

Małgorzata KOZDRÓJ-WEIGEL

PRZYKŁAD OGRANICZENIA ROZRZUTU LICZBY POMIARÓW
PRZY ZAŁOŻONYM STOPNIU PEWNOŚCI I BŁĘDZIE SZACUNKU
ZASTOSOWANY W ANALIZIE TECHNICZNEJ ZASILANIA ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ
OKREŚLONEGO SYSTEMU

Streszczenie. W artykule omówiono przykład wyznaczenia liczby pomiarów czasu maksymalnego poboru energii elektrycznej przy ładowaniu urobku ładowarką zgarniakową w przodku korytarzowym.

1. Ograniczenia liczebności pomiarów dla przeprowadzenia analizy zasilania układów odbiorów dołowych

Dla przeprowadzenia analizy zasilania elektrycznych układów odbiorców dołowych staje się bezspornie pilna sprawa określenia maksymalnego poboru energii elektrycznej w określonym czasie przez systemy i podsystemy. W tym celu wykonuje się obserwacje i pomiary wraz z dokumentacją.

Wykonanie dużej liczby pomiarów zawsze nastęrcza trudności, a zarazem jest bardzo pracochłonne i w związku z tym często rezygnuje się z ich wykonania, co utrudnia prawidłową analizę.

W artykule podano przykład ograniczenia liczby pomiarów przy założonym stopniu pewności i błędzie szacunku w odniesieniu do ładowania ładowarką zgarniakową w przodku korytarzowym.

Ładowarki zgarniakowe można z powodzeniem stosować w chodnikach prowadzonych po wzniosie i upadzie, przy czym maksymalne nachylenie spadku warunkujące ich pracę wynosi $\pm 30^\circ$, co ma wpływ na pobór energii elektrycznej, podobnie jak ich wydajność, która w zależności od długości drogi nagarniania, prędkości ciągnięcia załadowanego zgarniaka, wynoszącej 1,2 lub 1,7 m/s oraz pojemności zgarniaka, równej $0,7 \text{ m}^3$, wynosi 60 do $100 \text{ m}^3/\text{h}$.

Odstawa urobku może być rozwiązana albo za pomocą przenośnika taśmowego, albo za pomocą przenośników zgrzeblowych, tworzących z ładowarką system ładująco-odstawczy. Należy więc, dla przeprowadzenia analizy technicznego zasilania energią elektryczną systemu ładowania zgarniaką i odstawy, określić maksymalny pobór energii elektrycznej.

W pierwszej kolejności należy ograniczyć rozrzut wyników pomiarów, by utrzymać założony stopień pewności opracowania normatywów P i błąd szacunku e, przy możliwie małej liczbie pomiarów n. Dla oceny, czy poszcze-

gólny pomiar x_1 nie przekracza dopuszczalnych granic rozrzutu, służy wzór

$$\frac{|z_1 - \bar{x}_1|}{\sqrt{\frac{n_1 + 1}{n_1(n_1 - 1)} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2}} \leq t_x$$

gdzie:

n_1 - liczebność pomiarów,

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i,$$

z_1 - maksymalne lub minimalne (ekstremalne) wartości szeregu chronometrycznego x_i , czyli $z_1 = x_{\max}$ lub x_{\min} ,

t_x - wartość zmiennej losowej statystyki t Studenta.

Dla ułatwienia przekształceń wprowadzamy następujące podstawienia:

$$A = \sqrt{\frac{n_1 + 1}{n_1(n_1 - 1)}}; \quad D = \sqrt{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2}$$

stąd

$$\frac{|z_1 - x_1|}{AD} \leq t_x$$

$$|z_1 - x_1| \leq t_x AD$$

$$\bar{x}_1 + t_x AD > z_1 \geq \bar{x}_1 - t_x AD \quad (1)$$

Ekstremalne pomiary winny spełniać nierówność (1). Nierówność (1) nazywać będziemy tolerancją pomiaru.

Wartość D wykorzystujemy do wyznaczenia tolerancji pomiaru (1). Wówczas iloczyn

$$t_x AD$$

zwany dopuszczalną wartością odchylenia pomiaru, pozwala wyznaczyć

$$D = \frac{n}{t_x A} \bar{x}_1$$

Założmy, że

$$a \leq \frac{|z_1 - \bar{x}_1|}{x_1}$$

oznacza dopuszczalny procent odchylenia pomiaru od średniej arytmetycznej.

Dla wyznaczenia granic tolerancji przyjmujemy t_x z prawdopodobieństwem α .

Wartości szeregu chronometryczowego, nie mieszczące się w granicach podanych przez (1), należy wykreślić.

Dla pomiarów niezbędnych, gdy $x_1 = \bar{x}_1$, wówczas $D = 0$. Ze wzrostem D rosną granice rozrzutu pomiaru, wzrasta konieczna liczba pomiarów n . Obliczamy dopuszczalne odchylenia standardowe s wstępnej próbki pomiarów chronometryczowych

$$S = \sqrt{\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2}$$

Podstawiamy za

$$D = \sqrt{\frac{1}{n_1 - 1}}$$

$$D = \sqrt{\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2} = \frac{s}{t_x A} \bar{x}_1$$

stąd

$$s = BD = B \frac{s}{t_x A} \bar{x}_1$$

Następnie, podstawiając

$$C = \frac{B}{At_x}$$

otrzymamy

$$s = Cax_1$$

Tablica 1

Konieczna liczba pomiarów n dla $t_x = 0,80$

n_1	α	P	a									
			0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
20	1	0,999	294	523	817							
			158	282	439	632						
	$\frac{2}{3}$	0,99	40	70	110	158	211	281	356	440	530	-
			20	36	56	81	110	144	177	226	273	325
10	$\frac{4}{5}$	0,95	10	17	27	39	53	70	88	109	132	157
			6	10	15	22	30	39	50	61	74	88
				6	10	14	19	25	32	39	48	57
					6	9	13	17	21	26	31	37
5	$\frac{6}{8}$	0,90			4	6	9	11	15	18	22	26
						4	5	6	8	10	12	14
	10	0,80							3	3	4	5
			0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44

Współczynnik $\frac{B}{\lambda t_x}$ obliczamy w zależności od liczby wstępnych pomiarów n_1 i stopnia pewności P .

Z zastosowań praktycznych wynika, że dla obliczenia koniecznej liczby pomiarów n przydatny jest wzór

$$n = \left(\frac{100 \cdot t_s}{e \bar{x}_1} \right)^2$$

gdzie:

t - czas.

Po podstawieniu i przekształceniu

$$n = \left(\frac{100 \cdot t \cdot \frac{B}{\lambda t_x} \cdot a \bar{x}_1}{e \bar{x}_1} \right)^2 = \left(\frac{100 \cdot B a t}{\lambda e t_x} \right)^2$$

$$\left(\frac{B}{\lambda} \right)^2 = \frac{n_1}{n_1 + 1}$$

Dla dużej próbki $n_1 > 30$ możemy przyjąć

$$\left(\frac{R}{A}\right)^2 \approx 1$$

i wówczas

$$n = \left(\frac{100 \text{ ta}}{t_{xe}}\right)^2$$

Dla małej próbki $n \leq 30$ konieczna liczba pomiarów wynosi

$$n = \frac{n_1}{n_1 + 1} \left(\frac{100 \text{ ta}}{t_{xe}}\right)^2$$

2. Zastosowanie modelu w badaniach

W celu wyznaczenia liczby pomiarów czasu maksymalnego poboru energii elektrycznej przy ładowaniu ładowarką zgarniakową urobku w przodku dokonałam n_1 wstępnych pomiarów chronometrycznych (tabl. 2).

Tablica 2

Pomiary czasu maksymalnego poboru energii elektrycznej przy ładowaniu urobku w przodku ładowarką zgarniakową

Pomiar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t [s]	4,87	5,17	5,2	5,3	5,25	4,9	4,7	4,8	5,04	5,12	5,08	5,17

Tablica 1 usprawnia nam obliczanie koniecznej liczby pomiarów n . Po dokładnym przestudiowaniu tej tablicy możemy się zorientować, w jakich granicach należy przyjmować współczynnik a .

Gdy przyjmujemy

$$a = \frac{|z_1 - \bar{x}_1|}{\bar{x}_1}$$

wówczas z szeregu wstępnych pomiarów nie odrzucimy żadnej wartości.

Gdy przyjmujemy

$$a < \frac{|z_1 - \bar{x}_1|}{\bar{x}_1}$$

wówczas, zmniejszając odchylenie pomiaru, część ekstremalną wstępnych pomiarów odrzucamy.

Z wielkością a jest ściślej związana konieczna liczba pomiarów n .

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i = \frac{60,60}{12} = 5,05 \text{ min}$$

$$a = \frac{|x_1 - \bar{x}_1|}{x_1} = \frac{|5,3 - 5,05|}{5,05} = 0,049$$

Przyjmujemy, że $a = 0,05$.

Obliczamy tolerancję pomiaru

$$z = \bar{x}_1 \pm a\bar{x}_1 = 5,05 \pm 0,05 \cdot 5,05 = 5,05 \pm 0,2525$$

czyli

$$5,3025 \geq z \geq 4,7975$$

Należy wykreślić z szeregu chronometrażowego (tabl. 2) pomiar 4 oraz 7. Zakładamy warunki drażenia: $n_1 = 12$, $e = 4$, $P = 0,95$, $a = 0,05$.

Konieczną liczbę pomiarów n wyznaczamy z tabl. 1; wynosi ona 6 pomiarów.

LITERATURA

- [1] Cramer H.: Metody matematyczne w statystyce. PWN, Warszawa 1958.
 [2] Hellwig Z.: Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. PWN, Warszawa 1975.

Wpłynęło do Redakcji 5.07.1980 r.

Recenzent: doc. dr hab. Stanisława Pankiewicz

ПРИМЕР ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗБЕВОСА ЧИСЛА ИЗМЕРЕНИЙ
ПРИ ЗАДАННОЙ СТЕПЕНИ НАДЕЖНОСТИ И ОШИБКЕ ОЦЕНКИ,
ПРИМЕНЕННЫЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ПИТАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИЕЙ ОПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ

Р е з ю м е

В статье обсужден пример определения числа измерений максимального потребления электрической энергии при погрузке выработки скреперным погрузчиком в коридорном забое.

AN EXAMPLE OF LIMITING THE MEASUREMENT NUMBER SCATTER
WITH THE ASSUMED DEGREE OF CERTAINTY AND AN ESTIMATION ERROR APPLIED
IN THE TECHNICAL ANALYSIS OF POWER SUPPLY FOR
A PARTICULAR SYSTEM

S u m m a r y

The report presents an example of determining the number of time measurement of maximum power consumption in loading the output by a scaper loader in the roadway face.