

Stanisław Waluś

Instytut Automatyki Przemysłowej
i Pomiarów

SYMBOLE W METROLOGII

Streszczenie. W artykule przypomniano korzyści, jakie daje stosowanie jednolitej symboliki oraz podano zasady wyboru symboli wielkości stosowanych w metrologii. Przedstawiono stan stosowania w publikacjach krajowych. Zestawiono symbole wielkości stosowanych w metrologii z uzasadnieniem wyboru liter.

1. Wstęp

Metrologia jest nauką o pomiarach wszelkich wielkości fizycznych. Obejmuje pomiary przemysłowe, laboratoryjne i największej dokładności - związane z ustalaniem wzorców. Do przeprowadzenia tych pomiarów stosowane są przyrządy pomiarowe, których działanie jest oparte na wykorzystaniu różnorodnych zjawisk fizycznych. W metrologii stosowany jest zbiór symboli dotyczących wielkości mierzalnych parametrów przyrządów pomiarowych oraz wielkości związanych z mierzaniem, opracowaniem i wykorzystaniem wyników pomiarów. Układ tych symboli powinien być uporządkowany.

Celem niniejszego artykułu jest próba ujednoczenia symboli stosowanych w metrologii. Zestawienie podane na końcu artykułu ze względu na małą ilość źródeł (szczególnie norm) oraz różnorodną terminologię i symbolikę stanowi pewną propozycję i może być materiałem do dyskusji nad tym zagadnieniem. Przedstawiono symbole związane z przyrządami pomiarowymi oraz pomiarami i opracowaniem ich wyników.

2. Zasady ogólne

Metrologia nawiązując do wielu dyscyplin naukowych staje się samodzielną nauką. Musi więc operować jednolitym językiem, w skład którego wchodzi symboli. Ujednolicenie symboliki daje wiele korzyści:

- ułatwienie korzystania z rozmaitych publikacji,
- uproszczenie zapisu - zmniejsza się ilość koniecznych objaśnień dodatkowych,
- ułatwienie porozumiewania się przedstawicieli wielu dziedzin naukowych,
- łatwość zapamiętania oznaczeń i wzorów.

Szerzej ten problem jest omówiony w pozycji [22]. Stosowane w metrologii oznaczenia z jednej strony powinny być zrozumiałe i łatwe do zapamiętania przez przedstawicieli innych nauk zajmujących się pomiarami, z drugiej strony muszą stanowić układ uporządkowany.

Przy przyporządkowaniu oznaczeń wielkościom fizycznym, parametrom przyrządów pomiarowych oraz wielkościom związanym z pomiarami (wyniki, błędy, ...) należy uwzględnić cztery podstawowe zasady:

1. Jednoznaczności.
2. Międzynarodowości.
3. Mnemoniki.
4. Niezależności od przyjętego układu jednostek.

Zasady te są podane i omówione w pozycji [21]. Należy też zwrócić uwagę na niektóre zasady dotyczące terminologii podane w pozycji [14].

3. Stan stosowania w metrologii jednolitej symboliki

W literaturze zarówno normatywnej, jak i podręcznikowej brak jest zestawień symboli literowych stosowanych w metrologii. Metrologia jako odrębna nauka wykonała się dopiero kilkanaście lat temu. Pierwsze podręczniki w języku polskim ([16] i [17]), wydane w postaci skryptów uczelnianych ukazały się w 1966 i 1971 roku. Nie podano w nich zestawienia symboli literowych, zaś używane nie są jednolite. Np. błąd bezwzględny i względny są oznaczone w [16] przez e_c i ξ_c , zaś w [17]

symbolami: Δ_x i δ_x . W książkach poświęconych miernictwu ([7], [8], [10], [11], [12], [15], [23], [18]) symbole wielkości stosowanych w metrologii są rzadko używane, zaś w zestawieniu w pozycji [18] tylko kilka dotyczy metrologii nie będąc symbolami wielkości fizycznych. W Słowniku metrologii prawnej [19] nie są podane oznaczenia literowe, natomiast w Słowniku podstawowych pojęć metrologii [20] podano ich kilka. Część symboli stosowanych w publikacjach książkowych jest zgodna z zaleceniami odpowiednich norm [1], [2], [3]. W publikacjach [13] i [5] miara wielkości, jednostka miary i wartość liczbową wielkości mają różne symbole. Propozycje autora są niezgodne z symbolami w [13] i [5] bo uwzględniono symbole podane w pozycji [17], wydanej w 1971 roku (pozycja [13] wydana jest w 1949 roku). Wymienione wyżej normy obejmują niewielką liczbę symboli. Np. w projekcie normy Metrologia jest podanych tylko 8 wielkości oznaczonych literami.

4. Wybór symboli z uzasadnieniem

Zestawienie symboli proponowanych przez autora opiera się przede wszystkim na normach krajowych, które stanowią akt prawny w tej dziedzinie. Przy wyborze symboli kierowano się zasadami podanymi na początku artykułu, uwzględniono częstotliwość występowania symboli w publikacjach książkowych oraz takie czynniki jak dogodność i wyrazistość zapisu.

Zgodnie z zasadą mnemoniki bezwzględne błędy: systematyczny, przypadkowy i grubo oznaczamy tym samym symbolem Δ , z odpowiednim wskaźnikiem ($\Delta_B, \Delta_p, \Delta_g$), a wszystkie błędy względne oznaczamy symbolem δ . Wielkość wejściową i wyjściową oznaczono odpowiednio literami x i y , podobnie wielkość mierzona (x_m) i wpływająca (x_w), a nie x_o, y_o, M, Z . Proponowane oznaczenia nawiązują do stosowanych w innych naukach (np. w teorii regulacji). Zaproponowano oznaczanie poprawionego wyniku pomiaru, jako wielkości wyjściowej literą y , a nie Q_o czy a jak w pozycji [10] i [17].

Przy stosowaniu wskaźników cyfrowych i literowych powimno się nawiązywać do następujących dwu zaleceń ([6]):

- w przypadku zróżnicowania stanów tej samej wielkości stosuje się wskaźniki cyfrowe,
- w przypadku potrzeby zróżnicowania znaczeniowego stosuje się wskaźniki literowe w postaci minuskuły.

5. Zestawienie symboli stosowanych w metrologii

W poniższej tabelicy zestawiono terminy stosowane w metrologii, podano symbol zalecany i źródło literaturowe. Dalej podano oznaczenia pomocnicze i w ostatniej rubryce "Uwagi" pozycję, gdzie znajduje się definicja, określenie czy też wzór definiujący daną wielkość, o ile te informacje nie znajdują się w pozycji wymienionej w czwartej rubryce. Jeżeli symbol występuje tylko w pojęciach ogólnych podano w tej rubryce słowo "ogólnie". W tabelicy podano tylko niektóre symbole matematyczne, zaś pełne ich zestawienie jest w pozycji [3]. Można by uzupełnić je symbolem oznaczającym równość danych wielkości z definicji " $\stackrel{df}{=}$ ".

Oznaczenia zebrano w postaci tabelicy dzieląc ją na części nawiązujące do poszczególnych działów metrologii. Terminy starano się ułożyć w miarę możliwości w kolejności logicznej.

Niektóre z zaproponowanych symboli nie znajdują się w żadnej z przytoczonych na końcu pozycji literaturowych. W tabelicy podano przy nich znak n ($n = 1, 2, 3, 4, 5$), który w poszczególnych przypadkach oznacza:

- 1) - zgodnie z zasadą mnemoniki wielkości oznaczamy jedną literą (x), zaś wskaźnikiem rodzaj wielkości. Ponieważ wielkość mierzona ma wskaźnik m [17], więc wielkości wpływającej przyporządkowano wskaźnik w ,
- 2) - wprowadzono oznaczenie stosowane w automatyce,
- 3) - wynik pomiaru, jako wielkość wyjściową, oznaczono przez y nawiązując do oznaczenia średniej serii pomiarów: y_{sr} [17],
- 4) - zgodnie z zasadą mnemoniki dodano do oznaczenia błędu bezwzględnego wskaźnik g otrzymując oznaczenie błędu grubego,
- 5) - symbol nawiązuje do oznaczenia wskazania poprawnego narzędzia pomiarowego [17].

Lp.	Termin	Symbol zalecany	Pozycja literatury	Symbol pomocniczy	Uwagi
1. Wielkości i jednostki miar					
1.1	Wielkość mierzona	x_m	17	M 12 Q 10	19, 20
1.2	Wielkość wpływająca	x_w	1)	Z 18	19, 20
1.3	Miara wielkości	Q	17		4
1.4	Wartość liczbowa wielkości	{Q}	17	q 10	19, 20
1.5	Jednostka miary	[Q]	17	U 10	4, 19
1.6	Wielkość wejściowa	x	2)	x_o 10	ogólnie
1.7	Wielkość wyjściowa	y	2)	y_o 10	"
1.8	Zbiór wielkości x	X	17		
1.9	Zbiór wielkości wzorcowej w	W	17		
1.10	Ilość elementów zbioru skończonego	N	17		
1.11	Ilość elementów zbioru skończonego w przedziale x_j	n_j	17		
1.12	Przelicznik jednostek	k_{i-j}	13		
1.13	Wartość chwilowa wielkości	$x(t)$	17		ogólnie
1.14	Wartość średnia wielkości	x_{sr}	17		"
1.15	Wartość skuteczna wielkości	x_{sk}	17		"

Lp.	Termin	Symbol zalecany	Pozycja literatury	Symbol pomocniczy	Uwagi
2. Pomiary					
2.1	Wskazanie narzędzia pomiarowego	α	17	I 12	19, 20
2.2	Wynik pomiaru	y	3)		19, 20
2.3	Surowy wynik pomiaru	y_s	3)	Q 10	19, 20
2.4	Poprawiony wynik	y_p	3)	Q_o 10	19, 20
2.5	Wartość i-tego pomiaru wielkości Q	y_i	3)	a_i 12	
2.6	Liczba odczytów wskazań przyrządu	n	10		
2.7	Srednia arytmetyczna serii pomiarów	y_{sr}	17	A_{sr} 12 \bar{x} 4	
2.8	Ilość informacji	I	17		
2.9	Strumień informacji	C	17	I 8	
2.10	Ilość informacji odpowiadająca jednorazowemu wskazaniu przyrządu	I_1	8		
2.11	Entropia mierzonej wielkości	H_x	8		
2.12.	Liczba rozróżnialnych poziomów mierzonej wielkości	N_x	8		
2.13	Dyspersja mierzonej wielkości	D_x	8		
2.14	Dyspersja przetwarzania	D_1	8		

Lp.	Termin	Symbol zalecany	Pozycja literatury	Symbol pomocniczy	Uwagi
2. Pomiar					
2.15	Współczynnik względnego wykorzystania informacji	η	8		
2.16	Pojemność kanału	M	8		
2.17	Szerokość kanału	W	8		
2.18	Moc sygnału	P_s	8		
2.19	Moc szumów	P_z	8		
2.20	Czas nadawania	T	8		
2.21	Odpowiedź na skok jednostkowy	$x(t)$	17		
2.22	Gęstość widmowa	$S_x(\omega)$	17		
2.23	Funkcja korelacji	$K_x(\tau)$	17		
2.24	Rozkład harmoniczny	$f(t)$	17		
2.25	Operator przekształcenia Laplace'a	α	17		
2.26	Błąd bezwzględny	Δ	17		19, 20
2.27	Błąd względny	δ	17		19, 20
2.28	Błąd systematyczny	Δ_s	17		19, 20
2.29	Błąd przypadkowy	Δ_p	17		19, 20
2.30	Błąd grubo	Δ_g	4		19
2.31	Błąd całkowity	Δ_c	12		
2.32	Poprawka	d	10		19, 20
2.33	Błąd średni kwadratowy serii pomiarów	s	17		4
2.34	Błąd średni kwadratowy średniej arytmetycznej serii pomiarów	s_r	4		4

Lp.	Termin	Symbol zalecany	Pozycja literatury	Symbol pomocniczy	Uwagi
2. Pomiarzy					
2.35	Błąd graniczny serii pomiarów	s_{\max}	4		4
2.36	Błąd graniczny średniej arytmetycznej serii pomiarów	$s_{r\max}$	4		4
2.37	Funkcja gęstości prawdopodobieństwa zbioru wielkości x	$f(x)$	17		
2.38	Dystrybuanta rozkładu prawdopodobieństwa wielkości x	$F(x)$	17	\bar{x} 10	
2.39	Wartość przeciętna (oczekiwana)	$E(x)$	17	\bar{a} 3	
2.40	Odchylenie standardowe	σ	17		
2.41	Bezwymiarowa zmienna standaryzowana	t	17		
2.42	Standaryzowana gęstość prawdopodobieństwa	$\Phi(t)$	17		
2.43	Funkcja Laplace'a	$\phi(t)$	17		
2.44	Statystyka chi kwadrat	χ^2	3		
2.45	Statystyka t Studenta	t	3		
2.46	Statystyka F Snedecora	F	3		
2.47	Statystyka Z Fishera	Z	3		

Lp.	Termin	Symbol zalecany	Pozycja literatury	Symbol pomocniczy	Uwagi
2. Pomiar					
2.48	Statystyka λ Kołmogorowa	λ	3		
2.49	Statystyka D Smirnowa	D	3		
3. Narzędzia pomiarowe					
3.1	Wskazanie narzędzia pomiarowego	y	17		4
3.2	Wskazanie nominalne narzędzia pomiarowego	y_n	8		4
3.3	Wskazanie poprawne narzędzia pomiarowego	y_p	17		4
3.4	Zakres wskazań	Z	17		4
3.5	Górna granica zakresu wskazań	y_g	17		19
3.6	Dolna granica zakresu wskazań	y_d	17		19
3.7	Czułość narzędzia pomiarowego	k	17	S 18	19
3.8	Czułość na i-tą wielkość wpływającą x_i	k_i	17		
3.9	Stała narzędzia pomiarowego	C	10		19
3.10	Regulowany parametr przyrządu pomiarowego	r_i	17		ogólnie
3.11	Stały parametr przyrządu pomiarowego	a_i	17		ogólnie

Lp.	Termin	Symbol zalecany	Pozycja literatury	Symbol pomocniczy	Uwagi
3. Narzędzia pomiarowe					
3.12	Parametr geometryczny i-tego członu przyrządu pomiarowego	l_i	10		ogólnie
3.13	Parametr fizyczny i-tego członu przyrządu pomiarowego	G_i	10		ogólnie
3.14	Transmitancja przetwornika	$K(s)$	17		
3.15	Transmitancja unormowana	$G(s)$	17		
3.16	Częstotliwościowa charakterystyka przetwornika	$K(j\omega)$	17		
3.17	Stała czasowa	T	20		
3.18	Czas opóźnienia	T_o	20		
3.19	Pusacja rezonansowa	ω_o	20		
3.20	Współczynnik tłumienia	β	17	§ 20 α 16	
3.21	Współczynnik wzmocnienia	k	20		
3.22	Błąd podstawowy narzędzia pomiarowego	Δ_o	17	4	
3.23	Błąd dodatkowy narzędzia pomiarowego	Δ_d	17	4	
3.24	Błąd konstrukcyjny	Δ_q	8		
3.25	Błąd eksploatacyjny	Δ_Q	8		
3.26	Składowa błędów wpływów zewnętrznych	ε	8		

Lp.	Termin	Symbol zalecany	Pozycja literatury	Symbol pomocniczy	Uwagi
3. Narzędzia pomiarowe					
3.27	Składowa błędów procesu pomiarowego	δ	8		
3.28	Błąd przyrządu	δ_p	8		
3.29	Błąd czułości	δ_{cz}	8		
3.30	Błąd źródła wielkości wzorcowej	δ_{wz}	8		
3.31	Błąd wynikający z istnienia szumów	δ_{sz}	8		
3.32	Uogólniona oporność wewnętrzna przyrządu pomiarowego	R_M	17		
3.33	Oporność wewnętrzna wielkości mierzonej od strony przyrządu pomiarowego	R_q	17		
3.34	Klasa niedokładności	K	18	8	4

LITERATURA

1. PN-58/N-01051 Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna Terminy i określenia, symbole.
2. PN-64/E-01100 Elektrotechnika.
3. PN-68/N-01050 Podstawowe oznaczenia matematyczne.
4. PN-71/N-02050 Metrologia. Nazwy i określenia.
5. W.A. Bazakucza: Międzynarodowa systema edinic. Wydawnictwo Charkowskoko Uniwersytetu Charkow 1970.
6. Z. Gajewski: Międzynarodowy układ jednostek miar. WNT W-wa 1967.

7. A. Jellonek, J. Gąszczak: Podstawy miernictwa elektrycznego dla e-lektroników. PWN W-wa - Wrocław 1969.
8. Z. Karkowski: Miernictwo elektroniczne w perspektywie rozwojowej. WKiŁ W-wa 1967.
9. J. Koj, A. Krysiński: Oznaczenia i symbole w projektowaniu układów pomiarów i regulacji automatycznej PAK nr 7, 1968.
10. M.W. Kułakow: Pomiar technologiczne i aparatura kontrolno-pomiarowa w przemyśle chemicznym. WNT, W-wa 1968.
11. S. Lebson: Podstawy miernictwa elektrycznego WNT, W-wa 1966.
12. M. Łapiński: Miernictwo elektryczne. WNT, W-wa 1961.
13. M.F. Malikow: Osnovy metrologii. Moskwa 1949.
14. M. Mazur: Terminologia techniczna. WNT, W-wa 1968.
15. A. Metal, A. Żuchowski: Mierniki elektryczne. PWN, W-wa - Poznań 1969.
16. J. Obalski: Podstawy metrologii. Wyd. PW, W-wa 1966.
17. J. Piotrowski: Podstawy metrologii. Wyd. PS, Gliwice 1971.
18. E. Romer: Miernictwo przemysłowe. PWN W-wa 1970.
19. Słownik metrologii prawnej CUJiM W-wa 1967.
20. Słownik podstawowych pojęć metrologii. PAK 1971.
21. A.T. Troskoleński: Zasady symbolistyki. Przegląd mechaniczny nr 16, 1970.
22. S. Waluś: Zalecane symbole wielkości fizycznych do stosowania w metrologii. Zeszyt naukowy CUJiM, W-wa 1971.
23. R. Zimmermann: Przyrządy do rejestracji i analizy, WKiŁ, W-wa 1966

СИМВОЛЫ В МЕТРОЛОГИИ

Р е з ю м е

В статье обращено внимание на пользу которую даёт применение единой системы символов. Поданы принципы выбора символов величин применяемых в метрологии. Показано состояние применения символов в статьях на польском языке. Составлены таблицы символов величин применяемых в метрологии. Обоснован выбор буквенных обозначений.

SYMBOLS IN METROLOGY

S u m m a r y

In article are remembered advantages, which gives application of uniform symbolism and are given principles of choice symbols of greatneses applied in metrology. In article is presented state of application in our publications. Symbols of greatneses applied in metrology are compared in tables and choice of letters is justified.