

Metodyka badań doświadczalnych

Ćwiczenie nr 3 z przedmiotu Metody prognozowania

dr hab. inż. Sebastian Skoczypiec

kwiecień 2015 r.

Plan ćwiczenia

- 1 Cel ćwiczenia
- 2 Założenia do ćwiczenia
- 3 Plan badań doświadczalnych
- 4 Badanie doświadczalne
- 5 Niedokładność pomiarów
- 6 Aproksymacja FOB
- 7 Aproksymacja

Cel badań

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z etapami przygotowania i realizacji badań zgodnie z teorią i techniką eksperymentu.

Charakterystyka Obiektu badań

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

Zakłada się, że na podstawie analizy merytorycznej obiektu badań przyjęto następującą charakterystykę obiektu badań:

- liczba wielkości wejściowych: $i = 3$;
- zakresy wielkości wejściowych: $\langle x_{1min}, x_{1max} \rangle$,
 $\langle x_{2min}, x_{2max} \rangle$, $\langle x_{3min}, x_{3max} \rangle$
- jedną wielkość wyjściową: z ;
- zbiór wielkości stałych i zbiór wielkości zakłócających;

Zakresy zmienności oraz dane wyjściowe podane zostaną w instrukcji do ćwiczenia.

Cel badań

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

Celem badań jest wyznaczenie funkcji obiektu badań o postaci:

$$z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (1)$$

Plan badań

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

Na podstawie charakterystyki obiektu badań i założonego celu badań jako plan badań wybrano plan Hartleya PS/DS -

P:Ha3(hK) o następującej charakterystyce:

- ramię gwiazdne planu $\alpha = 1.73205$,
- liczba układów planu $n = 11$,
- liczba różnych wartości każdej wielkości wejściowej $n_x = 5$,

Przyjęto, że w każdym układzie planu liczba powtórzeń
 $r_u = r = 3$

Plan badań dla wartości unormowanych

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

Układ PD	\bar{x}_k		
u	\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_3
1	-1	-1	+1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	+1
5	$-\alpha$	0	0
6	$+\alpha$	0	0
7	0	$-\alpha$	0
8	0	$+\alpha$	0
9	0	0	$+\alpha$
10	0	0	$-\alpha$
11	0	0	0

Tablica : plan Hartleya PS/DS - P:Ha3(hK)

Zadanie 1

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

- Utworzyć plan doświadczenia dla wartości rzeczywistych wielkości wejściowych x_k (przedziały zmienności zadane indywidualnie dla każdego zespołu).
- Związek pomiędzy wartościami rzeczywistymi x_k a wartościami normowanymi \hat{x}_k określa tzw. relacja normowania:

$$\hat{x}_k = \frac{x_k - \bar{x}_k}{\Delta x_k} \quad (2)$$

gdzie:

$\bar{x}_k = (x_{kmin} + x_{kmax})/2$ - średnia arytmetyczna,

$\Delta x_k = (x_{kmax} - \bar{x}_k)/\alpha$ - jednostka zmienności

Realizacja badań - pomiarów

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczywiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

- Pomiarzy określone przez wybrany plan doświadczenia, łącznie z przyjętym sposobem i liczbą powtórzeń realizowane są na odpowiednio przygotowanym stanowisku badawczym.
- Dla celów dydaktycznych (brak czasu) nie wykonujemy pomiarów. Wyniki - symulowane komputerowo - zostaną przekazane dla każdego zespołu w trakcie zajęć.

Plan badań dla wartości rzeczywistych

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

<i>UkadPD</i>	Wyniki pomiarów ($r = 3$)		
u	1	2	3
1	34,53	34,12	34,25
2	46,22	47,95	47,79
3	42,50	41,80	41,64
4	57,55	59,16	59,93
5	31,53	30,28	31,64
6	49,89	49,01	50,21
7	38,00	37,45	38,54
8	56,34	56,11	54,26
9	41,01	41,95	41,77
10	56,29	56,75	57,83
11	59,38	57,85	60,50

Tablica : Przykładowe wyniki pomiarów z uwzględnieniem 3 powtórzeń w każdym układzie planu

Oszacowanie zakłóceń losowych

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

- Kolejnym krokiem jest oszacowanie zakłóceń losowych obiektu badań
- Wykonano trzy powtórzenia w każdym układzie planu, dlatego też dla każdego układu planu należy obliczyć parametry statystyczne tj. średnia arytmetyczna, wartość minimalna, maksymalna, rozstęp, wariancja próbki, wariancja skorygowana, odchylenie standardowe skorygowane itp.

Zadanie 2

Obliczyć dla każdego układu planu następujące parametry statystyczne:

- średnia arytmetyczna \bar{z} ,
- rozstęp $R = z_{max} - z_{min}$,
- odchylenie standardowe próbki $s(z)^u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^r (z_i - \bar{z})^2}{r}}$,
- wariancja próbki $s^2(z)^u = [s(z)^u]^2$,
- odchylenie standardowe skorygowane
$$S(z)^u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^r (z_i - \bar{z})^2}{r-1}}$$
- wariancja skorygowana $S^2(z)^u = [S(z)^u]^2$.

Zadanie 2

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

- wariancję niedokładności dla planu $S^2(z)$ (średnia arytmetyczna z wariancji skorygowanych w układach planu).

Wariancja niedokładności stanowi reprezentatywną dla obiektu badań miarę rozproszoną wielkości wyjściowej z .

Zadanie 3

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

- Zakładamy następującą postać funkcji obiektu badań:

$$z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (3)$$

- Celem jest znalezienie współczynników b_0, b_1, b_2, b_3 funkcji obiektu badań. W tym celu należy użyć np. pakietu OpenOffice i wykorzystać funkcję REGLINP.

Zadanie 3

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczywiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

- Obliczyć błędy aproksymacji w układach planu (błąd aproksymacji w układzie $dz = \bar{z} - za$, względny błąd aproksymacji (%), \bar{z} - średnia arytmetyczna w układzie, za - wartość funkcji w układzie,

- 1 Cel ćwiczenia
- 2 Założenia do ćwiczenia
- 3 Plan badań doświadczalnych
- 4 Badanie doświadczalne
- 5 Niedokładność pomiarów
- 6 Aproksymacja FOB
- 7 Aproksymacja
- 8 Weryfikacja adekwatności i istotności
- 9 Przedstawienie graficzne otrzymanej zależności funkcyjnej

Adekwatność funkcji, weryfikacja istotności

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

W kolejnych krokach należy przeprowadzić:

- weryfikację adekwatności funkcji (test F), czyli uznanie (lub nie) funkcji jako zgodnej z wynikami pomiarów.
- weryfikację istotności współczynników funkcji obiektu badań (test t *Studenta*).

Adekwatność funkcji

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

Jako miarę adekwatności należy przyjąć błąd średniokwadratowy aproksymacji:

$$M = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^u (\bar{z} - za)^2}{n}} \quad (4)$$

Proponuje arbitralnie przyjąć dopuszczalną wartość tego błędu $e_{max} = 0.05z_{max}$. W przypadku gdy spełniony jest warunek:

$$M < e_{max} \quad (5)$$

otrzymaną funkcję należy uznać za adekwatną.

UWAGA: ze względu na brak możliwości technicznych nie przeprowadzamy weryfikacji istotności współczynników FOB.

- 1 Cel ćwiczenia
- 2 Założenia do ćwiczenia
- 3 Plan badań doświadczalnych
- 4 Badanie doświadczalne
- 5 Niedokładność pomiarów
- 6 Aproksymacja FOB
- 7 Aproksymacja
- 8 Weryfikacja adekwatności i istotności
- 9 Przedstawienie graficzne otrzymanej zależności funkcyjnej

Przedstawienie otrzymanej zależności funkcyjnej na wykresach powierzchniowych

Metodyka
badań
doświadczal-
nych

dr hab. inż.
Sebastian
Skoczypiec

Cel ćwiczenia

Założenia

Plan

Badania

Niedokładność

Aproksymacja
FOB

Aproksymacja

Co dalej

Wykresy

Należy narysować następujące wykresy powierzchniowe:

- $z = f(x_1, x_2)$ przy $x_3 = \text{const}$,
- $z = f(x_2, x_3)$ przy $x_1 = \text{const}$,
- $z = f(x_1, x_3)$ przy $x_2 = \text{const}$.

Wykresy należy przygotować w dowolnym programie matematycznym.

Opracowano na podstawie:

Roma Górecka

Teoria i technika eksperymentu

Wydawnictwo PK, Kraków, 1995 r.