

платуация. – М.: Химия, 1981. – 110 с.

6.Кнороз В.И. Работа автомобильной шины. – М.: Транспорт, 1975. – 236 с.

Получено 23.04.2001

УДК 621.331:625.3

В.Б.БУДНИЧЕНКО, В.Х.ДАЛЕКА, Е.І.КАРПУШИН,

М.В.ХВОРОСТ, кандидати техн. наук

Харківська державна академія міського господарства

ПЛАНУВАННЯ ПОТРЕБИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ЗА УЗАГАЛЬНЕНИМИ СТАТИСТИЧНИМИ ДАНИМИ

Розглядається експлуатація міського електротранспорту як функціонування стаціонарної системи зі сталим комплексом умов, на яку накладаються випадкові збурення. Обґрунтовується методика планування потрібних обсягів електроенергії за узагальненими статистичними даними енергоспоживання, транспортної роботи та пасажироперевезень.

Питомі витрати електроенергії на одиницю транспортної роботи або на одиницю наданих транспортних послуг повинні враховувати особливості конкретних типів рухомого складу та умов реалізації руху, тому крім визначення базових значень показника питомих витрат електроенергії для кожного міста України необхідно встановити коригувальні коефіцієнти, які враховували б місцеві умови. Визначення коригувальних коефіцієнтів потребує значного часу і обсягів об'єктивного статистичного матеріалу щодо умов руху. Тому для планування енергоспоживання доцільно скористатися представленням експлуатації стаціонарним процесом перетворення транспортної роботи питомими витратами електроенергії, яке базується на статистичному аналізі інформації, що надається у звітах про роботу підприємств міського електротранспорту і накопичується у Держбуді України.

Очевидно, що для встановлення питомих витрат електроенергії можливо застосування таких статистичних даних, як загальний обсяг спожитої електроенергії, пробіг рухомого складу по видах транспорту і загальна кількість перевезених пасажирів, оскільки саме ці показники є достовірними. Таким чином, за кількістю факторів математична модель енерговитрат для кожного міста, яке має два типи електричного транспорту, повинна включати:

- пробіг тролейбусів (X_1);
- пробіг трамвайних вагонів (X_2);
- загальний обсяг перевезених пасажирів (X_3).

Для міста з одним типом електричного транспорту ця модель матиме

меншу кількість факторів:

- пробіг тролейбусів(або трамвайних вагонів) (X_1);
- загальний обсяг перевезених пасажирів (X_2).

Незалежно від виду рівняння, яке буде прийнято за математичну модель, визначимо головну вимогу до неї, а саме: модель повинна давати мінімальну різницю між розрахованими витратами електроенергії і її фактичним значенням для заданих пробігу рухомого складу та кількості перевезених пасажирів. Ця вимога виконується при застосуванні методу найменших квадратів, який дозволяє визначити коефіцієнти математичної моделі таким чином, щоб сума квадратів відхилень розрахункових витрат електроенергії від фактичних була мінімальною, тобто

$$Z = \sum_m (Y_p - Y_\phi)^2 \rightarrow \min,$$

де Y_p – витрати електроенергії, визначені за математичною моделлю;

Y_ϕ – фактичні витрати електроенергії; m – кількість даних.

Мінімальне значення Z можна отримати, розв'язавши системи рівнянь:

$$\sum_{j=0}^3 \frac{\partial Z}{\partial a_j} = 0 \text{ – для підприємств з двома видами транспорту, або}$$

$$\sum_{j=0}^2 \frac{\partial Z}{\partial a_j} = 0 \text{ – для підприємств з одним видом транспорту.}$$

Взявши часткові похідні по коефіцієнтах математичної моделі, отримаємо систему рівнянь

$$\begin{cases} ma_0 + a_1 \sum_{i=1}^m X_{1i} + a_2 \sum_{i=1}^m X_{2i} = \sum_{i=1}^m Y_i; \\ a_0 \sum_{i=1}^m X_{1i} + a_1 \sum_{i=1}^m (X_{1i})^2 + a_2 \sum_{i=1}^m X_{2i} X_{1i} = \sum_{i=1}^m Y_i X_{1i}; \\ a_0 \sum_{i=1}^m X_{2i} + a_1 \sum_{i=1}^m X_{1i} X_{2i} + a_2 \sum_{i=1}^m (X_{2i})^2 = \sum_{i=1}^m Y_i X_{2i} \end{cases}$$

– для підприємств з одним видом транспорту, і

$$\left\{ \begin{aligned} ma_0 + a_1 \sum_{i=1}^m X_{1i} + a_2 \sum_{i=1}^m X_{2i} + a_3 \sum_{i=1}^m X_{3i} &= \sum_{i=1}^m Y_i; \\ a_0 \sum_{i=1}^m X_{1i} + a_1 \sum_{i=1}^m (X_{1i})^2 + a_2 \sum_{i=1}^m X_{2i} X_{1i} + \sum_{i=1}^m X_{3i} X_{1i} &= \sum_{i=1}^m Y_i X_{1i}; \\ a_0 \sum_{i=1}^m X_{2i} + a_1 \sum_{i=1}^m X_{1i} X_{2i} + a_2 \sum_{i=1}^m (X_{2i})^2 + \sum_{i=1}^m X_{3i} X_{2i} &= \sum_{i=1}^m Y_i X_{2i}; \\ a_0 \sum_{i=1}^m X_{3i} + a_1 \sum_{i=1}^m X_{1i} X_{3i} + a_2 \sum_{i=1}^m X_{2i} X_{3i} + \sum_{i=1}^m (X_{3i})^2 &= \sum_{i=1}^m Y_i X_{3i} \end{aligned} \right.$$

– для підприємств з двома видами.

Розв'язання цієї системи рівнянь спрощується, якщо витрати електроенергії, пробіги, обсяги пасажирських перевезень та невизначені коефіцієнти математичної моделі подати у вигляді матриць:

$$Y = \begin{bmatrix} \sum Y - \sum X_3 \\ \sum YX_1 - \sum X_3X_1 \\ \sum YX_2 - \sum X_3X_2 \\ \sum YX_2 - \sum X_3^2 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} \quad - \text{з двома видами рухомого}$$

складу і

$$Y = \begin{bmatrix} \sum Y - \sum X_2 \\ \sum YX_1 - \sum X_2X_1 \\ \sum YX_2 - \sum X_2^2 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} \quad - \text{для підприємств з одним видом;}$$

$$X = \begin{bmatrix} m & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum (X_1)^2 & \sum X_2X_1 \\ \sum X_2 & \sum X_1X_2 & \sum (X_2)^2 \\ \sum X_3 & \sum X_1X_3 & \sum X_2X_3 \end{bmatrix}$$

Із системи рівнянь у матричній формі

$$B \cdot X = Y$$

можна визначити матрицю коефіцієнтів:

$$B = Y \cdot B^{-1},$$

де B^{-1} – обернена до матриці B ($B \cdot B^{-1} = 1$) матриця.

Достовірність застосування методики планування витрат електро-

енергії розглянемо на прикладі м.Вінниці, для якої статистичні дані про витрати електроенергії на пасажирські перевезення наведені в табл.1.

Таблиця 1

Рік	Трамвай				Тролейбус			
	кіль- кість вагонів	пробіг, тис. км	переве- зено пасажи- рів, тис. пас	витрати електро- енергії, тис. кВт-год	кіль- кість машин	пробіг, тис. км	перевезено пасажирів, тис. пас.	витрати електроене- ргії, тис. кВт-год
1975	105	7413	55572	6816	104	5940	34790	14511
1976	104	6751	54776	7018	106	6941	41747	17834
1977	102	6514	47575	7432	115	7078	45606	18820
1978	97	6398	46070	8724	119	7084	45598	19256
1979	99	6302	42898	9157	135	7360	46564	19319
1980	90	6106	40869	9354	132	7205	46134	17869
1981	90	5501	39393	10371	131	7568	46521	17933
1982	90	5020	39812	9629	131	8481	48687	18876
1983	87	4876	39378	10533	138	9267	55194	21761
1984	93	4740	41539	11331	140	9541	57156	22807
1985	85	4920	46111	11780	142	9757	57216	23546
1986	95	5233	49485	13430	146	10067	60181	24101
1987	100	5805	59646	15163	145	9986	69702	24269
1988	112	6006	69138	16340	150	10129	77661	24802
1989	112	6036	70383	18283	153	10213	79942	24845
1990	119	6062	70530	17889	166	10409	81534	24979
1995	115	4202	91682	13361	175	7805	93319	17712
1996	114	3892	92118	13502	169	7185	92802	18209
1998	105	3397	57112	10825	153	7031	79393	17602
1999	105	3065	44385	9543	153	6740	62341	15615
2000	59	2504	40180	8030	158	6391	59400	15657

Математична модель витрат електроенергії має вигляд

$$Y = -7929,61 + 0,4523X_1 + 3,6288X_2 + 0,062174X_3.$$

Довірчий інтервал для фактичних витрат електроенергії:

$$Y_{\phi} = Y \pm t \cdot \Delta_y,$$

де Y_{ϕ} – фактичне значення витрат електроенергії, тис. кВт-год; Y – розраховане значення витрат електроенергії, тис. кВт-год; Δ_y – стандартна похибка визначення витрат електроенергії (тис. кВт-год); t – критерій Стюдента.

Для м.Вінниці ця похибка склала: $t \cdot \Delta_y = 2398$ тис. кВт-год для рівня значущості в 5%. У табл.2 наведено похибки розрахунку витрат електроенергії, визначені за математичною моделлю, середні значення

яких склало 3,58%.

Таблиця 2

Рік	Пробіг трамваїв, тис. км	Пробіг тролейбусів, тис. км	Кількість перевезених пасажирів, тис. пас.	Витрати електроенергії, тис. кВт·год	Розрахункові витрати електроенергії, тис. кВт·год	Похибка розрахунку, %
1975	7413	5940	90362	21327	22597	5,95
1976	6751	6941	96523	24852	26313	5,88
1977	6514	7078	93181	26252	26495	0,92
1978	6398	7084	91668	27980	26370	5,75
1979	6302	7360	89462	28476	27191	4,51
1980	6106	7205	87003	27223	26387	3,07
1981	5501	7568	85914	28304	27363	3,33
1982	5020	8481	88499	28505	30619	7,42
1983	4876	9267	94572	32294	33784	4,61
1984	4740	9541	98695	34138	34973	2,45
1985	4920	9757	103327	35326	36126	2,26
1986	5233	10067	109666	37531	37787	0,68
1987	5805	9986	129348	39432	38975	1,16
1988	6006	10129	146799	41142	40670	1,15
1989	6036	10213	150325	43128	41208	4,45
1990	6062	10409	152064	42868	42039	1,93
1995	4202	7805	185001	31073	33796	8,76
1996	3892	7185	184920	31711	31401	0,98
1998	3397	7031	136505	28427	27608	2,88
1999	3065	6740	106726	25158	24550	2,42
2000	2504	6391	99580	23687	22586	4,65

Відхилення фактичних обсягів від розрахункових спричинене дією факторів, які не могли бути передбачені заздалегідь. За цієї умови замовлення на обсяг електроенергії від енергопостачальної компанії повинно визначатися на рівні максимальної межі довірчого інтервалу, тобто

$$Y_3 = Y \pm t \cdot \Delta_y,$$

де Y_3 – обсяг енергії, яка замовляється, тис. кВт·год.

Таким чином, плановий обсяг енергоспоживання складається з двох частин – сталої відповідно до планових показників експлуатації, і

певного ліміту відповідно до максимальної межі довірчого інтервалу, що є резервом економії або додаткових витрат на непередбачені фактори.

Розв'язавши систему рівнянь залежностей відхилень фактичного енергоспоживання від розрахункового за числовими значеннями факторів, що стали відомими по закінченні року, можна значно підвищити точність моделі, так що похибка не перевищуватиме одного відсотка. До таких факторів можна віднести відхилення середньомісячних температур від багаторічних середніх, зміни в маршрутній системі тощо. Отже, при можливості прогнозування змін умов експлуатації точність планування потрібних обсягів електроенергії забезпечуватиметься повністю і потреба в додатковому ліміті відпадає.

Таким чином, запропонована методика визначення витрат електроенергії на пасажирські перевезення дає змогу:

- виключити планування витрат за підсумками минулого року як таке, що засновано на випадковому збігу умов експлуатації;
- визначити межі фактичних витрат електроенергії за плановими показниками роботи рухомого складу на наступний рік;
- обґрунтовано замовляти обсяги енергопостачання на наступний рік;
- отримати об'єктивні дані про економію або причини перевитрат електричної енергії за підсумками роботи в минулому році.

Отримано 28.03.2001

УДК 621.311:658.011.56

М.В.ОХРИМЕНКО

Харьковский государственный технический университет радиозлектроники

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ СХЕМ АСДУ

Рассматриваются требования к графическим редакторам АСДУ, особенности технологии их разработки. Предлагаются способы повышения быстродействия восстановления изображения экранной формы и эффективного хранения и загрузки комплекта стандартных элементов для повторного использования. Даются рекомендации для использования пакета Delphi.

В последние годы энергокомпании многих стран осуществляют реконструкцию и переоснащение диспетчерских центров (ДЦ), в том числе систем визуализации [1,2]. Одним из важных компонентов программного обеспечения автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) являются графические редакторы, обеспечиваю-