogo stanu avtopoizdiv na osnovi kvalimetrichnoï modeli* [Increasing the level of the technical condition of trains on the basis of qualimetric model]. Visnik ZhDTU (Serija "Tekhnichni nauki") [Bulletin GGTU (Series "Technical Sciences")]. Zhitomir, Zhitomirs'kij DTU, vol. 2 (77), pp. 248-258. Available at: <http://vtn.ztu.edu.ua/article/view/80582>

7. Lukinskij V.S., Zajcev E.I. (1991). *Prognozirovanie nadezhnosti avtomobilej* [Prediction of reliability of cars]. L'vov, 224 p.

Обоснована необхідність аналізу технічного стану автопоїздів і факторів, впливаючих на їх змінення в процесі експлуатації. Моделювання управління технічним станом автопоїздів базується на основі кваліметричної моделі. Доказано, що моделювання управління технічним станом автопоїздів Volvo FH12 на ООО «Зенал» ЛТД дозволило отримати додатково чисту прибуль в розмірі 3696 тис. грн з одночасним зниженням тарифа на 0,7%.

Ключевые слова: автопоїзд, технічне стан, кваліметрична модель, управління.

The analysis of the technical state of tractor-lorry-trailer combination and the factors is substantiated. Factors are influenced on change during vehicle operation. Simulation of management of the technical state of tractor-lorry-trailer combination is based on the qualimetry model. It is proved that the simulation trucks Volvo FH12 on ООО «Zenab» LTD is allowed to get additionally a net profit in a size of 3696 thousand UAH with the simultaneous reduction of rate on 0.7%.

Key words: tractor-lorry-trailer combination, technical state, qualimetry model, management.

Одержано 09.10.2016.