

Metrologia: organizacja eksperymentu pomiarowego

(na podstawie: Żółtowski B. „Podstawy diagnostyki maszyn”, 1996)

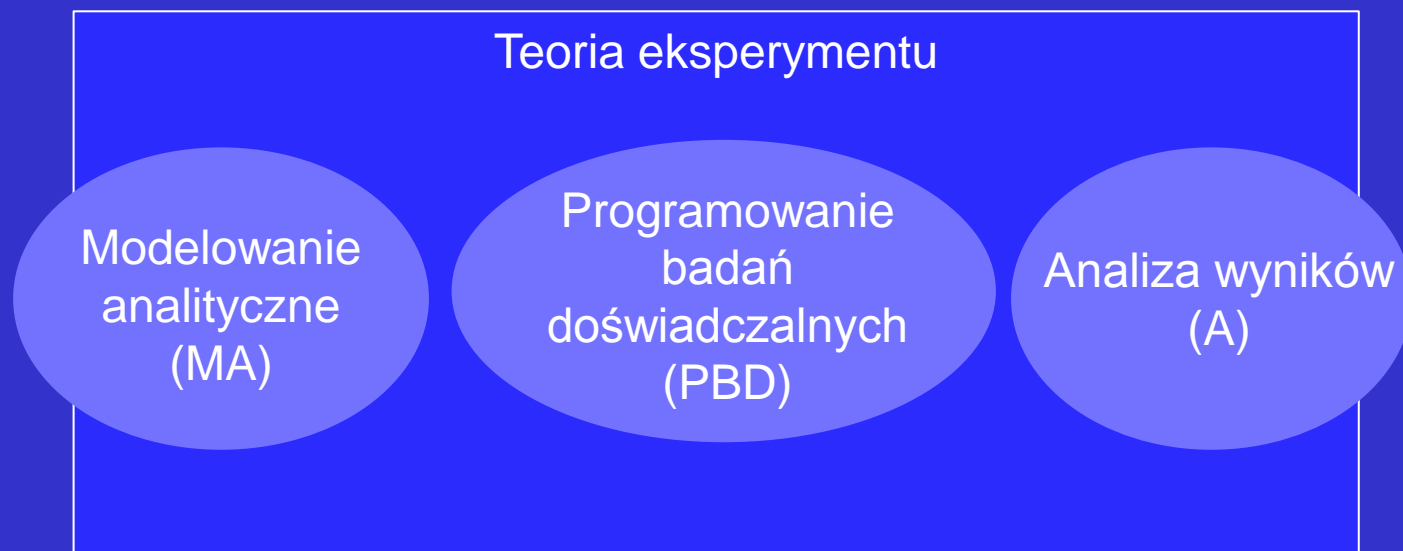


dr inż. Paweł Zalewski
Akademia Morska w Szczecinie

Teoria eksperymentu:

Teoria eksperymentu umożliwia na początku określenie celu i metod analizy wyników pomiarów, a potem dopiero przyjęcie odpowiedniego planu doświadczenia i realizację pomiarów.

Plan doświadczenia musi równocześnie uwzględniać postulat, aby liczba pomiarów wymaganych według tego planu była możliwie mała.



Teoria eksperymentu:

Teoria eksperymentu powstała pod presją dążeń do poprawy efektywności badań naukowych, rozumianej jako **stosunek ilości i jakości informacji naukowej do poniesionych kosztów i czasu badań.**

Ponieważ badanie złożonych obiektów wymaga uwzględnienia wielu czynników „ n ” wpływających na wynik końcowy „ z ”, to niezbędne jest wyznaczenie z badań funkcji wielu zmiennych w postaci:

$$z = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i)$$

Liczba pomiarów określana jest więc z zależności:

$$n = n_1 \cdot n_2 \cdot \dots \cdot n_i$$

Można łatwo obliczyć, że dla $i=10$, $n_i = 10$, stąd $n = 10^{10}$ skąd wynika, że gdyby jeden pomiar trwał 1 godzinę, to czas badań kompletnych można oszacować na około 1 mln lat.

Teoria eksperymentu:

Teoria eksperymentu umożliwia na początku określenie celu i metod analizy wyników pomiarów, a potem dopiero przyjęcie odpowiedniego planu doświadczenia i realizacji pomiarów.

Plan doświadczenia musi równocześnie uwzględniać postulat, aby liczba pomiarów wymaganych według tego planu była możliwie mała.

W naukach empirycznych tworzenie wartościowych informacji poznawczych jest zawsze uzależnione od sposobu przeprowadzenia badań empirycznych, mających na celu zebranie odpowiednich wyników pomiarów lub weryfikacji sformułowanych hipotez i założeń badawczych.

Wśród badań empirycznych rozróżnia się:

- obserwacje;
- doświadczenia;
- eksperymenty.

Teoria eksperymentu:

Teoria eksperymentu umożliwia na początku określenie celu i metod analizy wyników pomiarów, a potem dopiero przyjęcie odpowiedniego planu doświadczenia i realizacji pomiarów.

Plan doświadczenia musi równocześnie uwzględniać postulat, aby liczba pomiarów wymaganych według tego planu była możliwie mała.

W naukach empirycznych tworzenie wartościowych informacji poznawczych jest zawsze uzależnione od sposobu przeprowadzenia badań empirycznych, mających na celu zebranie odpowiednich wyników pomiarów lub weryfikacji sformułowanych hipotez i założeń badawczych.

Wśród badań empirycznych rozróżnia się:

- obserwacje;
- doświadczenia;
- eksperymenty.

Specyfika badań empirycznych:

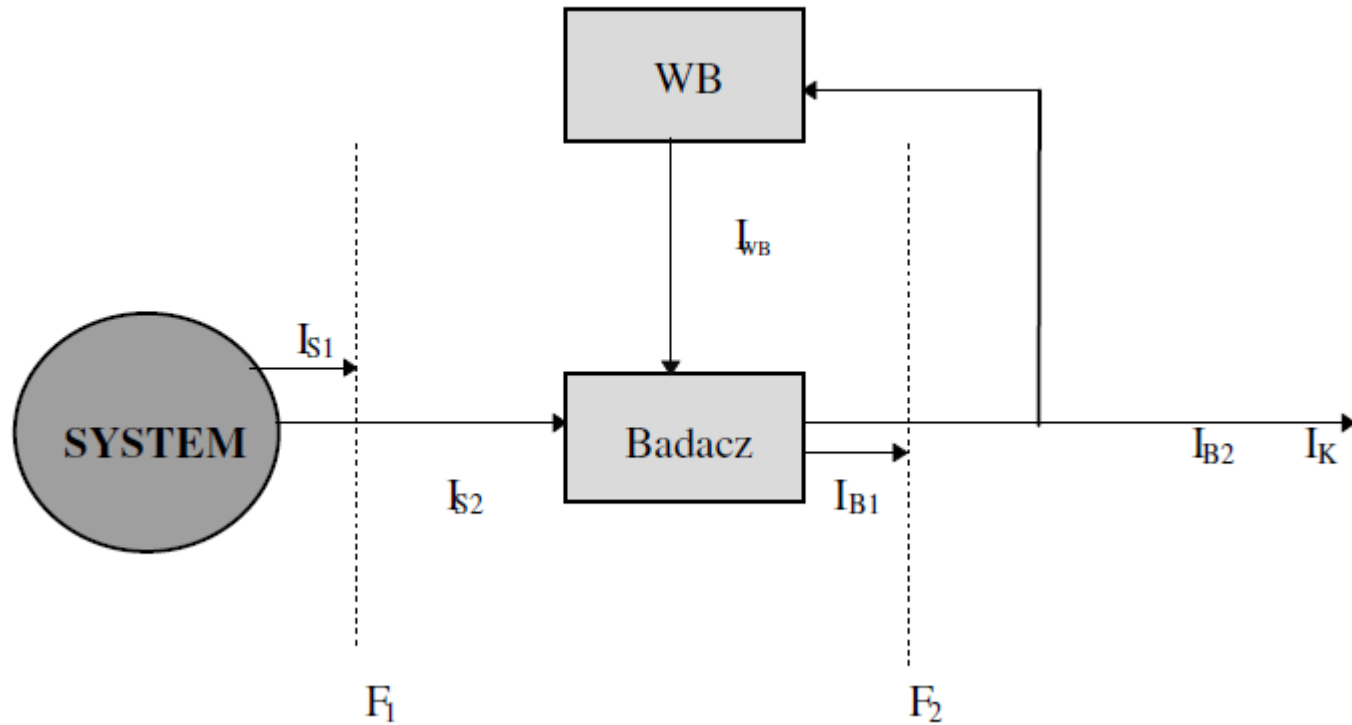
Obserwacje mają miejsce wtedy, gdy badacz B lub system badający B może tylko odbierać sygnały pochodzące z systemu badanego S i nie wywiera na ten system żadnego wpływu. Zrozumienie odbieranych sygnałów przez badającego B dostarcza mu informacji o źródle owych sygnałów. Na kolejnym slajdzie przedstawiono schemat badania empirycznego.

Badany system S posiada wartościowe dla badającego B informacje zawarte w zbiorach I_{s1} oraz I_{s2} . Na skutek niedoskonałości aparatury pomiarowej, ułomności badającego lub innych losowo-uzależnionych przyczyn, co ilustruje filtr F_1 , system B otrzymuje tylko pewien podzbiór I_{s2} wartościowych informacji.

Korzystając z wiedzy badacza WB pobiera on I_{WB} informacji, które wykorzystuje do przetworzenia informacji I_{s2} . Jeżeli system B nie wykorzysta wszystkich wartościowych informacji, tracąc informacje zbioru I_{B1} - co ilustruje filtr F_2 , to wyprowadza na zewnątrz ich część I_{B2} jako końcowy zbiór informacji I_k . Informacje te są także gromadzone przez badającego B, zwiększając jego wiedzę WB.

Specyfika badań empirycznych:

A). OBSERWACJA



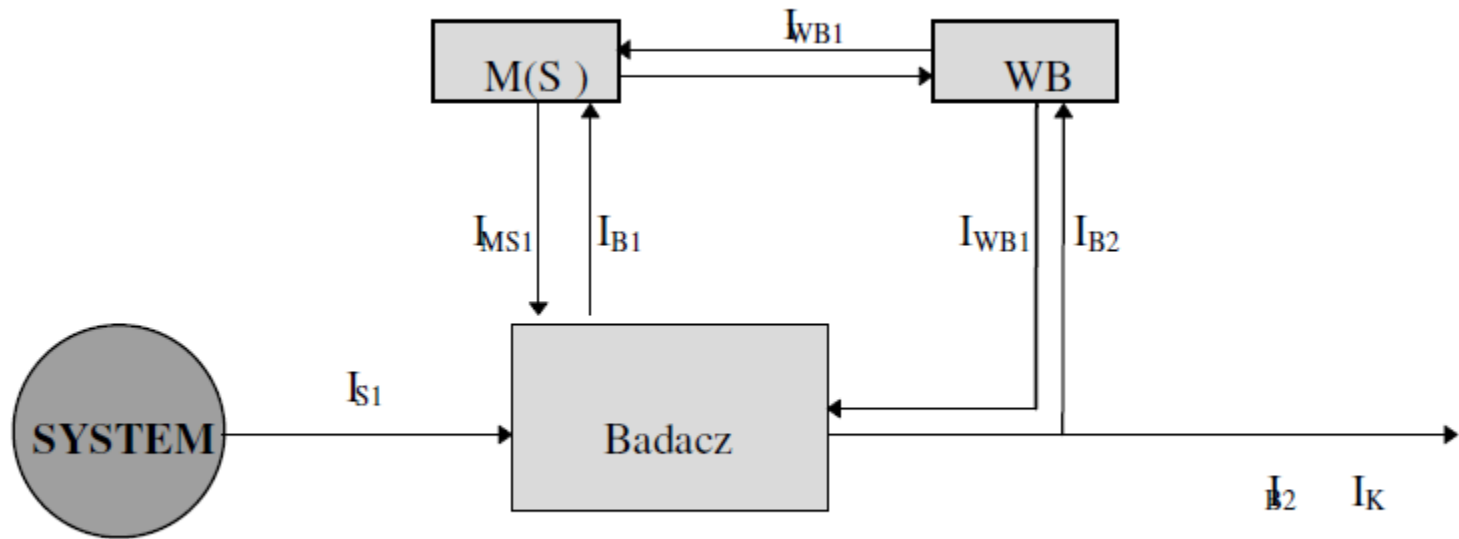
Specyfika badań empirycznych:

W **doświadczeniu** występuje dodatkowo blok wiedzy badacza o modelu matematycznym lub fizycznym $M(S)$. W celu uproszczenia opisu i schematu nie zaznaczono na kolejnych schematach filtrów F_1 i F_2 , mimo iż istnieją one również i odgrywają identyczną rolę co poprzednio.

Badający system B korzystając ze swej wiedzy WB opracowuje przy pomocy zbioru wartościowych informacji I_{WB1} model badanego systemu, optymalizujący przebieg badania. Wartość informacji I_{B2} wytworzonych przez system B jest zdecydowanie większa niż w przypadku obserwacji.

Specyfika badań empirycznych:

B). DOŚWIADCZENIE



Specyfika badań empirycznych:

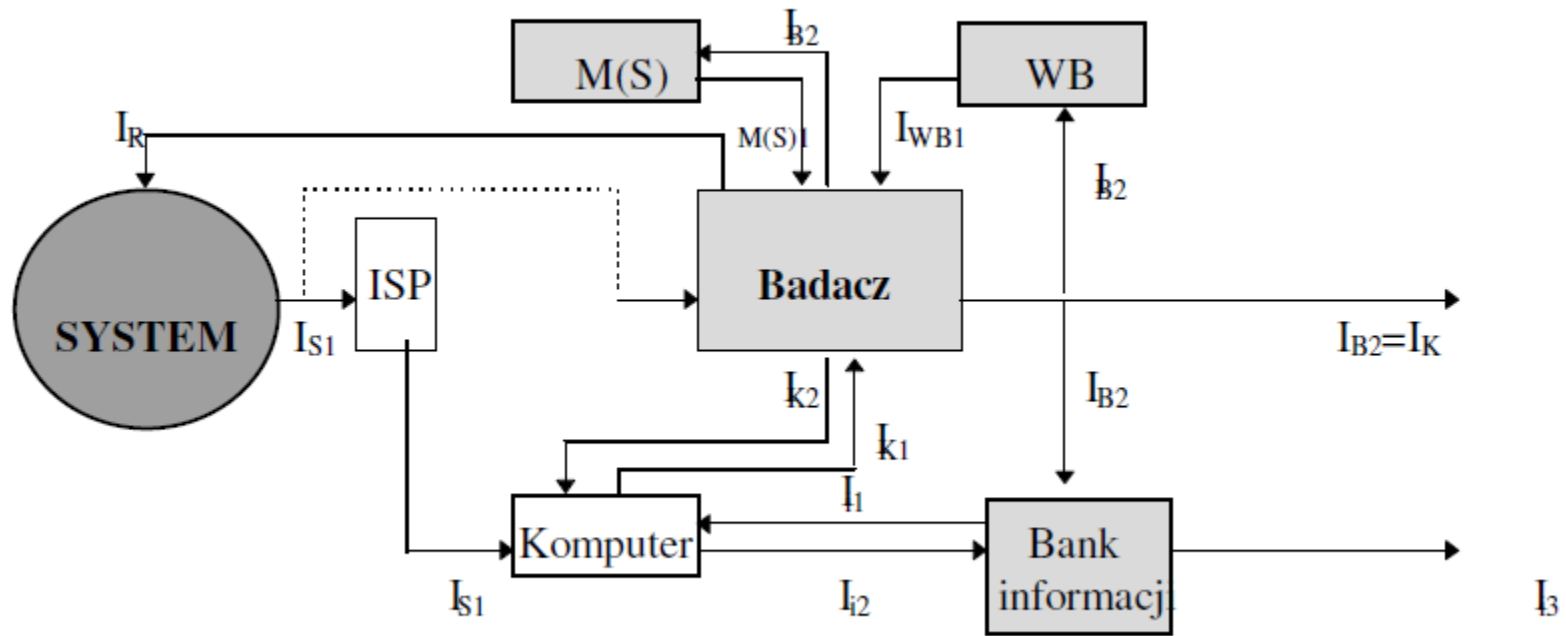
Eksperyment, którego schemat badania pokazano na kolejnym slajdzie w porównaniu z doświadczeniem różni się dodatkowym wprowadzeniem następujących urządzeń:

- informatycznych systemów pomiarowych ISP, przekazujących bezpośrednio informacje do komputera;
- komputera o konfiguracji wynikającej z celu badania;
- banku informacji w zewnętrznej pamięci komputera;
- systemem sterowania stanami badanego systemu S za pomocą sygnałów I_r .

Ten schemat badania systemu S pozwala na uzyskiwanie informacji o jeszcze większej wartości niż poprzednio. Z banku informacji na każde żądanie możliwe jest uzyskiwanie dodatkowych informacji o badanym systemie S .

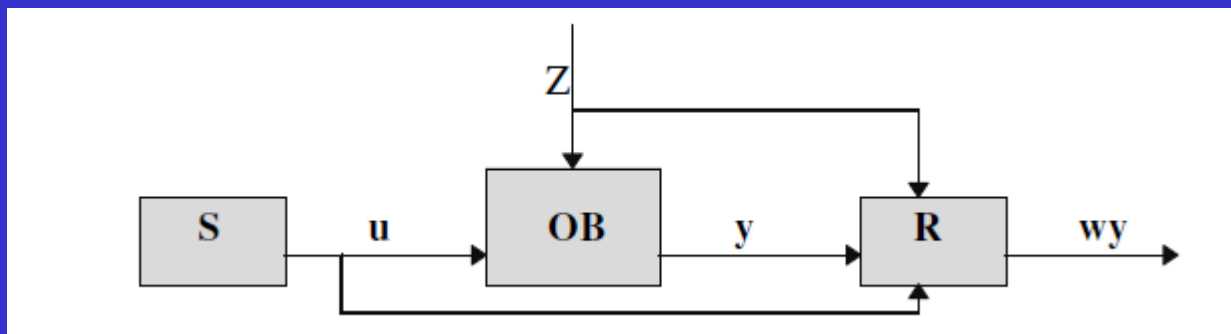
Specyfika badań empirycznych:

C). EKSPERYMENT



Rodzaje eksperymentu:

Eksperyment czynny jest stosowany szczególnie w ustalaniu relacji „stan-sygnał” w warunkach laboratoryjnych z kontrolowaną zmianą cech stanu {X} i sterowania {E}.



{S-sterowanie, u-wymuszenia sterujące, OB-obiekt badania, Z-wymuszenia zewnętrzne, y-wyjścia, R-przetwarzanie, wy-wynik eksperymentu}.

Rodzaje eksperymentu:

Eksperyment bierny polega na badaniu obiektu w naturalnych warunkach jego pracy, bez znajomości cech stanu $\{X\}$, a jedynie przy założeniu jego sposobu pracy.

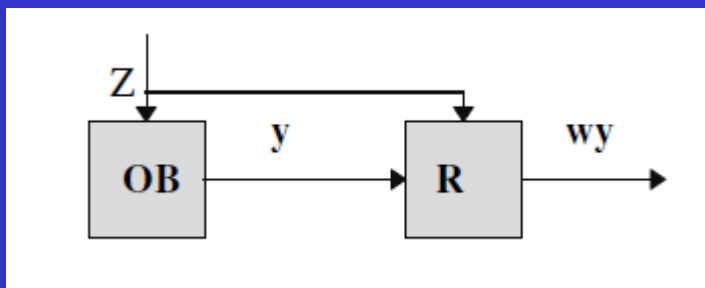
Do ograniczeń tej formy badań należy zaliczyć:

- długi czas zbierania koniecznej informacji w postaci wektora obserwacji $\{S\}$,
- fragmentaryczność zebranych informacji ze względu na niewielki zazwyczaj zakres zmian wartości parametrów w czasie normalnej pracy,
- możliwość skonstruowania błędnego modelu w przypadku pominięcia istniejących wspólnych zależności czynników wpływających na własności wyjść modelu oraz wejść sterujących, przez nieznanie dla eksperymentatora zakłócenia,
- trudności obliczeniowe związane z wyznaczeniem analitycznej postaci modelu matematycznego.

Rodzaje eksperymentu:

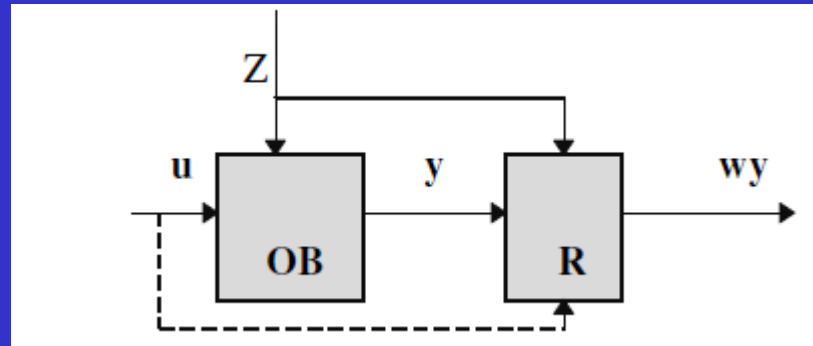
Przedstawione własności powodują, że metody budowania modeli oparte na wynikach biernego eksperymentu stosuje się tam gdzie:

- wyniki pomiarów mogą mieć przybliżony charakter jakościowy, np. w badaniach rozpoznawczych,
- nie ma innej możliwości przeprowadzenia eksperymentu np. urządzenia bez regulacji, jednostkowe, odpowiedzialne itp.,
- wystarczy w zupełności prosta (np. liniowa) postać modelu oraz istnieją warunki na prowadzenie długotrwałych obserwacji obiektu lub grupy obiektów.



Rodzaje eksperymentu:

Eksperyment bierno-czynny polega na obserwacji sygnałów, z równoczesnym pomiarem cech stanu dla jednej lub dwu wartości czasu eksploatacji, jednak bez możliwości ingerencji w wartości cech stanu badanego obiektu.



Rodzaje eksperymentu:

Typowe zastosowania eksperymentu bierno-czynnego – diagnostyka:

- jednopunktowe zbieranie danych - badania cech stanu tuż przed planowaną naprawą maszyny, lub tuż przed wyłączeniem maszyny z ruchu w obawie przed awarią (na wniosek zespołu diagnostycznego). W takich wypadkach po demontażu można dokona pomiarów wszystkich interesujących nas cech stanu;
- dwupunktowe zbieranie informacji, gdzie badań cech stanu dokonuje się pierwszy raz z chwilą uruchomienia maszyny / urządzenia, zaś drugi podobnie jak poprzednio, przy planowanej naprawie lub po zaistniałej awarii; w takim postawieniu eksperymentu, przy zastosowaniu statystycznych technik opracowania wyników badań można uzyskać solidne podstawy do wyrażenia relacji „stan-symptom” oraz wyznaczenia wartości granicznych do dwustanowej klasyfikacji obiektów (zdatny/niezdatny).