

Redaktorzy:

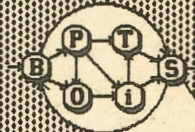
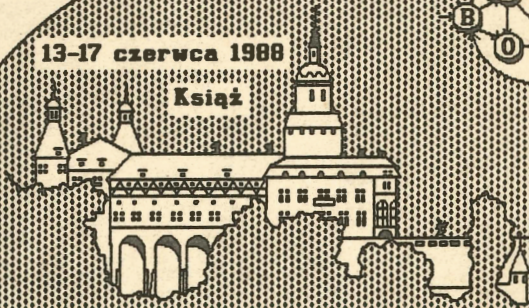
A. Straszak

Z. Nahorski

J. Sikorski

13-17 czerwca 1988

Książ



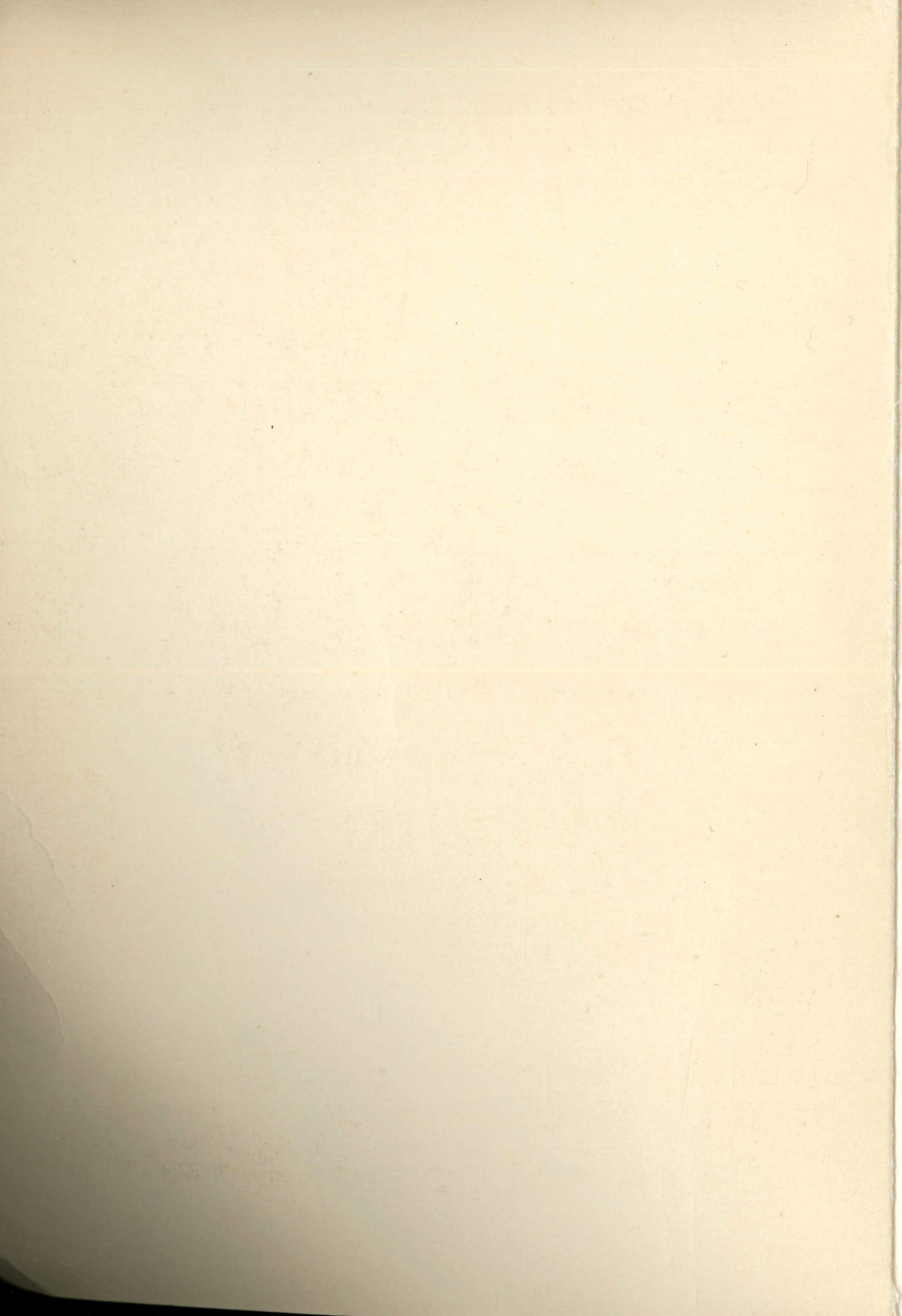
1. Krajowa Konferencja Badań Operacyjnych i Systemowych

Tom 2

BOS'88

POLSKIE TOWARZYSTWO BADAŃ
OPERACYJNYCH I SYSTEMOWYCH

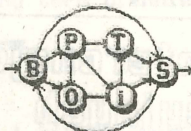
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK



POLSKIE TOWARZYSTWO BADAŃ OPERACYJNYCH I SYSTEMOWYCH

Tom 2

WSPOMAGANIE PODEJMOWANIA DECYZJI
MODELE I SYSTEMY



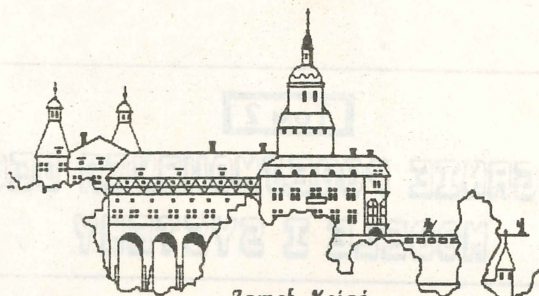
I KRAJOWA KONFERENCJA
BADAŃ
OPERACYJNYCH
i
SYSTEMOWYCH

Książ, 13 - 17 czerwca 1988

BO'S'88

INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH POLSKIEJ AKADEMII NAUK

1989
WARSZAWA



Zamek Książ

I Krajowa Konferencja Badań Operacyjnych i Systemowych

Organizator konferencji

Polskie Towarzystwo Badań Operacyjnych i Systemowych
przy współpracy
Instytutu Badań Systemowych PAN

Komitet naukowy konferencji

Jerzy Hołubiec, Andrzej Kałużko, Jerzy Kisielnicki, Henryk Kowalowski,
Roman Kulikowski, Franciszek Marecki, Zbigniew Nahorski,
Stanisław Piasecki, Jarosław Sikorski, Jan Stachowicz, Jan Stasiński,
Andrzej Straszak, Maciej Sysło, Władysław Świątalski

Redaktorzy nauki materiałów

Andrzej Straszak, Zbigniew Nahorski, Jarosław Sikorski

konf. 41284/II

1.6

6. Formalizacja modeli decyzyjnych

Formalizacja modeli decyzyjnych jest procesem, który polega na wyrażeniu w sposób precyzyjny i jednoznaczny zasad i reguł, które kierują procesem podejmowania decyzji. W tym celu wykorzystuje się narzędzia matematyczne i logiczne, które pozwalają na modelowanie sytuacji decyzyjnej i wyznaczenie optymalnego rozwiązania.

Proces formalizacji można podzielić na kilka etapów:

1. Identyfikacja problemu decyzyjnego i wyznaczenie celów.
2. Zbieranie danych i analiza sytuacji.
3. Wyznaczenie alternatyw.
4. Ocena alternatyw.
5. Wybór najlepszej alternatywy.

Formalizacja modeli decyzyjnych ma wiele zalet, takich jak:

- zwiększenie przejrzystości i zrozumiałości procesu decyzyjnego;
- umożliwienie porównania różnych alternatyw;
- wyeliminowanie subiektywizmu i emocjonalności;
- umożliwienie weryfikacji i poprawy modelu.

Ważnym elementem formalizacji jest wyznaczenie kryteriów oceny alternatyw. Kryteria te powinny być mierzalne i jednoznaczne. Wskazaniem na to, że kryteria te są mierzalne i jednoznaczne, jest fakt, że w literaturze przedmiotu często spotyka się określenia takie jak: "kryteria mierzalne" i "kryteria jednoznaczne".

Formalizacja modeli decyzyjnych jest procesem iteracyjnym, który może wymagać kilku iteracji, aby osiągnąć optymalne rozwiązanie. Wskazaniem na to, że proces ten jest iteracyjny, jest fakt, że w literaturze przedmiotu często spotyka się określenie: "proces iteracyjny".

Formalizacja modeli decyzyjnych jest ważnym narzędziem w zarządzaniu, które umożliwia podejmowanie decyzji w sposób bardziej efektywny i precyzyjny. Wskazaniem na to, że jest to ważne narzędzie, jest fakt, że w literaturze przedmiotu często spotyka się określenie: "ważne narzędzie".

6.8

I Krajowa Konferencja
Badań Operacyjnych i Systemowych
Wielki, 13 - 17 czerwca 1968r.

MODEL MATEMATYCZNY JAKO PODSTAWA KONSTRUKCJI KOMPUTEROWEGO SYMULATORA SYSTEMU EKONOMICZNEGO

Edward Radosiński
Instytut Organizacji i Zarządzania
Politechnika Wrocławska
ul. Smoluchowskiego 25
Wrocław

Sformułowano model ogólny systemu ekonomicznego przedsiębiorstwa przemysłowego z wykorzystaniem teorii systemów czasowych Wymore'a. Omówiono właściwości funkcji przejścia ze względu na cechy predykatywnego eksperymentu symulacyjnego z zastosowaniem modelu komputerowego. Zaproponowano kierunki rozbudowy modelu przy założeniu ciągłości funkcji przejścia. Wskazano na związki i analogie zachodzące pomiędzy zaproponowanym modelem ogólnym systemu ekonomicznego, a modelem ruchu okrężnego środków przedsiębiorstwa.

Zadaniem analizy ilościowej jako sposobu badań systemu rzeczywistego jest ustalenie, czy istnieje możliwość odwzorowania związków pomiędzy elementami systemu za pomocą symboliki formalnej, a następnie, czy można tym związkom przypisać własności relacji matematycznych. Jeżeli można relacje te jednoznacznie określić i zmierzyć, to produktem analizy ilościowej jest matematyczny model systemu. Dokonując zatem oglądu systemu ekonomicznego przez pryzmat analizy ilościowej zakładamy, że przynajmniej pomiędzy niektórymi elementami systemu a liczbami rzeczywistymi zachodzi taka odpowiedniość, w której ze stosunków pomiędzy liczbami można by było wydedukować, jaki charakter mają związki pomiędzy elementami systemu, i odwrotnie, na podstawie znajomości relacji w systemie rzeczywistym wnosić o wartościach i proporcjach odpowiadających im związków liczbowych

*) Prace badawcze opisane w tym artykule wykonano w ramach CPBP 02.15 "Badania systemowe i ich priorytetowe zastosowania", temat 3.2.11 "Symulacja komputerowa w analizie struktur organizacji gospodarczych".

(Ajdukiewicz, 1934). Dla niektórych obszarów struktury systemu ekonomicznego odpowiedniość ta jest oczywista (np. sfera cyrkulacji pieniądza), dla innych spełniona pod warunkiem przyjęcia pewnych założeń (np. proces produkcji), wreszcie są takie typy związków, które mają charakter czysto jakościowy i nie poddają się zabiegom kwantyfikacyjnym. Dotyczy to sfery stosunków międzyludzkich i niektórych, ale za to istotnych, aspektów działalności innowacyjnej i marketingowej przedsiębiorstwa.

Kierunki poszukiwania związków ilościowych w systemie wyznaczone są przez cele i zadania postępowania badawczego. W naszym przypadku celem tym jest poznanie, drogą komputerowego eksperymentu symulacyjnego, wpływu wybranych zdarzeń w sferze finansowej na długookresowe kształtowanie się charakterystyk dynamicznych procesów gospodarczych w przedsiębiorstwie. Dążymy więc do tego, by zbudowany jako narzędzie poznawcze matematyczny model systemu ekonomicznego posiadał zdolność nie tylko objaśniania zjawisk, ale i przewidywania kierunku ich rozwoju w czasie. Tę moc predykcyjną ma model matematyczny wówczas, gdy jest zapisem struktury takich relacji ilościowych, które jednoznacznie wiążą ze sobą przeszłe i przyszłe stany systemu ekonomicznego.

Jeżeli przyjmiemy, że naszym celem poznawczym jest predykcja procesów gospodarczych przy zastosowaniu matematycznego modelu systemu ekonomicznego, to wówczas czynimy jednocześnie dwa kardynalne dla całego postępowania badawczego założenia: jedno, ontologiczne, że w systemie tym istnieje struktura związków ilościowych określająca relacje pomiędzy jego przeszłym i przyszłym zachowaniem się; drugie, epistemologiczne, że strukturę tę można poznać, czyli opisać i zmierzyć (por. Amsterdamski, 1983). Innymi słowy, zakładamy, że na podstawie zidentyfikowanych związków ilościowych w systemie ekonomicznym będziemy mogli zbudować model matematyczny w postaci zbioru funkcji rozwiązywanych ze względu na zmienną niezależną czasu. Dysponując takim modelem oraz opisem stanu systemu w jakiejś chwili możemy, metodą eksperymentu symulacyjnego, próbować odwzorować zarówno przyszłość, jak i przeszłość systemu, generując odpowiednie prognozy bądź postgnozy charakterystyk dynamicznych jego elementów.

Zgodnie z wymogami etapu abstrakcji proponujemy ogólny model matematyczny systemu ekonomicznego o cechach "maszyny predyktywnej" oraz wskażemy kierunki jego rozbudowy, które będą wynikać ze specyfiki systemu przedmiotowego oraz wymogów i ograniczeń metody symulacji komputerowej. Na etapie konkretyzacji model ten zostanie uszczegółowiony do postaci, która umożliwi jego bezpośrednie rozwiązanie technikami numerycznymi. Wartość

poznawcza tych rozwiązań, a tym samym zasadność wszelkich poczynionych założeń, będzie przedmiotem oceny na etapie weryfikacji.

Jako fundament tworzonej konstrukcji symulatora predyktywnego systemu ekonomicznego wykorzystano aksjomatyczną teorię "systemów czasowych" Wymore'a (1976). Jest to jeden ze sposobów matematycznego opisu systemów dynamicznych, który opiera się na hipotezie o istnieniu tzw. zmiennych stanu oraz funkcji przejścia stanu. Zakłada się, że dynamikę systemu można opisać wystarczająco na podstawie znajomości zachowania się pewnej skończonej grupy elementów jego struktury wewnętrznej (a dokładniej miar przypisywanych tym elementom), które tworzą zbiór tzw. zmiennych stanu. Przyjmuje się również, że można zidentyfikować tzw. funkcję przejścia stanu, która pozwala jednoznacznie wyznaczyć charakterystyki czasowe zmiennych stanu i w ten sposób opisać dynamikę całego systemu.

Jeżeli przyjmiemy hipotezę o istnieniu zmiennych stanu, to za podstawę konstrukcji ogólnego, matematycznego modelu systemu ekonomicznego można uznać następującą strukturę mnogościową:

$$M = (T, X, W, S, f), \quad (1)$$

w której: T - zbiór liczbowy chwil czasowych, uporządkowany liniowo przez relację niwiekszości $<$;

X - przestrzeń wartości zmiennych egzogenicznych w eksperymencie symulacyjnym, gdzie $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$, przy czym X_i - zbiór wartości i -tej zmiennej egzogenicznej;

W - zbiór charakterystyk czasowych zmiennych egzogenicznych.

Dany element zbioru W , zwany segmentem lub trajektorią wejściową w_i , jest charakterystyką w czasie T i -tej zmiennej wejściowej przyjmującej wartości ze zbioru X . Określony na zbiorach X oraz T segment w jest przekształceniem T w X dla jakiegoś przedziału $[t_p, t_k]$ obranego dziedziną w :

$$w : [t_p, t_k] \rightarrow X, \quad [t_p, t_k] \subset T.$$

t_p - początek eksperymentu symulacyjnego,

t_k - koniec eksperymentu symulacyjnego.

Zbiór wszystkich segmentów zmiennych wejściowych W stanowi X^T , tj. zbioru wszystkich przekształceń T w X .

S - zbiór wartości zmiennych stanu,

f - funkcja przejścia stanu. Funkcja f jest przekształceniem

$$f : S \times W \rightarrow S.$$

Jeżeli symulator w momencie $t_0 < t_1$ jest w stanie $s \in S$ i zostanie poddany oddziaływaniu egzogenicznemu $w: [t_0, t_1] \rightarrow X$, to wówczas jego stan w chwili t_1 wynosi $f(s, w)$. Ta właściwość funkcji przejścia spełnia żadaną cechę predykcji, gdyż na podstawie znajomości w dowolnej chwili stanu symulatora będącego matematycznym modelem systemu rzeczywistego oraz charakterystyki segmentu wejściowego reprezentującego oddziaływanie egzogeniczne można, posługując się funkcją przejścia, wyznaczyć jednoznacznie stan symulatora w dowolnej innej chwili należącej do dziedziny segmentu w .

Funkcja przejścia stanu f ma również następujące właściwości:

a) zgodności ze stanem początkowym:

dla każdego $w \in W$ $f(s, w) = s$, jeżeli $w: [t_p, t_k] \rightarrow X$ i $t_p = t_k$,

b) translacji:

dla każdego $w \in W$ $f(s, w) = f(s, w')$, jeżeli

$w: [t_p, t_k] \rightarrow X$, $w': [t_p + \tau, t_k + \tau] \rightarrow X$ dla dowolnego $\tau \in T$, przy czym $w(t) = w'(t + \tau)$,

c) segmentacji:

dla każdego $w \in W$, $f(s, w) = f(f(s, w_{<t}), w_{<t})$, jeżeli $w_{>t} = w|_{[t_p, t]}$, $w_{<t} = w|_{[t, t_k]}$.

Przy czym zbiór W jest zamknięty ze względu na translację i segmentację dla każdego $w \in W$.

Narzucone wymagania dotyczące właściwości funkcji przejścia f i segmentów wejściowych $w \in W$ są formalną interpretacją oczywistych cech predyktywnego eksperymentu symulacyjnego z zastosowaniem modelu matematycznego. Właściwość translacji segmentów wejściowych wprowadzono, gdyż wyniki eksperymentów nie są zależne od momentu rozpoczęcia symulacji. Właściwość segmentacji jest niezbędna, ponieważ eksperyment symulacyjny można przerywać i wznowiać w dowolnej chwili, a działania te nie mają wpływu na kształt generowanych charakterystyk dynamicznych zmiennych stanu.

Zbiór tych charakterystyk nazwiemy trajektorią TS stanu symulatora. Jeżeli symulator znajdujący się w stanie s poddamy oddziaływaniu egzogenicznemu $w: [t_p, t_k] \rightarrow X$, to

$$TS_{s,w} : [t_p, t_k] \rightarrow S,$$

przy czym

$$TS_{s,w}(t_p) = s_p,$$

$$TS_{s,w}(t) = s(t) = f(s, w_{>t}) \text{ dla } t \in [t_p, t_k].$$

Gdy ze względu na postawione zadania badawcze jest wymagana obserwacja zmiennych nie należących do zbioru zmiennych stanu, to struktura mnogościowa dana równaniem 1 ulega rozbudowie do postaci

$$M = (T, X, W, S, D, f, g), \quad (2)$$

w której:

D - zbiór wartości, jakie mogą przybierać zmienne obserwowane w trakcie eksperymentu symulacyjnego.

Zgodnie z definicją zmiennych stanu zbiór D jest efektem przekształcenia zbiorów S, W przez funkcję wyjścia g :

$$g : S \times W \rightarrow D \text{ dla } s \in S, w \in W$$

oraz

$$OT_{S,W}(t) = g(TS_{S,W}(t)),$$

gdzie:

OT - trajektoria charakterystyk zmiennych obserwowanych.

Matematyczny opis systemu ekonomicznego można stopniowo rozszerzać w wyniku uwzględniania kolejnych hipotez o zbiorach i funkcjach jako ilościowych odwzorowaniach elementów i relacji obserwowanych w systemie przedmiotowym. Ze względu na predyktywny charakter przewidywanych eksperymentów symulacyjnych zasadnicze znaczenie dla wytyczenia kierunków dalszej formalizacji ma decyzja o wyborze zbioru liczbowego T , czyli zbioru możliwych wartości zmiennej niezależnej czasu (p. np. Switalski, 1986). Jeżeli abstrakcja ma polegać na "wyodrębnianiu tego, co stałe w określonych warunkach występuje, stałe się powtarza" (Lange, 1978; s. 96), to przy tak makroskopowym spojrzeniu na rzeczywistość można zaakceptować hipotezę, że związki uważane za istotne i odwzorowywane w ogólnym modelu systemu są na tyle trwałe i mało zmienne w krótkich okresach czasu, by można im przypisać cechę ciągłości. Adekwatną ich reprezentacją matematyczną winny być zatem funkcje ciągłe i określone w całym przedziale zmienności czasu, zaś szukanym zbiorem liczbowym T - zbiór dodatnich liczb rzeczywistych.

Założenie o ciągłości funkcji opisujących relacje, które wyodrębniliśmy w abstrakcyjnym oglądzie rzeczywistości, pozwala sformułować ogólną postać predyktywnego symulatora (typ ciągły) systemu ekonomicznego - M^C jako pewnego przypadku struktury mnogościowej danej równaniem 1:

$$M^C = (T, X, W, S, f), \quad (3)$$

w którym:

$T^* = [t_p, t_k] \in R^+$ (R^+ - zbiór dodatnich liczb rzeczywistych),

X - jeżeli liczba zmiennych egzogenicznych wynosi n , wówczas X tworzą podzbiory wartości, jakie przybiera n zmiennych, czyli $X = (x_1, \dots, x_n) \in R^n$, gdzie $n \in I^+$ (I^+ - zbiór liczb naturalnych);

W - jest zbiorem funkcji wektorowych określonych w

całym przedziale zmienności $t \in T$ o składowych $w_j(t)$ ciągłych dla $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ zmiennych egzogenicznych względem czasu, ciągłych i określonych w całym przedziale zmienności $t \in T$, czyli $x_j = w_j(t)$, gdzie $j \in \{1, 2, \dots, j, \dots, n\}$,

$S = \{s = (s_1, \dots, s_m)\} \subset R^m$, przy czym m - liczba wyróżnionych zmiennych stanu, $m \in I^+$, przy czym dla każdego $i \in \{1, 2, \dots, i, \dots, m\}$ istnieje $s_i = s_i(t)$ określona i ciągła w całym przedziale zmienności $t \in T$,

f - przypisane właściwości ciągłości i określoności dla funkcji wektorowych $w(t)$ i $s(t)$ pozwalają postawić kolejną hipotezę, że trajektoria stanu $TS_{S,w}$ jest rozwiązaniem następującego układu równań różniczkowych:

$$\dot{s} = F(s(t), w(t)),$$

w której:

$$s(t_p) = s_p,$$

$$\dot{s} = \frac{ds(t)}{dt}.$$

Przy tak sformułowanej funkcji przejścia f eksperyment symulacyjny można traktować jako operację przekształcenia pewnego, znanego z góry, stanu początkowego $s(t_p)$ i n -elementowej funkcji wektorowej $w(t)$ w m -elementową funkcję wektorową $s(t)$, której dziedziną jest $t \in [t_p, t_k] = T$, gdzie $T \subset R^+$. Aktywna rola zmiennych egzogenicznych i pasywna zmiennych endogenicznych w tej operacji przetwarzania wykazują naturalną koherencję z charakterem podsystemu sterującego i sterowanego, które wyróżniono w statycznym modelu strukturalnym systemu ekonomicznego, rys. 1. Dopuszczalne jest zatem założenie, że funkcja $w(t)$ będzie opisywać wyłącznie funkcjonowanie podsystemu sterującego, a funkcja $s(t)$ działanie podsystemu sterowanego, czyli ruch okrężny środków przedsiębiorstwa. Przyjmijmy dodatkowo, że zmienne opisujące sterowanie nadrzędne i lokalne oraz procesy finansowe i rzeczowe są rozłączne i wyczerpujące odpowiednio względem $w(t)$ i $s(t)$. Wówczas, mając na uwadze przyjęte cele postępowania badawczego, ogólny matematyczny model systemu ekonomicznego można sformułować następująco:

$$s = F(s_R(t), s_F(t), w_N(t), w_L(t)), \quad (4)$$

w którym:

$s_R(t)$ - zmienne stanu endogeniczne opisujące procesy rzeczowe,

$s_F(t)$ - zmienne stanu endogeniczne opisujące procesy finansowe,

$w_N(t)$ - zmienne egzogeniczne opisujące sterowanie nadrzędne,

$w_i(t)$ - zmienne egzogeniczne opisujące sterowanie lokalne. Jeżeli przyjęliśmy, że funkcja $s(t)$ opisuje wyłącznie ruch okrężny środków przedsiębiorstwa, to pętla tego ruchu jest odwzorowana przez funkcję $F(\cdot)$, która - zgodnie ze swoją definicją - jest ciągłym przekształceniem $s \rightarrow s$. Natomiast pętle sterowania nadrzędnego i lokalnego są reprezentowane w funkcji przejścia jedynie fragmentarycznie przez segmenty wejściowe $w(t)$, to jest przez te relacje, które bezpośrednio wiążą ze sobą podsystem sterujący ze sterowanym.

Ta fragmentaryczność formalnego ujęcia pętli sterowania gospodarczego jest symptomem ograniczoności opisu matematycznego w odniesieniu do systemów ekonomicznych. Sterowanie działalnością gospodarczą jest złożonym procesem obejmującym działanie o charakterze społecznym (sfera podejmowania decyzji), informacyjnym (przetwarzanie i przesyłanie decyzji sterującej) i rzeczowo-finansowym (sfera wykonania decyzji). Kwantyfikować można jednak tylko te sfery działań w procesie sterowania, które możemy policzyć i zmierzyć, a więc w odniesieniu do których jesteśmy w stanie wykazać, że dana dziedzina działań realnych "jest izomorficzna, a przynajmniej homomorficzna z określoną dziedziną matematyczną" (Zurawicki, 1980; s. 252). Miary takie potrafimy zaproponować w odniesieniu do zjawisk typu rzeczowego, finansowego czy informacyjnego, natomiast zdaniem wielu, dopóki nie rozwinię się w pełni "gestalt mathematica" dziedzina stosunków międzyludzkich jako forma relacji w systemach ekonomicznych winna pozostawać poza obszarem zabiegów kwantyfikacyjnych, gdyż "nie znamy charakteru tych subtelnych powiązań między mechanizmem ekonomicznym a sferą (...) społeczną ludzkiego działania" (Heilbroner, 1985; s.120).

Zróżnicowanie podatności zjawisk w systemie ekonomicznym na próby opisu ilościowego zmusza nas niejednokrotnie do odejścia od zamiaru zbudowania zunifikowanego modelu systemu. Zamiast tego tworzymy opisy niejednorodne ze względu na stosowane techniki modelowania: matematyczne tam, gdzie możemy kwantyfikować, socjologiczne tam, gdzie dominują relacje społeczne o zdecydowanie jakościowym charakterze. W naszym przypadku tego typu niejednorodny model rzeczywistości zastosowano przy próbie pełnego odwzorowania pętli sterowania gospodarczego w systemach ekonomicznych. Zaproponowany model pętli tworzy układ "eksperymentator - model matematyczny", w którym zadaniem człowieka jest symulacja działań związanych z podejmowaniem decyzji sterującej, natomiast zadaniem modelu matematycznego jest symulacja działań związanych z transmisją i przetwarzaniem informacji o decyzji, a zwłaszcza odwzorowanie wpływu wykonania tej decyzji na dynamikę procesów rzeczowych i finansowych w

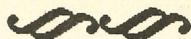
systemie ekonomicznym.

Na przykładzie problemów związanych z adekwatnym odwzorowaniem pętli sterowania gospodarczego uwidacznia się wyraźnie, że przy budowie modelu matematycznego systemu ekonomicznego przedsiębiorstwa zasadniczym zadaniem jest wyróżnienie i oddzielenie mierzalnych aspektów systemu ekonomicznego, od tych zjawisk gospodarczych, które żadną miarą nie mogą być poprawnie opisane za pomocą aparatu formalnego. Prawdliwość tego rozdziału ma kluczowe znaczenie w dalszych etapach postępowania badawczego, gdyż - w przeciwieństwie do eksperymentów realnych - eksperyment symulacyjny z zastosowaniem modelu matematycznego nie jest działaniem bezpośrednio poznawczym. Jest to wyłącznie przekształcanie w nowe porządki i konfiguracje tej treści o rzeczywistości, która jest zawarta w zbiorze informacji, jaką stanowi struktura modelu i dane wejściowe. Informacja ta jest zaś tylko spetryfikowanym obrazem wiedzy (lub niewiedzy) modelującego - "nihil est in modo simulari, quod non prius fuerit in intellectu".

Bibliografia

1. Amsterdamski S. (1983), Nauka a porządek świata, PWN Warszawa.
2. Heilbroner R.L. (1985), Ekonomia a rzeczywistość, [W:] praca zbiorowa Ponad ekonomią, PIW Warszawa.
3. Switalski W. (1986), Pojęcie i znaczenie czasu w modelowaniu systemów, Postępy Cybernetyki, nr 9.
4. Wymore A.W. (1976), Spleciona teoria systemów, [W:] Ogólna teoria systemów. Tendencje rozwojowe, WNT Warszawa.
5. Zurawicki S. (1980), Metody i techniki badań ekonomicznych. Zagadnienia epistemologiczne i metodologiczne, PWE Warszawa.

Zarząd
Polskiego Towarzystwa Badań Operacyjnych i Systemowych



Prezes

prof.dr hab.inż. Andrzej Straszak
Instytut Badań Systemowych PAN

Wiceprezes

prof.dr hab.inż. Jan Stasiński
Wojskowa Akademia Techniczna

Wiceprezes

prof.dr hab.inż. Stanisław Piasecki
Instytut Badań Systemowych PAN

Sekretarz generalny

dr inż. Zbigniew Nahorski
Instytut Badań Systemowych PAN

Sekretarz

dr inż. Jarosław Sikorski
Instytut Badań Systemowych PAN

Skarbnik

dr inż. Andrzej Kałużko
Instytut Badań Systemowych PAN

Członkowie

prof.dr hab. Jerzy Kisielnicki
Wydział Zarządzania UW

doc.dr hab.inż. Bohdan Korzan
Wojskowa Akademia Techniczna

doc.dr hab.inż. Jan Stachowicz
Zakład Nauk Zarządzania PAN

doc.dr hab.inż. Maciej Sysło
Instytut Informatyki UW.

Komisja rewizyjna

PRZEWODNICZĄCY

dr Władysław Świtalski
Katedra Cybernetyki i Badań Operacyjnych UW

CZŁONKOWIE

dr inż. Janusz Kacprzyk
Instytut Badań Systemowych PAN

dr inż. Marek Malarski
Instytut Transportu PW

doc.dr hab. Henryk Sroka
Akademia Ekonomiczna w Katowicach

dr inż. Leon Słomiński
Instytut Badań Systemowych PAN

IBS Kauf.

41284/
II

IBS