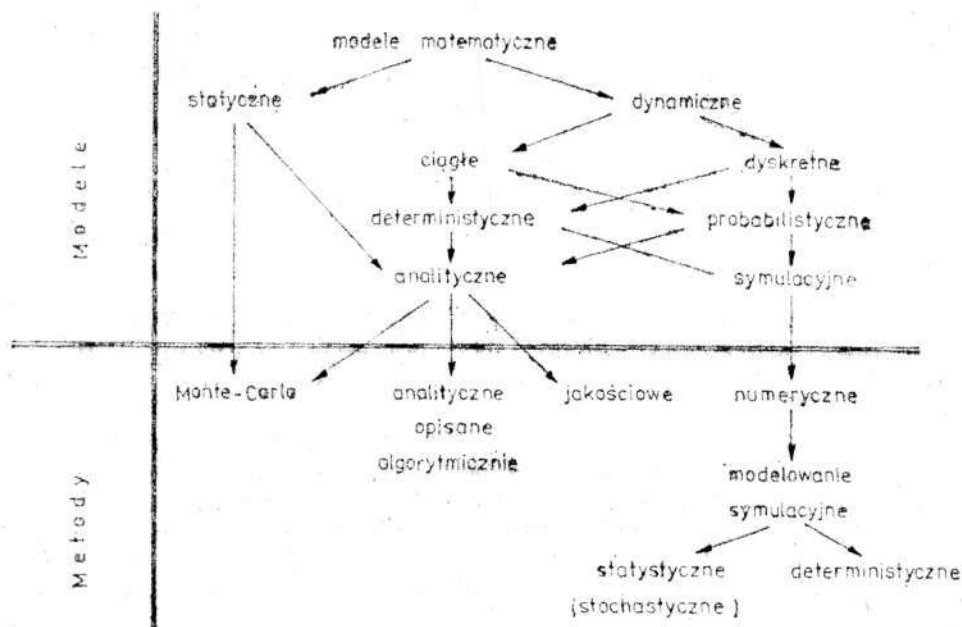


KAZIMIERZ WAĆKOWSKI

SYMULACJA JAKO NARZĘDZIE USPRAWNIANIA ZARZĄDZANIA PRZEDSIĘBIORSTWEM

I. UWAGI OGÓLNE

Postęp w zakresie kierowania i zarządzania przedsiębiorstwami przemysłowymi wymaga między innymi doskonalenia metod optymalizacji decyzji kierowniczych. Narzędziem wypróbowanym już w wielu dziedzinach nauki, mogącym oddać także znaczące usługi w zakresie zarządzania jest symulacja komputerowa. Jej miejsce wśród metod matematyczno-statystycznych przedstawia rycina 1¹. Coraz ważniejszym zadaniem



Ryc. 1. Miejsce symulacji komputerowej wśród metod statystyczno-matematycznych

¹ D. Pietrow, *Priloženie na imitacijomnoto modeliranje i jeim za optimiziranje upravljeneto sistemi*, Sofia 1979.

staje się również opracowanie metod bezpośredniego zainteresowania specjalistów — ekonomistów procesem określania wielowariantowych rozwiązań decyzyjnych wspomaganym przez elektroniczną maszynę cyfrową (emc). Synteza tych dwóch kierunków ułatwi rozwiązanie problemu aktywnego współdziałania specjalisty i komputera w procesie zarządzania przedsiębiorstwem. Możliwości realizacji tej syntezy autor widzi w projektowaniu i wdrażaniu dialogowych systemów symulacyjnych (DSS).

Zagadnieniom metodologii symulacji układów gospodarczych poświęcono dotychczas sporo uwagi², jednakże tylko niektórzy z autorów prezentują szczegółowe badania systemów obsługi³ przedsiębiorstw przemysłowych⁴. Jest to przypuszczalnie spowodowane koniecznością dokonania szczegółowej ekonomicznej analizy działalności poszczególnych składowych takiego systemu, przed podjęciem próby opracowania kompleksowego modelu symulacyjnego, adekwatnie go opisującego. Nieregularność i dynamizm realizowanych procesów, wielość parametrów i zależności między elementami i podsystemami — to cechy charakterystyczne systemów produkcyjnych, dla których komputerowe badania symulacyjne są najbardziej opłacalne⁵.

Publikowane dotychczas rezultaty obliczeń przeprowadzonych na podstawie „cząstkowych” modeli: narzędziowni, służb remontowych, transportowych, czy innych wydziałów, izolowanych od pozostałych podsystemów przedsiębiorstwa⁶, mogą prowadzić do błędnych wniosków. Uwaga ta zgodna jest z zasadą, iż suma optimumów cząstkowych nie zawsze stanowi optimum globalne.

II. SYSTEMY OBSŁUGI W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRZEMYSŁOWYCH

W rezultacie badań przeprowadzonych w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego wydzielono kilka najczęściej spotykanych typów systemów produkcyjnych, które można zinterpretować jako złożone sy-

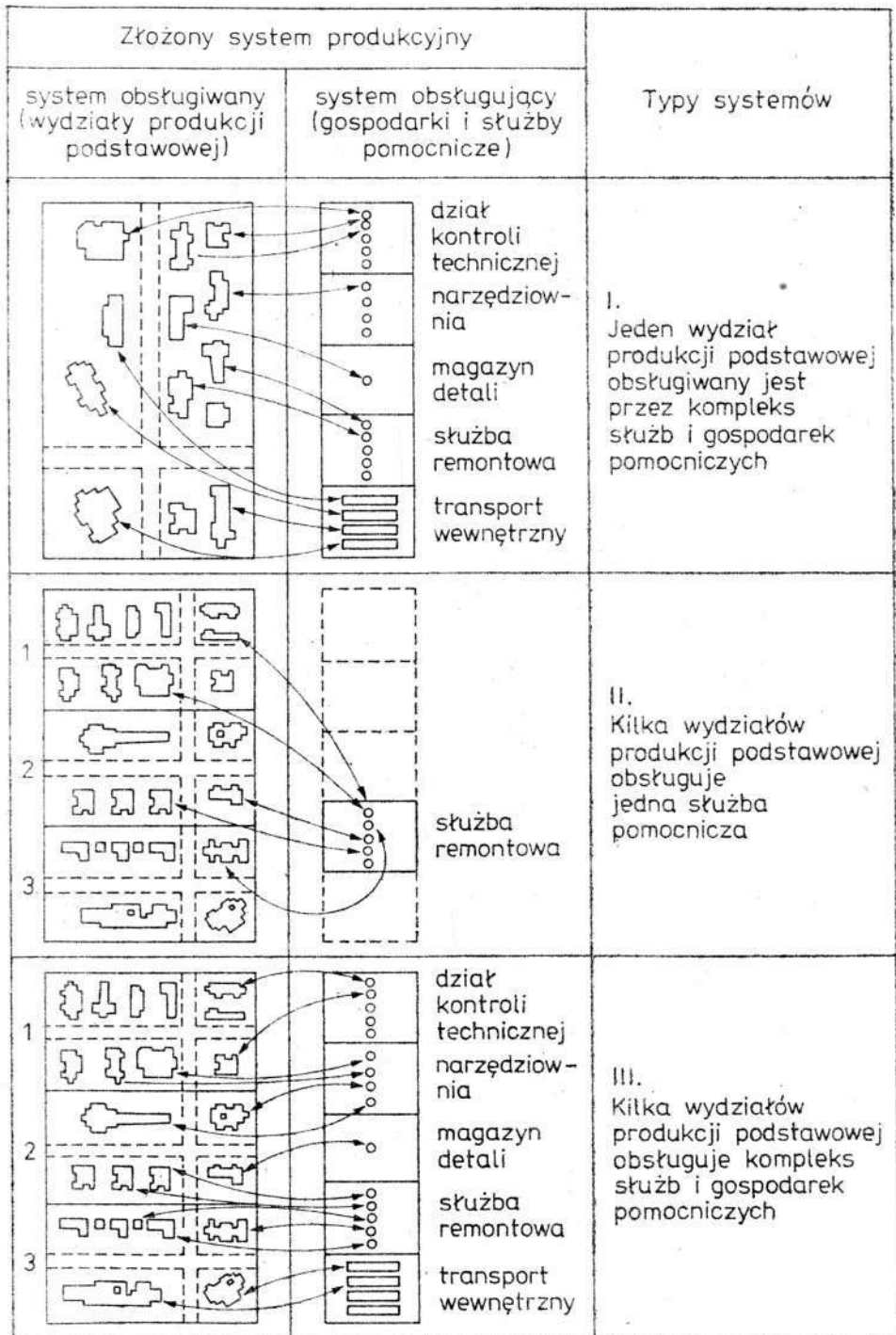
² Por. T. H. Naylor, *Modelowanie cyfrowe systemów ekonomicznych*, Warszawa 1975; I. P. Ałdohin, *Ekonomiczeskaja kibernetika w uprawleni proizwodstwom*, Charkow 1981; K. A. Bagrinowski, *Imitacjonnoje modelirovanje ekonomiczeskich sistem*, Moskwa 1978; R. E. Shannon, *Systems simulation — the art and science*, New Jersey 1975; G. S. Fishman, *Symulacja komputerowa — pojęcie i metody*, Warszawa 1981.

³ W przedsiębiorstwie budowy maszyn takim systemem obsługi może być np. kompleks służb i gospodarstw pomocniczych świadczących usługi na rzecz wydziałów produkcji podstawowej.

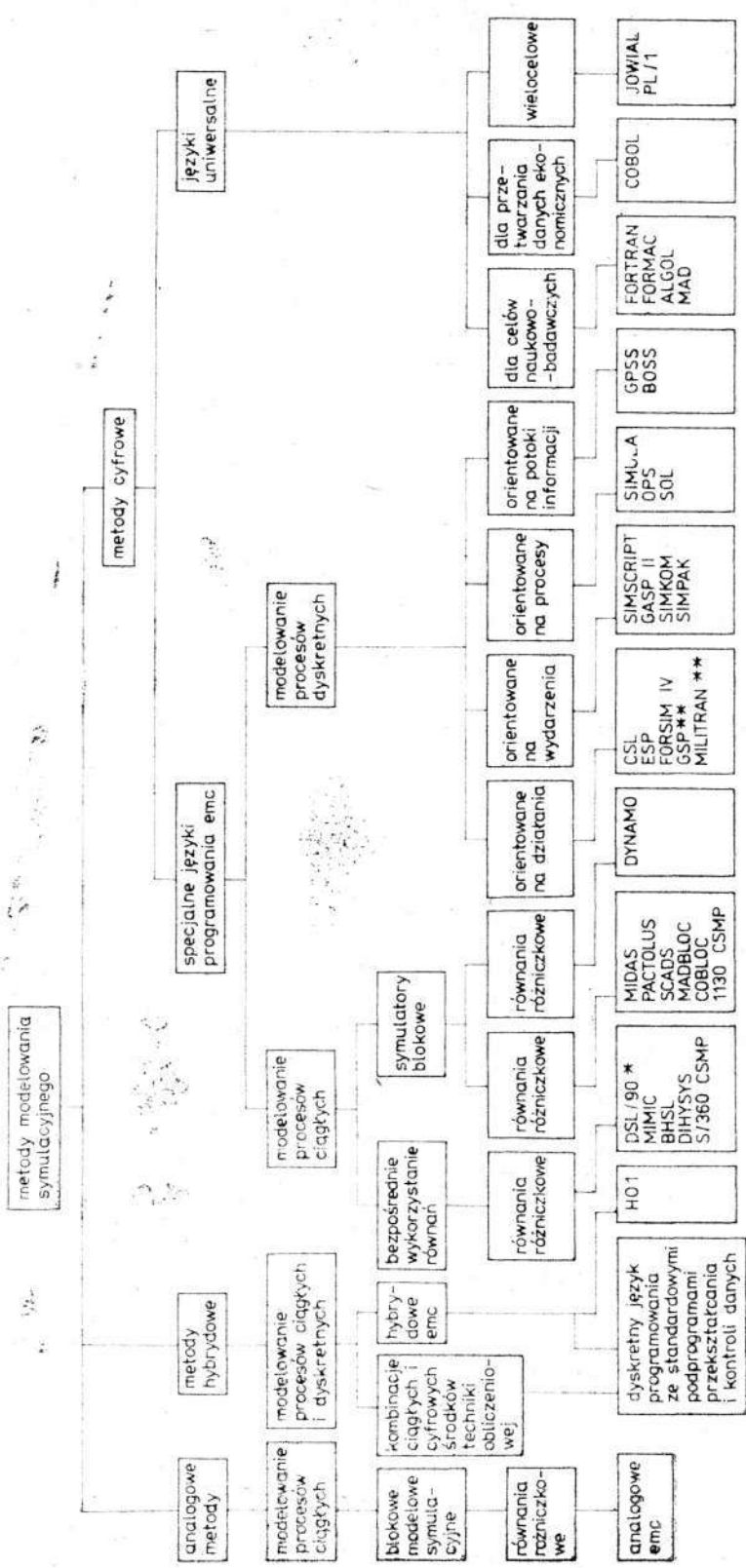
⁴ Por. m. in. T. H. Naylor i I. P. Ałdohin.

⁵ Por. T. H. Naylor, *Modelowanie cyfrowe*, s. 24.

⁶ Por. I. P. Ałdohin, *Ekonomiczeskaja kibernetyka*.



Ryc. 2. Typy złożonych systemów produkcyjnych w przedsiębiorstwie przemysłowym



Ryc. 3. Klasyfikacja języków przydatnych do modelowania

* Może być także rozpatrywany jako jedna z metod hybrydowych; ** W językach tych istnieją fazy uporządkowanego i ciągłego przeszukiwania działań i wyboru zdarzeń, jednakże ogólna ich orientacja pozostaje taka, jaką wskazano

stemy obsługi masowej. Zgodnie z zasadą podziału logicznego przyjęliśmy jedno kryterium, według którego w sposób jednoznaczny systemy zaliczamy do jednego z typów (klas, rodzajów). W danym przypadku, w zależności od ilości podsystemów systemu obsługiwanego i obsługującego, wydzieliliśmy następujące klasy podsystemów (ryc. 2).

— system obsługiwany składa się z jednego wydziału produkcji podstawowej i obsługuje go podsystem obsługujący składający się z kilku służb i gospodarek pomocniczych;

— system obsługiwany jak wyżej, ale obsługuje go tylko jedna służba pomocnicza;

— system obsługiwany składa się z kilku wydziałów produkcji podstawowej i system obsługujący również jest kompleksem składającym się z kilku służb i gospodarek pomocniczych.

W wydzielonych systemach produkcyjnych, niezależnie od typu, na najwyższym poziomie rozdzielczości wyróżniamy dwie klasy podsystemów: obsługiwanych i obsługujących. Do pierwszej zaliczymy wydziały produkcji podstawowej takie jak: mechaniczne, montażowe, a do drugiej — kompleks służb i gospodarek pomocniczych.

Na najniższym poziomie rozdzielczości wyróżniamy elementy (obiekty) tych systemów. Obiektami obsługiwanymi są stanowiska robocze jedno- lub wielomaszynowe wraz z obsługującymi je robotnikami bezpośrednio produkcyjnymi. Obiektami obsługującymi, w zależności od rodzaju służby czy gospodarki pomocniczej, są oddzielni robotnicy lub ich zespoły. Przykładowo w służbie remontowej obiektem obsługującym jest najczęściej ślusarz remontowy wykonujący drobne naprawy, czynności konserwacyjne, czy regulacje mechanizmów maszyn na wydziale produkcyjnym. Natomiast w służbie transportowej (wewnątrzzakładowej) takim obiektem jest zespół składający się np. z operatora suwnicy, robotnika wspomagającego i suwnicy.

Do badania tego rodzaju systemów stosują się takie narzędzia symulacji cyfrowej, jak: języki symulacyjne, pakiety i systemy symulacyjne, generatory programów symulacyjnych. Zaletą języków symulacyjnych jest możliwość uwzględnienia w modelu probabilistycznego charakteru zachowania się elementów systemu produkcyjnego, a z takim mamy właśnie do czynienia we wszelkiego rodzaju procesach obsługi.

Do najczęściej na świecie stosowanych języków symulacyjnych należą GPSS, SIMULA, SIMSCRIPT, a w Polsce (ze względu na rozpowszechnianie emc serii ODRA 1300) — język do modelowania układów zdarzeń CSL oraz FORTRAN, ALGOL, PL/I. Klasyfikację tych języków w zależności od metod modelowania przedstawiono na rycinie 3⁷.

⁷ Por. R. E. Shannon, *Systems simulation*.

III. METODYKA KOMPUTEROWEGO EKSPERYMENTU SYMULACYJNEGO

Badania symulacyjne, których celem jest kompleksowa analiza i doskonalenie organizacji złożonego systemu produkcyjnego, można realizować wg następujących faz:

- 1) sformułowanie problemu — postawienie ekonomicznego zadania na podstawie ciągłych, bezpośrednich obserwacji stanowisk roboczych, określenie systemu, ustalenie granic, ograniczeń i mierników efektywności systemu, przygotowanie i podział danych;
- 2) konstruowanie modelu matematycznego — homomorficzne przejście od systemu rzeczywistego do pewnego układu logicznego (abstrakcja);
- 3) opracowanie symulatora, tj. programu umożliwiającego odtworzenie na emc procesów produkcyjnych realizowanych przez system (wybór języka programowania);
- 4) testowanie symulatora i określenie poziomu adekwatności modelu;
- 5) planowanie i realizacja eksperymentu symulacyjnego na emc;
- 6) analiza wyników i ich wdrożenie.

Pierwszy etap badań polega na postawieniu i realizacji następujących zadań: przeprowadzenie fotografii czasu pracy w odniesieniu do stanowisk roboczych na wydziałach produkcji podstawowej i pomocniczej; sprawdzenie aktualnych norm pracy; wykrycie niedostatków natury organizacyjnej w systemie obsługi przedsiębiorstwa; wytypowanie kierunków optymalizacji struktury systemu przy uwzględnieniu istniejących w przedsiębiorstwie warunków produkcyjnych.

W trakcie przeprowadzania fotografii dnia pracy podlegają rejestracji wszystkie wydarzenia zaobserwowane na stanowiskach pracy i wokół nich. W specjalnie opracowanych tablicach odnotowywane są wszelkie przestoje maszyn wywołane: ich awariami i koniecznością samodzielnej naprawy, wzywaniem i oczekiwaniem na pracownika odpowiedniej służby technicznej lub też nie zawsze na czas zrealizowanym zaopatrzeniem stanowiska w niezbędne materiały i narzędzia, a także przestoje związane z niezdiscyplinowaniem robotników obsługujących maszyny na danym stanowisku pracy.

Zmiennymi egzogenicznymi w modelu są wektory $W(I)$ charakteryzujące ilościowo strukturę organizacyjną systemu:

$$W(0) = [N_0, r_{10}, r_{20}, \dots, r_{L0}] \text{ podczas przeprowadzania obserwacji;}$$

$$W(I) = [N_I, r_{1I}, r_{2I}, \dots, r_{LI}] ; I = 1, 2, \dots, I1$$

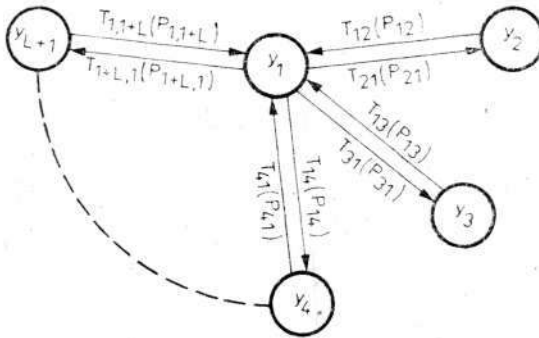
warianty proponowane przez badających.

A więc na wejściu modelu otrzymuje się macierz W w wymiarach $(L+1) \times (I1+1)$ charakteryzującą wszystkie możliwe i interesujące nas warianty organizacji systemu:

$$W = \begin{bmatrix} N_0 & N_1 & \dots & N_{L+1} \\ r_{10} & r_{11} & \dots & r_{1L+1} \\ r_{20} & r_{21} & \dots & r_{2L+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{L0} & r_{L1} & \dots & r_{LL+1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

oraz takie wielkości jak: C_j ; $j = 1, 2, \dots, L$ — koszty związane z utrzymaniem jednostek roboczych w systemie obsługi, w^0 — wielkość produkcji, Z — koszty produkcji, t_{sp} i t_{ob} — okresy odpowiednio bezawaryjnej pracy jednostek systemu produkcji podstawowej i przestoju tych jednostek z powodu obsługi.

Elementy obsługiwanego podsystemu mogą się znajdować w $L+1$ stanach, a więc system poddawany jest pewnej transformacji stochastycznej T , którą można zilustrować za pomocą sieci przedstawionej na rycinie 4. Każde z przekształceń T_{ij} powodujących przejście elementu



Ryc. 4. Sieć transformacji stochastycznej systemu

systemu ze stanu i -tego do j -tego może być zrealizowane z prawdopodobieństwem P_{ij} . Transformację T charakteryzuje w sposób jednoznaczny macierz stochastyczna P o wymiarach $(L+1) \times (L+1)$:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1L+1} \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Elementy pierwszego wiersza macierzy P spełniają warunki:

$$1) P_{1l} \neq 0; \quad l = 2, 3, \dots, L+1;$$

$$2) \sum_{l=1}^{L+1} P_{1l} = 1. \quad (3)$$

Ich wartości liczbowe otrzymujemy z fotografii dnia roboczego, jako częstości zapotrzebowań systemu obsługiwanego na różnego rodzaju usługi ze strony podsystemu obsługującego.

Pozostałe elementy macierzy P są równe:

$$P_{ij} = \begin{cases} 1 & j=1, i \neq 1 \\ 0 & \text{w pozostałych przypadkach} \end{cases} \quad (4)$$

Oznacza to, że:

— przejścia obiektów systemu ze stanu głównego np. bezawaryjnej pracy stanowiska roboczego wydziału produkcji podstawowej do innego stanu np. drobnego remontu, czy regulacji urządzeń są zdarzeniami zachodzącymi z określonymi, na podstawie fotografii dnia pracy, różnymi od zera prawdopodobieństwami;

— powroty do stanu głównego są zdarzeniami pewnymi;

— pozostałe — niemożliwymi lub bardzo rzadko zachodzącymi.

Uogólniony algorytm modelu symulacyjnego badania systemu ma strukturę modułową (ryc. 5). Proces obliczeniowy zaczyna się od ustalenia warunków początkowych — moduł M1, czyli określenia wartości zmiennych i parametrów modelu w chwili rozpoczęcia symulowania systemu rzeczywistego. W opisywanym modelu przyjęto np., że wydziały produkcyjne w momencie rozpoczęcia funkcjonowania są w pełni gotowe do podjęcia zadań, natomiast służby techniczne są nieobciążone i oczekują zapotrzebowań na usługi. Oczywiście jest, że takie założenia mogą wpłynąć negatywnie na wartość rezultatów symulacji, jednakże są one nieuniknione. Należy wobec tego zastanowić się nad sposobami zmniejszenia do minimum tych wpływów. Można to zrealizować poprzez:

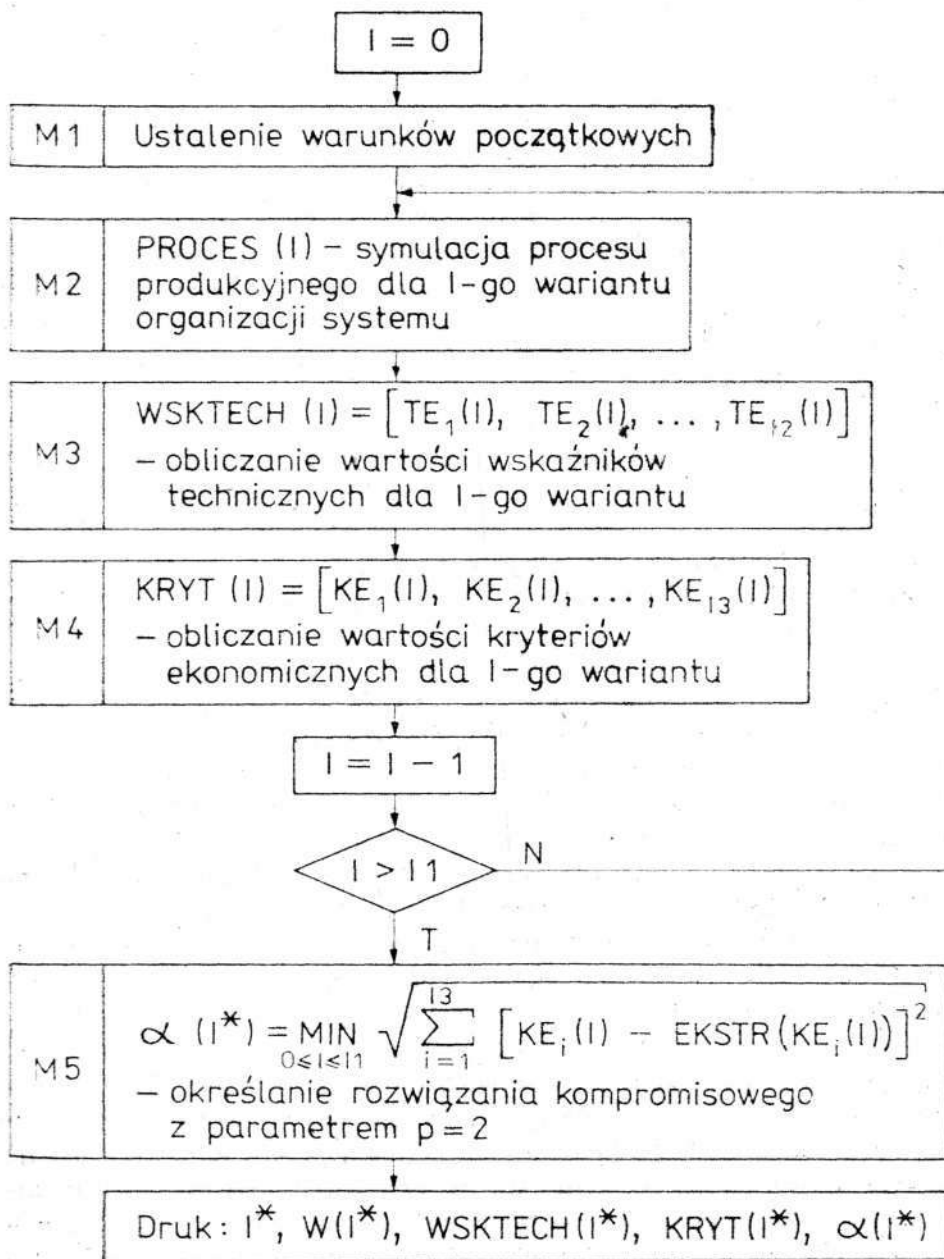
1) wydłużenie okresu symulacji;

2) wykluczenie początkowego fragmentu tego okresu;

3) spośród możliwych stanów systemu dobrać najbliższe typowym dla systemu rzeczywistego.

Odtworzenie procesu produkcyjnego dla każdego spośród $I = 0, 1, \dots, I_1$ rozpatrywanych wariantów organizacji systemu jest realizowane za pomocą modułu — M2, w którym wykorzystano metody Monte-Carlo i modele teorii masowej obsługi. Na wyjściu tego modułu otrzymuje się historię stanów wygenerowaną dla każdego wariantu organizacji systemu oddzielnie. Stanowi ona wejście dla kolejnego modułu — M3, który pozwala określić jakość funkcjonowania systemu przy danych warunkach organizacyjnych za pomocą takich charakterystyk, jak: $D(I)$, $U(I)$ — współczynniki przestoju i pracy bezawaryjnej jednostek roboczych wydziału produkcji podstawowej, $H(I)$ — współczynnik obciążenia jednostek roboczych podsystemu obsługi dtp.

Zrozumiałe jest, że oprócz wyżej wymienionych wskaźników o charakterze technicznym, do oceny systemu produkcyjnego wskazane jest zastosowanie także kryteriów ekonomicznych takich, jak: wielkość produkcji, którą będziemy maksymalizować, gdy występuje deficyt określonych mocy produkcyjnych; czas pracy maszyn, który będziemy minima-



Ryc. 5. Algorytm optymalizacji systemu obsługi przedsiębiorstwa przemysłowego

lizować w przypadku pełnego zaspokojenia popytu na odpowiednie wyroby; koszty produkcji; zysk itp. Wartości tych kryteriów obliczane są w module M4.

Obliczanie wskaźników efektywności dla złożonych systemów z uwzględnieniem wielowariantowości ich organizacji i konieczności oceny wielokryterialnej, jest zadaniem skomplikowanym, wymagającym zastosowania specjalnych metod matematycznych i emc.

W module M5 zastosowano metodę rozwiązań kompromisowych z parametrem $p=2$, co oznacza, że wyboru „najlepszego” wariantu dokonuje się na podstawie oceny wartości jego euklidesowej odległości od pewnego wariantu „idealnego”, wykorzystując wartości wszystkich (13) charakterystyk systemu.

Na wyjściu otrzymujemy wartości zmiennych endogenicznych:

I^* — numer „najlepszego” wariantu organizacyjnego systemu;

$W(I^*)$ — wektor opisujący ilościowo „najlepszą” strukturę systemu;

$WSKTECH(I^*)$, $KRYT(I^*)$ — wartości wskaźników technicznych oraz kryteriów ekonomicznych dla „najlepszego” wariantu;

$\alpha(I^*)$ — odległość (euklidesowa) „najlepszego” wariantu od „idealnego”.

W pierwszym etapie sprawdzania poziomu adekwatności modelu należy oddać badaniom przyjęte założenia wstępne i przekształcenia (funkcje, rozkłady). Polega to między innymi na testowaniu hipotez statystycznych o zgodności: średnich, dyspersji, rozkładów itp. Autor przeprowadził również badania (zbieżności) oscylacji wartości wskaźników techniczno-ekonomicznych w zależności od ilości (ND) odtwarzanych stanów symulowanego systemu (ryc. 7). Wyniki wskazywały, że przy $ND \gg 6000$ odchylenia wartości wskaźników stabilizowały się. Oznacza to, że wydłużenie czasu eksperymentu symulacyjnego (dla rozpatrywanego modelu) zwiększa straty czasu maszynowego i nie dostarcza żadnych dodatkowych informacji o zachowaniu się systemu w czasie.

Poziom zgodności prezentowanego modelu symulacyjnego i badanego przy jego pomocy systemu rzeczywistego określano na podstawie porównania zbiorów stanów: MS_{real} — wytworzonych w warunkach rzeczywistych w procesie funkcjonowania systemu produkcyjnego i $MS_{mod i}$ — wygenerowanych przez symulator na emc dla każdego i -tego wariantu organizacji systemu. Oceny tej dokonano na podstawie porównania wartości wskaźników technicznych i ekonomicznych charakteryzujących zbiory stanów systemu dla proponowanych wariantów $W(I)$; $I=1, 2, \dots, I1$ oraz wariantu $W(0)$ odpowiadającego strukturze systemu rzeczywistego. Wskazywały one na realne odchylenia od danych dostarczonych przez przedsiębiorstwo i tym samym dały podstawę do stwierdzenia, że przy odpowiednio określonym poziomie liczby $ND \approx 6000$ w prezentowanym przypadku, model adekwatnie opisuje zachowanie się badanego systemu produkcyjnego w czasie.

IV. ANALIZA I DOKUMENTOWANIE REZULTATÓW SYMULACJI

Rezultaty badań symulacyjnych systemów gospodarczych mogą być wdrażane i z zadowoleniem stosowane przez użytkowników, jeżeli symulatory⁸ zadośćuczynią następującym warunkom: będą zrozumiałe dla użytkownika; dadzą logiczne wyniki oraz informację, którą będzie można wykorzystać w przyszłości; będą zawierać realne wymogi w stosunku do danych; łatwo dadzą się modernizować; wdrażanie ich nie będzie związane ze zbyt wielkimi kosztami; odpowiedzą na pytanie „co będzie, jeśli...?” itp.

Bardzo ważne jest przedstawienie wyników przeprowadzonego badania w zrozumiałej postaci przydatnej użytkownikowi. W najbardziej ogólnym przypadku przeprowadzenie eksperymentu komputerowego i otrzymywanie wyników powinno być dokumentowane: schematem blokowym symulatora (przynajmniej siecią działań makro MFC); zestawieniem (specyfikacją) danych wejściowych i wyjściowych; planem eksperymentu; analizą i oceną wyników; testowaniem i określeniem poziomu adekwatności; możliwościami doskonalenia i zastosowań modelu. Przygotowanie takiej dokumentacji, końcowego efektu całej pracy, powinno być obowiązkiem każdego twórcy modelu symulacyjnego.

Wstępna analiza rezultatów obliczeń przeprowadzonych dla kilku badanych przedsiębiorstw przemysłu maszynowego pozwoliła wykryć: rezerwy siły roboczej w systemach obsługi; straty czasu pracy robotników bezpośrednio i pośrednio produkcyjnych; przestoje obrabiarek na wydziałach produkcji podstawowej; przestoje urządzeń i sprzętu w służbach i gospodarkach pomocniczych.

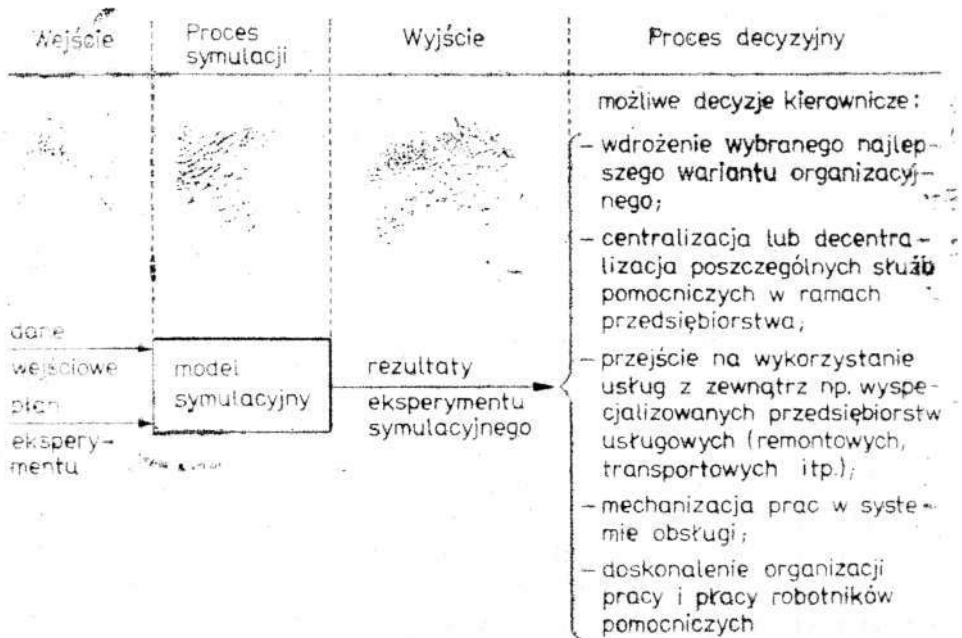
Wdrożenie najlepszego, wybranego drogą eksperymentu symulacyjnego, wariantu $W(I^*)$ powinno być poprzedzone określeniem ekonomicznego efektu tego przedsięwzięcia. Rozróżniamy dwa rodzaje efektywności symulacji: bezpośrednią i pośrednią.

Z pierwszą mamy do czynienia wówczas, gdy bezpośrednio w działalności gospodarczej badanego ogniwa przejawia się głównie w postaci obniżenia kosztów związanych z podjęciem decyzji kierowniczej, dla optymalizacji której dany model opracowano.

Efektywność pośrednia wyraża się w ostatecznych (końcowych) rezultatach działalności ogniwa gospodarczego np. w doskonaleniu ilościowych i jakościowych stosunków (proporcji) działalności ogniwa gospodarczego w kierunku, określonym strategią zarządzania wyznaczoną za pomocą modelu symulacyjnego.

Kryteria efektywności stosowane w modelach symulacyjnych powinny odzwierciedlać przyjęte w gospodarce narodowej mierniki (wskaźniki) planowania i oceny działalności przedsiębiorstwa, zjednoczenia, branży.

⁸ Symulator — oprogramowany model symulacyjny.



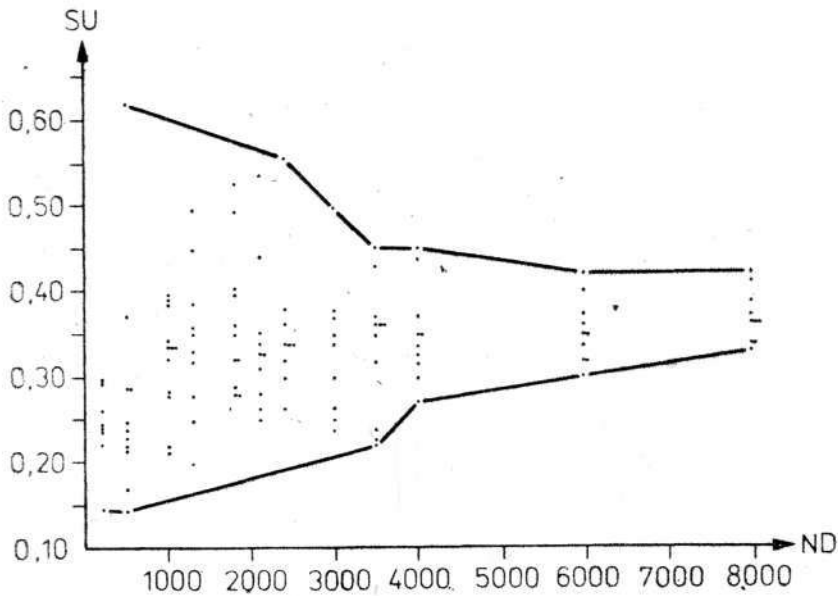
Ryc. 6. Wpływ procesu symulacji na proces decyzyjny w sterowaniu systemami obsługi

W przypadku niemożności wdrożenia w danym przedsiębiorstwie wybranego wariantu $W(I^*)$, należy rozpatrzyć inne możliwości doskonalenia badanego systemu obsługi (ryc. 6). Sytuacja taka może zaistnieć, gdy jedna lub więcej współrzędnych wektora $W(I^*)$ znacznie odbiegają od przyjętych w danym systemie produkcyjnym norm ilości robotników pomocniczych.

V. INTEGRACJA MODUŁU OPTIMALIZACYJNEGO Z SYSTEMEM INFORMATYCZNYM

Przez pojęcie optymalizacyjnego modułu (OM) rozumiemy model optymalizacyjny (np. symulacyjny), który można rozpatrywać jako integralną część systemu informatycznego. W aspekcie takim można rozpatrywać modele: sterowania wielkością zapasów w magazynach, optymalizacji rozmieszczenia pracowników w poszczególnych komórkach systemu produkcyjnego, gier kierowniczych, optymalizacji decyzji itp. Jednakże większość z nich, mimo proponowanych teoretycznych rozwiązań, praktyka gospodarcza wykorzystuje niezwykle rzadko. Uwaga ta szczególnie dotyczy różnych modeli symulacyjnych (MS).

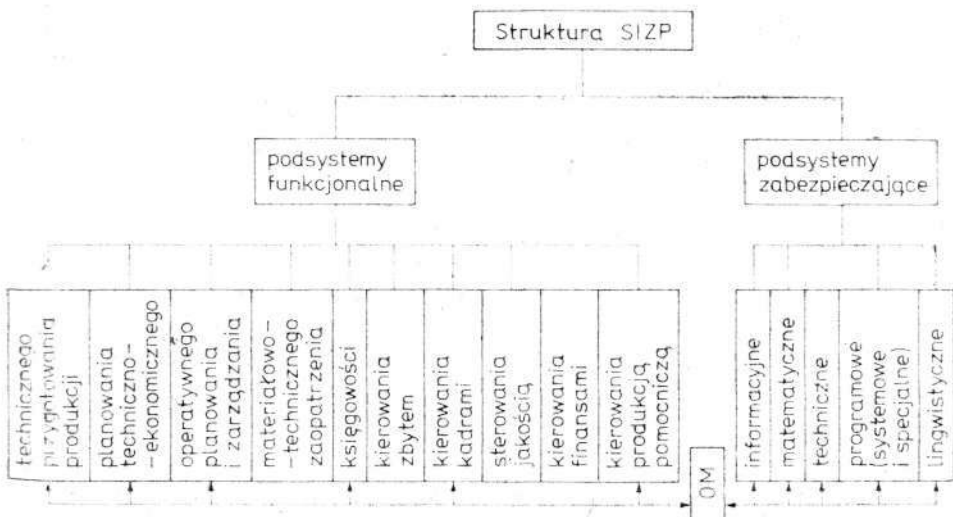
Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest niewątpliwie opracowywanie modeli niezależnie (w izolacji) od systemów informatycznych (SI),



Ryc. 7. Zbieżność wskaźnika SU — sumarycznych przestojów systemu obsługi w zależności od ND — ilości odtworzonych stanów systemu w modelu symulacyjnym

a przecież systemy te z jednej strony mogą stanowić bogate źródło informacji wejściowej dla MS, a z drugiej strony rezultaty symulacji mogłyby sprzyjać optymalizacji SI.

Modele optymalizacyjne jako moduły SI można opracowywać równoległe z realizacją innych modułów lub wmontowywać je do gotowych,



Ryc. 8. Moduł optymalizacyjny (OM) w strukturze SIZP

funkcjonujących już w przedsiębiorstwie, SI. W obu przypadkach należy pamiętać o zagwarantowaniu spójności OM z SI. W praktyce rozwiązaniem łatwiejszym w realizacji wydaje się wmontowanie OM w strukturę istniejącego SI; na rycinie 8 przedstawiono miejsce i powiązania omówionego OM z podsystemami SI. Spójność wewnętrzną SI można rozpatrywać w aspektach: funkcjonalnym, strukturalno-organizacyjnym, metodycznym, informacyjnym itp.⁹

W przypadku wmontowania OM szczególnie istotne jest zagwarantowanie spójności:

- konstrukcyjnej tj. umieszczenie OM w odpowiednim podsystemie, jednostce funkcjonalnej, w powiązaniu z odpowiednimi modułami;

- funkcjonalno-informacyjnej, czyli m. in. zapewnienie obiegu informacji między częściami systemu, kompletności, wiarygodności, zakresu, struktury, szczegółowości danych itp.,

- technologicznej dotyczącej opracowania technologii przetwarzania danych, jednolitości algorytmów, dokumentacji, zbiorów (np. baza danych), tabulogramów itp.

W szczególności spójność technologiczną może zapewnić opracowanie „interfejsów” programowych zezwalających na korzystanie w procesie przetwarzania ze zbiorów własnych i cudzych (w stosunku do danego podsystemu, jednostki funkcjonalnej czy modułu).

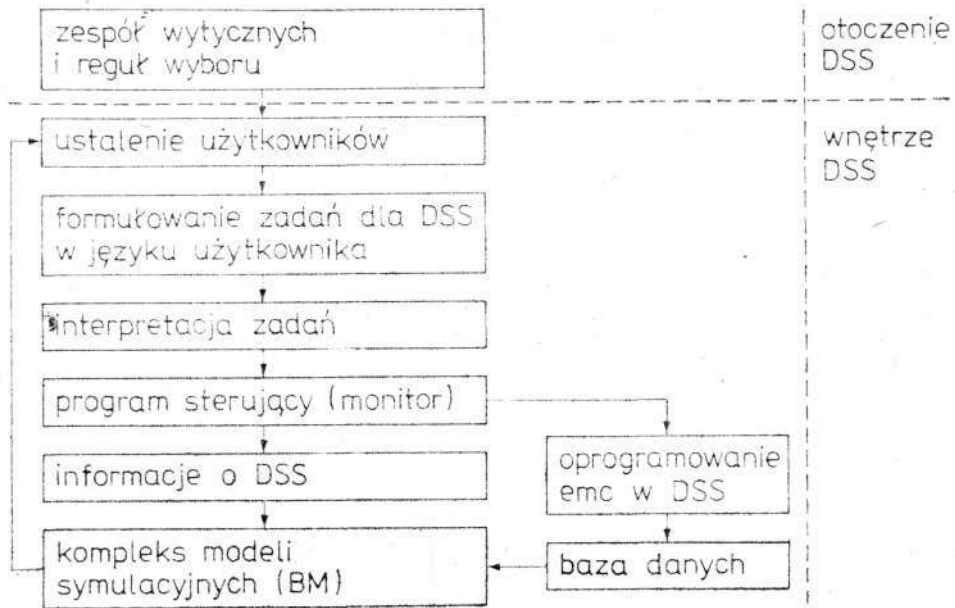
Najbardziej celowe jest integrowanie OM z systemami informatycznymi, obiektowymi lub odcinkowymi¹⁰. W przypadku systemów obiektowych najlepszych sprzężeń informacyjnych należy spodziewać się w stosunku do OM i kompleksowych SI obejmujących przynajmniej podstawowe dziedziny działalności przedsiębiorstwa, jak: techniczne przygotowanie produkcji, zatrudnienie i płace, gospodarka materiałowa itp. (ryc. 8).

Natomiast omówiony wcześniej moduł symulacyjny może mieć (w ramach zagwarantowywania spójności konstrukcyjnej i informacyjnej) opracowane łącza informacyjne dwustronne z odcinkowym systemem informatycznym „zatrudnienie i płace”.

Integrowanie OM z odcinkowym systemem informatycznym wydaje się rozwiązaniem najprostszym i nadającym się do praktycznej realizacji przy aktualnym stanie wdrożeń SI.

⁹ Por. K. Waćkowski, *Model symulacyjny systemu obsługi jako modal kompleksowego systemu informatycznego przedsiębiorstwa*, w: *Współczesne tendencje tworzenia i upowszechniania systemów informatycznych zarządzania*, TNOiK, Katowice 1981; P. Adamczewski, P. Refermat, *Projektowe zabezpieczenie spójności systemu informatycznego*, INFOGRY 80 „Problemy konstrukcji oprogramowania” Kołobrzeg 1980.

¹⁰ Obiektowy SI — to system opracowany i funkcjonujący dla potrzeb podstawowej jednostki gospodarczej np, przedsiębiorstwa, odcinkowy (dziedzinowy) DI obejmuje przetwarzanie danych w odniesieniu do jednej dziedziny tematycznej np. w zakresie gospodarki materiałowej lub kadr.



Ryc. 9. Funkcjonalna struktura DSS

Zagwarantowanie kompleksowej spójności SI nie może być aktem jednorazowym¹¹ z wielu powodów: 1) koordynacja dużej liczby elementów SI wymaga opracowania bogatej listy działań wspomagających; 2) ciągły rozwój organizacji gospodarczych, a więc także jej systemu informacyjnego czy informatycznego ustawicznie narusza jego spójność tak, że pewien stopień niespójności SI staje się prawidłowością jego rozwoju.

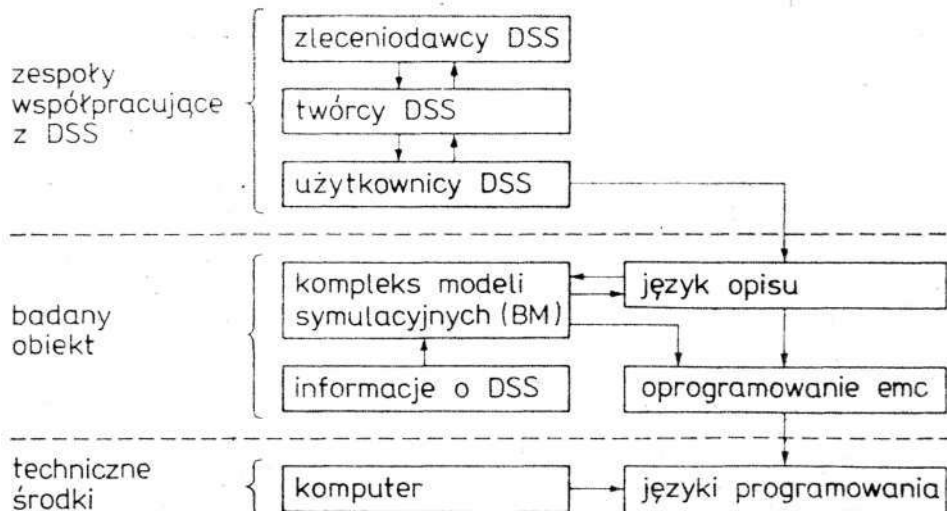
Funkcjonowanie OM w ramach SI ma istotne znaczenie dla poprawności funkcjonowania całego systemu informatycznego, wymienności informacji między podsystemami, łatwości selekcjonowania informacji dla celów zarządzania (przygotowywania decyzji), a także dalszej rozbudowy i optymalizacji systemu.

Najwyższy stopień integracji zapewnia przetwarzanie w technologii baz danych. Zespolenie możliwości tej technologii z metodami symulacyjnymi, w celu zaktywizowania specjalistów — ekonomistów w złożonym procesie zarządzania obiektami gospodarczymi, możliwe jest w dialogowym systemie symulacyjnym (DSS). Koncepcje struktur przedmiotowej i funkcjonalnej tego systemu zilustrowano na rycinach 9 i 10¹².

W procesie tworzenia DSS uczestniczy kilka zespołów specjalistów: ekonomistów — menegerów, projektantów systemów, programistów.

¹¹ Por. P. Adamczewski, P. Refermat, *Projektowe zabezpieczenie*, s. 10-12.

¹² Por. K. A. Bagrinskij, N. J. Jegorowa, *Imitacyjnye sistemy w planowaniu ekonomicznych obiektom*, Moskwa 1980.



Ryc. 10. Przedmiotowa struktura DSS

Istotne jest, aby zleceniodawcy DSS, znając obiekt gospodarczy dla którego DSS zamawiają, orientowali się jednocześnie w możliwościach: emc oraz metod i systemów symulacyjnych. Zlecenie wykonania zbyt trudnych zadań czy rozwiązania problemów, na które maszyna zużyje za dużo czasu, zlikwiduje najważniejszą zaletę systemu „człowiek-maszyna” — możliwość współpracy z emc w reżimie dialogowym.

Rezultatem dobrej współpracy zleceniodawców i twórców powinien być projekt techniczny DSS, w skład którego wchodzi: 1) projekt wejść zawierający sposób wprowadzania danych źródłowych do modeli, 2) projekt struktury zbiorów programowych, 3) projekt technologii przetwarzania w DSS, 4) projekt wyjść, 5) projekt kodów DSS, 6) plany realizacji komputerowego eksperymentu symulacyjnego w DSS, 7) założenia programowe w paszporcie DSS, 8) opracowania uzupełniające jak: ocena efektywności DSS, zakresy zmienności parametrów modeli, potrzeby w zakresie środków technicznych i oprogramowania emc itp.

Oprogramowanie DSS można podzielić na podstawowe i uzupełniające. Pierwsze — zawiera kompleks symulatorów nazywany czasem bankiem metod (BM) dla potrzeb zarządzania. W przypadku tworzenia DSS dla potrzeb kierowania np. systemem obsługi przedsiębiorstwa przemysłu maszynowego, BM powinien zawierać przynajmniej symulatory systemów wyróżnionych na rycinie 1. Oprócz takiego wewnętrznego oprogramowania DSS powinien posiadać dostęp do pełnego software emc. Język opisu pozwala formalnie określić krąg zadań, które użytkownicy (decydenci) mają prawo postawić maszynie DSS (ryc. 4). „Interpretacja zadań” spełnia w DSS rolę tłumacza poleceń i zadań sformułowanych w języku użytkownika na język zrozumiały dla emc. W DSS do tego ce-

lu służy język użytkownika banku metod będący rozszerzeniem języka komend systemu operacyjnego GEORGE-3. Podstawowa funkcja „monitora” polega na sterowaniu współpracą z pozostałymi częściami DSS, tj. oprogramowaniem emc, bankiem metod, informacjami wewnętrznymi, bazą danych. Proces przetwarzania realizowany za pomocą DSS powoduje: ciągłe poszerzenie wiedzy o jego możliwościach, konkretyzowanie zbioru możliwych zadań, określenie dopuszczalnych granic zmienności parametrów. Informacje te są umieszczone w bloku „Informacje o DSS” stanowiącym swego rodzaju paszport DSS.

Baza danych dostarcza DSS część informacji źródłowych dla komputerowych eksperymentów symulacyjnych, natomiast bank metod udostępnia decydentom modele optymalizacyjne wspomagające zarządzanie.

Koncepcja DSS jest interesująca dla kierownictw przedsiębiorstw, ze względu na „zbliżenie” metod optymalizacyjnych do ich użytkowników, jak i dla ośrodków obliczeniowych, w których DSS usprawnia pracę w zakresie wykorzystania programów użytkowych, oprogramowania komputerów i sprzętu.

SIMULATION AS A TECHNIQUE IMPROVING THE ENTERPRISE MANAGING

Summary

The article includes: methodological remarks on simulation of the compound industrial systems, classifications of the operating systems most frequent in the machine industry, methodology of computer simulational experiments on those systems and multiple criterion analysis of their performance, reflections on integrating optimalizational models with segmental informatic systems for enterprise managing purposes, conception of a dialogue simulational system for the cited above needs.

The problems are illustrated with model constructions and simulational calculations worked out on the basis of selected enterprises of Polish and the U.S.S.R. machine industries.

The author advises the economists to increase their interest in the dialogue experiments "man — machine" on real production system models in order to: discover their bottle-necks and organizational shortcomings, describe directions, of the system development, analyse its previous functioning, improve management decision making and eliminate the direct experimenting on economic systems.