

2. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.

3. Далека В.Х. Ресурсоємкість транспортних послуг // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.27. – К.: Техніка, 2001.– С.248-252

Отримано 01.03.2002

УДК 621.331

Е.І.КАРПУШИН, канд. техн. наук

Харківська державна академія міського господарства

ЗАСТОСУВАННЯ КАЛІБРУВАЛЬНОЇ ШКАЛИ Т.СААТІ ПРИ ОЦІНЦІ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ З ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА МІСЬКОМУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ

Викладена процедура прийняття рішень за результатами експертних оцінок пріоритетності заходів з енергозбереження при експлуатації міського електротранспорту.

Командно-адміністративна модель господарювання підприємств міського електротранспорту була спрямована на виконання заданих валових показників під виділені ресурси, тому енергозбереження об'єктивно суперечило інтересам цих підприємств, оскільки недобір запланованих лімітів електроенергії загрожував скороченням дотацій. Зменшення дотування і наближення ціни на електроенергію до світової обумовило тяжке фінансове становище підприємств, тому передумовою подальшого існування міського електротранспорту є широке впровадження заходів з енергозбереження при його експлуатації.

Показником досконалості експлуатаційного енергоспоживання під час виконання m типами рухомих одиниць на q маршрутах транспортної роботи N_{qm} при частці k_e доходу D , що йде на сплату за обсяг Q спожитої електроенергії, і при заданому тарифі на електроенергію t_e є максимум функціоналу

$$I = (k_e \cdot D - t_e \cdot Q) \rightarrow \max; \quad Q_q = e_{qm} \cdot N_{qm}; \quad Q = \sum_q Q_q.$$

$$I(e) = \max_{e \in \Omega} I(e^*),$$

$$\Omega = \left\{ e: e \in R^s; \quad g_q(e) = 0; \quad q = 1, 2, \dots; \quad e_j \geq 0; \quad j = 1, 2, \dots, s. \right\}$$

У математичній постановці це означає співпадання локального (для будь-якої складової залежності витрат енергії від відповідних чинників) і глобального $I(e^*)$ максимумів на припустимій множині варіацій факторів Ω , що належать до простору R^s , де s – кількість кла-

сів факторів за прийнятою класифікацією. Функції $g_q(e)$, що визначають технічні обмеження можливих змін факторів експлуатаційного енергоспоживання, тут прийняті рівними нулю, як це звичайно робиться при встановленні глобального оптимуму складної функції, але не є принциповим, бо завжди можна додати позитивні змінні для переходу до обмежень у формі нерівностей. Обсяг енергії, таким чином, визначається обсягом транспортної роботи, помноженим на коефіцієнт e_{qs} , що узагальнює вплив усіх факторів, і має фізичний зміст питомого на одиницю транспортної роботи енергоспоживання.

Визначення мінімуму питомого енергоспоживання при максимумі доходу потребує зміни як другої, так і першої складової функціоналу, тобто треба було б знаходити оптимальне співвідношення факторів, що визначають як обсяг спожитої енергії, так і кількість перевезених пасажирів. Але за існуючих в Україні економічних обставин кількість перевезених пасажирів і відповідні доходи визначаються фактично некерованими причинами і відповідна складова у функціоналі є заданою. Більше того, при існуючому співвідношенні між собівартістю пасажиро-кілометра та питомому доходу екстремум функціоналу припадає на нуль, тобто задача має тривіальне розв'язання. Тому завдання пошуку глобального екстремуму, принаймні до виходу електротранспорту з економічної кризи, з необхідністю замінюється співставленням ефекту Δe_{mq} від заходів з енергозбереження з видатками C_{eq} на їх реалізацію:

$$T_e \cdot \Delta e_{mq} \geq C_{eq}.$$

Якщо агрегувати фактори, що визначають обсяг енергоспоживання Q при виконанні певної транспортної роботи N , по групах за однорідними ознаками, а самі групи розташувати за принципом причинно-наслідкової послідовності, то маємо модель з трьох вкладених один в один просторів $D_1 \in D_2 \in D_3$, тобто $s = 3$. Технічними показниками (параметрами) факторів, що безпосередньо визначають енергетичну досконалість рухомого складу і утворюють простір $x_1 \in D_1$, є питома (на одного пасажирів) потужність тягового приводу, питома вага тари, коефіцієнт пуску, питомий опір рухові, коефіцієнт корисної дії електромеханічного перетворення енергії, ступінь утилізації рекуперованої (за наявності рекуперації) під час гальмування енергії. До технічних показників конструкції рухомого складу, що опосередковано впливають на енергоспоживання, відносяться кількість і ширина дверей, швидкодія дверних приводів, висота підлоги салону відносно

рівня пасажирського майданчика, кількість і висота сходинок, місткість салону.

Другий простір $x_2 \in D_2$ складають фактори умов реалізації руху, що при заданих показниках конструкції рухомого складу визначають величину енергоспоживання відповідно до об'єктивної необхідності вмикань тягових двигунів. Показниками цієї групи є довжини перегонів, величини й довжини ухилів, кількість поворотів і спеціальних частин контактної мережі та рейкової колії, що потребують зниження швидкості та повторних пусків, кількість світлофорів тощо.

Третій (внутрішній) простір $x_3 \in D_3$ становлять показники, які при заданій конструкції рухомого складу і в заданих умовах експлуатації визначають вплив на енергоспоживання кваліфікації водіїв, якості керування рухомою одиницею. До них можна віднести швидкості початку і закінчення повторних пусків, швидкість і відстань до місця зупинки або ділянки обмеження швидкості в момент початку гальмування. Таким чином, оцінка витрат енергії на рух однією рухомою одиницею m -го типу при проходженні певної ділянки маршруту визначається моделлю

$$e_m = \frac{Q_m}{N_m} \in R^s, \quad s = 3; \quad Q_m = \sum_{1_m} \sum_2 \sum_3 \psi(x_{1_m}, x_2, x_3) = \Psi(X).$$

Звідси природно постає питання визначення пріоритетності та переваг тих чи інших заходів з енергозбереження для конкретних умов. Класичним шляхом розв'язання цієї задачі є зіставлення результатів розрахунків (моделювання) витрат енергії при майбутньому впровадженні запропонованих заходів з відповідними витратами C_e — чи то будуть пропозиції з удосконалення параметрів рухомого складу, чи зменшення кількості пусків при поліпшенні умов руху [1], або навчання водіїв енергозберігаючим прийомам керування [2]. Це потребує організації досить трудомістких досліджень, але може статися так, що підприємство остаточно здеградує, поки будуть закінчені відповідні розрахунки і сформована програма енергозбереження. З огляду на це актуальним є впровадження там, де це можливо, очевидних, що можна сформулювати як наведення елементарного порядку, енергозберігаючих заходів, але інтуїтивне бачення наслідків повинно бути підкріплене застосуванням методів сучасної експертології, зокрема методу парних порівнянь за калібрувальною шкалою Т.Саати [3].

Можна бути впевненим, що на кожному підприємстві є особи, які за своїми професійними даними можуть виступати як експерти, тобто на інтуїтивному рівні та на підставі власного уявлення і досвіду мо-

жуть досить впевнено пропонувати заходи з енергозбереження та класифікувати п'ять рівнів значущості цих заходів для досягнення заданого ефекту. Більше того, якщо подати упорядкований набір запропонованих заходів, експерти можуть впевнено оцінювати переваги (в балах) одного заходу перед іншими з точки зору очікуваного ефекту за узгодженою шкалою. Визначення пріоритетності заходів при цьому зводиться до підрахунку вагомості λ_j кожної пропозиції порівняно з іншими за числовими оцінками a_{ij} :

$$\lambda_j = \frac{h_j}{\sum_{j=1}^n h_j}, \quad h_j = \sqrt[n]{\prod a_{ij}}.$$

Процедуру визначення переваг пояснимо на прикладі розробки пропозицій зі зменшення енергоспоживання на ділянці трамвайних маршрутів від площі Конституції до вул.Гуданова у м.Харкові. З відомих причин удосконалення рухомого складу тут нереальне, тому до уваги треба брати тільки пропозиції щодо поліпшення умов руху та організації навчання водіїв енергозберігаючому керуванню. З урахуванням реальних можливостей експертами сформульовано, що енергоспоживання можна зменшити, якщо: 1) ліквідувати зупинки "площа Поезії" та "вулиця Гіршмана" з утворенням нової зупинки "Станція метро архітектора Бекетова"; 2) заборонити наскрізний рух приватного автотранспорту по вулиці Пушкінській від площі Конституції до вулиці Гуданова; 3) заборонити перетинання приватним автотранспортом вулиці Пушкінської з площі Поезії і з вулиці Гіршмана, залишивши цю можливість по вулиці Дарвіна; 4) організувати навчання водіїв енергозберігаючим прийомам керування.

Позначивши пропозиції цифрами від 1 до 4, оцінюємо переваги однієї пропозиції над іншими з точки зору реальності, енергоефективності, швидкості можливого впровадження, мінімуму витрат, наявності засобів для реалізації тощо за числовою шкалою: 1 – немає переваги; 3 – слабка перевага; 5 – істотна перевага; 7 – сильна перевага; 9 – абсолютна перевага. Якщо експерт вважає оцінку середньою між сусідніми, використовують числа 2, 4, 6, 8.

Утворимо квадратну таблицю оцінок переваг, де проставимо відповідні числа, і якщо експерти у своїх судженнях дотримуються логіки, то оцінка переваги заходу в i -му рядку j -ї колонки має бути оберненою щодо оцінки того ж заходу в j -му рядку i -ї колонки. Нехай експерти дійшли висновку, що найбільш дієвим заходом з експлуатацій-

ного енергозбереження є зменшення кількості зупинок (1 захід), який відносно навчання водіїв енергозберігаючому керуванню (4 захід) має перевагу, оцінювану в 7 балів. Послідовно оцінюючи інші заходи, врешті рещт матимемо матрицю парних порівнянь (звичайні цифри):

	j=1	2	3	4	h_i
i=1	1	5 (3)	5 (3)	7 (5)	3,637 (2,59)
2	1/5 (1/3)	1	3 (1/3)	5 (3)	1,316 (0,76)
3	1/5 (1/3)	1/3 (3)	1	5 (3)	0,76 (1,316)
4	1/7 (1/5)	1/5 (1/3)	1/5 (1/3)	1	0,275 (0,37)
λ_j	0,607 (0,51)	0,22 (0,15)	0,127 (0,26)	0,046 (0,07)	

Виконавши відповідні підрахунки, отримаємо вектор переваг одних заходів над іншими: найбільш ефективним ($\lambda = 0,607$) є заміна двох зупинок однією посередині ділянки. Але як в цьому випадку, так і взагалі апріорно сформована експертами думка про беззастережну перевагу якогось одного заходу може дещо спотворити інші оцінки, що може призвести до невірною результату. Ступінь спотворення перевіряють за критерієм рангової узгодженості:

$$VU = \frac{IU}{VI}; \quad IU = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}; \quad \lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n M_j \lambda_j; \quad M_j = \sum_{i=1}^n a_{ij},$$

де VU – відношення узгодженості; IU – індекс узгодженості; VI – випадковий індекс; n – розмірність матриці; M_j – сума елементів j -го стовпчика матриці. Вважається, що експертна оцінка достовірна, якщо $VU \leq 0,1$, тобто припускається похибка не більше 10%. Випадкові індекси VI вибирають залежно від розмірності матриці:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VI	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

У цьому прикладі:

$M_1 = 1,543; M_2 = 6,533; M_3 = 9,2; M_4 = 18; \lambda_{\max} = 4,37; VU = 0,137$, що змушує поставитись до висновків з пересторогою. Повторно аналізуючи вагомість тієї чи іншої пропозиції, експерти неодмінно дійдуть висновку, що заборона наскрізного руху по вулиці Пушкінській хоч і приведе до зменшення енергоспоживання, але не так помітно, як заборона перетинань. Після належного перегляду парні порівняння зміняться (що в матриці зазначено виділеними цифрами), в результаті чого відношення узгодженості зменшиться до 0,07. У даному прикладі уточнення призвело до певної ревізії висновків – хоч першочерговим заходом залишилося скорочення кількості зупинок, зате друге місце

посіла замість заборони наскрізного руху ліквідація перетинань, що є більш реальним.

1. Карпушин Е.І. Енергозаощадження на міському електротранспорті за рахунок удосконалення організації експлуатації // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 26. – К.: Техніка, 2000. – С. 216-223.

2. Карпушин Е.І. Застосування моделювання руху для визначення мінімуму механічної роботи при проходженні заданого перегону // Вестн. нац. техн. ун-та "ХПИ". Вып. 14. – Харків: НТУ "ХПИ". 2001. – С. 305-307.

3. Сааги Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

Отримано 11.01.2002

УДК 656.011.56 : 656.21

Т.В.БУТЬКО, д-р техн. наук, П.В.ДОЛГОПОЛОВ

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МІЖ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТА ОБСЯГАМИ ПОТОКІВ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА

З метою удосконалення інформаційно-обчислювальних мереж залізничного транспорту встановлено форму кореляційного зв'язку між експлуатаційними показниками і потоками інформації в комп'ютерній мережі залізничного вузла та оцінено тісноту зв'язку між ними.

Удосконалення процесів експлуатаційної роботи в залізничних вузлах значною мірою пов'язано з підвищенням рівня інформування працівників і клієнтів залізниці. Діючі вимоги до рівня повноти, надійності і якості інформації викликають необхідність удосконалення інформаційно-обчислювальних мереж і технологій їхньої роботи. Для цього на базі Харківського вузла нами досліджено основні експлуатаційні показники залізничного полігона, а також структури інформаційних потоків залізничного вузла.

При побудові комп'ютерної мережі є необхідним виявлення впливу основних показників експлуатаційної роботи полігона залізниці на інтенсивність інформаційних потоків у комп'ютерній корпоративній мережі великого залізничного вузла. Для вирішення цієї задачі нами запропоновано

- установити форму кореляційного зв'язку, тобто вигляд функції регресії між основними експлуатаційними показниками і потоками інформації у мережі;
- оцінити тісноту кореляційного зв'язку між досліджуваними величинами.

Для визначення інтенсивностей інформаційних потоків між під-