

AKADEMIA EKONOMICZNA IM. OSKARA LANGĘGO
INSTYTUT INFORMATYKI

Halina Porebska

METODY BADANIA EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ
SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Praca doktorska

Promotor
Doc. dr Elżbieta Niedzielska

Wrocław 1978

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	3
1. INFORMATYKA W PROCESACH ZARZĄDZANIA GOSPO- DARCZEGO	7
1.1. Zarządzanie i jego funkcje decyzyjne	7
1.2. Procesy informacyjne w systemach zarządzania	28
1.3. Zakres i formy stosowania informatyki w zarządzaniu	44
2. ANALIZA METOD BADANIA EFEKTYWNOŚCI SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH	55
2.1. Przegląd dotychczasowych metod badawczych	55
2.2. Ocena porównawcza wybranych metod	82
3. RACHUNEK EKONOMICZNY W BADANIACH EFEKTYW- NOŚCI SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH	91
3.1. Warunki stosowania rachunku ekonomicznego w in- formatyce	91
3.2. Ustalanie wielkości nakładów	109
3.3. Szacowanie rozmiarów efektów	128
4. PROPOZYCJA METODY BADANIA EFEKTYWNOŚCI SY- STEMÓW INFORMATYCZNYCH	144
4.1. Określanie nakładów i efektów funkcjonowania systemu	144
4.2. Formuła ekonomicznej efektywności systemu	153
4.3. Przykładowa prezentacja metody	165
ZAKOŃCZENIE	184
BIBLIOGRAFIA	187
SPIS RYSUNKÓW	198
SPIS TABLIC	200

WPROWADZENIE

Wraz z komputeryzacją gospodarki została zapoczątkowana dyskusja na temat wyników stosowania Informatyki w systemach zarządzania obiektem. Ogólnie mówi się o usprawnianiu organizacji i zarządzania. Praktycznie oznacza to obsługiwanie systemu Informacyjnego danego obiektu zarządzania za pomocą środków technicznych (tj. zestawów komputerowych), czyli realizację Informatycznych systemów zarządzania. Aby właściwie ocenić dorobek Informatyki należy prawidłowo sformułować cele jej zastosowania i rozwoju oraz opracować narzędzia oceny uzyskiwanych wyników.

Przedmiotem niniejszej pracy są metody określania efektywności uzyskiwanej dzięki zastosowaniu systemów Informatycznych w obiektach gospodarczych. Wybór tej problematyki jako przedmiotu badań wynika z potrzeby liczenia (w warunkach krajowych) nakładów ponoszonych na systemy i szacowanie wyników uzyskiwanych z ich funkcjonowania.

Jako tezę pracy przyjęto, że określanie efektywności ekonomicznej systemów Informatycznych stanie się w niedalekiej przyszłości koniecznością gospodarczą. Dlatego zostały uwypuklone problemy, na które się napotyka w tej dziedzinie, a także podano pewne propozycje rozwiązania tego zagadnienia (przy uwzględnieniu doświadczeń zagranicznych, bibliografii oraz pewnych prób i badań prowadzonych w kraju).

Ze względu na obszerność i złożoność problematyki (przejawiająca

się między innymi dotychczasowym brakiem przykładów komputeryzacji całego obszaru problemowego systemu informacyjnego zarządzania, a także występowaniem obszarów w ogóle nie skomputeryzowanych lub tylko częściowo) ograniczono się do omówienia zasadniczych zagadnień występujących przy ustalaniu wielkości nakładów i efektów funkcjonowania systemów informatycznych oraz podstawowych zasad i reguł przeprowadzania tych obliczeń.

Opracowana w ten sposób metoda oceny opiera się na kilku założeniach, z których najważniejsze to:

1. traktowanie komputeryzacji zarządzania jako jednej z form postępu techniczno-organizacyjnego,

2. uwzględnienie wytycznych zawartych w Uchwale Nr 173 Rady Ministrów z dnia 12.07.74 roku (w sprawie oceny ekonomicznej efektywności inwestycji i innych zamierzeń rozwojowych),

3. zastosowanie w badaniach efektywności systemów informatycznych rachunku ekonomicznego.

Głównym celem postępu techniczno-organizacyjnego, a więc i informatyki, jest podwyższenie efektywności produkcji społecznej. Wynikają stąd określone konsekwencje, a mianowicie: znając efektywność wszystkich zastosowań informatyki (systemów informatycznych) można, maksymalizując efekt ekonomiczny, osiągnąć w rozwoju informatyki wariant optymalny. Wybór kierunków jej zastosowań byłby wtedy w pewien sposób automatyczny. Rozważania takie są atrakcyjne, lecz mało realne, wymagają bowiem przeprowadzenia rachunku efektywności systemów informatycznych ex ante, gdyż tylko wtedy można uzyskać dane potrzebne do podejmowania decyzji w sprawie przyszłych zastosowań.

Ze względu jednak na liczne obiektywne przyczyny uważa się, że

właściwe i celowe są badania nad efektywnością systemów Informatycznych ex post. Umożliwia to kontrolę trafności przewidywań, a także ich weryfikację na kolejnych etapach realizacji¹. Ten typ badań może również stanowić mniej lub bardziej pewną podstawę przewidywań dalszych trendów i sytuacji.

Całość zawartych w pracy rozważań podzielono na cztery rozdziały. Przedmiotem rozdziału pierwszego jest badanie związków między systemem zarządzania a funkcjonowaniem systemu Informacyjnego i systemu Informatycznego. Ponieważ istotnym warunkiem efektywności systemu Informatycznego jest prawidłowo skonstruowana podstawa (t.j. system Informacyjny), z tego więc punktu widzenia jest przeprowadzana analiza przepływu, przetwarzania oraz rodzajów informacji występujących w procesach decyzyjnych w zarządzaniu. W rozdziale zwrócono też uwagę na istotniejsze zagadnienia terminologiczne i pojęciowe z zakresu zarządzania oraz Informatyki.

Rozdział drugi zawiera przegląd rozwiązań i propozycji metod oceny efektywności systemów Informatycznych prezentowanych w literaturze polskiej oraz innych krajów. Na tym tle przeprowadzono klasyfikację istniejących metod, a także ujednolicono bardzo zróżnicowaną symbolikę wzorów z zakresu efektywności.

Ponieważ zasadniczym celem pracy jest opracowanie propozycji metody określania efektywności systemów Informatycznych, całość prac

¹Zazwyczaj dopiero w trakcie realizacji okazuje się, że proces opracowywania systemów Informatycznych jest bardzo pracochłonny, czasochłonny i nakładochłonny. A ponieważ wiele opracowań jest tworzonych przez zespoły niedoświadczonych, pod względem zawodowym, Informatyków i nie mających szerszych kontaktów z Informatyką przedstawicieli przyszłych użytkowników, dlatego dopiero podczas realizacji prac projektowych, programowych i wdrożeniowych, powstaje właściwa wersja systemu Informatycznego.

w związku z tym podzielono na dwie fazy, tj. rozdział trzeci i czwarty.

W rozdziale trzecim zostały przedstawione ogólne warunki stosowania systemów Informatycznych w zarządzaniu przy uwzględnieniu dwóch kryteriów, a mianowicie: technicznego (dotyczącego sprzętu i oprogramowania) oraz ekonomicznego (dotyczący opłacalności stosowanych rozwiązań). Omówiono więc poszczególne elementy formuły efektywności, przeprowadzono ich klasyfikację, a także podano podstawowe zasady oraz reguły liczenia nakładów i efektów. Duży nacisk położono też na ujednoczenie pojęć oraz uporządkowanie problemów teoretycznych z zakresu efektywności systemów Informatycznych.

Sama natomiast propozycja metody badania efektywności ekonomicznej systemów Informatycznych wraz z przykładowym jej zastosowaniem została przedstawiona w rozdziale czwartym. Rolę systemu doświadczalnego spełnił system Informatyczny w Konińskich Zakładach Naprawczych PWB.

Zasadniczą trudnością, na którą napotymano w trakcie realizacji niniejszej pracy był brak, w warunkach naszej gospodarki, przykładów całościowych badań teoretycznych i praktycznych nad efektywnością systemów Informatycznych, tym samym więc nie było materiału porównawczego dla stawianych w pracy hipotez.

Badanie i kwantyfikowanie wyników funkcjonowania systemów Informatycznych należy zaliczyć do problematyki bardzo trudnej, skomplikowanej i pracochłonnej. Dlatego praca niniejsza nie pretenduje do roli recepty na rozwiązywanie wszelkich problemów i trudności związanych z oceną systemów Informatycznych. Przedstawia jedynie jedno z rozwiązań tego problemu zaproponowane przez autorkę do wykorzystania w praktyce gospodarczej.

1. INFORMATYKA W PROCESACH ZARZĄDZANIA GOSPODARCZEGO

1.1. Zarządzanie i jego funkcje decyzyjne

Nowoczesna teoria organizacji i zarządzania powstała na przełomie XIX i XX wieku na skutek szeregu przemian ustrojowych o charakterze politycznym i społecznym oraz bardzo dużego przyspieszenia industrializacji w wielu krajach.

Problem sprawnego zarządzania dużymi organizacjami wyposażonymi w nowoczesne urządzenia techniczne zmusza do poszukiwań naukowych w tej dziedzinie. Nowoczesna technika bowiem może dać pełne efekty ekonomiczne tylko wówczas, gdy jest właściwie wykorzystana. Toteż zastosowanie jej wymaga odpowiedniej nadbudowy systemu ekonomicznego, zwłaszcza systemu zarządzania organizacjami gospodarczymi. Zarządzanie staje się coraz bardziej istotnym zagadnieniem nauki. Na tym tle jest zrozumiała (przejawiająca się w dwu nurtach) ewolucja teorii organizacji: od funkcjonalizmu - poprzez teorię stosunków międzyludzkich, teorię behawiorystyczną, teorię zarządzania naukowego, teorię badań operacyjnych - do teorii systemów.

Teorię systemów uważa się na ogół za próbę wprowadzenia nauki organizacji na nową drogę, tj. rozwiązywania sprzeczności istniejących obecnie pomiędzy coraz bardziej złożonymi procesami wytwórczymi (anga-

żującymi ogromne rzesze współdziałających ze sobą ludzi, ogromne zasoby materialne i energetyczne) a zrutynizowanymi i przestarzałymi metodami kierowania tymi procesami¹. Dla teorii systemów bowiem głównym przedmiotem zainteresowania są procesy kierowania.

Proces kierowania całościami organizacyjnymi jest określany terminem zarządzanie. W literaturze pojęcie to jest różnie formułowane. I tak J. Zieleniewski uważa, że zarządzanie to: "...formułowanie celu działania, planowanie czyli organizowanie toku czynności, pozyskiwanie i rozmieszczanie potrzebnych zasobów (ludzkich, rzeczowych), czyli organizowanie struktur oraz kontrolowanie realizacji celów"². J. Kwejt natomiast podaje następującą definicję: "...zarządzanie przedsiębiorstwem jest to proces systematycznego przewidywania i inicjowania oraz koordynowania i kontrolowania wszystkich elementów działalności w celu realizacji określonych zadań z największą efektywnością ekonomiczną"³. Inną jeszcze definicję zarządzania podaje W. A. Bocchino: "zarządzanie jest racjonalnym wyborem sposobów działania, tak aby zoptymalizować współdziałanie ludzi, materiałów, maszyn i środków pieniężnych na rzecz przetrwania i rozwoju organizacji"⁴.

Wymienione definicje nie są sprzeczne, reprezentują jedynie dwa ujęcia problemu zarządzania:

- ogólne, z punktu widzenia prakseologicznego, dotyczące wszelkiego zarządzania,

- przedmiotowe, odniesione do przedsiębiorstwa, charakteryzujące zarządzanie działalnością gospodarczą⁵.

¹Por. [44] , s. 18.

²Por. [147] , s. 477.

³Por. [80] , s. 167.

⁴Por. [11] , s. 15.

⁵Do tak ujmowanego problemu zarządzania będą się odnosić dalsze rozważania w pracy.

Z pojęciem zarządzania wiążą się funkcje, poprzez które jest ono realizowane. Poglądy na temat funkcji zarządzania są zróżnicowane, a ich ilość, rodzaj i rola zależą od konkretnych warunków, w których przebiega proces zarządzania. Zjawisko to jest określone jako objaw rozciągłości i zmienności funkcji zarządzania.

Zasadnicze elementy działania według J. Zieleniewskiego to: formułowanie celu działania, planowanie, czyli organizowanie toku czynności, pozyskiwanie i rozmieszczanie potrzebnych zasobów, czyli organizowanie oraz kontrola realizacji celu⁶. J. Kwejt natomiast wyróżnia takie funkcje, jak przewidywanie i inicjowanie, koordynacja wszelkich elementów działania oraz kontrola wszelkich elementów działania w celu realizacji określonych zadań z największą efektywnością ekonomiczną⁷. Z kolei B. Gilński do podstawowych funkcji zarządzania zalicza: planowanie, organizowanie (które obejmuje określenie czynności potrzebnych do osiągnięcia celów danej jednostki gospodarczej, zgrupowanie tych czynności w odrębne jednostki podporządkowane zwierzchnikom oraz przyznanie kierownikom tych jednostek niezbędnych uprawnień), politykę kadr, motywowanie a także kontrolę⁸. W. C. Bocchino, którego pojęcie zarządzania jest oparte na kapitalistycznych stosunkach produkcji, wymienia trzy podstawowe elementy zarządzania, tj.: planowanie (czyli ustalenie właściwych celów działania przedsiębiorstwa i wybór sposobów działania, niezbędnych do osiągnięcia tych celów), analizę (która zawiera ocenę alternatywnych sposobów działania i porównanie osiągniętych wyników z planowanymi) oraz sterowanie (czyli grupowanie ludzi, materiałów, maszyn i pieniędzy w sposób zapewniający optymalne wyniki)⁹.

⁶ Por. [147].

⁷ Por. [80].

⁸ Por. [23].

⁹ Por. [11].

Wymienione przez J.Zieleniewskiego, J.Kwejta i B.Gilńskiego funkcje zarządzania mają charakter funkcji podstawowych. K.Jeżowski wyróżnia jeszcze dwa inne typy funkcji¹⁰;

- funkcje podmiotowe, które w zależności od szczebla zarządzania obejmują nadzór i dyrektywę, analizę i kontrolę, koordynację i zabezpieczenie środków, wytwarzanie,

- funkcje rodzajowe zależne od konkretnej struktury organizacyjnej. Są one dzielone na: funkcje określania celów działalności i doboru środków do ich realizacji oraz funkcje wykonawcze.

Z przytoczonych definicji wynika, że poglądy dotyczące podziału całego procesu zarządzania na funkcje nie są jednorodne. Różnice występujące w terminologii treści niektórych funkcji wynikają z pewnej płynności granic między nimi. Nie zamierza się w pracy przedstawiać podziału funkcji zarządzania na bardziej i mniej ważne. Wszystkie bowiem mają istotne znaczenie dla sprawnego zarządzania układem.

Rozpatrując proces zarządzania współczesnym przedsiębiorstwem z pozycji teorii systemów można wyróżnić następujące cechy charakterystyczne dla tego ujęcia:

1. Przedsiębiorstwo (dokładniej przedsiębiorstwo przemysłowe) jest traktowane jako samoregulujący się układ (system) elementów wyodrębnionych z otoczenia społeczno-ekonomicznego. Połączone z sobą relacjami przyczynowo-skutkowymi elementy tego układu (zasoby techniczno-materiałowe, siły ludzkie, zasoby finansowe itp.), są sterowane za pomocą informacji w celu uzyskania założonego wyniku końcowego. Funkcjonowanie takiego systemu polega na obiegu informacji, materii, energii oraz ich transformacji.

¹⁰ Por. [23] s.

2. Podejście systemowe zakłada przyjęcie zasady sprzężenia zwrotnego występującego między częściami a całością, częściami między sobą, całością a otoczeniem i częściami a otoczeniem;

3. Każdy element jest rozpatrywany zarówno w określonych przedziałach wielkości, jak i czasu, ponieważ występująca w toku przygotowywania decyzji analiza spodziewanych rezultatów jest przeprowadzana z punktu widzenia obszarów ich (rezultatów) występowania;

W ekonomicznym systemie obiektowym jakim jest przedsiębiorstwo przemysłowe E. Niedozielska wyróżnia trzy podukłady (podsystemy) strukturalne¹¹;

- produkcji (i obsługi), który realizuje się za pośrednictwem szeroko rozumianych procesów wytwórczych (technologicznych, technicznych, inwestycyjnych, remontowych itp.);

- zarządzania, który spełnia się za pośrednictwem procesów planowania (programowania), organizowania, motywowania i pobudzania (tj. procesów realizacji) oraz nadzoru i kontroli;

- informacyjny, który realizuje się za pośrednictwem transformowania informacji i ma za zadanie integrację obu podsystemów, tj. produkcji i zarządzania;

Zarządzanie takim układem można więc określić jako "wytwarzanie" decyzji (i reguł decyzyjnych), które inicjują działania zapewniające realizację stawianych przed nim zadań (w danych warunkach ograniczających);

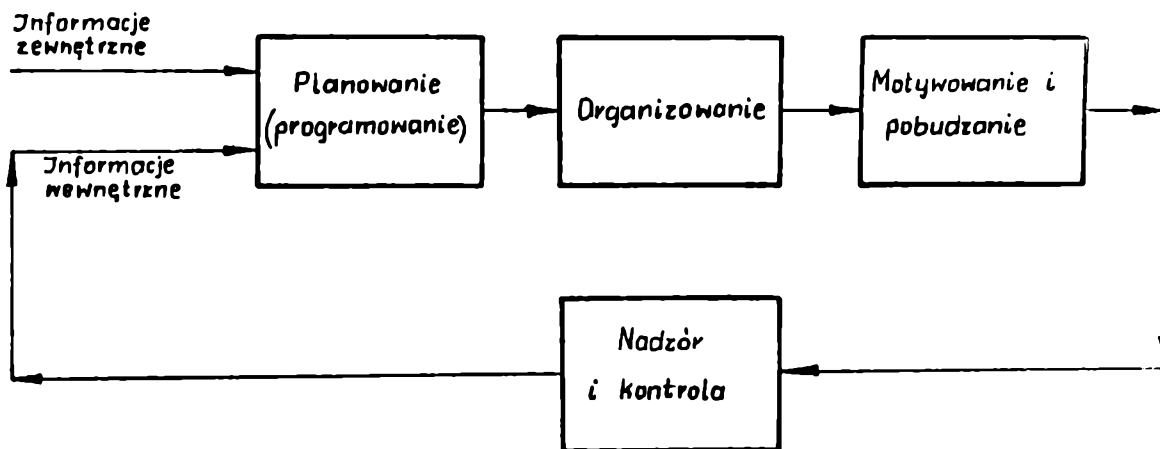
G. Slezinger - radziecki specjalista w dziedzinie zarządzania - stwierdza, iż "zarządzanie realizuje się przez przygotowanie i systematyczne przekazywanie dyrektywnej informacji"¹². Informacje te są rezultatem decyzji na różnych szczeblach hierarchii władzy a realizacja potrzebnych

¹¹Por. [96];

¹²Por. [120], s. 14;

do zarządzania decyzji zależy od przyjętej struktury systemu zarządzania. Dla procesów zarządzania przy tym typowa jest struktura hierarchiczna¹³.

Jak już wspomniano, występujące w procesach zarządzania decyzje dotyczą planowania, organizowania, motywowania i kontroli. Ich wzajemne relacje tworzą cykl zwany cyklem zarządzania (rys. 1.1)¹⁴.



Rys. 1.1. Cykl zarządzania

Rozpatrując proces zarządzania pod względem jego dynamiki może być on traktowany jako "zbiór sekwencyjnych procesów decyzyjnych o złożonej strukturze wzajemnych sprzężeń"¹⁵. I chociaż samo zarządzanie jest zjawiskiem autonomicznym w danym systemie, to jest także zmienną zależną podległą relacjom zachodzącym między zasadniczymi jego składnikami (tj. zadaniami, ludźmi, technologią i strukturą).

¹³ Struktura taka ma charakter dynamiczny. Wyróżnia się też strukturę szeregową prostą i z odgałęzieniami, strukturę równoległą, strukturę równoległą - złożoną, strukturę szeregowo-równoległą i strukturę cykliczną.

¹⁴ Por. [144], s. 14.

¹⁵ Por. [144], s. 23.

Procesy zarządzania są więc skierowane na realizację zaplanowanej wymiany z otoczeniem poprzez odpowiednie zharmonizowanie działań koniecznych do osiągnięcia zamierzonych zadań z uczestnikami organizacji, posiadaną technologią oraz ze strukturą organizacyjną. Istotą takich procesów jest formułowanie celów, planowanie, pozyskiwanie i rozmieszczanie potrzebnych zasobów ludzkich i rzeczowych oraz kontrola realizacji celów. W zakresie tych kategorii są podejmowane decyzje, których jakość determinuje prawidłowe funkcjonowanie układu.

Decydowanie jest określone jako dokonywanie nielosowego wyboru w działaniu¹⁶. Zbiór elementów spośród których dokonuje się wyboru w procesie decydowania jest ograniczony zasobem wiedzy decydenta oraz jego przekonaniem o osiągalności lub wykonywalności danego wariantu działania. Decyzje w świadomości decydenta nie powstają nagle, zwykle są poprzedzone szeregiem czynności diagnostycznych zmierzających do zorientowania się w aktualnej sytuacji oraz szeregiem czynności prognostycznych, decydent bowiem będzie działać w przyszłych przewidywanych sytuacjach.

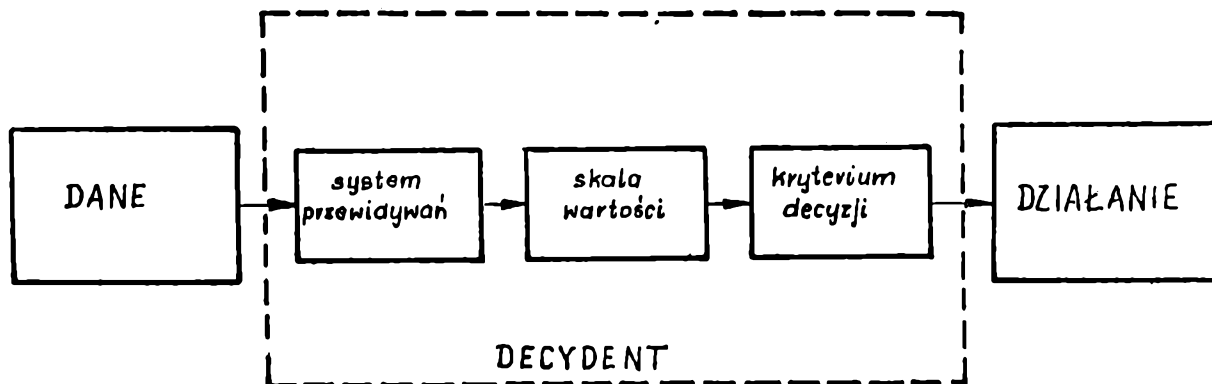
Można więc proces podejmowania decyzji określić jako mechanizm, któremu dostarcza się informacji i od którego otrzymuje się wskazania dotyczące sposobów działania (rys. 1.2)¹⁷. Mechanizm ten składa się z trzech elementów:

1. systemu przewidywań, który określa przyszłe, możliwe do osiągnięcia przez dane działanie, stany rzeczy (tzn. powstaje lista możliwych wyników każdego działania oraz ich prawdopodobieństw),

2. skali wartości, która pozwala określić, który ze stanów rzeczy będzie najbardziej pożądanym dla danego działania,

¹⁶ Por. [147], s. 480.

¹⁷ Por. [17].



Rys. 1.2. Schemat procesu podejmowania decyzji

3. kryterium decyzji, za którego pomocą jest wybierane właściwe działanie.

Dlatego proces podejmowania decyzji można podzielić na dwie fazy - pierwsza, w której następuje przygotowanie decyzji, polegające na zebraniu określonych danych,

- druga, w której następuje podjęcie decyzji polegające na wyborze określonego wariantu rozwiązania.

J. Zieleniewski (podzielając zresztą poglądy innych autorów) uważa, że proces decydowania przebiega w następujących kolejnych krokach¹⁸:

1. zaliczenie problemu do określonej klasy zagadnień i stwierdzenie stopnia jego wyjątkowości,

2. "postawienie" problemu,

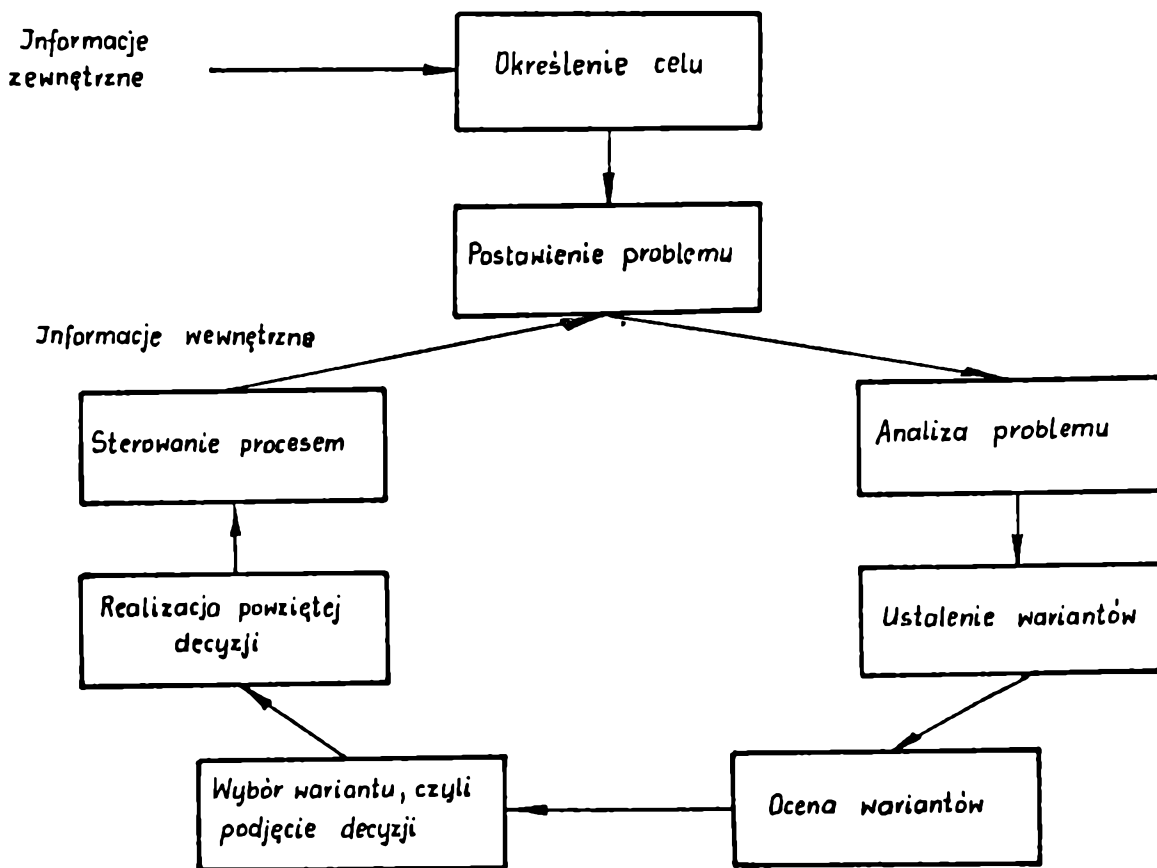
3. określenie okoliczności, które muszą być zrealizowane (są to tzw. "warunki brzegowe"),

4. właściwa decyzja,

¹⁸ Por. [147] .

5. określenie działań, które trzeba podjąć by zrealizować cel,
6. sprzężenie zwrotne potwierdzające trafność i skuteczność podjętej decyzji w rzeczywistej sytuacji.

Proces podejmowania decyzji w zarządzaniu jest cyklem (rys. 1.3)¹⁹.



Rys. 1.3. Cykl decyzyjny

Problem (nowy) powstaje w wyniku obserwacji istniejącego stanu w świetle postawionego celu. Następnie jest przeprowadzona analiza tego problemu w celu ustalenia wariantów działania. Zwykle nie wszystkie dane do tej analizy są mierzalne. Z kolei następuje ocena wariantów (przy zastosowaniu metod matematycznych), wybór jednego z nich, czyli podjęcie decyzji oraz realizacja powziętej decyzji. Ostatni etap w cyklu,

¹⁹Por. [110] ..

tj.: sterowanie procesem decyzyjnym, dostarcza danych wejściowych do następnych procesów decyzyjnych.

Wynikiem procesu decyzyjnego jest decyzja. W literaturze jest podawana różna typologia rodzajów decyzji. I tak, gdy grupuje się je na podstawie stopnia znajomości przez decydenta sytuacji decyzyjnej będącej przedmiotem badań, to decyzje mogą być podejmowane w warunkach:

1. pewności - "modele deterministyczne" - gdy jest znana sytuacja i zachodzące w niej zależności przyczynowe a działanie prowadzi do jednego pewnego wyniku,

2. ryzyka - "modele probabilistyczne" - gdy choćby jedna z tych okoliczności nie jest znana, ale jest znane i obliczane jej lub ich prawdopodobieństwo w razie dostatecznie wielkiej liczby przypadków danego rodzaju, skutki naszego działania są wtedy niepewne,

3. niepewności - "modele strategiczne" - gdy decydent nie zna ani żadnej z wartości, ani skutków działania, lecz zna zbiór dopuszczalnych strategii.

Inną typologię proponuje M.Mazur, który bierze pod uwagę ilość informacji posiadanych przez decydenta w chwili podejmowania decyzji. Wyróżnia on następujące decyzje²⁰:

1. "samorodne" - oparte tylko na tych informacjach, które decydent sobie uświadamia w chwili, gdy musi natychmiast podjąć decyzję. Są to decyzje odruchowe, intuicyjne i refleksyjne,

2. "prognostyczne", tj.: ekstrapolacyjne i asocjacyjne,

3. "probiernicze", do których zalicza decyzje systematyczne, wrywkowe i metodyczne,

4. "optymalizacyjne", którymi są decyzje strategiczne, probabilistyczne i deterministyczne.

²⁰Por. [89] .

Zarządzanie układem można traktować jako wieloetapowy proces, w którym powzięcie określonej decyzji zależy nie tylko od czasu, ale także od wcześniejszych kolejnych stanów tego procesu. Jest to więc proces sekwencyjny. Oznaczając przez q decyzje, przez p zaś stany układu, to zgodnie z przyjętym założeniem stan p_2 układu będzie zależał w chwili $t = 2$ od stanu p_1 i od decyzji q_1 (decyzja ta wywołuje transformację stanu p_1 na stan p_2)²¹. Zależność tę można przedstawić za pomocą wzoru

$$p_2 = T(p_1, q_1). \quad (1)$$

Podjmując kolejną decyzję q_2 otrzymamy stan

$$p_3 = T(p_2, q_2). \quad (2)$$

W chwili m ($i = 1, 2, \dots, m$) decyzję q_m wyznaczy decyzja podjęta w chwili $m-1$ oraz stan układu poprzedzający bezpośrednio tę decyzję. Stan układu w chwili m można ogólnie przedstawić za pomocą wzoru

$$p_m = T(p_{m-1}, q_{m-1}). \quad (3)$$

Funkcją - kryterium (funkcją kryterialną) będzie więc pewna funkcja skalarna

$$f(p_1, p_2, \dots, p_m; q_1, q_2, \dots, q_m). \quad (4)$$

Funkcja ta będzie służyć do oceny danego ciągu decyzji q_1, q_2, \dots, q_m i stanów p_1, p_2, \dots, p_m .

Przyjmując, że celem wieloetapowego procesu decyzyjnego jest wybranie q_i w taki sposób, aby zmaksymalizować funkcję zmiennych p_i oraz q_i , to potraktowanie tego zagadnienia jako klasycznego problemu

²¹Zgodnie z ogólną formułą transformacji $Y = T(x)$, gdzie Y = wektor wyjściowy, X = wektor wejściowy.

optymalizacji nie jest wykonalne (choćby dlatego, że elementy procesu decyzyjnego są wielkościami dyskretnymi). J. Gościński proponuje potraktować proces decyzyjny jako proces Markowa. Można wtedy kierować się zasadą strategii optymalnej m-etapowej, co oznacza, że począwszy od pewnej chwili kolejne następne decyzje muszą tworzyć strategię optymalną, z punktu widzenia osiągnięcia stanu docelowego układu, niezależnie od stanu początkowego i od decyzji początkowych²².

Na podejmowane decyzje wpływają często procesy nie całkiem świadome lub podświadome. W literaturze nie jest rozstrzygnięte czy człowiek podejmujący decyzje zmierza do rozwiązań optymalnych czy tylko zadowalających. Zdolność podejmowania decyzji bowiem jest różna u poszczególnych ludzi i zależy od ich indywidualnych cech²³. Aby podjąć prawidłową decyzję (z punktu widzenia postawionego celu) nie można opierać się na intuicji i doświadczeniu. Potrzebne są zatem ścisłe metody ułatwiające wyznaczanie decyzji optymalnych. Metody takie ze względu na ich kwantyfikacyjny charakter mają zastosowanie tam, gdzie elementy działalności dają się ująć ilościowo. Powstaje jednak problem, w jaki sposób wyznaczać optymalne decyzje w sytuacjach, gdy nie wszystkie elementy działania mogą być skwantyfikowane. Zagadnienie to jest niezmiernie trudne. Na ogół uważa się, że jeżeli liczba znanych decydentowi wariantów działania jest niewielka i łatwo spośród nich wybrać najlepszy to decydent z reguły wybiera optymalny. Jeżeli jednak liczba tych wariantów jest bar-

²²Por. [43], ss. 39, 111, 216.

²³Wymienia się następujące metody doskonalenia zdolności podejmowania decyzji

- metoda synaktyczna,
- metody ćwiczenia wrażliwości,
- koncepcje uczenia się na błędach.

Metody te były bardzo popularne w Stanach Zjednoczonych w latach sześćdziesiątych. Wydaje się, że pewne elementy tych metod można by zastosować także w naszych warunkach.

dzo duża, to wybór jest trudny. Decydent ogranicza się wtedy do wybrania wariantu zadowalającego, co oznacza rezygnację z optymalizacji. Tak więc usprawnianie procesów zarządzania jest uwarunkowane poznaniem istoty, zakresu i struktury problemów decyzyjnych. Podejmowane na różnych poziomach organizacyjnych decyzje różnią się istotnie rodzajem, zasięgiem w czasie i złożonością problemów, których dotyczą. Złożoność procesów zarządzania zależy od struktury problemów będących przedmiotem decyzji i od możliwości ich programowania. Są one ogólnie dzielone na:

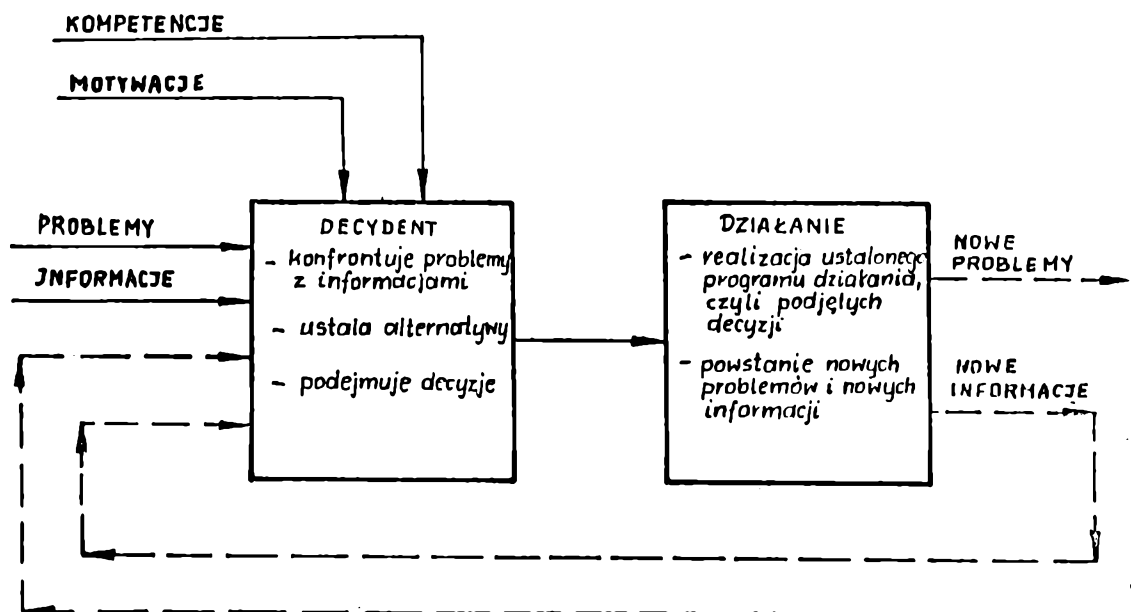
1. problemy dobrze ustrukturalizowane, a więc sformułowane ilościowo,
2. nieustrukturalizowane, a więc wyrażone jakościowo problemy, w których nie występują ilościowe zależności między elementami,
3. problemy mieszane (słabo ustrukturalizowane), zawierające elementy jakościowe i ilościowe (z przewagą elementów jakościowych).

Problemy o pełnej strukturze to takie, w których cele mogą być wyrażone za pomocą dobrze zdefiniowanej funkcji celu, można je scharakteryzować poprzez zmienne wyrażone liczbowo, istnieją także algorytmy umożliwiające ich rozwiązywanie i przedstawianie wyników za pomocą wielkości liczbowych. Dlatego problemy te mogą być sformułowane matematycznie i rozwiązywane za pomocą znanych metod (np. metody badań operacyjnych). Problemy natomiast drugiego typu (nieustrukturalizowane) są rozwiązywane z reguły metodami heurystycznymi, polegającymi na zbieraniu maksimum informacji o danym zagadnieniu i projektowaniu jego rozwiązania na podstawie posiadanych danych, doświadczenia, logicznego rozumowania itd. Z kolei do rozwiązywania problemów trzeciego typu (mieszanych) są stosowane metody analizy systemowej (techniki heurystyczno-matematyczne).

Problemy decyzyjne w procesach zarządzania nie zawsze są dobrze zestrukturyzowane. Zawierają bowiem wiele czynników zewnętrznych, a oto-

czenie nie jest elementem o pełnej strukturze. Dlatego decydent nie zawsze dysponuje kompletną informacją o przedmiocie wyboru. Nie zawsze jest zdolny przewidywać i analizować wszystkie dopuszczalne warianty wyboru oraz możliwe konsekwencje swoich decyzji.

Warto więc zastanowić się nad zmiennymi określającymi zachowanie się decydenta podczas podejmowania decyzji. Rysunek 1.4 przedstawia uproszczony model podstawowych wyznaczników procesu decyzyjnego²⁴. Model ten zawiera elementy występujące w każdej sytuacji decyzyjnej na wszystkich szczeblach hierarchii zarządzania. W praktyce oczywiście rozwiązanie problemu, a często nawet już jego postawienie, zależy od kompetencji szczebla, na którym dany problem jest rozpatrywany.



Rys. 1.4. Podstawowe czynniki procesu decyzyjnego

²⁴Por. [144], s. 161.

Rozwiązywanie problemu, czyli podjęcie ostatecznych decyzji, wymaga analizy posiadanych informacji (z punktu widzenia postawionego problemu), w której toku decydent ustala i ocenia alternatywy działania. Konfrontacja problemów z posiadanymi informacjami jest częściowo sformalizowana, a częściowo zależy od inwencji i zaangażowania decydenta w realizację celów systemu. Dlatego podejmowane decyzje są także rezultatem osobistej motywacji decydenta.

Problem motywacji, a właściwie zagadnienia dotyczące takich zachowań ludzi by były one zgodne z interesem systemu, jest przedmiotem badań wielu przedstawicieli teorii zarządzania. Dążą oni do ustalenia zależności między rozwiązaniami formalnymi w podsystemie zarządzania, sposobami motywacji a sprawnością funkcjonowania systemu.

A. Zawiaślak przyjmuje za J.W. Atkinsonem, że ostateczny motyw działania człowieka w sytuacji decyzyjnej jest wypadkową określonych zmiennych i wyznacza go następujący wzór²⁵:

$$M_w = M_s \cdot P_s \cdot I_s - M_f \cdot P_f \cdot I_f \quad (5)$$

gdzie: P_s - prawdopodobieństwo, jakie przyjmuje decydent, że podjęta przez niego decyzja zakończy się sukcesem,

P_f - prawdopodobieństwo, jakie przyjmuje decydent, że podjęta przez niego decyzja zakończy się niepowodzeniem,

I_s - wielkość pozytywnych następstw dla decydenta w przypadku, gdy podjęta przez niego decyzja zakończy się sukcesem,

I_f - wielkość negatywnych następstw dla decydenta w przypadku, gdy podjęta przez niego decyzja zakończy się niepowodzeniem,

M_s - subiektywna chęć osiągnięcia sukcesu podczas podejmowania decyzji,

²⁵ Por. [144].

M_f - subiektywna obawa przed niepowodzeniem podejmowanej decyzji,

M_w - motyw wypadkowy, wpływający ostatecznie na decydenta podczas podejmowania decyzji.

Sytuacja, w której decydent nie podejmuje decyzji, mimo że leży ona w zakresie jego możliwości, oznacza negatywne oddziaływanie motywu wypadkowego, czyli że $M_w \leq 0$. Dzieje się tak, ponieważ wielkości M_f , P_f , I_f kształtują się wyżej niż wielkości M_s , P_s , I_s :

$$M_s \cdot P_s \cdot I_s < M_f \cdot P_f \cdot I_f \quad (6)$$

Przyczyny kształtowania się wielkości M_f , P_f , I_f mogą być różne. Na przykład wysoka wartość M_f może oznaczać, iż decydent to człowiek mało ambilny, unikający angażowania się w obawie przed porażką. Wysoka wartość zmiennej P_f może wynikać z rzeczywistej sytuacji, w której powodzenie danej decyzji jest znikome lub może być rezultatem braku informacji lub dezinformacji. Wysoka wartość I_f może oznaczać, że w danym układzie występuje przewaga bodźców negatywnych (kar) nad bodźcami pozytywnymi (nagrodami). W przedstawionym modelu nie ustalono (jak dotąd) w przekonujący sposób wartości zmiennych M_s i M_f . Toteż model ten ma tylko znaczenie heurystyczne, a znalezienie metod ilościowej oceny cech osobowości oraz sposobów motywacji człowieka tak aby podporządkował on swoje wewnętrzne (często irracjonalne) wartości interesom instytucji wymaga nadal badań.

Inny przedstawiony w modelu (rys. 1.4) czynnik procesu decyzyjnego to ograniczenia kompetencyjne, które są zawsze formalno-prawnym wyznacznikiem procesu zarządzania. Powszechnie się uważa, że samodzielność decyzyjna jest określona przez istniejącą strukturę władzy w danym sy-

stemie²⁶. Zależność tę wyznacza tzw. współczynnik podporządkowania, który charakteryzuje autonomię decyzyjną danej jednostki²⁷.

$$W_p = \frac{D_o}{D_o + D_s} \quad (7)$$

gdzie: D_o - oznacza liczbę decyzji odgórnych, regulujących problemy danej jednostki,

D_s - liczba decyzji samodzielnie podejmowanych przez jednostkę w danym okresie.

W sytuacji, w której na skutek zmieniających się warunków zewnętrznych niezbędne będzie podjęcie decyzji przez układ (przedsiębiorstwo), można stwierdzić, że pewne decyzje będą podejmowane natychmiast, inne natomiast z opóźnieniem. Opóźnienie to wynika z potrzeby powiadomienia Centrum o powstaniu sytuacji decyzyjnej oraz z czasu, który upłynie, zanim Centrum podejmie decyzję. Zdolność Centrum do podejmowania decyzji jest ograniczona i można ją wyrazić następującym wskaźnikiem:

$$T = \frac{Y}{K} \quad (8)$$

gdzie: Y - oznacza liczbę propozycji zgłoszonych do Centrum w danym okresie,

K - liczbę decyzji podjętych przez Centrum w tym okresie,

W miarę wzrostu liczby decyzji wzrasta liczba spraw czekających na rozstrzygnięcie i wydłuża się średni czas załatwiania jednej sprawy. Następstwem tego bywa sytuacja, w której układ nie mogąc sam podejmować

²⁶Por. [144].

²⁷Współczynnik ten wprowadza się dla celów heurystycznych. Jego praktyczne wykorzystanie wymaga zróżnicowania ciężaru gatunkowego poszczególnych decyzji, czyli opracowania dla nich zbioru "wag".

decyzji ze względu na ograniczenie kompetencyjne, przestaje reagować na pewne sytuacje decyzyjne.

Opóźnienia decyzyjne zatem spowodowane ograniczeniami kompetencyjnymi i osobistymi motywacjami decydenta mają wpływ na właściwe ustalenie uprawnień procesu zarządzania. Ustalenia kompetencyjne i motywacyjne stanowią znaczną część decyzji w procesie zarządzania i są to decyzje nie podlegające programowaniu a będące rezultatem zmian, na które system nie ma wpływu.

Podsumowując dotychczasowe rozważania nad procesem decyzyjnym można stwierdzić, że podejmowanie decyzji polega na:

1. rozpatrzeniu zespołu wariantów, które mogą być wymierne (i wtedy są zarówno dyskretne jak i ciągłe) lub opisowe,
2. wybraniu najlepszego wariantu z punktu widzenia stawianego celu lub realizacji zadania, co można uważać za optymalizowanie, tj. maksymalizowanie lub minimalizowanie pewnej funkcji (np. zysku, sprzedaży, kosztów).

Powyższe rozważania można przedstawić w postaci macierzy efektywności, która umożliwi wybór decyzji optymalnej.

$q_i \backslash p_j$	p_1	p_2	p_3	\dots	p_n
q_1	e_{11}	e_{12}	e_{13}	\dots	e_{1n}
q_2	e_{21}	e_{22}	e_{23}	\dots	e_{2n}
q_3	e_{31}	e_{32}	e_{33}	\dots	e_{3n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots
q_m	e_{m1}	e_{m2}	e_{m3}	\dots	e_{mn}

W główce tablicy występują stany rzeczy (p_1 do p_n) a w boczku wybrane warianty działania (q_1 do q_m). Wewnątrz tablicy są określone efektywności rozwiązań przy czym $e_{ij} = f(q_i, p_j)$, a warunkiem, który musi spełniać optymalny wybór, jest $e = \max$.

Przedstawianie jednak w tej postaci rzeczywistych problemów zarządzania jest rzadko możliwe, działania bowiem osób rozwiązujących problemy znacznie odbiegają od wymogów osiągnięcia optimum. W praktyce zarządzania podejmowanie decyzji, czyli poszukiwanie rozwiązań problemów, jest z reguły procesem współdziałania wielu osób i ma charakter mniej lub bardziej ciągły. Jego ciągłość przy tym zależy od tego czy mamy do czynienia z decyzjami podlegającymi czy nie podlegającymi programowaniu.

Decyzje podlegające programowaniu to decyzje powtarzalne, które można podejmować przy użyciu specjalnych procedur dostosowanych do określonego typu zagadnień. Decyzje natomiast nie podlegające programowaniu to decyzje nowe, dotyczące zmian polityki układu, których rozwikłanie wymaga zastosowania ogólnej procedury rozwiązywania problemów, ponieważ brakuje standardowych wzorów postępowania dostosowanych do specyfiki tych decyzji.

W literaturze w zależności od przyjętej techniki rozwiązania wyróżniają się modele sterowania programowego oparte na technikach analitycznych i heurystycznych²⁸. Do znanych modeli opartych na technikach analitycznych należą:

1. model HMMS (Holta, Modiglianiego, Mutha i Simona) - zwany modelem liniowych reguł decyzyjnych,

²⁸Zagadnienia związane z modelami opartymi na technikach programowania liniowego i dynamicznego wykraczają poza ramy pracy. Modele natomiast liniowych reguł decyzyjnych i modele, w których zastosowano podejście heurystyczne, będą szerzej rozpatrzone w pkt 1.5 pracy.

2. rozwiązania oparte na algorytmach programowania liniowego,
3. rozwiązania oparte na metodach programowania dynamicznego.

Modelami natomiast opartymi na technikach heurystycznych są

1. reguła poszukiwania decyzji,
2. model współczynników zarządzania,
3. model parametrycznego programowania produkcji, zatrudnienia i zapasów.

Reasumując należy stwierdzić, że tylko problemy należące do zjawisk zdeterminowanych o pełnej strukturze są podstawą decyzji programowych. Problemy natomiast o dużym stopniu niepewności i niepełnej strukturze lub bezstrukturalne warunkują decyzje nieprogramowane.

Dlatego wydaje się słuszne przesunięcie akcentu z optymalizacji skierowanej na zadania programowane, powtarzalne oraz z zadań o wyraźnym profilu matematycznym na problemy dotyczące całego systemu. Problemy te, nie zawsze dające się przedstawić w postaci zadania matematycznego, mogą być z dobrym skutkiem analizowane metodami teorii systemów i cybernetyki.

Zdaniem czołowych przedstawicieli kierunku prakseologicznego zaadaptowanego dla potrzeb zarządzania, sam system nie podejmuje decyzji, lecz ludzie, którzy muszą być traktowani niezależnie od niego. W rzeczywistości decyzje są podejmowane przez organizacje. Decydent (kadra kierownicza) ocenia system w sposób zdeterminowany zajmowanym przez niego miejscem. Dlatego zadania powinny być rozpatrywane nie w odniesieniu do działalności pojedynczych osób, lecz w odniesieniu do potrzeb kierownictwa całością systemu.

W strukturze organizacyjnej układu decyzje są podejmowane na różnych szczeblach zależnie od ich typu. Powszechnie wyróżnia się trzy

Tabela 1.1

Zależności między typami decyzji a ich charakterystykami

Charak- tery- styki Typ decyzji	Złożo- ność proble- mów	Możliwo- ści pro- gramowa- nia (sto- sowania proce- dur)	Liczba potrzeb- nych infor- macji	Rodzaj potrzeb- nych infor- macji	Hory- zont cza- sowy	Zasięg decyzji	Stopień niepew- ności w ocenie przy- szłych stanów	Możliwość przewidze- nia alter- natyw roz- wiązania problemu	Oddziały- wanie czynników motywa- cyjnych
A. Decyzje strate- giczne	bardzo duża	minimal- na	nie- liczne	zagre- gowane	długi	komplek- sowe	bardzo duży	niemoż- liwa	minimal- ne
B. Decyzje aloka- cyjne	średnia	bardzo duża	bardzo liczne	szcze- gółowe	średni (krót- szy od A dłuż- szy od C)	całość niekie- dy lo- kalne	średni	mała	średnie
C. Decyzje opera- cyjne	mała	bardzo duża	bardzo liczne	szcze- gółowe	krótki	fragmen- taryczne czasami lokalne	mały	średnia	bardzo duże

typy decyzji, tj. strategiczne, alokacyjne i operacyjne (wykonawcze)²⁹.

Decyzje strategiczne są związane głównie z otoczeniem układu. Podejmowane są zwykle w warunkach niepewności dotyczącej przedmiotu decyzji. Cechuje je długi czas i bezstrukturalny charakter rozwiązywanych problemów. Informacje pochodzą głównie z otoczenia układu, w którym warunki są niepowtarzalne, a relacje między poszczególnymi elementami cechuje duża niepewność. Proces podejmowania tego typu decyzji to głównie formułowanie hipotez.

Decyzje alokacyjne i operacyjne (wykonawcze) dotyczą zagadnień związanych z samym układem. Cechuje je krótki czas, mała niepewność oraz możliwość programowania. Są to problemy o charakterze powtarzalnym w podobnych warunkach. O ile w decyzjach operacyjnych występują wielkości szczegółowe, to decyzje alokacyjne mogą dotyczyć zarówno wielkości zagregowanych, jak i bardzo szczegółowych.

Szczegółowe zależności między poszczególnymi typami decyzji a ich charakterystykami przedstawia tabela 1.1.

Biorąc pod uwagę wagę podejmowanych decyzji, ich różny zakres i czas oraz możliwości programowania można stwierdzić, że prawidłowe funkcjonowanie układu (przedsiębiorstwa) zależy od tego czy system zarządzania w konkretnej sytuacji decyzyjnej stwarza możliwości wyboru właściwej decyzji, zapewnia decyzję optymalną w danych warunkach oraz gwarantuje jej realizację.

1.2. Procesy informacyjne w systemach zarządzania

Proces zarządzania, który obejmuje zarówno sterowanie układem poprzez decyzje podejmowane na podstawie danych z przeszłości, jak i

²⁹ Inny podział decyzji (na pięć grup) proponuje J. Gościński (por. [44], s. 328).

ustalanie jego przyszłych celów i metod ich osiągnięcia, wymaga odpowiedniego systemu informacyjnego. System ten powinien obejmować także czynności, jak: produkowanie danych źródłowych, ich magazynowanie, przetwarzanie, przesyłanie, porządkowanie i łączenie w układy wymagane przez decydentów poszczególnych szczebli.

W swojej działalności decydent podejmuje zazwyczaj dwa rodzaje decyzji, a mianowicie:

- dotyczące ukierunkowania działania układu i określające jego nowe cele,
- takie, które rozwiązują zaistniałe problemy, czyli są realizacją decyzji poprzednich.

Ponieważ na podejmowanie decyzji wpływa wiele czynników (pkt 1.1), powstaje pytanie, co jest informacją dla tego procesu. Ogólnie uważa się, że informacje te dotyczą:

1. przyszłych przewidywań odnoszących się do polityki, planów, projektów i programowania,
2. oceny przebiegu realizacji podstawowych procesów,
3. wyników osiągniętych w przeszłości,
4. określenia trendu działania układu na podstawie przeszłych i bieżących okresów.

Informacjami natomiast do innych celów są na przykład dane tworzone w ramach prac administracyjnych oraz dane statutowe organizacji.

Przyjmując więc za kryterium klasyfikacji potrzeby zarządzania można wyróżnić cztery podstawowe grupy informacji³⁰:

³⁰J. Gościński przyjmując za kryterium podziału przedmiot informacji wyróżnia informacje dotyczące pracowników, efektów rzeczowych, materiałów, przedmiotów nietrwałych, środków trwałych, finansów. Według funkcji natomiast wyróżnia informacje dotyczące organizowania, planowania, sprawozdawczości, ewidencji, kontroli, analizy, obliczeń, koordynowania i czynności operacyjnych (por. [44], s. 144).

1. informacje planistyczne, które mają podstawowe znaczenie w gospodarce socjalistycznej. Informacje tego typu stanowią obiektywną kategorię ekonomiczną, określają bowiem bieżące cele działania z jednoczesnym uzależnieniem spodziewanych rezultatów od przyszłych działań,

2. informacje finansowo-księgowe o obrocie i przepływie środków finansowych. Są to informacje powtarzalne i dotyczą bieżących i przeszłych stanów układu,

3. informacje techniczno-technologiczne dotyczące fizycznego przepływu materiałów, przedmiotów pracy i wyrobów w układzie,

4. informacje osobowe.

Wymienione grupy informacji stanowią jeden zintegrowany i wzajemnie powiązany system informacji³¹.

System informacyjny zarządzania według J.W. Gościńskiego powinien obejmować następujące elementy³²:

1. cele podstawowe całej organizacji oraz podcele jej elementów składowych,

2. zadania i czynności, których realizacja umożliwia osiągnięcie celów podstawowych i cząstkowych,

3. wymagania dotyczące częstotliwości, treści i układu informacji potrzebnych do podejmowania działania,

4. zestawienia informacyjne i tabulogramy,

5. podstawowe zbiory danych i procedury ich modyfikacji,

6. dane elementarne.

³¹E. Niedzielska podaje, że strukturę takiego systemu tworzy "wyróżniony przestrzennie i uporządkowany czasowo kompleks zbiorów informacji, punktów ich generowania (nadawania), kanałów (środków technicznych) ich przesyłania oraz punktów ich odbioru" (por. [95], s. 12).

³²Por. [44], s. 312.

Z wymienionych elementów trzy pierwsze należą do systemu zarządzania, pozostałe zaś do systemu informacyjnego. Obydwa systemy łączy sprzężenie zwrotne między elementami wymienionymi w punkcie (3) i (4). Sformułowane na najwyższym szczeblu cele, których osiągnięcie decyduje o powodzeniu całości, są realizowane na szczeblach niższych, na których zachodzą procesy wytwórcze i stamtąd też właściwie zorganizowany system informacyjny powinien czerpać dane. Dane te są następnie selekcjonowane, przetwarzane, weryfikowane i grupowane w sposób wymagany przez system zarządzania. Ostatnią funkcją systemu informacyjnego jest ich przesyłanie do tych punktów struktury organizacyjnej, w których są one potrzebne do realizacji zadań i osiągnięcia celów.

W układach, w których cele są podzielone na podcele, a obsługujące je zbiory decyzji na podzbiory, kanały informacyjne są dłuższe niż w strukturach bardziej scentralizowanych³³. Informacje o przebiegu procesów wytwórczych i stopniu realizacji założonych celów przechodzą przez większą liczbę pośrednich punktów, opóźniając proces transmisji i zwiększając możliwość zniekształceń. Dlatego zdolność przepustowa kanałów informacyjnych i pojemność informacyjna podukładów są w pewnym sensie wąskim gardłem procesu zarządzania, zależnym od dwóch podstawowych czynników, tj. techniki oraz czasu przetwarzania i przesyłania danych. Pomijając w tym miejscu problemy związane z techniką przetwarzania i przesyłania danych rozważmy wpływ czasu na procesy decyzyjne pod względem sprawności zarządzania. Sprawność ta wyznaczana jest długością cyklu pozwalającą podejmować decyzje i inicjować działa-

³³ Kanałem informacyjnym określa się pewien element pośredniczący w przekazywaniu sygnałów niosących informacje o obiekcie między obserwatorem-nadawcą a odbiorcą. Im więcej kanałów łączy odbiorcę z obserwowanym obiektem, tym pełniejszą informację o nim otrzymuje.

nia w przypadkach odchylenia wartości realizowanych od wartości założonych w programie. Niezależnie bowiem od dysponowanej techniki przetwarzania danych decydent podejmuje decyzje o przyszłym docelowym stanie układu na podstawie niepełnej znajomości jego stanu wyjściowego. Informacje, na których opiera swoją ocenę stanu układu, są informacjami o stanie wcześniejszym niż stan istniejący w momencie podejmowania decyzji. Dlatego dla ich jakości i trafności ważne jest ile czasu upłynęło między znanym stanem układu a chwilą podjęcia decyzji. J.W. Gościński proponuje ocenę sprawności zarządzania oprzeć na następującej zasadzie bilansu czasu³⁴:

$$\sum_{n=1}^5 T_n \leq T^p \quad (9)$$

gdzie: T^p - p-ty przedział czasu, którego dotyczą informacje i decyzje operacyjne,

n - numer przedziału czasu będącego częścią cyklu zarządzania. Zgodnie z tą zasadą czas trwania poszczególnych zbiorów czynności cyklu zarządzania nie może być większy od czasu trwania całego cyklu. Czas trwania poszczególnych czynności dotyczy:

T_1 - czas potrzebny na zebranie informacji o realizacji zadań w czasie T^p , zbieranych w czasie T^{p+1} ,

T_2 - czas niezbędny do sprawdzenia informacji o wynikach osiągniętych w czasie T^p ,

T_3 - czas niezbędny do przygotowania decyzji, a więc czas transformacji zebranych informacji na zbiór informacji decyzyjnych oraz sporządzenia prognozy o określonej części czasu T^{p+1} ,

T_4 - czas potrzebny do podjęcia decyzji przez odpowiednie szczeble zarządzania i do opracowania poleceń operacyjnych, przenoszących de-

³⁴Por. [43], s. 137.

czyż układów kierowniczych do stanowisk wykonawczych,

T_5 - czas niezbędny do przekazania poleceń operacyjnych do stanowisk wykonawczych.

Przez system informacji należy więc rozumieć zbiór informacji, którego kryteria doboru, układ i forma są określane przez potrzeby decydentów, dla których jest on opracowywany. Najważniejszą sprawą jest zatem wyselekcjonowanie informacji dla potrzeb decydentów, przekazanie ich w czytelnej formie oraz w wymaganym czasie. Gdy warunki te nie są spełnione, uwaga decydentów może się skupić na zagadnieniach mniej istotnych, nie związanych (a nawet sprzecznych) z głównym celem działalności.

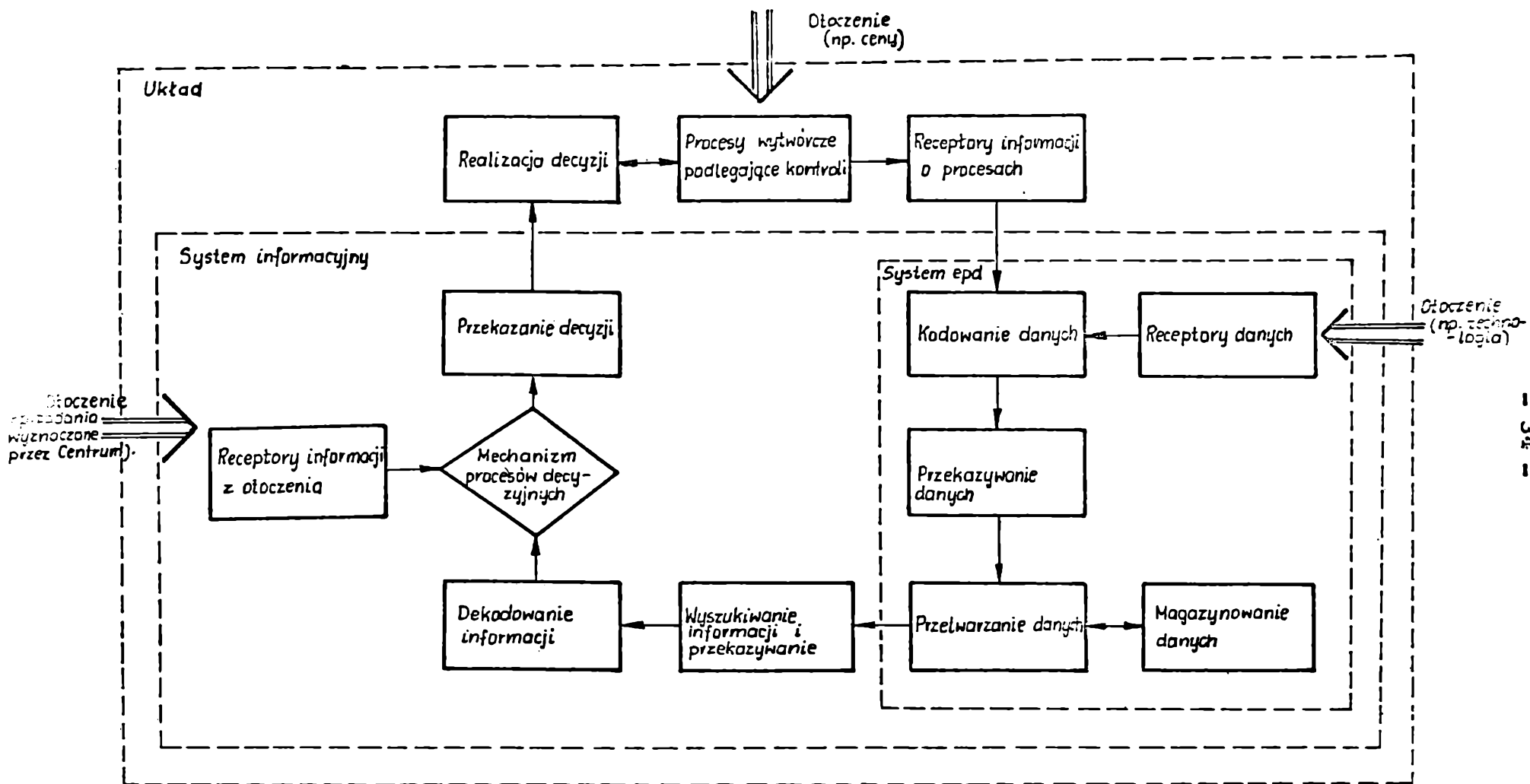
Tworząc więc model systemu informacyjnego należy określić:

1. rodzaje informacji (tzn. ich treść), które powinny być przekazywane wewnątrz układu zgodnie z potrzebami uczestników,
2. nadawców, którzy określone informacje powinni przygotowywać i przekazywać,
3. odbiorców, którzy określone informacje powinni otrzymywać i wykorzystywać,
4. kanały, którymi te informacje powinny przepływać, tzn. długość, czas przepływu oraz realizację techniczną.

A. Koźmiński cytując C.M. Kriebela i R.L. Van Horna definiuje system informacyjny jako "...formalny zespół środków ludzkich i kapitałowych oraz programów, których funkcjonowanie przejawia się w zbieraniu, kodowaniu, magazynowaniu, przetwarzaniu, odnajdywaniu, komunikowaniu, dekodowaniu i użytkowaniu danych dla podejmowania decyzji w zarządzaniu"³⁵. W opracowanym na podstawie podanych w definicji elementów modelu systemu informacyjnego w zarządzaniu (rys. 1.5) podkreśla on następujące cechy systemu informacyjnego³⁶:

³⁵ Por. [76].

³⁶ Osobnym wyodrębnionym elementem w tym modelu jest system elektronicznego przetwarzania danych.



Rys. 1.5. Model systemu informacyjnego w zarządzaniu

1. system jest sformalizowany, czyli abstrahuje się od nieformalnych kanałów przekazywania informacji,

2. funkcjonowanie systemu informacyjnego wymaga zaangażowania zarówno środków materialnych (technicznych), jak i ludzi pełniących określone funkcje, które mogą być scharakteryzowane w kategoriach recepcji, przetwarzania i emisji informacji,

3. wymienione kolejno czynności związane z przepływem informacji są wielokrotnie powtarzalne,

4. system informacyjny jest podporządkowany procesowi podejmowania decyzji.

Problematyka podejmowania decyzji wiąże się ze znajomością możliwych stanów rzeczy układu (w określonym obszarze), znajomością relacji przyczynowo-skutkowych pomiędzy działaniami a odpowiednimi stanami układu co implikuje zbiór wariantów działania oraz umiejętnością przypisywania ocen wartościujących wybranym rozwiązaniom. Ze względu na to należy ustalić rodzaj informacji potrzebnych do podjęcia właściwej decyzji określając jednocześnie stopień niepewności zawarty w danym problemie, który jest różnicą między liczbą informacji potrzebnych a liczbą informacji posiadanych. Występują tu dwie zależności:

cele systemu - rodzaje informacji

rodzaje informacji - kontrolne informacje.

Pierwsza zależność stanowi orientację wyposażenia systemu na przyszłość, druga na teraźniejszość.

Wśród problemów związanych z przekazem informacji istotnym zagadnieniem jest możliwość pozyskiwania pełnej "absolutnej" informacji o danym obiekcie³⁷. Powszechnie uważa się, że zawsze dysponujemy niepeł-

³⁷Przekazem informacji nazywa się ich przenoszenie w przestrzeni, natomiast przenoszenie informacji w czasie jest nazywane magazynowaniem lub zapamiętywaniem.

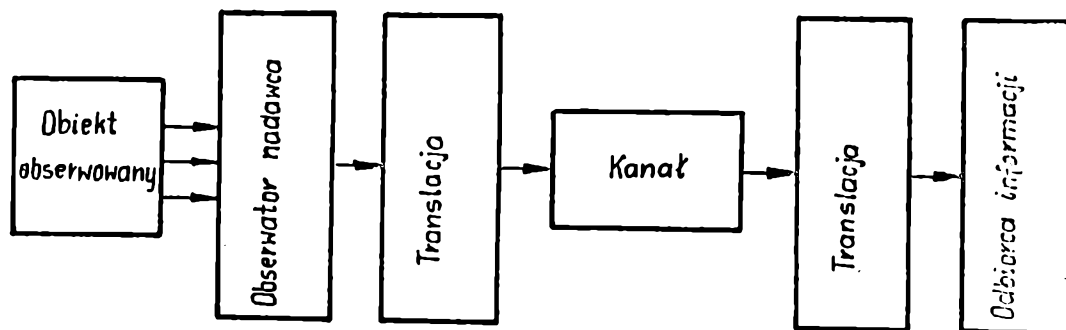
ną informacją o obiektach rzeczywistych (nawet w przypadku bardzo prostych obiektów jest możliwe co najwyżej asymptotyczne zbliżanie się do informacji pełnej)³⁸.

Jak wiadomo, informacja dociera do odbiorcy (decydenta) w postaci strumienia pewnych sygnałów. Ciąg sygnałów (dowolnej postaci) reprezentujących określone znaczenie dla danego odbiorcy jest nazywany wiadomością. Każda konkretna postać wiadomości zależy od kodu, w którym została sformułowana. Konieczność stosowania kodów implikuje pewne ograniczenia przy przekazie informacji. Po pierwsze, odbiorca (decydent) może skorzystać z informacji zawartej w otrzymanej wiadomości tylko wtedy, gdy zna kod, w którym została ona sformułowana. W przeciwnym wypadku musi skorzystać z tłumacza, czyli tłumacza. Każdy kanał informacyjny jako urządzenie techniczne pozwala na przekazywanie informacji tylko w określonym kodzie (lub kodach). Na przykład w obserwacji bezpośredniej obserwator-człowiek odbiera informacje w tzw. kodzie doznaniowym. Jeżeli jednak informacja o obserwowanym obiekcie ma być przekazana (rys. 1.6), to konieczna jest translacja na kod komunikacyjny³⁹. Przy translacji może wystąpić strata informacji. Jest to bowiem operacja przyporządkowania wiadomościom sformułowanym w pewnym kodzie wiadomości sformułowanych w innym kodzie.

Mówiąc o kanałach nie można pominąć zakłóceń związanych z przekazywaniem informacji. Teoretycznie można przyjąć istnienie kanałów nie

³⁸Problem sformułowania ogólnej, pełnej i powszechnie akceptowanej definicji pojęcia informacji jest nadal otwarty. H.Greniewski podkreśla, że informacja występuje jak gdyby w dwóch zasadniczych rolach: jako odbicie tego co istnieje (w sensie materialnym) oraz jako czynnik określający w pewnym stopniu formę (postać) przyszłych rzeczy i zjawisk.

³⁹Por. [5].



Rys. 1.6. Proces przekazywania informacji

wprowadzających żadnych zakłóceń tzw. kanałów bezszumowych. Praktycznie jednak każdy kanał techniczny wprowadza pewien poziom zakłóceń przypadkowych (szumów). Zjawiska tego nie można wyeliminować zupełnie i chodzi jedynie o to, aby zapewnić dostatecznie niski poziom szumów (nie wyższy od dopuszczalnego dla danego systemu).

Ważna jest przepustowość kanału, tzn. liczba elementarnych sygnałów, które mogą być przekazane przez kanał w jednostce czasu. Stąd problem wyszukania takich kodów, w których można przekazać jak najwięcej informacji przy użyciu jak najmniejszej liczby sygnałów elementarnych.

Podsumowując można przyjąć, że każdy system zarządzania ze względu na dużą różnorodność form i przejawów działalności gospodarczej funkcjonuje w warunkach występowania obiektywnych ograniczeń procesu obiegu i przetwarzania informacji. Ważniejszymi takimi ograniczeniami są następujące fakty:

1. Centrum zarządzające (dowolnego szczebla) otrzymuje z reguły niepełną informację o obiekcie zarządzanym,

2. Informacja sterująca jest przekazywana na ogół w ilości niedostatecznej do jednoznacznego określenia stanu obiektu zarządzanego i pozostaje pewien obszar swobody (nieokreśloności), w którym wybór jest dokonywany na podstawie informacji dopełniających oraz kryteriów związanych z celami lokalnymi,

3. zawsze istnieje określone opóźnienie informacyjne,

4. w każdym systemie zarządzania informacja jest obciążona różnego rodzaju zakłóceniami.

Pierwsze dwa ograniczenia są związane z przepustowością kanałów informacyjnych, która nie jest wystarczająca do przekazywania informacji o obiekcie. Występujące straty informacji na każdym szczeblu systemu zarządzania są spowodowane obiektywnym prawem obiegu informacji w systemach szczególnie złożonych. Zachodzi tam tzw. redukcja informacji, w której rezultacie informacja o stanie obiektu zarządzającego jest zawsze niepełna. Omawiając drugie ograniczenie można postawić tezę, że każda działalność wymaga określonego kwantum informacji. Informacja ta może być pobierana z różnych źródeł. Dwa źródła są nazywane substytucyjnymi, jeżeli informacja z jednego źródła może być zastąpiona informacją z drugiego źródła. W przeciwnym wypadku są to źródła komplementarne.

Przyjmując, że dla pewnej działalności istnieje niezbędne kwantum informacji Q oraz że informacja dostarczona z poszczególnych źródeł sumuje się, to wyróżniając n źródeł J. Eysymontt proponuje następujące wyrażenie określające bilans informacji dla danego obiektu i jego działalności⁴⁰:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (10)$$

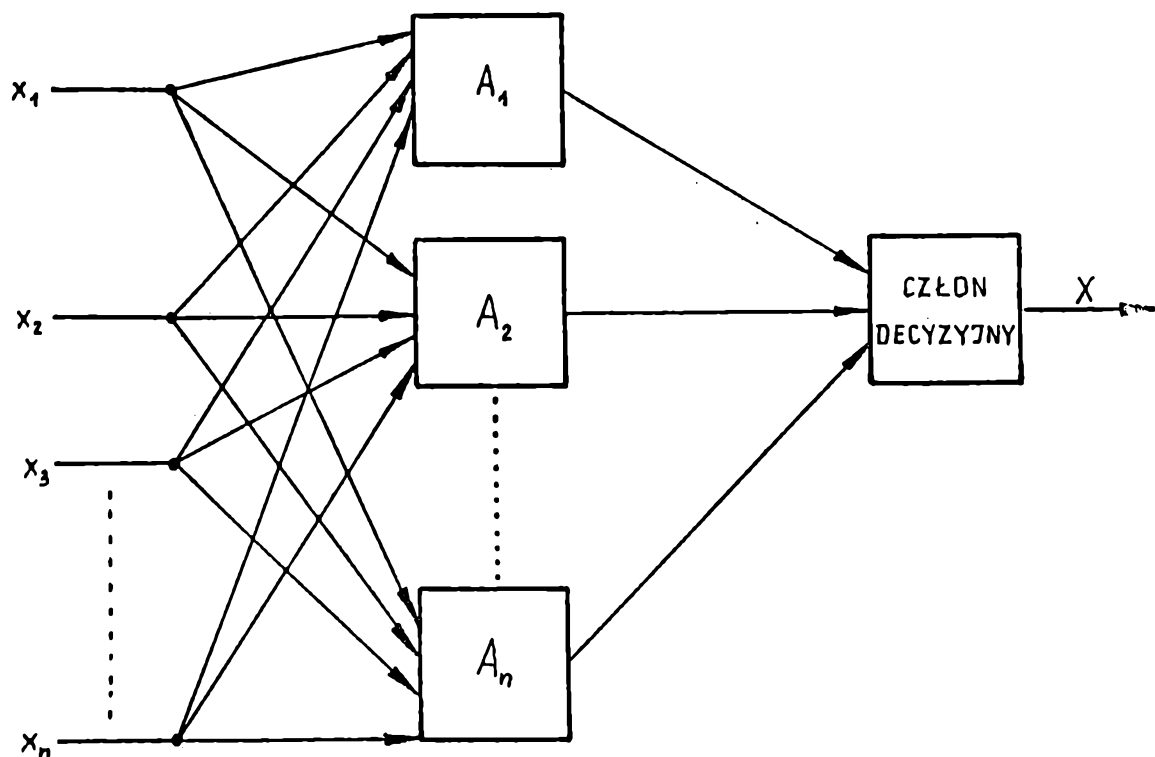
⁴⁰Por. [26], s. 79.

gdzie: q_i = ilość informacji ze źródła i (dla $i = 1, 2, \dots, n$).

Przedstawiona postać bilansu zakłada, że n dostępnych źródeł w pełni zaspokajają zapotrzebowanie na informacje. W sytuacji gdy informacje pochodzące ze wszystkich dostępnych źródeł nie wyznaczają jednoznacznie działalności mamy do czynienia z wyborem losowym. Dlatego pierwsze $(n-1)$ uwzględnianych źródeł informacji to określone strumienie informacji, natomiast n -te źródło to tzw. generator losowości. Wybór losowy może być nieoptymalny, ale nie jest on nieracjonalny, wynika bowiem z obiektywnej konieczności (z pewnego stanu niewiedzy decydenta). Można więc powiedzieć, że im bardziej złożona jest całość (obiekt, działalność), tym większe musi być niezbędne kwantum informacji i tym bardziej jest skomplikowane zarówno sterowanie, jak i realizujący je system informacyjny.

Jak już wspomniano, obieg informacji w systemach realizuje się w postaci przekazywania i przetwarzania danych, tj. wiadomości formułowanych w kodach (językach). Główne makrooperacje wykonywane na zbiorach danych to agregacja, czyli grupowanie, oraz selekcja polegająca na wybieraniu ze zbioru danych pewnego podzbioru. W wyniku tych operacji następuje pewna redukcja danych, co przedstawia graficznie rys. 1.7. Jeżeli zastosujemy operacje selekcji lub agregacji w stosunku do danych wejściowych, to otrzymamy pewien zbiór pochodny. Ilość informacji zawarta w zbiorze pochodnym będzie zawsze mniejsza niż w zbiorze pierwotnym. Ponieważ decyzje nie są podejmowane bezpośrednio na podstawie danych wejściowych, ale na podstawie innych wielkości (zagregowanych, wybranych) związanych w pewien sposób z danymi wejściowymi, istotne jest, z punktu widzenia sterowania, aby operacje agregacji i selekcji powodowały jak najmniejsze straty informacji użytecznej.

Powszechnie wiadomo, że ilość nie jest wystarczającą charakterystyką



Rys. 1.7. Agregacja danych

liczbową zjawisk informacyjnych i obok niej wprowadza się w miarę użyteczności lub wartości informacji. Użyteczność informacji może być określona dopiero po zdefiniowaniu sytuacji decyzyjnej, gdy decydent stwierdzi, że otrzymana wiadomość zawiera informację użyteczną, czyli zmniejszającą nieokreśloność wyboru w obrębie danej sytuacji decyzyjnej. Dlatego dążeniem każdego decydenta jest zapewnienie sobie maksimum informacji użytecznej.

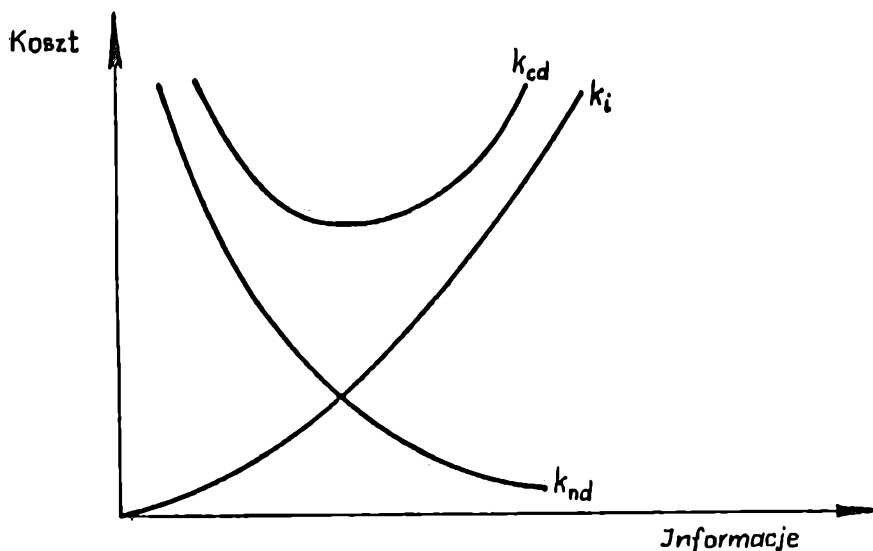
Każdy układ opiera się w pewnym stopniu na wiedzy a priori o obiekcie sterowania. Skuteczność sterowania urządzeniami technicznymi można bez większych trudności sprawdzić empirycznie. Inaczej w systemach zarządzania. Model układu jako całości nie jest z reguły dostatecznie sprecyzowany, a procedury (reguły) zarządzania mają charakter niealgo-

rytmiczny. Stąd trudności związane ze statystyczną estymacją a priori prawdopodobieństwa takich zdarzeń, jak występowanie określonych stanów rzeczy, otrzymanie meldunków, wybór działania. Zastrzeżenia budzi też pojęcie użyteczności uzyskiwanej w wyniku przetworzenia określonej informacji w decyzję. Mierzenie tej wartości za pomocą takich wskaźników jak na przykład przyrost zysku, nie daje rezultatów ze względu na trudności jednoznacznego powiązania informacji z decyzjami, a decyzji z przyrostami zysku (poza tym zysk w gospodarce socjalistycznej nie jest jedynym celem działalności układów). Nie można także zakładać, że informacja, która w danym okresie nie prowadzi do żadnego działania, nie ma wartości. Ma ona bowiem znaczenie jako czynnik zmniejszający niepewność działania, potwierdzającą słuszność podjętych decyzji.

Z reguły estymacja wartości informacji jest możliwa tylko w stosunku do decyzji podlegających pełnej kwantyfikacji na przykład w formie modeli występujących w badaniach operacyjnych. Jest to jednak jedynie niewielki procent decyzji i to podejmowanych głównie na niższych szczeblach zarządzania. Nie można więc jednoznacznie określić zbioru danych wejściowych niosących informację użyteczną. Dlatego decydenci gromadzą wszystkie możliwe informacje, którymi nikt się nie posługuje, wyobcowane z systemu, któremu miały służyć. Gromadzenie informacji jest jednak kosztowne. Problem ten graficznie przedstawia rys. 1.8⁴¹.

Gdy decyzje są podejmowane bez żadnej informacji, najwyższy jest wtedy koszt decyzji nieoptymalnych (K_{nd}). W takiej sytuacji podjęte działania tylko przypadkiem mogą zapewnić realizację zamierzonego celu. W miarę natomiast powiększania zasobu informacji zmniejsza się obszar niewiedzy, spada koszt nieoptymalnych decyzji, ale rośnie koszt związany

⁴¹Por. [44], s. 314.



Rys. 1.8. Zależność między kosztem informacji a kosztem decyzji nieoptymalnych

ze zdobywaniem informacji (K_i). Krzywa kosztu całkowitego $K_{cd}(K_i + K_{nd})$ wskazuje, że w procesie decyzyjnym istnieje pewna ekonomiczna optymalna liczba informacji, której przekroczenie obniża wprawdzie koszt decyzji nieoptymalnych, ale podwyższa ich koszt całkowity. Podsumowując można stwierdzić, że zwiększenie liczby informacji jest słuszne tylko wtedy, gdy dane zawierają informację użyteczną, w przeciwnym przypadku nie zmniejszają one nieokreśloności wyboru. Tak więc ilość danych nie równa się ilości informacji w nich zawartych.

Liczba informacji przekazywanych w strumieniach danych może się zmniejszyć nie tylko na skutek agregacji i selekcji (co zostało już omówione), ale może być też rezultatem zakłóceń w przekazie, np.:

1. niekompletności sieci komunikacyjnej, co powoduje, że na pewnych stanowiskach decyzyjnych brakuje informacji potrzebnych do rozwiązania problemu. Występuje wtedy tzw. luka informacyjna,

2. przeładowania kanałów komunikacyjnych, co prowadzi do opóźnienia w przekazywaniu informacji i powoduje jej zniekształcenie.

Poza zniekształceniami informacji wynikającymi z niedostosowania kanałów komunikacyjnych do potrzeb przekazu a także zakłóceniami spowodowanymi czynnikami psychologicznymi istnieje duża grupa zakłóceń specjalnych związanych z oddziaływaniem mechanizmów społecznych na proces przekazywania informacji. Są to wiadomości (dane) nie będące odbiciem rzeczywistych stanów układu, ale wytwarzane w celu kształtowania decyzji jednostki zarządzającej zgodnych z określonymi celami lokalnymi. Do tej grupy zakłóceń można zaliczyć selekcję informacji, gdy odbiorca nie ma dostępu do zbioru informacji a nadawca wybiera i przekazuje tylko niektóre.

Omawiając zasady funkcjonowania systemu informacyjnego należy podkreślić następujące parametry technologiczne:

1. wielkość, czyli liczba sfer działania i członków organizacji objętych systemem,
2. struktura mechanizmu decyzyjnego, tzn., sposób w jaki informacje dostarczone przez system są użytkowane przy podejmowaniu decyzji,
3. wzorzec powiązań informacyjnych między poszczególnymi punktami decyzyjnymi,
4. hierarchia systemu, jego podział na podsystemy, które z kolei dzielą się elementy niższego rzędu,
5. liczba etapów w procesie przetwarzania danych, a także zasięg czasowy, którego te dane dotyczą,
6. metody i środki techniczne używane w celu komunikowania się,
7. zawartość komunikatów (liczba słów, bitów, forma opisowa czy skwantyfikowana, częstotliwość przekazywania itd.),

8. metody kodowania i wyszukiwania zmagazynowanych informacji,

9. przetwarzanie obejmujące ogół operacji dokonywanych na danych od recepcji aż do zastosowania przy podejmowaniu decyzji (agregacja danych, wyciąganie średnich, korelacja, interpretacja itp.).

Tak więc system informacyjny zarządzania, niezależnie od użytkowanego sprzętu, jest siecią kanałów przesyłania informacji z punktów gdzie powstają poprzez punkty przetwarzania do decydentów (sprzężenie zwrotne), a następnie ze stanowisk decyzyjnych do punktów wykonawczych (sterowanie).

Systemy informacyjne z reguły zapewniają decydentom dane, które służą prawidłowemu funkcjonowaniu i kontroli ogólnego toku czynności w jednostkach organizacyjnych. Nie dostarczają one jednak informacji potrzebnych do podejmowania decyzji o bardziej specjalistycznym charakterze, tj. decyzji strategicznych. Istniejące bowiem systemy informacyjne koncentrują się na decyzjach operacyjnych oraz taktycznych i mają głównie zanalizować odchylenia między poziomem norm sterujących a ich realizacją a także przekazywać proste relacje między informacjami numerycznymi. W takim stanie rzeczy zaspokajanie potrzeb informacyjnych wyższych szczebli decyzyjnych hierarchii zarządzania nie może być realizowane systemem i strukturą informacyjną właściwą niższemu poziomowi decyzyjnemu, zwłaszcza że istniejący potencjał obliczeniowy umożliwia dostarczanie informacji nawet dla bardzo złożonych zagadnień.

1.3. Zakres i formy stosowania informatyki w zarządzaniu

Jak już wcześniej wspomniano, istota zarządzania polega na wieloetapowym procesie podejmowania decyzji, w których wyniku dany układ zmienia swój stan wyróżniony. Tak więc w każdym systemie zarządza-

nia występują pewne podstawowe elementy takie, jak: system decyzyjny, system informacyjny, system technik przetwarzania informacji oraz system struktur organizacyjnych.

Kolejność ta nie jest przypadkowa, lecz wynika z logicznej sekwencji problemów występujących w systemie zarządzania. Wiodący jest proces decyzyjny, którego eksploatację oznacza:

1. ustalenie w sposób logiczny kolejności decyzji, które muszą być podejmowane by osiągnąć założony cel działania,
2. określenie zbiorów informacji, które muszą być dostarczone decy-
dentom, aby umożliwić im podejmowanie decyzji,
3. uszeregowanie w sposób logiczny kolejnych decydujących i ustalenie
zależności między nimi,
4. ustalenie terminów podjęcia decyzji,
5. ustalenie nadawców i odbiorców decyzji a także treść i formę
decyzji.

Do podejmowania decyzji niezbędne są informacje. System informacyjny jest więc następnym elementem systemu zarządzania. Jest on ściśle powiązany z systemem decyzyjnym, dlatego często się używa terminu system informacyjno-decyzyjny. Wiodącym systemem dla każdego układu jest jednak system decyzyjny, który w pewnym sensie wymusza treść, ilość i jakość zbiorów informacji. Odwrotny przypadek, tzn. wiodąca rola systemu informacyjnego, mógłby narzucić sytuację, w której byłyby podejmowane tylko te decyzje, dla których istnieją informacje.

Trzeci element systemu zarządzania – techniki przetwarzania informacji – jest to formalnie rzecz biorąc część systemu informacyjnego wyodrębniana ze względu na różny stopień skomplikowania problemów w nim występujących oraz ich dużą ilość. System technik przetwarzania informacji

obsługuje bezpośrednio system informacyjny, pośrednio zaś system decyzyjny.

Ostatni element wynika z podziału całości na części w celu zwiększenia efektywności działania. Podział taki zależy od:

1. formy realizowanego systemu decyzyjno-informacyjnego,
2. stosowanych technik przetwarzania informacji,
3. przyjętej technologii procesu wytwórczego.

Funkcjonujący w procesach zarządzania system informacyjny spełnia funkcję odwzorowywania procesów planistyczno-wykonawczo-kontrolnych i jest określany terminem informacyjnego systemu zarządzania⁴². Realizuje się on za pośrednictwem procesów przetwarzania informacji pochodzących ze sfery zarządzania układem. Proces przetwarzania informacji natomiast może się odbywać za pomocą technik konwencjonalnych (nieinformatycznych) a także za pomocą technik niekonwencjonalnych (urządzeń małej informatyki oraz komputerów)⁴³.

E. Niedzielska uważa, że "w konwencji fizycznej system informacyjny jest to pewien obszar systemu zarządzania obsługiwany w procesie sterowania informacjami, zaś system informatyczny - to pewien obszar systemu informacyjnego danego obiektu zarządzania, realizowany za pomocą technicznych środków informatyki (zestawów komputerowych)"⁴⁴.

Zadaniem skomputeryzowanego informacyjnego systemu zarządzania jest obsługa procesu przetwarzania danych, który obejmuje takie czynności, jak:

⁴²Por. [96] .

⁴³Konsekwencją tego jest wyróżnianie wśród informatycznych systemów zarządzania systemów małej informatyki oraz systemów komputerowych i te ostatnie będą przedmiotem dalszych rozważań.

⁴⁴Por. [95] , s. 26.;

1. gromadzenie danych źródłowych (dokumenty źródłowe, nośniki maszynowe itp.),
2. kodowanie, tj.: albo przenoszenie danych źródłowych na nośniki maszynowe (karty i taśmy perforowane, karty i taśmy magnetyczne), albo zamiana danych źródłowych na cyfrowe sygnały magnetyczne,
3. przesyłanie danych (drogą fizyczną lub elektryczną),
4. przetwarzanie danych na komputerze,
5. przesyłanie wyników przetwarzania (drogą fizyczną lub elektryczną),
6. dekodowanie wyników (przedstawianie informacji w formie czytelnej dla odbiorcy),
7. wykorzystanie informacji wynikowych.

Zgodnie z ogólną teorią konstrukcji systemów do wybranego modelu systemu zarządzania (jako elementu nadrzędnego) dobiera się odpowiedni model systemu informacyjnego do niego z kolei dostosowuje się model systemu informatycznego⁴⁵. Dlatego analizując system informatyczny należy oceniać sposoby gromadzenia, przetwarzania i prezentacji informacji pod kątem ich najlepszego przystosowania do realizacji funkcji zarządzania.

Strategii budowy systemu informatycznego jest wiele. I tak według tak zwanej strategii "z dołu do góry" system informatyczny jest tworzony na podstawie potrzeb szczebli podstawowych, bez szerszego uwzględnienia potrzeb kierownictwa szczebli wyższych. Postępowanie takie pozwala wprawdzie osiągnąć w krótkim czasie wysoki poziom komputeryzacji przetwarzania danych podstawowych, ale uniemożliwia tworzenie dużych oraz zintegrowanych systemów informatycznych. Stosowanie natomiast strategii "z góry do dołu" powoduje powstawanie systemów informatycznych zaspokajających głównie wymagania kierownictwa szczebli wyższych.

⁴⁵ Por. [95] , s. 25.

Poza tym występują strategie typu pośredniego np.:

- z punktu widzenia komputera system jest budowany wokół określonej konfiguracji sprzętowej, co powoduje deprecjację systemu wraz ze starzeniem się sprzętu,

- według strategii opartej na danych gromadzona jest maksymalna liczba dostępnych danych (na podstawie słownika danych) niezależnie od określonych funkcji działalności organizacji gospodarczej. Rozwiązanie takie jest stosowane przy budowie systemów zawierających bank danych,

- strategia realizująca potrzeby informacyjne poszczególnych grup decydentów, wykorzystuje ona różne źródła informacji i opiera się na różnych sposobach ich przetwarzania. Dlatego posiada dużą wartość użytkową jako czynnik integrujący,

- strategia funkcjonalna, która wykorzystuje podział jednostki organizacyjnej według kryterium funkcji dziedzinowych,

- strategia oparta na procesach regulacji uwzględnia dodatkowo prawidłowy ich przebieg w poszczególnych dziedzinach działalności układu. Tak więc komputeryzacja przetwarzania danych dostarcza podejmującemu decyzję duży zbiór informacji o przedmiocie decyzji oraz określoną liczbę wariantów rozwiązań dzięki czemu zwiększa się skala wyboru.

Dlatego model skomputeryzowanego systemu powinien:

1. zawierać specyfikację potrzeb informacyjnych wszystkich decydentów i pozostałych użytkowników,

2. zapewniać zaspokojenie tych potrzeb w niezbędnym zakresie i wymaganym czasie, czyli zawierać odpowiednie środki techniczne do realizacji,

3. określać sposoby uzyskiwania źródeł informacji oraz zasady ich agregacji i selekcji,

4. definiować formę informacji dostarczonych poszczególnym użytkownikom,
5. określać terminy dostarczania informacji (zgodne czasowo z terminami podejmowania decyzji),
6. zawierać organizacyjne rozwiązanie dotyczące pozyskiwania, przetwarzania, przesyłania i wykorzystania informacji.

Realizacja systemu Informacyjnego w pełni zaspokajającego potrzeby zarządzania sprawiają pewne techniczne trudności. E. Niedzielska stwierdza, że pewną prawidłowością o charakterze empirycznym jest "brak przykładów komputeryzacji całego (pełnego) obszaru problemowego systemu informacyjnego, mamy natomiast do czynienia z obszarami w ogóle nie skomputeryzowanymi lub też skomputeryzowanymi częściowo"⁴⁶. Tak więc nie została praktycznie zrealizowana koncepcja skomputeryzowanego systemu informacyjnego obejmującego wszystkie dziedziny działalności układu. Trudności realizacyjne sprawia bowiem integrowanie potrzeb informacyjnych dla różnorodnych funkcji układu. Dlatego coraz częściej podkreśla się integrujące znaczenie podsystemów, zamiast całego systemu, dla potrzeb zarządzania.

Projektowane systemy informacyjne, które mają zaspokajać określone potrzeby informacyjne zarządzania, różnią się między sobą zakresem kompleksowości, stopniem elastyczności, rodzajami źródeł wykorzystanych danych, zakresem i formą informacji, których dostarczają. Różnice te są spowodowane:

1. poziomem technicznym sprzętu komputerowego,
2. rodzajem standardowego oprogramowania,
3. metodyką projektowania,
4. kwalifikacjami kadry informatycznej.

⁴⁶ Por. [95] , s. 27.

Nie wdając się w szczegóły generalnie można wyróżnić dwa podejścia do projektowania systemów: tradycyjne (konwencjonalne) oraz systemowe.

W podejściu tradycyjnym podstawą jest szczegółowa obserwacja, opis i analiza istniejącego systemu a wnioski z tej analizy służą do zaprojektowania nowego systemu, który następnie jest poddany ocenie. Inną metodę stosuje systemowe podejście do projektowania, w którym syntezę przeprowadza się całościowo w pierwszej fazie nie uwzględniając istniejącego już systemu. Analizę natomiast warunków, w których system ma działać, a także jego ocenę przeprowadza się w następnych fazach, a więc po uchwyceniu syntetycznej całości systemu. Tak więc zasadnicze różnice między tymi metodami występują w pierwszym stadium prac projektowych ⁴⁷. W każdym jednak przypadku podstawowym warunkiem przewidzianej konstrukcji systemu informatycznego jest jasne i dokładne sprecyzowanie celów tego systemu, które pozostają w ścisłym związku z układem celów systemu zarządzania i rozwojem danej jednostki gospodarczej. Jak już wcześniej zaznaczono, główne rodzaje celów zarządzania to cele strategiczne, taktyczne i operacyjne. Cele strategiczne i taktyczne systemu informacyjnego powinny być formułowane na podstawie takich samych celów, ale podnoszących się do systemu zarządzania. Definiuje się je jako potrzeby i wymagania wyższego kierownictwa w zakresie pełnego zapotrzebowania informacyjnego warunkującego sprawne zarządzanie układem. Cele operacyjne natomiast są określane przez potrzeby kierownictwa podstawowego i bezpośrednich uczestników systemu.

⁴⁷ Ogólnie całość prac związanych z projektowaniem systemów informatycznych dzieli się na trzy podstawowe stadia:

- prace projektowe wstępne,
- prace projektowe szczegółowe,
- wdrażanie i eksploatacja systemu.

Wśród funkcjonujących systemów informatycznych można więc wyróżnić trzy zasadnicze stopnie:

- otrzymywanie w sposób automatyczny i szybki potrzebnych informacji na podstawie danych zawartych w różnego rodzaju zbiorach typu kartotekowego,

- bieżąca rejestracja danych, a następnie informowanie decydentów różnych szczebli hierarchii o stanie układu w danej chwili,

- typowy system kontrolujący, którego celem jest regularne informowanie odpowiednich decydentów o wynikach działalności układu w określonych jej sferach. System taki ujawnia przyczynę stanu, pozwala więc poznać czynniki powodujące określone zjawiska a tym samym przewidzieć ich skutki.

Jak wiadomo, komputery są stosowane przede wszystkim do przetwarzania danych do celów zarządzania⁴⁸. Systemy informatyczne zarządzania są budowane głównie w skali mikroekonomicznej i dopiero ich upowszechnienie w skali resortów, regionów i państwa doprowadzi do tworzenia tzw. makrosystemów informatycznych. Ogólnie wyróżnia się następujące poziomy systemów informatycznych, tj.:

- systemy informatyczne państwowe lub rządowe,
- systemy informatyczne resortowe i międzyresortowe,
- systemy informatyczne dla potrzeb automatyzacji zarządzania obiektami (systemy obiektowe).

⁴⁸Innymi podstawowymi dziedzinami ich zastosowań są : obliczenia numeryczne i naukowo-techniczne, sterowanie obiektami i procesami technologicznymi, symulacja procesów, informacja naukowa, techniczna, ekonomiczna i organizacyjna.

Makrosystemami są tylko dwa pierwsze. Zarys klasyfikacji systemów informatycznych z wyodrębnieniem systemów informatycznych zarządzania przedstawia rys. 1.9⁴⁹.

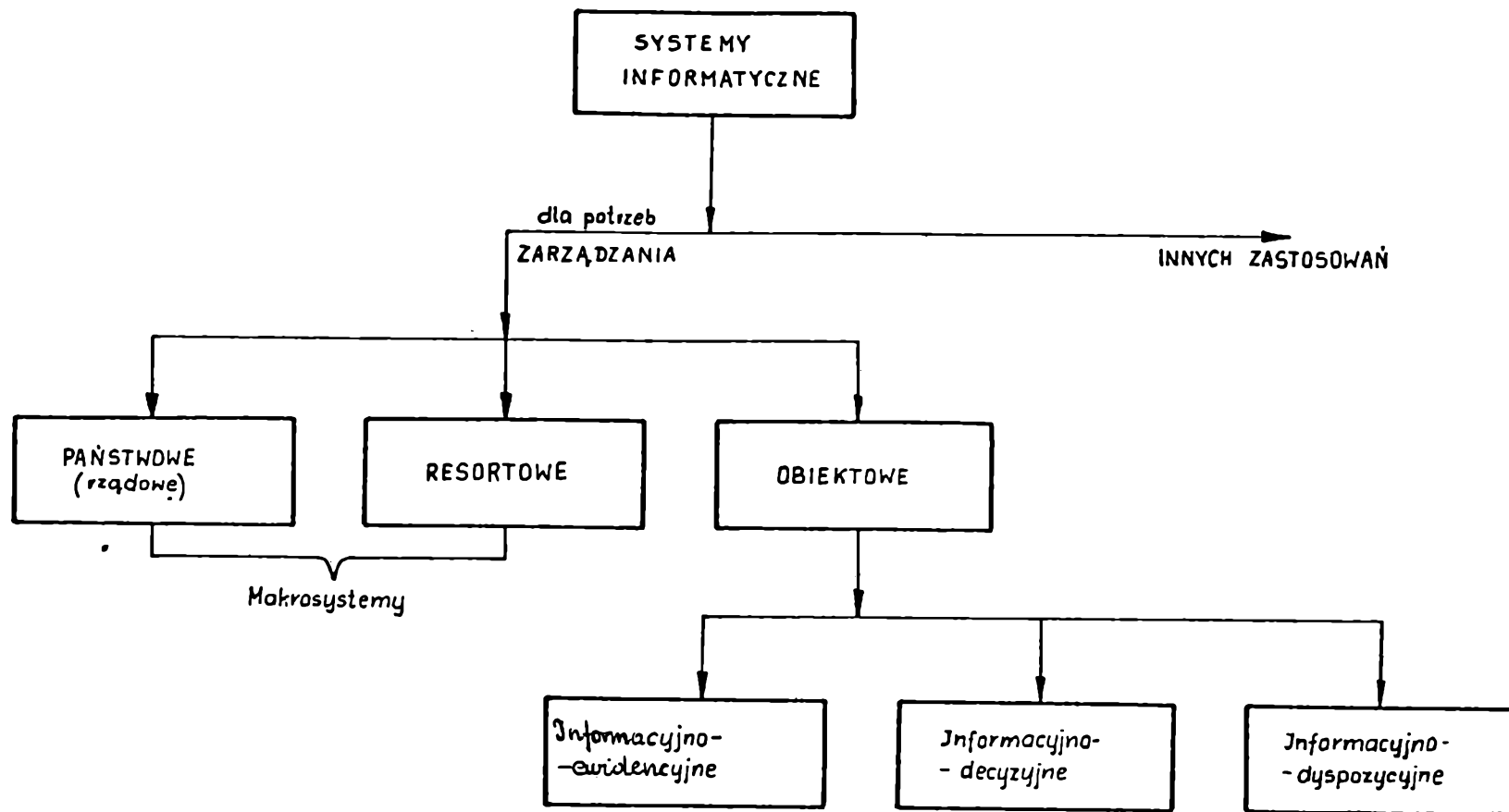
Z punktu widzenia zastosowań informatyki w gospodarce istotne znaczenie na wyodrębnienie obiektów informatyki (są to poszczególne jednostki gospodarujące, w których jest stosowana informatyka), a także wyszczególnienie dziedzin tematycznych, które z reguły charakteryzują się różnorodną organizacją procesu przetwarzania danych. Można wyodrębnić następujące dziedziny tematyczne zastosowań informatyki w zarządzaniu:

- techniczne przygotowanie produkcji,
- planowanie i kontrola produkcji,
- zarządzanie materiałami,
- zatrudnienie i płace,
- koszty własne produkcji,
- środki trwałe,
- sprzedaż i analiza rynku,
- gospodarka finansowa,
- rachunkowość.

Projektując więc zastosowania informatyki należy wybierać te dziedziny, w których dadzą one gospodarce narodowej duże efekty. Efektywność wynikająca z porównania wielkości poniesionych nakładów z uzyskanymi efektami (lub wielkości przewidywanych nakładów ze spodziewanymi wynikami) powinna być podstawowym kryterium zastosowań informatyki we wszystkich dziedzinach.

Ponieważ system zarządzania służy realizacji określonej strategii

⁴⁹Por. [137] , s. 163.



Rys. 1.9. Zarys klasyfikacji systemów informatycznych zarządzania

rozwoju, to większość jego elementów musi się ciągle przystosowywać do zmieniającej się tej strategii, pod groźbą spadku sprawności systemu. Współczesne zastosowania Informatyki w dziedzinie zarządzania muszą się charakteryzować:

1. wprowadzaniem do systemów informatycznych modeli i metod matematyczno-statystycznych umożliwiającą optymalizację decyzji operacyjnych,

2. wspomaganem systemami informatycznymi niektórych funkcji zarządzania realizowanych na wyższych szczeblach.

Tego typu zastosowania wymagają odpowiedniego dostosowania się systemów Informatycznych do istoty działalności obiektu. Oznacza to, że systemy Informatyczne powinny spełniać wymagania wynikające z funkcjonowania obiektu, a więc pełnić rolę służebną wobec jego naczelnych zadań.

System Informatyczny nie może działać niezależnie od modelu obiektu gospodarczego. Właściwe zaprojektowanie tego systemu, nie może powodować rezygnacji z dalszych usprawnień modelowych systemu zarządzania. Wadliwego systemu zarządzania nie poprawi bowiem sama Informatyka. Usługowa rola systemów Informatycznych nie może jednak prowadzić do wniosku, że sprawne i efektywne zarządzanie może we współczesnych warunkach funkcjonować bez Informatyki. Usprawnienia modelowe systemu zarządzania oraz jego wsparcie Informatyczne są bowiem warunkami koniecznymi do podniesienia jego efektywności.

2. ANALIZA METOD BADANIA EFEKTYWNOŚCI SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

2.1. Przegląd dotychczasowych metod badawczych

Nowoczesne systemy zarządzania nie mogą funkcjonować bez jednoczesnego zasilania przez szybką, zagregowaną i wiarygodną informację. Jest ona traktowana jako narzędzie realizacji procesów zarządzania, to znaczy stwarza przesłanki do podejmowania decyzji (operacyjnych, alokacyjnych i strategicznych), a także do uwzględniania rozwiązań optymalnych dla danych problemów. Dotychczasowa praktyka wskazuje, że koszty związane z funkcjonowaniem systemów informatycznych są z reguły bardzo wysokie. Należy więc policzyć korzyści i dokonać ogólnego rachunku rezultatów stosowania tych systemów. Dlatego rozwój i poszukiwanie metod do określenia sprawności i efektywności systemów informatycznych należą obecnie do jednej z ważniejszych dziedzin wiedzy o komputerach¹.

W literaturze wyróżnia się dwa zasadnicze rodzaje ocen:

1. techniczną - dotyczącą właściwego wykorzystania komputera, urządzeń peryferyjnych i stosowanych programów,
2. ekonomiczną - w której problematyce można wyróżnić następujące

¹Efektywnością w ogólnym ujęciu jest określany stosunek uzyskanych rezultatów (E) do poniesionych nakładów (N).

podstawowe grupy zagadnień:

- metody mierzenia efektywności systemów informatycznych,
- kierunki i drogi obniżania kosztów oraz zwiększania efektów funkcjonowania systemów informatycznych.

Analiza opłacalności systemów informatycznych oraz kwantyfikacji korzyści, jakie przynoszą użytkownikom, jest problemem złożonym i niełatwym. Można obliczyć nakłady na system informatyczny, ale trudno jednocześnie określić jego efekty, zwłaszcza nie odnoszące się bezpośrednio do czynności w zakresie przetwarzania danych, lecz pośrednio, powstające w rezultacie wpływu systemów na działalność obiektu.

Propozycji metod liczenia efektywności ekonomicznej wdrożenia i eksploatacji systemów informatycznych jest wiele. Zakres problemów oraz sposób ich rozwiązywania zaproponowany w poszczególnych metodach jest zróżnicowany. Wynika to z odmiennego podejścia do problemów efektywności systemów (na przykład nie wszystkie metody podchodzą do tego zagadnienia w sposób kompleksowy).

Prezentowane poniżej metody umożliwiają ocenę różnych aspektów efektywności ekonomicznej systemów informatycznych i bądź były stosowane w praktyce, bądź pozostały w formie propozycji teoretycznych. Niektóre z nich są uznawane za odrębne metody, ponieważ proponują oryginalne rozwiązania problemów efektywności systemów, inne natomiast są uznawane za wypowiedzi przyczynkowe do tematu. Charakterystyka metod będzie przeprowadzona z punktu widzenia poglądów autorki na efektywność systemów, a nie z punktu widzenia ich zalet czy wad. Brakuje bowiem zasadnych argumentów wynikających ze stosowania tych metod w warunkach polskich.

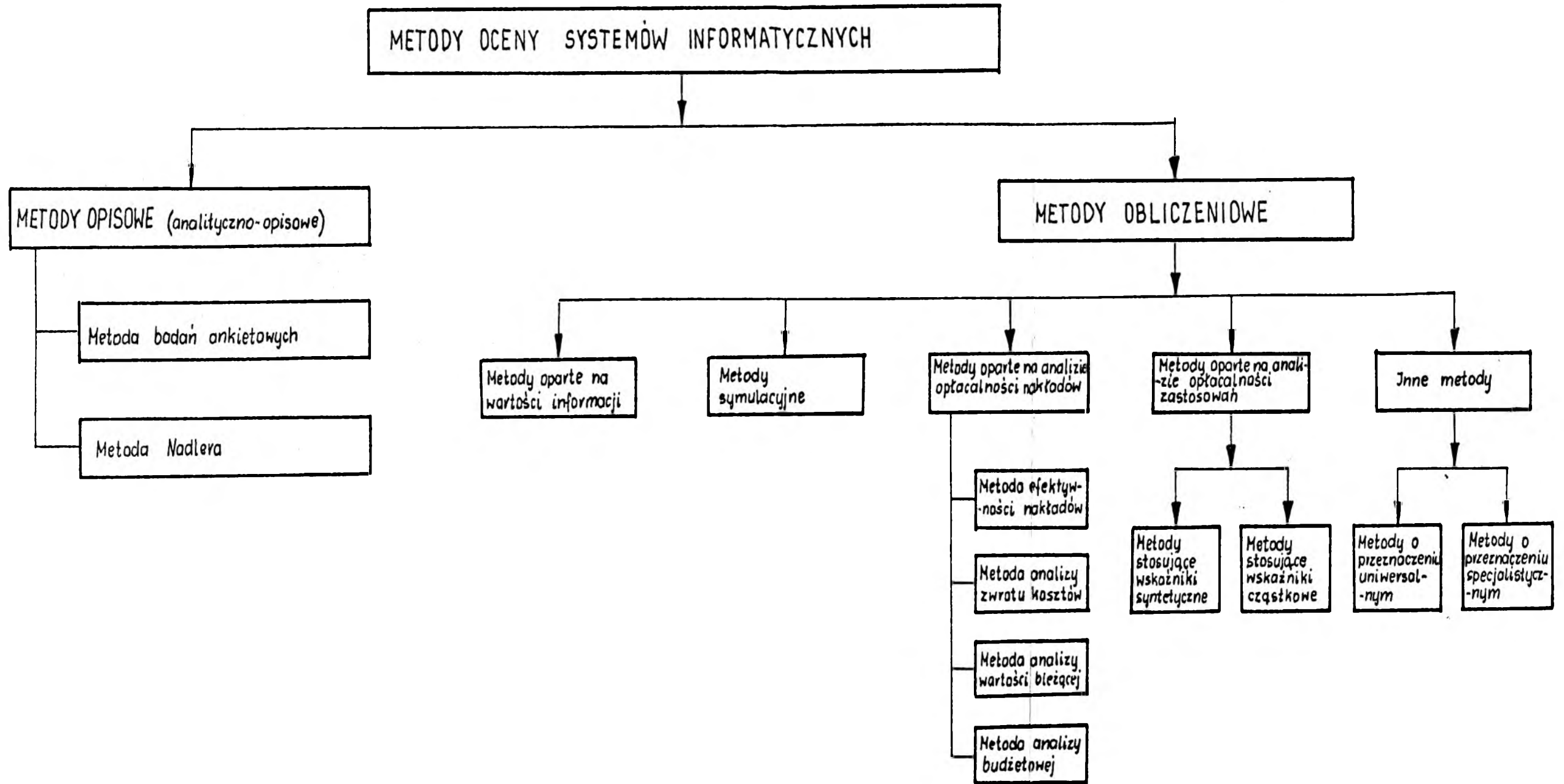
Generalnie metody oceny efektywności systemów informatycznych można podzielić na:

1. obliczeniowe (numeryczne),
2. opisowe.

Metody opisowe były preferowane w początkowym okresie zastosowań komputerów, następnie jako nieścisłe stały się mniej popularne. Ostatnio jednak proponuje się korzystać z nich jako z metod uzupełniających metody obliczeniowe, zwłaszcza gdy pewna grupa objętych rachunkiem efektywności charakterystyk systemów Informatycznych jest niemierzalna.

Stosowanie metod numerycznych było związane z rozwojem odpowiednich typów komputerów oraz metod programowania matematycznego. Metody obliczeniowe są wykorzystywane wtedy, gdy problem może zostać liczbowo zdefiniowany, a zasadnicze cechy badanego procesu lub systemu mają charakter wymierny. Metody obliczeniowe poza tym pozwalają na ilościowe wykazanie wyników (efektów) uzyskanych dzięki zastosowaniu systemu Informatycznego w danym obiekcie. Uważa się jednak, że wyniki te należy traktować jedynie jako szacunki, ponieważ nie uwzględniają one efektów niewymiernych, a także pośrednich, które występują głównie w sferze zarządzania i często potwierdzają wartość systemu Informatycznego. Poza tym o efektywności systemu decydują też ludzie. Wprowadzie dobrze skonstruowany system Informatyczny stwarza warunki do sprawnego funkcjonowania danego obiektu, lecz osiągnięte wyniki będą zależały od tego jak w wyznaczonych ramach formalnych zachowują się ludzie (zarządzający i wykonawcy na różnych szczeblach struktury), będący głównym czynnikiem w procesie przekształcania wejść na wyjścia.

Na podstawie przeprowadzonej analizy istniejących metod oblicze-



Rys. 2.1. Klasyfikacja metod oceny systemów informatycznych

niowych proponuje się podział na następujące grupy (rys. 2.1)²:

1. metody oparte na wartości informacji,

2. metody symulacyjne,

3. metody oparte, w większym lub mniejszym stopniu, na analizie opłacalności ponoszonych nakładów. Można tu umownie wyróżnić cztery rodzaje metod, tj.:

- efektywności nakładów,

- analizy zwrotu kosztów,

- analizy wartości bieżącej,

- analizy budżetowej,

4. metody (nazwane tak w sposób ogólny i bardzo umowny) oparte na analizie opłacalności zastosowań, tj. funkcjonujących w obiektach systemów lub podsystemów³.

Pierwsza grupa za podstawę badania przyjmuje informacje, której rola w procesie zarządzania została szczegółowo omówiona w punkcie 1.2 rozdziału pierwszego. Wykazano tam, iż przedmiotem rachunku powinna być cenność (wartość) i koszt samej informacji w związku z określoną sytuacją decyzyjną⁴.

Cenność (wartość) informacji jest zawsze mierzona w określonej sytuacji decyzyjnej, której ogólny model wygląda następująco⁵:

²Na rysunku ze względu na jego czytelność, nie we wszystkich grupach są zaznaczone poszczególne metody, które wymienia się i omawia w pracy.

³Powyższa klasyfikacja została przeprowadzona z punktu widzenia poglądów autorki i powinna być traktowana jako dyskusyjna (jest pierwszą próbą takiej klasyfikacji).

⁴Próby pomiaru wartości informacji w związku z określoną sytuacją decyzyjną są podejmowane między innymi w pracach [89], [35], [36], [40], [100].

⁵Por. [35].

	J				
i		S_1	S_2	\dots	S_n
d_1		C_{11}	C_{12}	\dots	C_{1n}
d_2		C_{21}	C_{22}	\dots	C_{2n}
⋮		⋮	⋮	⋮	⋮
⋮		⋮	⋮	⋮	⋮
⋮		⋮	⋮	⋮	⋮
d_m		C_{m1}	C_{m2}	\dots	C_{mn}

Sytuacja ta zawiera m możliwych decyzji (d_1, d_2, \dots, d_m) oraz n niezależnych od decydenta stanów sytuacji (S_1, S_2, \dots, S_n). Cennosc decyzji d_i w sytuacji S_j okreslaja liczby C_{ij} macierzy, stad dazenie decydenta do podejmowania decyzji przy najwyzszym C_{ij} . Cennosc sytuacji decyzyjnej okresla wiec liczba $C_s = \max C_{ij}$.

Kazda dodatkowa (dla danej sytuacji decyzyjnej) informacja zmienia istniejacy model oraz cennosc sytuacji decyzyjnej. Miarą wartosci jest odpowiedni przyrost cennosci sytuacji.

Wyznaczanie cennosci sytuacji decyzyjnej zalezy od rodzaju modelu. Dla modeli, w których wystepuje tylko jeden stan, a macierz cennosci zawiera sie w jednej kolumnie, sa wykorzystywane zagadnienia programowania z modelem deterministycznym (liniowym, nieliniowym lub dynamicznym). Cennosc sytuacji decyzyjnej okresla wtedy ekstremalna wartosc funkcji celu, a kazda jej zmiana na skutek dojscia nowej informacji stanowi cennosc (wartosc) informacji.

Dla modeli probabilistyczno-deterministycznych, w których jest znany pelny rozklad prawdopodobienstwa (p_1, p_2, \dots, p_n) wszystkich możliwych stanów sytuacji decyzyjnej (S_1, S_2, \dots, S_n), cennosc sytuacji decyzyjnej okresla wzór

$$\max_i \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot p_j \quad (1)$$

Gdy wynik decyzji jest kształtowany przez czynniki niezależne od decydenta, do wyznaczania cenności sytuacji decyzyjnej stosowane są modele gier.

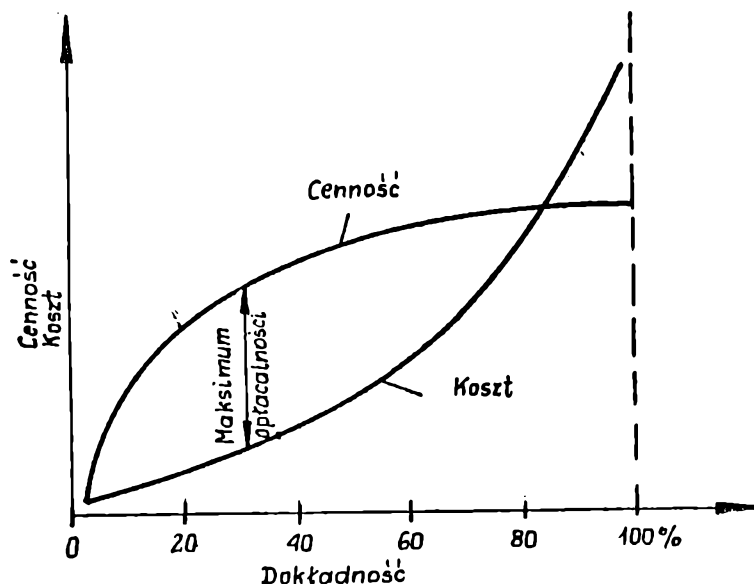
Ogólnie należy stwierdzić, że pojęcie wartości informacji ma znaczenie tylko w połączeniu ze ściśle określonymi celami układu, ponieważ aktualna wartość informacji w określonych sytuacjach decyzyjnych jest zależna od tych celów. Informacja posiada więc wartość ekonomiczną w takim stopniu, w jakim umożliwia podejmowanie właściwych decyzji. Jeżeli cele układu nie są zdefiniowane lub niezbyt jasno sprecyzowane, analiza wartości decyzji lub wartości informacji umożliwiających ich podejmowanie nie jest uzasadniona.

Informacja oprócz wartości ekonomicznej posiada też pewną wartość psychologiczną, co w analizie efektywności systemów informatycznych musi być uwzględnione.

Otrzymywanie i przechowywanie informacji źródłowych wymaga dużych nakładów, dlatego próbuje się znaleźć metodykę ekonomicznej analizy porównawczej wartości informacji i związanych z nią nakładów. Z. Gackowski uważa, że istnieje ścisła zależność między dokładnością informacji, jej cennością oraz kosztem. Zwiększanie bowiem dokładności informacji prowadzi do logarytmicznie malejącego wzrostu jej cenności oraz do wykładniczo rosnącego kosztu uzyskania informacji, co graficznie przedstawia rysunek 2.2⁶.

Dokładność informacji może być wyrażona dwojako. Można ją przedstawić jako stosunek odpowiedzi poprawnych do wszystkich odpowiedzi

⁶Zródło [37], s. 240.



Rys. 2.2. Cenność i koszt informacji jako funkcje jej dokładności

lub oceniać stopień dokładności posiadanych danych. Dokładność informacji bowiem to nie tylko pojęcie jakościowe, ale i ilościowe. G.E. Slezinger proponuje następujący wskaźnik stopnia dokładności informacji⁷:

$$D_I = \frac{I_{we}}{I_{max}} \quad (2)$$

Dokładność informacji, tzn. pełność i wystarczająca ilość danych (niezależnie od charakteru procesu, który ta informacja odwzorowuje), jest mierzona stosunkiem przyjętej, t.j. rzeczywistej lub projektowanej, ilości informacji I_{we} do ilości informacji I_{max} maksymalnej w danych warunkach, na jednostkę czasu lub cykl zarządzania. Ilość informacji L.Brillonin proponuje ustalać według następującego wzoru⁸:

$$I_i = k \ln p_0 \quad (3)$$

⁷ Por. [120].
⁸ Por. [16].

gdzie: I_1 - sytuacja końcowa (ilość informacji),

k - stała,

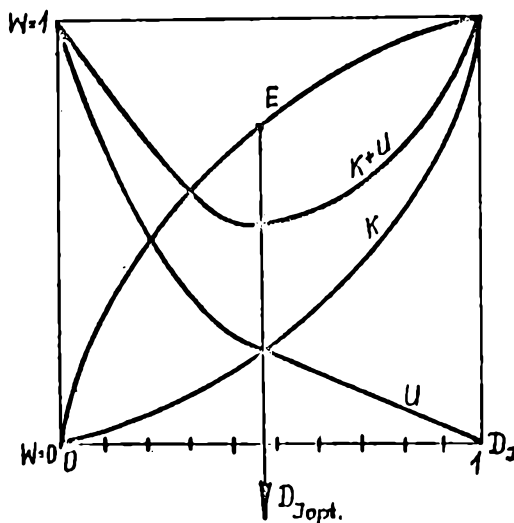
p_0 - liczba możliwych różnych stanów, w jakich może się znajdować system, przy czym stany te są a priori równopodobne,

zaś: I - uważa się za wielkość bezwymiarową (liczbę oderwaną).

Maksymalny natomiast zakres informacji I_{max} to taka jej ilość, która odpowiada największemu stopniowi szczegółowości posiadanej informacji przy minimalnym czasie jej uzyskiwania.

Normatywny współczynnik dokładności wyraża poziom informacji wymagany do dokładnego odtworzenia stanu rzeczywistego, a tym samym do powzięcia optymalnej decyzji (przy założeniu, że jakość informacji z punktu widzenia jej wiarygodności jest od strony technicznej zapewniona),

Dokładność optymalna to taka, przy której suma nakładów na uzyskanie informacji oraz strat spowodowanych jej niedoborem lub zwłoką w dostarczaniu będzie minimalna. Wyznaczanie optymalnej dokładności informacji ilustruje rys. 2.3⁹.



lub przy $K+U = \min$
przy $E-K = \max$

Rys. 2.3. Optymalna dokładność informacji jako funkcja związanych z nią nakładów, efektów i strat

⁹ Źródło [120], s. 70.

Punkt optymalny występuje przy takim stopniu dokładności informacji, przy którym przyrost jej wartości jest równoważony odpowiednim przyrostem kosztu jej uzyskania. Dalsze zwiększanie dokładności prowadzi już do spadku opłacalności informacji, ponieważ dodatkowa korzyść jest mniejsza od dodatkowego kosztu¹⁰. Inaczej mówiąc, optymalna dokładność informacji odpowiada (w danym przypadku) największej odległości między punktami krzywych wyrażających nakłady potrzebne na uzyskanie informacji i efekt ekonomiczny (wartość informacji). Jest to dokładność wyznaczona przy minimalnej sumie nakładów i strat. Związek między krzywą efektu ekonomicznego E i strat U opisuje zależność:

$$E = \frac{1 - w}{w} \cdot U \quad (4)$$

gdzie: w - współczynnik strat lub efektu ekonomicznego.

Optymalność współczynnika dokładności informacji może być wyznaczona albo przez minimalizację nakładów i strat, czyli $(k + U)$ min, albo przez maksymalizację różnicy między dochodami i nakładami, tzn. $(E - k)$ max. Nakłady na informację są więc wyznaczone w zależności od stopnia jej dokładności, który uwzględnia: czas niezbędny do otrzymania informacji, wartość (cennosc) jednostki informacji oraz okres jej wykorzystania.

Następna grupa metod to metody wykorzystujące do oceny efektywności systemów Informatycznych technikę symulacji. Celowość stosowania tych metod, ich użyteczność dla oceny efektywności systemów informatycznych, a także budowy systemów optymalnych, potwierdzają wyniki praktycznych doświadczeń przeprowadzonych w dużych przedsiębiorstwach amerykańskich¹¹.

¹⁰Wartość informacji oznacza tu wartość strat spowodowanych niedoborem i nieterminowością dostarczenia informacji (wziętą ze znakiem przeciwnym), czyli efekt ekonomiczny, który może być uzyskany po usunięciu tychże strat.

¹¹Por. [100], 57 .

Pierwsze przykłady budowy modeli symulujących system informacji w jednostce gospodarczej były opracowane w roku 1963. D.F.Boyd i H.S.Krasnow opracowali model hipotetycznego przedsiębiorstwa produkcyjnego, w którym był badany wpływ zmian w terminach dostarczanych informacji oraz w okresach planowania, na wyniki ekonomiczne tego przedsiębiorstwa. Inny model symulacyjny, dla hipotetycznego przedsiębiorstwa, został opracowany przez Ch.Boniniego. Przykład ten pozwalał śledzić wszystkie zasady i etapy budowy modelu symulacyjnego, a także wpływ zmian wprowadzanych w modelu na podejmowane decyzje.

Symulacja jest określona jako konstruowanie historii stanów systemu¹². Ścisłej, jest to budowanie w chronologicznym porządku opisów poszczególnych jego stanów. Historia stanów skonstruowana za pomocą metody symulacji jest w rzeczywistości historią stanów modelu, a nie systemu. Ponieważ jednak model reprezentuje system, uważa się, iż tak otrzymana historia jest historią stanów modelowanego systemu. Symulacja jest czynnością lub metodą znajdowania rozwiązań. Problemy, które chcemy rozwiązać, wymagają badania systemu w określonych warunkach ograniczających, tzw. początkowych i granicznych:

- warunki początkowe wyznaczają stan modelowanego systemu na początku badań,

- warunki graniczne przedstawiają ograniczenia środowiskowe wpływające na działanie systemu.

Odpowiedzi na pytania (stanowiące rozwiązanie problemu) uzyskuje się przez obserwowanie modelu oraz jego zmian w kolejnych przedziałach czasowych od momentu rozpoczęcia badania.

Każde badanie systemu jest określone przez następujące elementy:

¹²Por. [32].

system, pytania dotyczące systemu, na które należy uzyskać odpowiedź (tzw. problem), model systemu, warunki początkowe i graniczne, metody rozwiązania, narzędzia umożliwiające zastosowanie metody, rozwiązanie. Elementy te nie muszą występować we wszystkich procesach badań. Nie zawsze jest też możliwa ich jednoznaczna identyfikacja.

Symulacja jest stosowana wtedy, gdy przy rozwiązywaniu określonego problemu może występować kilka możliwych rozwiązań i trzeba wybrać optymalne lub gdy trzeba badać konsekwencje różnego rodzaju decyzji dla wybrania optymalnych, z punktu widzenia przyjętego kryterium.

Zastosowanie symulacji do oceny efektywności systemów informatycznych, przy przyjęciu za kryterium ich maksymalną użyteczność dla systemów zarządzania w jednostkach gospodarczych, oznacza określenie ekonomicznych konsekwencji wynikających z posiadania i użytkowania systemów informacji o różnym zakresie, szczegółowości, częstotliwości i dokładności. Ponieważ systemy informatyczne powinny spełniać wymagania wynikające z funkcjonowania układu (przedsiębiorstwa), czyli pełnić rolę służebną wobec jego naczelných zadań, ich efektywność zatem będzie określona wzrostem sprawności funkcjonowania układu traktowanego jako system fizyczny. Mając więc zbudowany model funkcjonowania układu można za pomocą symulacji wyznaczyć wpływ komputeryzacji określonych obszarów systemu informacyjno-decyzyjnego na jego (układu) sprawność i jakość funkcjonowania.

Efektywność systemów informatycznych będzie więc funkcją trzech zbiorów zmiennych, tj. opisujących badany system informatyczny, opisujących system fizyczny oraz opisujących otoczenie. Określenie efektywności systemów informatycznych (rozumianej jako badanie funkcji wielu zmiennych), będzie polegać na wyznaczeniu wpływu zmian obszarów systemu informacyjno-decyzyjnego na jakość i sprawność funkcjonowania

systemów fizycznych (oczywiście przy określonej funkcji kryterium oceny sprawności funkcjonowania systemu informatycznego).

Modele symulacyjne są powszechnie stosowane do wyznaczania wariantów rozwiązań problemów cząstkowych. Wykorzystanie ich natomiast do szukania rozwiązań problemu kompleksowego, jakim jest system zarządzania, nie jest zadaniem prostym ze względu na dużą liczbę kombinacji różnych parametrów, które należałoby przebadać.

Dwie następne grupy metod oceny efektywności systemów informatycznych oparte są na zasadach rachunku ekonomicznego, stąd też ich ogólna nazwa metody analizy opłacalności nakładów oraz analizy opłacalności zastosowań. Należy przy tym zaznaczyć, że zakres stosowania rachunku ekonomicznego jest w poszczególnych metodach dość zróżnicowany (a w niektórych nawet dyskusyjny). Różne też jest podejście do samej formuły rachunku.

Problematyka dotycząca efektywności nakładów, kosztów czy zastosowań jest w poszczególnych metodach dość odmiennie ujmowana. Na przykład w krajach zachodnich proponowane są (w tej grupie) następujące metody oceny efektywności systemów informatycznych¹³:

1. efektywności nakładów,
2. analizy zwrotu kosztów,
3. analizy wartości bieżącej,
4. analizy budżetowej.

Metoda efektywności nakładów została opracowana (w swojej pierwotnej wersji) i z dużym powodzeniem wykorzystywana w rozwiązywaniu problemu nakładów inwestycji wojskowych w Departamencie Obrony USA. Analiza efektywności nakładów jest systematyczną metodą powiązania na-

¹³Por. [100] , [93] .

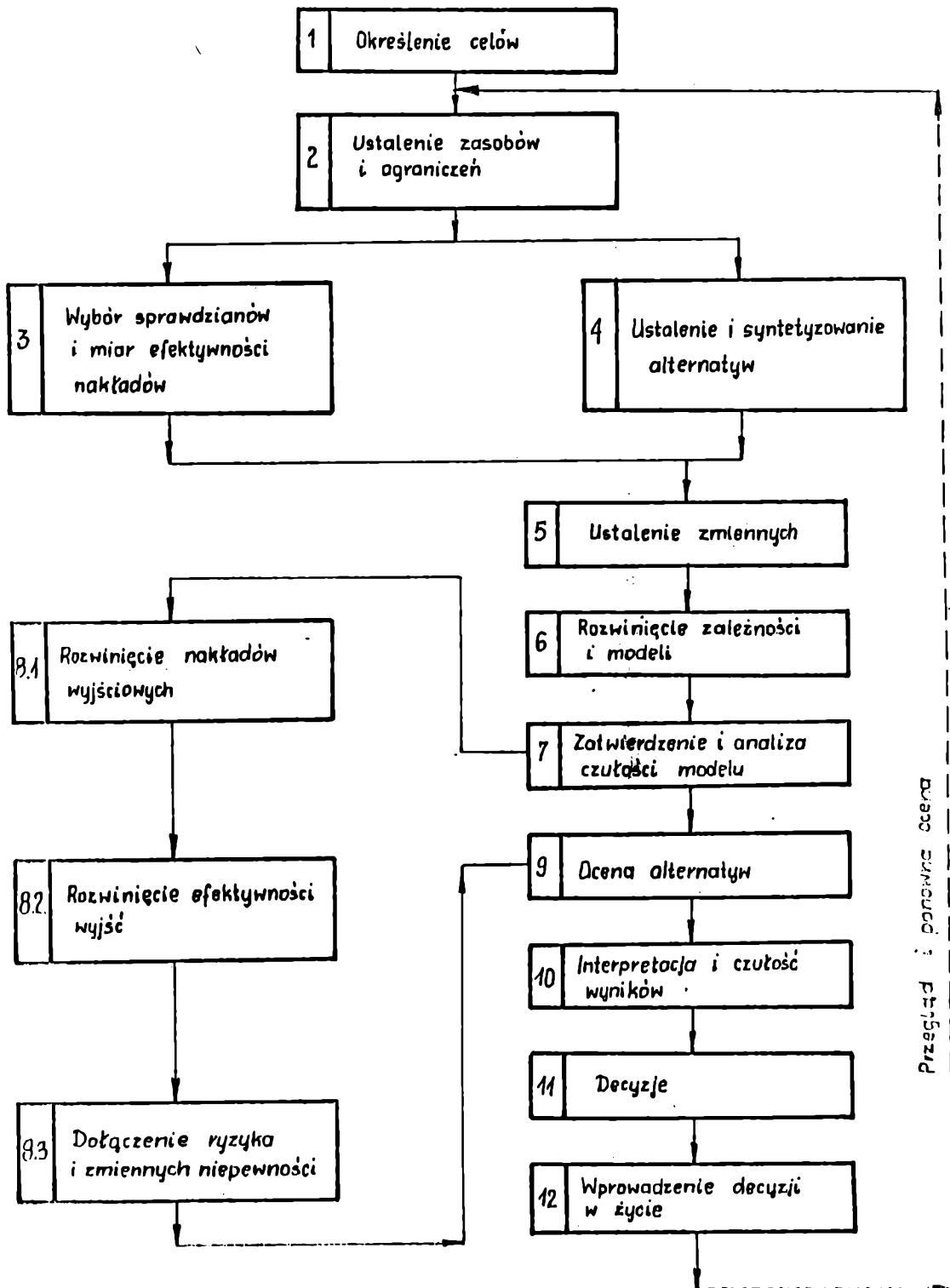
kładów na dany system z efektywnością, którą może osiągnąć ten system. Celem jej zastosowania jest wybranie, spośród wielu możliwych, rozwiązania optymalnego. Dochodzi się do tego rozwiązania poprzez analizę różnych możliwych wariantów postępowania oraz związanych z nimi nakładów i efektów (przy zastosowaniu matematycznych metod optymalizacyjnych). Porównanie wariantów rozwiązań pozwala na wybór takiego, które daje największą efektywność działania dla danych kosztów lub najmniejsze koszty dla założonego poziomu efektywności.

Podstawą do stosowania analizy efektywności nakładów jest określenie celów systemu. Z tym wiąże się zadanie określenia i pomiaru efektywności, z jaką system osiągnie te cele. Podstawowe elementy metody to: określenie celów, wybór systemu (sposobu postępowania) zapewniającego realizację celów, optymalizacja systemu ze względu na wybrane cele. Badania są przeprowadzane w dwunastu etapach, podczas których dokonuje się analizy różnych możliwych sposobów postępowania i związanych z nimi nakładów oraz efektów. Typowy przykład zadań i ich sekwencyjną zależność przedstawia rysunek 2.4¹⁴. Analiza efektywności nakładów pozwala znaleźć rozwiązanie następujących zagadnień:

- jak osiągnąć cel (określoną efektywność działania) przy minimalnych kosztach,
 - jak przy określonych nakładach uzyskać maksymalną efektywność.
- Istnieje też i trzecia możliwość, a mianowicie znalezienie określonego poziomu kosztów, dla którego dalsze ich zwiększanie powoduje zmniejszenie a nie wzrost efektywności działania.

Kolejne dwie metody, tj.: analiza zwrotu kosztów oraz analiza wartości aktualnej (analiza zdyskontowanego przepływu gotówki) są stosowane

¹⁴Por. [100] .



Rys. 2.4. Współzależność zadań dla typowych badań nad efektywnością nakładów

przy ocenie rentowności nowych projektów systemów. Metoda pierwsza, która za miarę wartości projektu przyjmuje krótkotrwałość okresu całkowitej amortyzacji inwestycji (projektu), jest dobra jedynie jako wskazówka do orientacyjnej oceny celowości projektu. Druga metoda (bardziej złożona) pozwala na uwzględnienie zmiany wartości pieniędzy w czasie, a także na uwzględnienie wartości efektów, które są przewidywane po okresie zwrotu kosztów.

W przedsiębiorstwach zachodnich powszechnie jest stosowana metoda analizy budżetowej. Analiza taka nie daje pełnego obrazu efektywności ekonomicznej systemów informatycznych, ale ułatwia orientację w zakresie ich kosztów eksploatacji, pozwala również na poszukiwanie realnych i szybko dostępnych źródeł oszczędności. Metoda budżetowa polega na zastosowaniu mierników, które określałyby wielkości i strukturę wydatków na komputeryzację. Są to mierniki dotyczące poziomu wydatków, tj. stosunku wielkości budżetu (na komputeryzację) do wielkości sprzedaży przedsiębiorstwa oraz do wielkości jego zysku. Wybrano pięć kluczowych wskaźników jako najbardziej znaczące miary wydatków na komputeryzację. Są to:

1. stosunek budżetu (na komputeryzację) do łącznej sprzedaży,
2. stosunek wydatków na personel do wydatków na wyposażenie i sprzęt, określony jako miernik pracochłonności komputeryzacji,
3. udział procentowy procesorów (jednostek centralnego przetwarzania i zdalnych procesorów) w ogólnych wydatkach na sprzęt,
4. procent, jaki zajmuje sprzęt w ogólnym budżecie na komputeryzację,
5. stosunek personelu bezpośredniego do pomocniczego uczestniczącego w procesach przetwarzania.

Przeprowadzone badania wykazały, że zmiany rozmiarów produkcji i struk-

tury przedsiębiorstwa z reguły powodowały zmiany w wielkości i strukturze wydatków na komputeryzację.

W krajach socjalistycznych natomiast proponowane metody oceny ekonomicznej zautomatyzowanych systemów zarządzania są oparte na ogólnych zasadach i wzorach określania opłacalności ekonomicznej inwestycji i nowych technologii. Charakterystyczne dla tej grupy metod jest ocenianie systemów Informatycznych za pomocą różnych wskaźników, które w sposób umowny można podzielić na:

1. wskaźniki syntetyczne, o szerokim zakresie obejmującym sferę nakładów i efektów,

2. wskaźniki cząstkowe, o różnym zakresie uwzględniającym albo wpływ systemu informatycznego na wybrane fragmenty obiektu, albo tylko sferę nakładów lub efektów.

W Związku Radzieckim są stosowane następujące dwa kompleksowe wskaźniki charakteryzujące ekonomiczną opłacalność projektu¹⁵:

1. współczynnik efektywności ekonomicznej

$$E = \frac{E_{\text{rocz}}}{K}, \quad (5)$$

2. okres zwrotu nakładów (w latach)

$$T = \frac{K}{E_{\text{rocz}}}. \quad (6)$$

Całkowite nakłady na system są obliczone według wzoru:

$$K = K_p + K_k + K_u + K_b \quad (7)$$

gdzie: K_p - nakłady okresu przygotowawczego (instalacja urządzeń, opracowanie projektu, programów, wdrożenie projektu),

¹⁵Por. [98] .

K_k - koszty komputera (wraz z dostawą),

K_u - koszty urządzeń pomocniczych,

K_b - nakłady na budowę lub remont pomieszczeń.

Całkowity natomiast roczny efekt zastosowania jest obliczany z następującego wzoru

$$E_{\text{rocz}} = E_b + E_p - Z_{\text{eks}} \quad (8)$$

gdzie: E_b - efekt bezpośredni uzyskany dzięki zmniejszeniu kosztów,

E_p - sumaryczny efekt pośredni uzyskany w całym przedsiębiorstwie dzięki poprawie jakości zarządzania (obejmuje on roczne obniżki kosztów lub uzyskane oszczędności w materiałach, energii, robociźnie, środkach obrotowych, środkach produkcji),

Z_{eks} - roczny koszt eksploatacji (który obejmuje płace personelu, roczną stawkę amortyzacji, koszty energii, konserwacji, utrzymania pomieszczeń, materiałów pomocniczych itd.).

Opłacalny jest system, dla którego:

$$E \geq E_{\text{krytycznego}},$$

$$T \leq T_{\text{krytycznego}}.^{16}$$

Inną metodę oceny efektywności proponuje cytowany już G.E.Slezinger, który uważa, że warunkiem niezbędnym do pełnego określenia efektywności jest ustalenie optymalnego zakresu informacji, tj. takiego, który zapewnia możliwość podejmowania optymalnych decyzji i operatywność zarządzania. Przyjmując to założenie proponuje następujący wzór na efektywność:

¹⁶Jako $E_{\text{krytyczne}}$ - przyjmuje się krytyczny współczynnik opłacalności ustalony dla danej gałęzi i odpowiednio jako $T_{\text{krytyczne}}$ jest przyjmowany ustalony dla danej gałęzi krytyczny okres zwrotu nakładów.

$$E = \sum_{i=1}^n (C_{1i} - C_{2j}) I_i - \left(\frac{K_{c2}}{T_2} - \frac{K_{c1}}{T_1} \right) \quad (9)$$

gdzie: n - liczba rodzajów informacji (według autora są to nazwy prac takich jak np.: obliczanie obciążeń, obliczanie płac, ewidencja produkcji),

C_{1i}, C_{2j} - nakłady na jednostkę i -tej informacji n -tego rodzaju odpowiednio przed i po wdrożeniu nowej techniki (w jednostkach pieniężnych),

K_{c1}, K_{c2} - nakłady inwestycyjne odpowiednio przed i po wprowadzeniu nowej techniki (w jednostkach pieniężnych),

I_i - normatywna (optymalna) liczba jednostek i -tej informacji wymaganej w ciągu roku,

T_1, T_2 - okres zwrotu nakładów odpowiednio na starą i nową technikę.

W literaturze polskiej problematyka efektywności systemów informatycznych jest bardzo szeroko omawiana w pracach Z. Gackowskiego, który w zależności od sposobu przedstawiania nakładów i wyników wyróżnia:

1. Operacyjną ocenę efektywności rozwiązań, stosowaną w sytuacji gdy nakłady nie są wzajemnymi substytutami i nie jest możliwe określenie ani też porównanie nakładów i wyników. W tych przypadkach można jedynie wyznaczyć i ewentualnie maksymalizować wartość funkcji celu,

2. Kosztową ocenę efektywności rozwiązania, stosowaną gdy nakłady są wzajemnymi substytutami wyrażalnymi pieniężnie, wyników natomiast (mimo że są mierzalne) nie można wyrazić pieniężnie. Bada się wtedy wielkość stosunku wyników do nakładów. Podstawowym kryterium kosztowej oceny efektywności e_k jest stosunek wartości funkcji celu c (lub jej przyrostu) do kosztu K jej osiągnięcia:

$$e_k = \frac{C}{K} \quad \text{lub} \quad e_k = \frac{\Delta C}{\Delta K} \quad (10)$$

Wyróżnia się trzy przypadki kosztowej oceny efektywności systemu Informatycznego¹⁷:

a) gdy rola i udział systemu informatycznego w realizacji celów Instytucji jest wyraźnie określony, to efektywność rozwiązania jest większa, im niższy jest koszt K_I funkcjonowania zaprojektowanego systemu, czyli większa obniżka kosztu $-\Delta K_I$:

$$e_k = \frac{C_0}{K_0 - \Delta K_I} > \frac{C_0}{K_0} = e_{k0} \quad (11)$$

gdzie: C_0, K_0, e_{k0} - odpowiednie wartości funkcji celu (C), kosztu (K) i efektywności kosztowej (e_k),

K_I - bezwzględna obniżka kosztu funkcjonowania systemu informatycznego obliczona jako różnica między kosztem funkcjonowania systemu przed i po wprowadzeniu przedsięwzięcia;

b) gdy zadania Instytucji obsługiwanej przez system nie są rozszerzane ilościowo, to kosztowa efektywność rozszerzenia zakresu działania systemu Informatycznego jest wyższa jeżeli wzrost kosztu K_I jest mniejszy od oszczędności ΔK uzyskanej na kosztach funkcjonowania całej Instytucji:

$$e_k = \frac{C_0}{K_0 + \Delta K_I - \Delta K} > \frac{C_0}{K_0} = e_{k0} \quad (12)$$

dla $\Delta K_I + \Delta K < 0$;

¹⁷Z. Gackowski ([37], s. 20) systemami informatycznymi nazywa systemy informacyjne zarządzania o znacznej mechanizacji i automatyzacji czynności przetwarzania danych.

c) gdy zadania instytucji obsługiwanej przez system informatyczny są rozszerzane ilościowo, to kosztowa efektywność rozszerzonego systemu jest lepsza, jeżeli przyrostowi kosztów ΔK_I odpowiada większa kosztowa wartość funkcji celu

$$e_k = \frac{C_0 + \Delta C}{K_0 + \Delta K_I} > \frac{C_0}{K_0} = e_{k0}, \quad (13)$$

dla $\Delta K_I < \frac{C}{e_{k0}}$.

Ogólna postać warunku kosztowej efektywności jakiegokolwiek przedsięwzięcia w zakresie systemu informatycznego zarządzania jest następująca:

$$e_k = \frac{C_0 + \Delta C_0}{K_0 + \Delta K_I + \Delta K_0} < \frac{C_0}{K_0} = e_{k0} \quad (14)$$

przy czym: $\Delta C_0 > (\Delta K_0 + \Delta K_I) \cdot e_{k0}$.

3. Ekonomiczną ocenę efektywności rozwiązania stosowaną, gdy różne rodzajowo nakłady i wyniki są substytutami i dadzą się wyrazić niezależnie. W tym przypadku możliwe jest porównanie nakładów i wyników oraz przeprowadzenie pełnego rachunku ekonomicznej efektywności. Miarą ekonomicznej efektywności (brutto) e_b przedsięwzięcia jest wartość stosunku efektów brutto E do kosztów:

$$e_b = \frac{E}{K} \quad (15)$$

Ekonomiczna natomiast efektywność netto e_n jest mierzona stosunkiem efektów netto, tj. opłacalności do kosztów K ;

$$e_n = \frac{E - K}{K} = \frac{E}{K} - 1 = e_b - 1 \quad (16)$$

Z kolei rentowność przedsięwzięcia jest mierzona stosunkiem opłacalności O_p do ekonomicznych efektów brutto:

$$r = \frac{O_p}{E} = \frac{E - K}{E} = 1 - \frac{K}{E} \quad (17)$$

Dla nowych systemów, w których udział wydatków na opracowanie, oprogramowanie, wdrożenie i eksploatację poszczególnych podsystemów jest zróżnicowany i wysoki, proponuje się by oceniać ich efektywność za pomocą tzw. analizy opłacalności zastosowań (tzn. poszczególnych podsystemów)¹⁸. Metody tej grupy porównują koszty i efekty różnych wariantów zastosowań w celu wyboru wariantów najbardziej korzystnych.

Koszty zastosowania (podsystemu) obejmują wydatki na opracowanie projektu danego zastosowania, na jego oprogramowanie i wdrożenie, koszty przygotowania danych, a także koszty sprzętu, materiałów itp. (jeśli służą danemu zastosowaniu). Zakłada się, że suma kosztów wszystkich zastosowań (podsystemów) stanowi sumę kosztów zmiennych całego systemu. Pozostałe koszty systemu nie związane z żadnym określonym zastosowaniem (koszty zakupu i eksploatacji komputera i urządzeń peryferyjnych, wydatki na pomieszczenia itd.) tworzą koszty stałe.

Dla każdego zastosowania (podsystemu) opracowuje się tablicę kosztów, w której się umieszcza wszystkie koszty związane z danym zastosowaniem (koszty projektowania, oprogramowania, przygotowania danych, nośników, urządzeń). Są one dzielone według rodzajów i okresów powstawania. Przy czym w obliczeniach jest brany pod uwagę czas eksploatacji danego zastosowania. W wyniku są ustalane całkowite koszty zastosowania (podsystemu), dla którego następnie sporządza się tablicę efektów. Zawiera ona oszczędności i efekty związane z danym zastosowaniem

¹⁸ Por. [98].

(podsystemem), a także jego całkowity efekt brutto. Następnie porównanie całkowitego kosztu z całkowitym efektem danego zastosowania (podsystemu) w badanym okresie pozwala ustalić jego efekt netto, a tym samym wybrać warianty ekonomicznie opłacalne.

Oprócz tablic kosztów i efektów poszczególnych zastosowań (podsystemów) opracowuje się tablicę kosztów stałych całego systemu informatycznego, których porównanie z sumą efektów netto wszystkich zastosowań (podsystemów), pozwala na wyznaczenie efektywności ekonomicznej całego systemu informatycznego.

Inną propozycją określenia ekonomicznych aspektów systemu informatycznego jest metoda oparta na syntetycznym okresie zwrotu nakładów inwestycyjnych i kosztów poniesionych na zaprojektowanie, wdrożenie i eksploatację systemu¹⁹. Metoda ta dla każdego z badanych okresów zestawia skumulowane koszty i efekty uzyskane dzięki zastosowaniu systemu, czyli przeprowadza analizę rachunkiem sald (stąd jej nazwa). Oznaczając przez S_i saldo w okresie i , gdzie $S_i = E_i - K_i$, to w momencie, w których zachodzi relacja:

$$\sum_{i=1}^t S_i \geq 0 \quad (18)$$

sumaryczne efekty uzyskane w wyniku eksploatacji systemu przewyższają całkowite jego koszty, a okres, po którym efekty przewyższają koszty, jest okresem zwrotu nakładów.

Istnieje też propozycja, aby dla ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych, różnicować normatywny okres zwrotu T w zależności od charakteru nakładów według następującego wzoru:

¹⁹ Por. [69] , [70] .

$$e = \frac{\frac{1}{T_1} K + \frac{1}{T_2} K_s + K_{eks}}{E} \quad (19)$$

gdzie: K - nakłady inwestycyjne (budowlane i sprzętowe),

K_s - nakłady na opracowanie systemu (projektu i programów),

T_1 - okres zwrotu nakładów inwestycyjnych,

T_2 - okres użytkowania programów,

K_{eks} - koszty eksploatacji systemu,

E - korzyści uzyskane dzięki eksploatowanym systemom.

Występujący w wskaźniku okres zwrotu nakładów inwestycyjnych T_1 jest obliczany ze wzoru:

$$T_1 = \frac{K_b + K_k}{\frac{1}{T_b} K_b + \frac{1}{T_k} K_k} \quad (20)$$

gdzie: K_b - nakłady na inwestycje budowlane,

K_k - nakłady na zakup komputera i urządzeń towarzyszących,

T_b - okres rozliczania nakładów na inwestycje budowlane (np. 8 lat),

T_k - okres rozliczania nakładów na zakup komputera i urządzeń towarzyszących (np. 4 lata).

Ostatnia grupa metod obliczeniowych to metody (lub propozycje) o przeznaczeniu specjalistycznym lub uniwersalnym²⁰. Przykładem metod o przeznaczeniu wyłącznie specjalistycznym może być metoda, według której efekt ekonomiczny rozwiązania organizacyjnego opartego na wykorzystaniu komputera jest - w wyniku przyjętych założeń - różnicą między wartościowym ujęciem w skali rocznej likwidacji połowy odchyień poniżej

²⁰Por. [106], [107] oraz [133]

średniego poziomu istotnego parametru (np. miesięczny przerób) a rocznymi kosztami samych obliczeń i wyraża się wzorem:

$$E_{\text{komp}} = 0,5 \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i) \cdot k - K_{\text{komp}} \quad (21)$$

$$\text{dla } x_i < \bar{x}$$

- gdzie: E_{komp} - roczny efekt ekonomiczny typowy dla rozwiązania technologicznego wprowadzającego zmiany organizacyjne przy wykorzystaniu elektronicznej techniki obliczeniowej, [zł] ,
- x - istotny dla rozwiązania technicznego parametr techniczno-ekonomiczny kształtujący się okresowo "przed" wdrożeniem rozwiązania technicznego, [np.: godz., szt.] ,
- \bar{x} - średnie kształtowanie się powyższego parametru w roku porównawczym, [np. godz., szt.] ,
- k - koszt jednostkowy umożliwiający wartościowe wyrażenie powyższego parametru [np.: zł/godz, zł/szt.] ,
- $i=1,2,\dots,n$ - liczba okresów w roku porównawczym,
- K_{komp} - roczny koszt zbierania informacji, przesyłania dalekopisem, obliczeń na komputerze oraz wydruku wyników obliczeń, związanych z wdrożeniem i eksploatacją rozwiązania technicznego, [zł] .

Metodę tę zastosowano do obliczania efektów ekonomicznych skomputeryzowanego systemu kontroli przebiegu realizacji harmonogramów budowy obiektów w Kombinacie Górniczo-Hutniczym Miedzi w Lubinie. Natomiast przykładem drugiej grupy metod może być tzw. metoda mieszanki punktowej. Autor tej metody uważa, że system informatyczny powinien być oceniony pod względem spójności, to znaczy zgodności struktury i celów systemu Informatycznego ze strukturą i celami funkcjonowania przedsię-

biorstwa jako całości. Ponieważ ocena taka jest zadaniem trudnym i wymaga uwzględnienia wielu różnorodnych elementów proponuje się użycie tzw. mieszanki punktowej, której algorytm jest następujący:

$$R = (S_1 \cdot W_1 \cdot W_2) + S_2 \quad (22)$$

gdzie: R - razem punkty,

S_1 - składnik pierwszy: sfera zastosowania,

S_2 - składnik drugi: znaczenie integracyjne systemu,

W_1 - Wskaźnik korekcyjny poziomu zastosowania,

W_2 - wskaźnik korekcyjny skali zastosowania.

Obliczenia są dokonywane według umownie ustalonej tabeli, przy czym zarówno liczby punktów wykazane w tabeli, jak też ilość elementów formuły R są dyskusyjne i należy je traktować jako propozycje do dalszych rozwiązań.

Do oceny efektywności ekonomicznej systemów informatycznych są stosowane także metody opisowe takie jak badania ankietowe czy metoda Nadlera²¹.

Badania statystyczno-ankietowe kosztów i efektów systemu informatycznego mają na celu ujawnienie trendów w zakresie kosztów ich układów oraz w zakresie poszczególnych zastosowań i ich efektów ekonomicznych. Wykorzystywane są przy wyborze optymalnych metod określania efektywności ekonomicznej systemów, a także ujawniają kierunki zarysowujące się w ogólnym rozwoju informatyki.

Metody ankietowe są stosowane do badań efektywności w małych i średnich przedsiębiorstwach. Pierwszy etap badań ankietowych to przy-

²¹Metoda Nadlera nie była opracowana do celów oceny systemów. Jej założeniem było zaproponowanie nowej, efektywnej metody projektowania systemów organizacji. Zasady metody Nadlera mogą być jednak z powodzeniem wykorzystane do oceny użyteczności systemów informatycznych (ale wyłącznie w kategorii metod opisowych).

gotowanie listy kryteriów oceny systemu Informatycznego. Ocena w zależności od celu badania może dotyczyć aspektów organizacyjnych, ekonomicznych i technicznych. Następnie przeprowadza się badania w wybranym przedsiębiorstwie, lub w przypadku badań ankietowych porównawczych, w wybranych przedsiębiorstwach. Ostatni etap to Interpretacja wyników, ich opracowanie statystyczne oraz sformułowanie wniosków. W formularzach ankietowych są uwzględnione też koszty związane z zainstalowaniem i eksploatacją systemów informatycznych w sensie wyłącznie organizacyjno-technicznym. Jest wiele metod dokładnie obliczających te koszty. W badaniach ankietowych nie porównuje się jednak kosztów i efektów. Dlatego metody tej grupy umożliwią jedynie określenie korzyści, które są przypisywane systemom informatycznym w określonym czasie.

Istnieją też propozycje przeprowadzania oceny systemów informatycznych z zastosowaniem metody Nadlera²². Może być ona szczególnie przydatna przy ocenie systemów z punktu widzenia ich użyteczności do celów zarządzania. Przy tego typu ocenie, procedura postępowania musi być jednak odmienna od tej, którą Nadler podaje do projektowania nowej organizacji. Sformułowanie wzorca idealnego oznacza w tym przypadku określenie docelowego systemu zarządzania daną jednostką organizacyjną. Z jego założeń wynikają określone potrzeby informacyjne warunkujące pożądany, niezbędny i idealny system informacji, któremu powinny być podporządkowane wszystkie czynności projektowania systemu. Metodyczne propozycje stosowania tej metody do oceny efektywności systemów informatycznych są coraz liczniejsze, chociaż rzadko jeszcze weryfikowane w praktyce.

²²Por. [57] .

2.2. Ocena porównawcza wybranych metod

W punkcie 2.1 zostały ogólnie scharakteryzowane wybrane metody badania efektywności systemów informatycznych. Dla ekonomicznej oceny systemu Informatycznego istotne znaczenie ma rodzaj wskaźników stosowanych przez poszczególne metody, sposoby ujmowania efektów systemu, a także uwzględnienie w ocenie badanego systemu czynnika czasu. Większość metod stosuje ocenę wskaźnikową, jest bowiem ona pełniejsza i precyzyjniejsza (wymierna) niż ocena opisowa²³. Poza tym przy ocenie systemów najtrudniejszym problemem jest kwantyfikacja efektów. Słusznym rozwiązaniem tego problemu może być wyrażenie efektów za pomocą wskaźników. Dlatego jest uzasadniona analiza wskaźników proponowanych w metodach.

Wykorzystywane do oceny systemów informatycznych wskaźniki są ogólnie ujmowane w dwie grupy: wskaźniki cząstkowe i wskaźniki syntetyczne.

Wskaźniki cząstkowe służą do prezentacji bezpośredniego wpływu systemu Informatycznego na funkcjonowanie danego obiektu (pkt 2.1), przedstawiając relacje zachodzące między poszczególnymi wielkościami albo w sferze nakładów, albo w sferze efektów. Ponieważ umożliwiają przedstawianie tych elementów systemu informatycznego (zwłaszcza w zakresie efektów); których nie można było ująć we wskaźnikach syntetycznych, są więc powszechnie stosowane jako ich uzupełnienie. Wskaźniki cząstkowe mogą też być stosowane do samodzielnej oceny systemu informatycznego. W propozycjach takich nie określa się jednak zestawu

²³ Znaczna grupa metod proponuje przeprowadzenie oceny nie w sposób wskaźnikowy ale analityczno-opisowy z ewentualnym wylczeniem wskaźników cząstkowych (pkt 2.1).

tych wskaźników, które należałoby stosować, ponieważ zależą one od konkretnego systemu informatycznego i od obiektu, w którym ten system funkcjonuje. Ogólnie można podzielić wskaźniki cząstkowe na następujące rodzaje:

1. techniczne, które przedstawiają możliwości i sprawność sprzętu komputerowego (np.: określające ilość wykonanej pracy w określonym czasie),
2. technologiczne, oceniające proces przetwarzania danych
3. ekonomiczne, wyrażające (wartościowo) wpływ systemu informatycznego na wyniki finansowe obiektu (np.: zmniejszenie stanu zapasów magazynowych),
4. wskaźniki określające organizacyjne korzyści, jakie są osiągnięte z tytułu funkcjonowania w obiekcie systemu informatycznego (np.: skrócenie wszelkiego rodzaju terminów),
5. socjo-psychologiczne (por.: pkt 1.2).

Druga grupa to wskaźniki syntetyczne, w których bezpośrednio porównuje się nakłady ponoszone na system informatyczny z efektami jego funkcjonowania. I tak proponuje się ocenę systemów informatycznych na podstawie tzw. wskaźników zwrotu nakładów²⁴. Określają one bezwzględny poziom efektywności, mogą też służyć do porównania wariantów opracowań²⁵. W zależności od rozkładu nakładów i efektów występują dwie odmiany tego wskaźnika, tj.:

1. okresu zwrotu z równomiernym rozkładem w czasie nakładów i efektów:

$$T_z = \frac{K}{E} \quad (23)$$

²⁴W postaciach różniących się między sobą, ale przy uwzględnieniu głównej idei wskaźnika.

²⁵Por. [36], [69], [70], [71].

gdzie: T_z - okres zwrotu,

K - nakłady jednorazowe na opracowanie i wdrożenie oraz
nakłady bieżące eksploatacyjne,

E - efekty.

2. okresu zwrotu z nierównomiernym rozkładem w czasie nakładów
i efektów:

$$T_z = \frac{\sum_{i=1}^{T_z} K_i}{\sum_{i=1}^{T_z} E_i} \quad (24)$$

Wskaźniki te są obliczane albo poprzez osobne sumowanie nakładów
i efektów, albo poprzez obliczanie salda efektów i nakładów w po-
szczególnych okresach i wtedy:

$$T_z = \sum_{i=1}^{T_z} (E - K) \geq 0 \quad (25)$$

Podstawową wadą tych obu wskaźników jest uwzględnienie wyników tylko
w badanym okresie i ocenienie całego systemu na tej podstawie. Tymcza-
sem w dalszej eksploatacji może się okazać, że system o lepszych
wskaźnikach będzie gorszy w użytkowaniu i odwrotnie.

Inne proponowane wskaźniki to:

- wskaźnik normatywnej efektywności (oparty na modelu M.Kaleckiego)²⁶,

- wskaźnik stopy efektywności netto²⁷,

- wskaźnik nadwyżki efektów nad nakładami w badanym okresie²⁸,

²⁶Por. [133] , [51] .

²⁷Por. [36] .

²⁸Por. [100] , [98] .

- wskaźnik wartości bieżącej²⁹.

Analiza proponowanych wskaźników syntetycznych pozwala stwierdzić, że zastosowanie ich do oceny systemów informatycznych jest możliwe wtedy, gdy jest uwzględniony nierównomierny rozkład nakładów i efektów w czasie realizacji i eksploatacji systemu, a także okres badania efektywności jest dłuższy od okresu zwrotu nakładów.

Ponieważ obliczanie wskaźnika syntetycznego polega na bezpośrednim porównaniu nakładów na system z uzyskanymi efektami, powstają zatem problemy określenia (skwantyfikowania) tych elementów. W literaturze przedmiotu uważa się, że ustalanie efektów jest znacznie trudniejsze od ustalania nakładów. Dlatego w analizowanych metodach występują różne propozycje rozwiązania tego problemu.

Jednym ze sposobów obliczania efektów jest porównanie kosztów przetwarzania systemem tradycyjnym i systemem komputerowym (przy założeniu jednakowego zakresu obu systemów). Różnica jest wymiernym efektem systemu.

Inny sposób to porównanie kosztów przetwarzania systemem tradycyjnym i komputerowym, ale przy założeniu większego zakresu systemu komputerowego. Efektem systemu jest różnica między kosztami przetwarzania systemem tradycyjnym zwiększonymi o zakres prac (założonych dla systemu komputerowego) a faktycznymi kosztami przetwarzania.

Kolejna propozycja polega na określeniu poszczególnych rodzajów wynikowych efektów z systemu i ustaleniu ich wielkości. Łączny efekt w tym przypadku jest sumą efektów cząstkowych.

Proponuje się też ustalanie rodzaju i wielkości efektów, jakie system powinien osiągnąć już na etapie prac projektowych³⁰. Odmianą tych

²⁹Por. [100].

³⁰Por. [17].

poglądów jest podejście przyjmujące za źródło efektów straty, które ponosiłby obiekt bez systemu informatycznego, a których ustalenie i usunięcie jest efektem tego systemu.

Uważa się więc, że do określenia efektów, które można uzyskać z systemu Informatycznego istotne jest ustalenie funkcji systemu, źródeł efektów syntetycznych i efektów cząstkowych, a także możliwości porównania przetwarzania sposobem tradycyjnym i sposobem komputerowym.

Przy opracowywaniu narzędzi oceny systemów informatycznych bardzo istotnym elementem jest czynnik czasu. Wynika to z faktu, że czas jest uwzględniony we wszystkich typach rachunku ekonomicznego, a poza tym wszelkie przedsięwzięcia informatyczne charakteryzują się długim (kilkuletnim) okresem ich opracowywania, wdrożenia i eksploatacji.

W analizowanych metodach czas jest ujmowany w różny sposób, a mianowicie w postaci

1. procentu prostego lub specjalnych współczynników przeliczeniowych³¹,
2. procentu składanego³²,
3. normy procentowej³³,
4. czas nie jest bezpośrednio uwzględniony.

Rozwiązanie pierwsze jest proponowane przez autorów, którzy adaptując dla potrzeb Informatyki wzór na efektywność inwestycji M.Kaleckiego uwzględnili czas w postaci procentu prostego oraz we współczynnikach korygujących z tytułu długości trwania przedsięwzięcia. Propozycja ta nie była zadowalająca, gdyż procent prosty nie oddaje w pełni wpływu

³¹Por. [35] .:

³²Por. [70] .:

³³Por. [100] .:

czasu na wynik obliczeń, a współczynniki korygujące są nieprzydatne w przypadku inwestycji informatycznych.

Lepsze rezultaty daje uwzględnienie czasu w postaci procentu składanego

$$(1 + p)^t \quad (26)$$

gdzie: p - stopa procentowa,

t - numer kolejnego okresu począwszy od momentu odniesienia (równego innym okresom).

Momentem odniesienia może być wydatkowanie pierwszych nakładów na system, uzyskanie ostatecznych wyników przez system lub dowolny moment pomiędzy ponoszeniem nakładów a uzyskaniem efektów. Nakłady ponoszone na system lub efekty uzyskane przez system przed momentem odniesienia powinny być oprocentowywane według wyrażenia $(1 + p)^t$. Nakłady i efekty dotyczące natomiast okresów po momencie odniesienia - wyrażeniem $1/(1+p)^t$.

Uwzględnienie czasu w postaci normy procentowej polega na ustaleniu procentowej nadwyżki efektów nad nakładami lub na corocznym odpisywaniu ubytku wartości (od wartości początkowej) według ustalonej dla poszczególnych lat normy procentowej. Rozwiązanie takie zmniejsza wprawdzie prędkość rachunku, nie daje jednak zadowalających rezultatów, gdyż rozkład w czasie efektów systemów informatycznych jest z reguły nierównomierny. Również problem rozkładu w czasie nakładów na systemy nie jest dostatecznie rozwiązany w analizowanych metodach. Wątpliwości występują przy uwzględnianiu w obliczeniach zmianowości pracy ośrodków komputerowych, rozliczaniu nakładów na inwestycje budowlane i sprzęt komputerowy, rozliczeniu nakładów na poszczególne programy itp. Pewną propozycją ujęcia tych elementów we wskaźniku efektywności jest wzór

$$E = \frac{\frac{1}{T_1} K \cdot \frac{r}{C} + \frac{1}{T_2} \cdot K_s + K_{eks}}{\sum_{i=1}^n E_1} \quad (27)$$

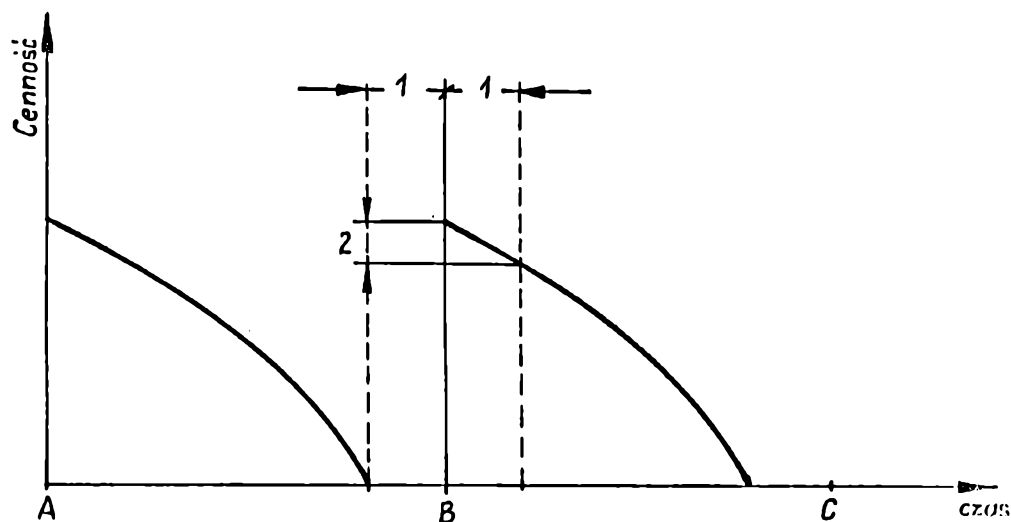
gdzie: r - liczba godzin pracy komputera dla ocenionego projektu,
 c - łączny czas pracy komputera w okresie T_1 ,
 n - liczba użytkowników ocenionego programu,
pozostałe oznaczenia jak w pkt 2.1.

Czas jest istotnym elementem także w przypadku obliczania wartości informacji. Poza cennością, dokładnością informacji ważny jest jej "wiek", który wpływa na wymienione wyżej cechy. Wiek informacji Z.Gackowski określa jako "okres czasu jaki wpływa od momentu zdarzenia będącego źródłem bezpośrednim informacji do momentu wykorzystania danej niosącej tę informację". Jest to więc czas potrzebny na uzyskanie, przechowywanie, przetwarzanie oraz przeanalizowanie informacji. Wraz z upływem czasu spada cenność informacji i w rezultacie informacja może być przedawniona, nieprzydatna już do podejmowania decyzji. Zjawisko to ilustruje rys. 2.5³⁴.

Z powyższych rozważań wynika, że zarówno sformułowanie kryteriów oceny systemów informatycznych, jak opracowanie metod tej oceny, jest determinowane przez następujące czynniki:

1. cel stosowanych systemów informatycznych. Opracowywane systemy nie są już ukierunkowywane na określone dziedziny działalności obiektu, ich charakter jest coraz bardziej ogólny i trudniejsze w związku z tym jest ustalanie i obliczanie efektów,

³⁴ Źródło [37], s. [241]



- 1 - czas potrzebny na działanie korygujące, czyli wykorzystanie informacji (Informacja dostarczona później nie może być skutecznie wykorzystana w danym cyklu działania.);
- 2 - przyrost cenności związany z trafną prognozą wyniku pomiaru, czyli. uzyskania wyniku *ex ante* albo utrata cenności informacji wskutek opóźnienia momentu jej wykorzystania.

Rys. 2.5. Cenność informacji jako funkcja "wieku" informacji względem momentów (A,B) jej powstania i zużytkowania

2. rozmiary systemów. Realizowane przez systemy informatyczne funkcje zaczynają łączyć się z funkcjami zarządzania,

3. różnorodność efektów niemierzalnych powstających w wyniku funkcjonowania systemów informatycznych, których wpływ na wzrost ogólnej efektywności działalności gospodarczej jest coraz większy,

4. sposoby pomiaru kosztów związanych z funkcjonowaniem systemów informatycznych w obiektach. Istniejące trudności są związane z doskonaleniem i szybkimi zmianami parametrów sprzętu komputerowego (powoduje to różnice w okresach moralnego i fizycznego starzenia się systemów informatycznych).

Istnieją też czynniki o mniejszym znaczeniu. Wszystkie one powodują, że coraz częstsze są próby ograniczenia pomiaru efektywności systemów informatycznych do mniejszych obszarów na przykład podsystemów.

3. RACHUNEK EKONOMICZNY W BADANIACH EFEKTYWNOŚCI SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

3.1. Warunki stosowania rachunku ekonomicznego w informatyce

Według podanej w rozdziale pierwszym definicji, jednym z elementów systemu Informatycznego jest system komputerowy, który stanowi układ złożony ze sprzętu technicznego (ang. hardware). Przy badaniu efektywności ekonomicznej systemów informatycznych powstaje więc problem jak rozpatrywać komputer w zarządzaniu, czy jako inwestycję, czy też jako postęp techniczny. W literaturze przedmiotu często się traktuje komputer jako inwestycję, z czym jest związana klasyfikacja według następujących kryteriów¹:

- inwestycje produkcyjne i nieprodukcyjne,
- ekstensywne i intensywne,
- budowlane i zakupowe,
- branżowe i przedsiębiorstw.

Podejście takie nie jest słuszne. O sposobie bowiem przeprowadzania oceny efektywności komputeryzacji nie może decydować rodzaj działalności (sfera produkcji materialnej oraz sfera produkcji niematerialnej), w której jest ona stosowana. Nie jest uzasadnione też klasyfikowanie

¹Por. [65] .

komputerów jako inwestycji budowlanych i zakupowych, korzystać bowiem z komputera można nie realizując żadnej z obu form². Niestosowne jest także zaliczanie komputerów do inwestycji dewizowych, ponieważ posiadamy już własny przemysł komputerowy.

Wydaje się, iż na obecnym poziomie rozwoju i stopniu zastosowań komputerów, informatyzację zarządzania należy traktować jako rodzaj postępu technicznego, a mianowicie jako postęp techniczno-organizacyjny. Ocenę należy więc przeprowadzać według ustaleń metodycznych dotyczących ekonomicznej efektywności postępu technicznego.

Z punktu widzenia rozwoju gospodarczego problematyka inwestycji i postępu technicznego, a także postępu techniczno-organizacyjnego, jest ściśle z sobą związana i dlatego powinna posiadać jednolite teoretyczne podstawy badawcze³.

Przedsięwzięcia z zakresu postępu techniczno-organizacyjnego wymagają określonych nakładów inwestycyjnych. Przeznacza się je głównie na sprzęt techniczny, opracowanie określonych rozwiązań techniczno-organizacyjnych (w przypadku systemów informatycznych na projektowanie i programowanie), a także na eksploatację określonego przedsięwzięcia. Efektywność ekonomiczna postępu techniczno-organizacyjnego jest więc efektywnością ekonomiczną inwestycji, jakich postęp ten wymaga. W tej sytuacji do obliczania efektywności jest niezbędne przeprowadzenie rachunku ekonomicznego, którego podstawowymi elementami są wielkość

²A. Kłerczyński uważa, że inwestycje komputerowe mogą występować w dwóch postaciach (por. [65]) jako:

1. budowa budynku (pomieszczenia) i instalacja w nim zakupionego komputera,
2. zakup komputera i jego instalacja w istniejącym już lokalu adaptowanym do tego celu.

³Fakt ten potwierdza uchwała nr 173 Rady Ministrów traktująca inwestycje, postęp techniczny oraz organizacyjny - jednolicie jako zamierzenia rozwojowe.

nakładów inwestycyjnych i przewidywane koszty eksploatacji, celem zaś dokonanie wyboru przedsięwzięć najbardziej opłacalnych, co będzie wymagało zestawienia nakładów i efektów projektowanego rozwiązania.

W gospodarce rozróżnia się makropostęp i mikropostęp techniczny. Pojęcia te można też odnieść do postępu techniczno-organizacyjnego (a tym samym do przedsięwzięć z zakresu informatyki).

Makropostęp będzie oznaczał wprowadzenie do układu nowej techniki i technologii. Badanie efektywności ekonomicznej to (w takim przypadku) rozpatrywanie sprawy wyboru najbardziej opłacalnego spośród dwóch lub kilku wariantów rozwiązania danego zadania, z których każdy jest czymś nowym w stosunku do stanu dotychczasowego.

Mikropostęp natomiast będzie dotyczył zmian cech stanu dotychczas istniejącego, a mianowicie zwiększenia jego zakresu lub stopnia użyteczności. Wówczas punktem wyjścia w badaniu efektywności jest porównanie nakładów i efektów realizacji określonego zadania (przeważnie jedno-wariantowego) ze stanem dotychczasowym, w celu stwierdzenia, czy i na ile jest opłacalne.

Ze względu na to, że nakłady na komputeryzację są wysokie i wykazują silną tendencję wzrostową, decyzje o zastosowaniu informatyki w zarządzaniu powinny być poprzedzone rachunkiem ekonomicznym. Czy rachunek ekonomiczny zatem może być kryterium oceny.

Z punktu widzenia prakseologii kryteria oceny sprawnego (efektywnego) działania można podzielić na dwie grupy, a mianowicie:

1. kryteria podstawowe,
2. kryteria uzupełniające.

Grupa pierwsza obejmuje takie kryteria jak: skuteczność, korzyść, ekonomiczność oraz racjonalność.

Działanie skuteczne to takie, w którego wyniku jest osiągnięty dany cel lub następuje zbliżenie się do jego osiągnięcia. Przy ocenie skuteczności nie są brane pod uwagę warunki ekonomiczne związane z tym działaniem. Działanie jest skuteczne także wtedy, gdy reallizując cele pośrednie zbliżamy się do osiągnięcia celu głównego. Nieskuteczne jest natomiast, jeżeli stopień zbliżenia się do celu głównego jest równy zeru, a tym samym nie został osiągnięty żaden z celów pośrednich.

Korzystne działanie to działanie, którego podmiot osiąga realne korzyści. Przy ocenie korzystności są brane pod uwagę skutki zamierzone a także niezamierzone.

Ekonomiczne działanie może występować jako:

- ekonomiczność niealternatywna,
- ekonomiczność alternatywna.

Działanie jest ekonomiczne (z punktu widzenia ekonomiczności niealternatywnej) wówczas, gdy rezultat jego zastosowania wyrażony stosunkiem wyniku użytecznego do kosztu jest większy od jedności ($\frac{w}{k} > 1$). Z punktu widzenia ekonomiczności alternatywnej natomiast działanie jest wówczas ekonomiczne, gdy wskutek jego zastosowania w danych warunkach działania osiąga się maksimum celu (alternatywa wydajności) lub gdy dany cel w danych warunkach działania osiąga się przy minimalnych nakładach (alternatywa oszczędności).

W działaniu racjonalnym wyróżnia się racjonalność rzeczową i metodologiczną. Działanie jest racjonalne rzeczowo, gdy jest zgodne z obiektywnie istniejącym stanem rzeczy. Racjonalne metodologicznie jest natomiast wtedy, gdy jest zgodne z wiedzą posiadaną na temat obiektywnej rzeczywistości.

Druga grupa (kryteria uzupełniające) obejmuje kryteria dotyczące efektów i sposobu działania.

W celu przeprowadzania oceny wszelkich przedsięwzięć gospodarczych powszechnie jest stosowane kryterium ekonomiczności, tj. rachunek ekonomiczny (przy podejmowaniu decyzji gospodarczych pozostałe kryteria stanowią elementy uzupełniające). Rachunek ekonomiczny jest rozumiany jako zespół metod i środków umożliwiających podjęcie najlepszej, to znaczy optymalnej decyzji spośród wielu możliwych wariantów rozwiązań. Jest ściśle związany z zasadą racjonalnego gospodarowania, jest bowiem użytkowany jako narzędzie jej realizacji⁴. Elementami każdego rachunku ekonomicznego są:

1. Warunki działania (zespół danych), które są wartościami danymi z zewnątrz i w momencie przeprowadzania rachunku ekonomicznego nie można ich zmieniać. Warunki działania mogą być przedstawione wartościowo lub za pomocą wielkości naturalnych. W praktyce gospodarczej formy przedstawiania warunków działania są na ogół mieszane.

2. Warunki ograniczające, które mają na celu eliminację rozwiązań nierealnych ze względu na istniejące ograniczenia gospodarcze.

3. Funkcja celu (kryterium wyboru), określająca preferencje, według których dokonuje się wyboru.

Rachunek efektywności obejmuje zestawienie nakładów i efektów dla każdego z technicznie możliwych i realnych ekonomicznie wariantów oraz porównanie tych wariantów i wybór najlepszego⁵. Wartość danego wariantu jest określona najczęściej za pomocą wielkości współczynnika efektywności, którego zapis formalny jest różny i zależy od konkretnej sytuacji.

⁴Zasada racjonalnego gospodarowania może być formułowana jako maksymalizacja efektów przy danych z góry nakładach lub jako minimalizacja nakładów przy z góry określonych efektach.

⁵Trudności ze stosowaniem rachunku ekonomicznego w informatyce polegają między innymi i na tym, że właśnie system informatyczny powinien dostarczać informacji potrzebnych do wyceny elementów rachunku.

Współczynnik efektywności można przedstawić jako iloraz dwóch wielkości:

$$e = \frac{\Delta E}{\Delta K} \quad (1)$$

gdzie: e - współczynnik efektywności względnej,

ΔE - przyrost efektu użytkowego spowodowany zastosowaniem systemu informatycznego w danym obiekcie,

ΔK - wzrost nakładów poniesionych na system informatyczny (w celu uzyskania spodziewanych efektów).

Współczynnik efektywności względnej jest stosowany wtedy, gdy trzeba wybrać między określonymi wariantami. Jeżeli natomiast nie dysponujemy wariantami rozwiązań (systemami informatycznymi) ani tzw. bazą odniesienia (podobne rozwiązania krajowe lub zagraniczne) to miarą jest współczynnik efektywności bezwzględnej:

$$e' = \frac{E}{K} \quad (2)$$

gdzie: e' - współczynnik efektywności bezwzględnej,

E - efekt użytkowy wynikający z zastosowania systemu informatycznego,

K - pełny nakład poniesiony na projektowanie, wdrożenie i eksploataowanie systemu informatycznego.

W rachunku efektywności jest przeprowadzana ilościowa analiza czynników wyznaczających tę efektywność. Do takich czynników zalicza się:

1. relację między nakładami i efektami,
2. czas.

Relacja między nakładami i efektami może być ujmowana jako:

- Absolutna kwota efektu finansowego:

$$(E - K_{\text{eks}}) - K \quad (3)$$

- Efekt finansowy przypadający na jednostkę nakładów:

$$\frac{E - K_{\text{eks}}}{K} \quad (4)$$

- Wydajność lub efektywność nakładów i kosztów:

$$\frac{E}{K + K_{\text{eks}}} \quad (5)$$

- Koszt jednostkowy produkcji:

$$\frac{K + K_{\text{eks}}}{E} \quad (6)$$

gdzie: E - efekt (roczny lub w okresie eksploatacji),

K - nakłady inwestycyjne,

K_{eks} - koszty eksploatacji (roczne lub w okresie eksploatacji).

Czas natomiast powoduje zamrożenie środków, dlatego wyczekuje się na zwrot (w postaci efektów) poniesionych nakładów."

Ponieważ występujące w rachunku efektywności warianty mogą różnić się: długością okresu przeznaczanego na projektowanie i wdrażanie systemu, długością okresu eksploatacyjnego, a także rozkładem nakładów i efektów w wymienionych wyżej okresach konieczne jest doprowadzenie do porównywalności wariantów o różnej charakterystyce czasowej. Rozwiązaniem tego problemu jest kategoria procentu służąca jako parametr mający zapewnić jednoznaczność oceny efektywności ekonomicznej, uwzględniająca zarazem relacje między nakładami i efektami oraz czynnik czasu. W badaniu ekonomicznej efektywności stosuje się rachunek procentowy i dyskontowy. Odnosząc jakąś wielkość z danej chwili do przyszłości, oprocentowujemy ją według wzoru:

$$I_t = I_0(1 + p)^t \quad (7)$$

Sprowadzając natomiast jakąś wielkość przyszłą do danej chwili dyskontujemy ją według wzoru

$$I_0 = I_t \cdot \frac{1}{(1+p)^t} \quad (8)$$

Ogólnie wielkość I z dowolnej chwili t sprowadzona do dowolnej chwili \bar{t} wynosi:

$$I_{\bar{t}} = I_t (1+p)^{\bar{t}-t} \quad (9)$$

gdzie: I_0 - dana lub poszukiwana wielkość w danej chwili,

I_t - dana lub poszukiwana wielkość w chwili t ,

t - okres oprocentowania lub dyskontowania,

p - stopa procentowa (w rachunku dyskontowym stopa dyskontowa).

W literaturze istnieją różne metody badania ekonomicznej efektywności. Konstrukcja i stosowanie tych metod jest odmienne w gospodarce socjalistycznej i kapitalistycznej. W gospodarce socjalistycznej opartej na założeniu centralnego kierowania procesami gospodarczymi, istnieje tendencja do ustalania i obowiązkowego stosowania oficjalnych metod badania ekonomicznej efektywności wszelkich zamierzeń rozwojowych. Metody te, oprócz przyjętej w nich techniki obliczeniowej, zawierają pewne wielkości, które jako obowiązkowe elementy rachunku, są wyrazem ingerencji organów centralnych. Zadaniem tych metod jest przyczynianie się do wzrostu znaczenia rachunku ekonomicznego jako narzędzia decyzyjnego. Na ogół eksponuje się część rachunku nazywana optymalizacyjnym rachunkiem ekonomicznym.

Obowiązująca obecnie metoda badania efektywności ekonomicznej charakteryzuje się bardzo szerokim zakresem stosowania (inwestycje, zamierzenia w dziedzinie postępu technicznego, organizacyjnego, współ-

praca gospodarcza i naukowo-techniczna z zagranicą, licencje zagraniczne)⁶. Ponadto relacja między nakładami a efektami jest z reguły ujmowana w postaci efektu finansowego przypadającego na jednostkę nakładów (lub w postaci absolutnej kwoty efektu finansowego) przy zastosowaniu techniki rachunku dyskontowego. Zasady i formy rachunku efektywności są ustalone tak, by były zgodne z obowiązującym systemem cen i systemem finansowym. Wyraża się to w przyjętych rozwiązaniach wyceny elementów rachunku, w sposobie określania okresu obliczeniowego oraz w przyjętym poziomie stopy dyskontowej.

Ze względu na konieczność przeprowadzania rachunku efektywności w różnych fazach projektowania i wdrażania systemu oraz przy różnym stopniu szczegółowości posiadanych informacji o analizowanych elementach, występują dwie formuły wskaźnika efektywności:

1. formuła uproszczona stosowana do oceny na etapie prac wstępnych,
2. formuła rozwinięta stosowana po osiągnięciu odpowiedniej szczegółowości informacji niezbędnych do przeprowadzenia rachunku.

Formuła uproszczona ma charakter statyczny i jest stosowana do przedsięwzięć prostych oraz badań wstępnych, poprzedzających opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych. Formuła rozwinięta natomiast jest wyliczana na etapie założeń techniczno-ekonomicznych przedsięwzięcia i w sposób dynamiczny określa relację uzyskiwanej w okresie obliczeniowym akumulacji do poniesionych nakładów kapitałowych. For-

⁶ Nowe zasady oceny ekonomicznej efektywności inwestycji i innych zamierzeń rozwojowych obowiązują od 1 stycznia 1975 roku, a zostały wprowadzone Uchwałą nr 173 Rady Ministrów z dnia 12 lipca 1974 roku oraz Zarządzeniem Przewodniczącego Komisji Planowania przy Radzie Ministrów z dnia 26 lipca 1974 roku.

muła ma zastosowanie przy skomplikowanych przedsięwzięciach i wymaga odpowiedniego stopnia szczegółowości informacji.

Podstawowa różnica między wymienionymi wyżej formułami polega na tym, że rachunek w formule uproszczonej przeprowadza się dla okresu rocznego, w formule rozwiniętej natomiast dla całego okresu obliczeniowego, tj. czasu realizacji i eksploatacji przedsięwzięcia. Dlatego stopa dyskontowa ma zastosowanie dopiero w formule rozwiniętej.⁷

Obowiązująca metoda badania efektywności wymaga, aby rachunek ekonomiczny był przeprowadzany kolejno w poszczególnych fazach przygotowywania decyzji, począwszy od etapu formułowania ogólnych założeń (mimo istniejącego na tym etapie dużego stopnia niepewności poszcze-

⁷ Postacie wprowadzonych Uchwałą nr 173 formuł są następujące:
- formuła uproszczona:

$$E = \frac{P - K}{J(r + s) + B \cdot r} \geq 1, \quad (10)$$

gdzie: P - przewidywany rezultat stosowania systemu informatycznego w obiekcie po wdrożeniu systemu,
K - przewidywany koszt eksploatacji po wdrożeniu systemu,
r - stopa dyskontowa (najczęściej jest przyjmowane oprocentowanie w wysokości 8%),
s - przeciętna stawka amortyzacji,
B - nakład na stworzenie zapasu środków obrotowych,
J - nakład inwestycyjny,

- formuła rozwinięta:

$$E = \frac{\sum_{t=0}^m a_t (P_t - K_t)}{\sum_{t=0}^m a_t N_t} \geq 1 \quad (11)$$

gdzie: P_t - przewidywany rezultat zastosowania systemu informatycznego w obiekcie w roku t-tym,
K_t - przewidywany koszt eksploatacji w roku t-tym,
N_t - nakład kapitałowy w roku t-tym (suma nakładów inwestycyjnych i nakładów na tworzenie zapasów środków obrotowych),
a_t - współczynnik dyskontowy,
t - 0, 1, 2, ..., m,
m - okres obliczeniowy, tj. okres projektowania, wdrożenia i eksploatacji systemu.

gólnych danych). Obliczanie efektywności ekonomicznej systemów Informatycznych też powinno być przeprowadzane na poszczególnych etapach jego realizacji. Podczas opracowywania założeń projektowych obliczenia powinny dotyczyć nakładów na sprzęt, zaprojektowanie, wdrożenie i eksploatację systemu informatycznego oraz ustalenia spodziewanych rezultatów zastosowanego systemu. Obliczając natomiast efektywność w czasie opracowywania projektu technicznego należy ocenić efekt ekonomiczny realizowanego systemu informatycznego (na przykład zmniejszenie wydatków na personel administracyjny, zmniejszenie kosztów produkcji, zapasów, zużycia materiałów) i następnie porównać go z planowanymi kosztami.

Rachunek ekonomiczny nie może stanowić wyłącznego kryterium oceny efektywności zamierzeń informatycznych, a decyzje w tym zakresie powinny być uzupełnione:

1. analizą danego zamierzenia Informatycznego (systemu informatycznego) z punktu widzenia możliwości jego realizacji, tj. dysponowanego sprzętu, oprogramowania oraz kadry,

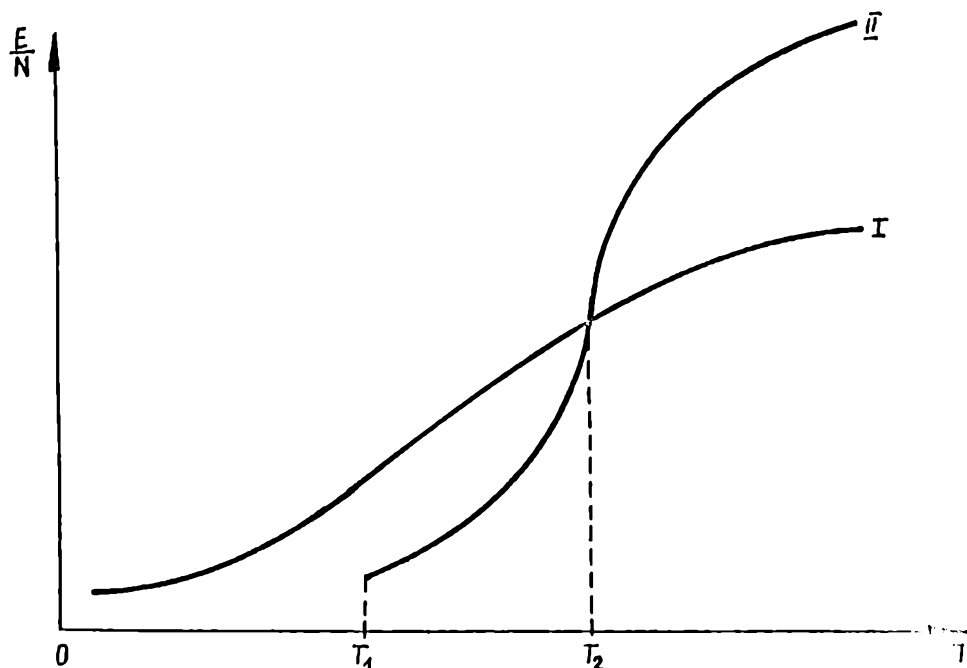
2. porównaniem proponowanego rozwiązania pod względem techniczno-ekonomicznym z rozwiązaniami istniejącymi bądź w krajach wysoko rozwiniętych, bądź z podobnymi własnymi,

3. oceną wpływu, nie uwzględnionych (niewymiernych) w rachunku ekonomicznym elementów, danego zamierzenia Informatycznego na funkcjonowanie i rozwój obiektu. Ocena ta powinna być przeprowadzona w formie opisowej oraz włączona do analizy całościowej zamierzenia.

Zastosowanie rachunku ekonomicznej efektywności do oceny systemów informatycznych ma pewne granice uwarunkowane następującymi obiektywnymi przyczynami:

1. Niejednorodnością stosowania informatyki (komputerów) w zarządzaniu.
2. Trudnościami w określeniu efektu zastosowania systemu informatycznego.
3. Ograniczoną sprawnością funkcjonowania systemu informatycznego.
4. Koniecznością preferowania nieefektywnych kierunków rozwoju informatyki.
5. Stosowaniem pozaekonomicznych kryteriów podejmowania decyzji w niektórych zamierzeniach informacyjnych.
6. Niedocenianiem kryteriów ekonomicznych w informatyce.

Zastosowanie informatyki do realizacji funkcji zarządzania może być przeprowadzane dwoma sposobami: poprzez stopniową informatyzację poszczególnych elementów istniejącego systemu zarządzania, poprzez opracowanie i zastosowanie nowego całkowicie skomputeryzowanego systemu zarządzania. Sposoby te różnią się osiadaną efektywnością zarządzania i metodami jej oceny. Pierwszy ewolucyjny sposób jest dość powszechnie stosowany i pozwala na uaktywnienie wewnętrznych rezerw techniki konwencjonalnej. Analiza efektywności wykazuje, że przy jego zastosowaniu osiąga się wzrost efektywności zarządzania tylko do pewnego poziomu, po czym proces ten ulega zwolnieniu. Zastąpienie natomiast starego konwencjonalnego systemu zarządzania nowym skomputeryzowanym systemem, z reguły przez pewien czas (jest to okres eksperymentu i wprowadzania) nie wykazuje zbyt dużego wzrostu efektywności zarządzania. Na rysunku 3.1 przedstawiono kształtowanie się przeciętnej efektywności dla obu sposobów kompute-



Rys. 3.1. Kształtowanie się przeciętnej efektywności komputeryzacji zarządzania; krzywa I - dla sposobu pierwszego, krzywa II - dla sposobu drugiego (krzywe hipotetyczne)

ryzacji zarządzania⁸. Porównanie poziomu ich efektywności wykazuje, iż w początkowym okresie góruje sposób ewolucyjny. Dynamika sposobu drugiego doprowadza jednak do szybkiego zrównania się ich przeciętnej efektywności, a następnie uzyskania wyższej efektywności. Nie oznacza to preferowania drugiej metody, gdyż ze względu na istniejącą możliwość technicznej realizacji powinny być stosowane oba te sposoby.

⁸Wśród różnych postaci krzywych służących do przedstawiania tendencji rozwojowych wymienia się funkcję logistyczną (por. [81], ss. 61-63). Wiele uczonych uważało, iż logiczne prawo rozwoju ma charakter ogólny i może dotyczyć całości gospodarki. Dlatego w latach dwudziestych wiele zjawisk ekonomicznych interpretowano za pomocą krzywych logistycznych. O. Lange uważał jednak, "że prawidłowości rozwojowe wolno uogólniać tylko z dużą ostrożnością i z zasady odcinkowo, z ograniczeniem do pewnych działów gospodarki i do stosunkowo krótkich okresów rozwoju". Zdaniem autorki można wnioskować, że proces komputeryzacji zarządzania też będzie miał postać krzywych logistycznych. Potwierdzenie takiego poglądu wymagałoby wieloletnich badań w tym zakresie.

Jak przedstawiono w pkt 2.1 efektywność jest wyznaczana relacją między efektami a nakładami. Określenie nakładów na system informatyczny nie sprawia większej trudności. Nie jest natomiast proste określenie rezultatów systemu informatycznego w sposób wystarczający do przeprowadzenia rachunku. Ponieważ efekty każdego systemu są z reguły różnorodne, to porównać różne rozwiązania można tylko wtedy, gdy potrafimy sprowadzić elementy do pewnej wspólnej miary. Decydent nie może bowiem oceniać i optymalizować wielu wymagań jednocześnie na przykład; zakresu dostarczanej informacji, jej częstotliwości, szybkości lub kosztu. Dlatego do obiektywnej oceny projektu systemu, a także jego późniejszej eksploatacji, jest potrzebne opracowanie syntetycznego kryterium oceny jakości rozwiązania. Warunek ten może być spełniony dla tych obiektów, które posiadają jednoznacznie i mierzalnie określone cele i zadania. Mierzalność efektów systemu informatycznego jest uzależniona bezpośrednio od mierzalności efektów działania całego obiektu. Jeżeli efekty są niewyraźne to rachunek efektywności jest praktycznie nieprzydatny. Toteż o możliwości przeprowadzenia jakiegokolwiek systemowego rachunku ekonomicznej efektywności decyduje jednoznacznie sformułowane syntetyczne kryterium oceny systemu jako całości. Kryterium takim powinna być matematyczna funkcja celu, której przyrost wartości byłby wypadkową wartości wszystkich wymiernych efektów osiągniętych przez system. Oczywiście efekty wymierne są łatwiejsze do określenia i oszacowania. Dlatego one zwykle decydują o przyjęciu lub odrzuceniu projektu systemu informatycznego. Postępowanie takie nie jest słuszne, gdyż tylko łączne rozpatrywanie wszystkich rodzajów efektów pozwala ocenić faktyczną użyteczność systemu. Gdy jednak nie ma możliwości oceny efektu z dostateczną dokładnością ani pod

względem ilościowym, ani jakościowym skuteczne stosowanie rachunku ekonomicznej efektywności jest ograniczone.

Podstawowym założeniem systemu informatycznego (już w sposobie jego zaprojektowania) powinno być maksymalne wykorzystanie zdolności ludzi (zdolności do myślenia) zatrudnionych w organizacji. Dlatego efektywność komputeryzacji jakiegokolwiek obszaru działalności zależy nie tylko od zakupu dobrego komputera, zatrudnienia fachowców, standaryzacji procesów, a przede wszystkim od struktury społecznej organizacji, od nastawienia członków danej organizacji do proponowanych zmian i zaakceptowania realizowanych systemów informatycznych. Analiza materiałów zebranych przez użytkowników systemów informatycznych wykazuje, że większość nieudanych wdrożeń było rezultatem pozornej akceptacji, pozornego funkcjonowania systemu, gdzie jedyną aktywną grupą działającą na rzecz realizacji systemu stanowili informatycy. Można więc mówić, że konflikty organizacyjne pojawiające się przy realizacji systemu Informatycznego są jednym z podstawowych ograniczeń.

Sprawność funkcjonowania systemu informatycznego ogranicza też tzw. "bariera ludzka". Istniejąca bowiem kadra jest wciąż za mało liczna i nie dość gruntownie przygotowana⁹. Powszechny jest typ informatyka - specjalisty doszkalanego dorywczo i w pośpiechu. Toteż zainstalowany sprzęt bywa często użytkowany nieefektywnie, dużo poniżej swoich możliwości.

⁹Bezpośredni wpływ na jakość informacji wejściowej do systemu Informatycznego mają pracownicy niższego szczebla w hierarchii zarządzania (rejestrują zdarzenia gospodarcze na nośnikach informacji). Jeszcze większy wpływ ma szczebel średni, gdyż decyzje z obszaru jego działania należą na ogół do decyzji programowanych, a poza tym uczestniczy w projektowaniu systemów informatycznych. Szczebel strategiczny natomiast jest z reguły inicjatorem prac projektowych i dlatego ważne jest dobre przygotowanie informatycznego tego szczebla.

Ogólnie należy stwierdzić, iż sprawne funkcjonowanie systemu informatycznego wymaga:

1. uporządkowania i dopracowania podlegającej informatyzacji struktury organizacyjnej. Wprowadzenie bowiem informatyki do nieokreślonych organizacji utrwala tylko ich nieokreśloność. Aby więc ekonomiczne efekty komputeryzacji były realne, trzeba najpierw opracować, dostosowany do określonego obiektu, system informacji. System odpowiednio rozbudowany i dostatecznie szybki, który zapewni wybór określonych wariantów przy podejmowaniu decyzji. Należy przy tym zaznaczyć, że nakłady na rozwój systemów informatycznych należy rozpatrywać łącznie z nakładami na rozwój organizacji i zarządzania. Jak dotąd nakłady te, szczególnie w zakresie badań, są zbyt niskie w stosunku do przeznaczonych na rozwój systemów fizycznych. Takl stan rzeczy wynika z trudności w opracowaniu odpowiednio sprecyzowanego przedmiotu badań, jakim jest obiekt i sposób jego funkcjonowania oraz z braku metod opisu zachowania się obiektu lub ich modeli,

2. jednoznacznego zdefiniowania celu (mogą to być cele cząstkowe), który zamierza się osiągnąć,

3. pokonania bariery oprogramowania. Oznacza to, że opracowane zostaną zasady tworzenia programów powtarzalnych nastawionych na problem lub grupę problemów, a nie na jednego określonego użytkownika.

Celem każdego przedsięwzięcia, a więc i systemu informatycznego, powinno być osiaganie określonych efektów technicznych, użytkowych oraz społeczno-ekonomicznych. Gdy jednak powstaje nowy system informatyczny, realizujący nie znane dotąd funkcje, to kryterium ekonomicznej efektywności może (w początkowym okresie funkcjonowania sy-

stemu) nie być właściwym miernikiem jego opłacalności. Uważa się, że gdyby w przeszłości preferowano tylko komputeryzację efektywną, to nasza Informatyka rozwijałaby się znacznie wolniej. Dlatego decyzje o rozwoju systemów informatycznych często opierane są:

- na kryterium potencjalnej efektywności ekonomicznej,
- na kryteriach pozaekonomicznych.

Kryterium potencjalnej efektywności ekonomicznej polega na przekonaniu (popartym zwykle dotychczasowym doświadczeniem), że rozwijanie chwilowo nieefektywnych systemów informatycznych doprowadzi w przyszłości do takiego poziomu, który zapewni ich efektywność. Efektywność potencjalna w takim ujęciu oznacza możliwość doskonalenia pewnych istniejących systemów informatycznych. Prawidłowa ocena poszczególnych systemów musi się opierać na ich znaczeniu dla rozwoju organizacji gospodarczych. Ponieważ objęcie rachunkiem ekonomicznym całej grupy środków rozwoju organizacji gospodarczych jest przedsięwzięciem bardzo trudnym, decyzje powyższe są z reguły podejmowane na podstawie ogólnego rozeznania, doświadczenia i intuicji decydenta.

Kryteria pozaekonomiczne to głównie względy militarne, prestiżowe oraz socjalne. Oczywiście tego typu kryteria ograniczają rolę rachunku ekonomicznego w podejmowaniu decyzji.

Stosowanie rachunku ekonomicznego do oceny systemów informatycznych jest także ograniczone niedocenianiem kryteriów ekonomicznych w Informatyce. Taki stan rzeczy wynika:

1. z niedoskonałości stosowanej metodyki badań efektywności ekonomicznej,
 2. z niewłaściwego przeprowadzania rachunku ekonomicznego.
- Nigdy bowiem nie występował (w problematyce efektywności zarzą-

dzania) problem celowości istnienia systemu informatycznego w zarządzaniu, natomiast zawsze pojawiał się problem ekonomicznej celowości jego istnienia. Dlatego ocena sposobu działania tego systemu powinna być przeprowadzona tylko na tle funkcjonowania całego obiektu. Toteż na przykład minimalizacja kosztu funkcjonowania systemu informatycznego nie zawsze może być uważana nawet za cel cząstkowy, gdyż w niektórych przypadkach może być uzasadnione jego zwiększenie, jeżeli korzyści uzyskane w całym obiekcie przewyższą (w porównaniu z innymi możliwościami) poniesione na ten cel nakłady.

Wszelkie przedsięwzięcia rozwojowe i usprawniające są rezultatem twórczej inicjatywy oraz twórczego wysiłku kolektywu bezpośrednio je projektującego i realizującego. Ponieważ nie ma zamierzeń bezwzględnie opłacalnych i efektywnych, można więc mówić jedynie o względnej wartości jakiegokolwiek rachunku ekonomicznej efektywności przedsięwzięć.

Rachunek ekonomiczny nie może być zatem wyłącznym kryterium oceny celowości zamierzeń z zakresu informatyki. Oceniając system Informatyczny należy też uwzględnić istniejące efekty niewymierne takie, jak na przykład: poprawa organizacji pracy, zmiany w strukturze czasu pracy poszczególnych grup pracowników, doskonalenie form kontroli, szybkie uzyskiwanie szczegółowych informacji. Efektywność ta nie jest bezpośrednią zasługą komputera, ale grupy specjalistów zarządzających układem i umiejących zużytkować informację dostarczoną przez komputer. Ocena wpływu tych nie uwzględnionych w rachunku ekonomicznym elementów powinna być dokonywana w formie opisowej na przykład przez zastosowanie metod badań ankietowych. Dopiero bowiem łączne rozpatrywanie wszystkich efektów umożliwia ocenę faktycz-

nej użyteczności zastosowania systemu informatycznego. Rachunek ekonomiczny powinien więc spełniać rolę pomocniczą w tych wszystkich sytuacjach (na przykład, eliminacja projektów systemów nierentownych, ustalenie priorytetów wdrożenia projektów systemów rentownych), w których nie może on dostarczyć podstawowych kryteriów decyzji. Niemniej prawidłowe funkcjonowanie gospodarki narodowej wymaga uwzględnienia, liczenia i minimalizacji kosztów wszystkich podejmowanych decyzji, a więc i decyzji z zakresu Informatyki.

3.2. Ustalanie wielkości nakładów

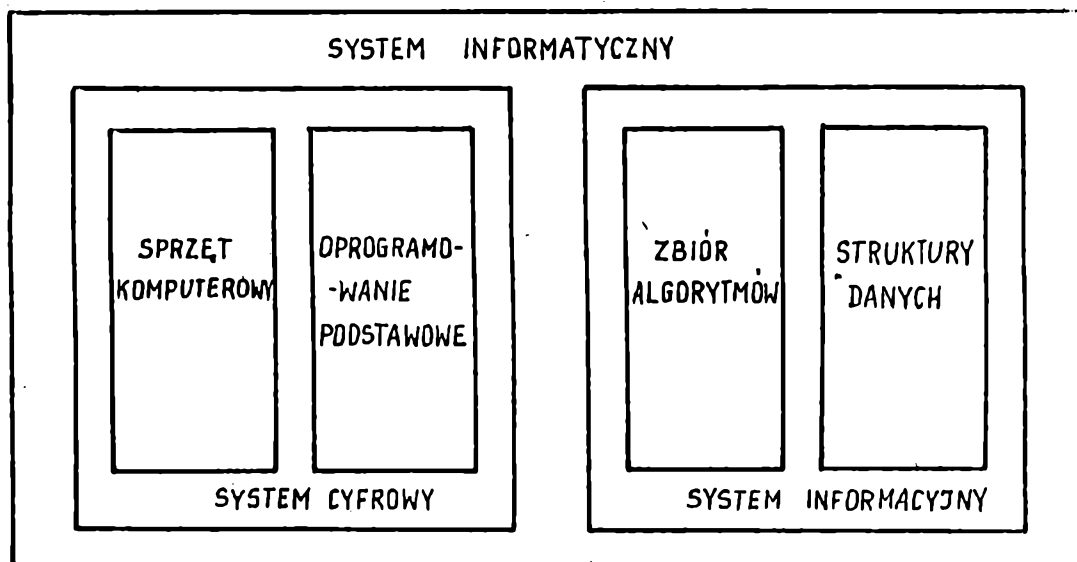
Jak już podano, efektywność systemu informatycznego w ogólnym ujęciu oznacza stosunek efektów jego funkcjonowania do poniesionych nakładów (wynik powinien być większy od jedności). W formule elementem łatwiejszym do skwantyfikowania są oczywiście nakłady. Powstaje zatem pytanie jaka jest struktura tych nakładów oraz ich rozkład w czasie.

System Informatyczny można ogólnie potraktować jako obiekt złożony z systemu cyfrowego oraz systemu (procesu) informacyjnego (rys. 3.2)¹⁰. Zestaw środków sprzętowych i programowych składających się na system cyfrowy jest przeznaczony do realizacji zadań określonych przez proces informacyjny.

Okolo 30-45% ogólnej sumy nakładów ponoszonych na systemy informatyczne stanowią wydatki związane ze sprzętem¹¹. Konieczne jest

¹⁰ Szczegółowy model systemu informatycznego przedstawiono w rozdziale pierwszym.

¹¹ Por. [98] .



Rys. 3.2. System informatyczny jako obiekt złożony z systemu cyfrowego i systemu informacyjnego

więc stałe obniżanie kosztów komputeryzacji oraz pełniejsze wykorzystanie jej potencjalnych możliwości.

Użytkować sprzęt komputerowy można w dwóch postaciach:

1. instalacji komputera u bezpośredniego użytkownika,

2. korzystania z komputerów zainstalowanych w specjalnych ośrodkach obliczeniowych nastawionych na sprzedaż usług informatycznych.

Wybór odpowiedniej formy zależy od wielkości potrzeb informatycznych danego obiektu i możliwości ich efektywnej realizacji. Na ogół uważa się, że w obiektach mniejszych bardziej ekonomiczna jest forma druga, tzn. albo dzierżawienie czasu pracy komputera (jeżeli w obiekcie istnieje zespół informatyków), albo powierzenie ośrodkowi obliczeniowemu wykonanie całego procesu przetwarzania.

Całość nakładów związanych z komputeryzacją zarządzania można podzielić na trzy podstawowe grupy¹²:

1. nakłady inwestycyjne, które obejmują koszty zakupu komputera, urządzeń peryferyjnych, a także inwestycje budowlano-montażowe,

2. nakłady na opracowanie, obejmujące koszty związane z zaprojektowaniem systemu informatycznego i jego oprogramowaniem,

3. nakłady na eksploatację systemu.

Podstawowym składnikiem nakładów inwestycyjnych jest zakup odpowiedniego komputera. Prezentowany na rynku komputerowym sprzęt jest produkowany przez liczne firmy krajów kapitalistycznych,

oraz krajów socjalistycznych¹³. Różnorodność typów komputerów wynika głównie z różnicy w rozwiązaniach konstrukcyjnych i technologicznych związanych z ich zastosowaniem.

Przyjmując jako kryterium sposób wykorzystania komputera można podzielić je na uniwersalne (służą do rozwiązywania wszelkich zagadnień matematycznych) i specjalistyczne, to znaczy przeznaczone do przetwarzania danych, do sterowania procesami produkcyjnymi oraz do prac naukowo-technicznych. Ogólnie, komputery są projektowane przy założeniu możliwie szerokiego zakresu zastosowań, co powoduje, że pewne obszary zastosowań poszczególnych typów częściowo się pokrywają. W zarządzaniu mają zastosowanie głównie komputery przeznaczone.

¹²Te trzy rodzaje nakładów dotyczą posiadaczy komputerów. U korzystających natomiast z usług ośrodka obliczeniowego wystąpi inny rodzaj kosztów - opłata za korzystanie z komputera.

¹³Największe w krajach zachodnich firmy komputerowe to IBM (International Business Machines) oraz ICL (International Computers Ltd), inne firmy to HONEYWELL BULL, DIGITAL, HEWLETT PACKARD, NCR itd. W krajach socjalistycznych natomiast w ramach współpracy w zakresie elektronicznej techniki obliczeniowej są produkowane nowoczesne komputery Jednolitego Systemu (JSEMC).

do rozwiązywania problemów przetwarzania danych, które charakteryzują się tym, że:

- realizują najczęściej arytmetykę dwójkową,
- pamięć ma z reguły organizację znakową (rzadko słowną),
- rozkaz może być jednoadresowy lub wieloadresowy,
- w miarę potrzeby można dołączać do jednostki centralnej różne urządzenia zewnętrzne poprzez standardowe jednostki sterujące,
- istnieje możliwość szerokiego doboru różniących się pojemnościami pamięci oraz jej ciągła rozbudowa,
- lista rozkazów, możliwości obliczeniowe i szybkość przesyłania są nastawione raczej na sterowanie przesyłaniami danych i operacje wydawnicze niż szybkie liczenie,
- są wyposażone w kompilatory Cobolu, Fortranu, a także bogatą bibliotekę podprogramów.

W praktyce możliwości techniczne i wydajność pracy komputerów ocenia się (w sposób przybliżony) według ustalonych cen rynkowych. W. Turski opierając się na prawie Groscha twierdzi, że "moc obliczeniowa maszyny cyfrowej jest wprost proporcjonalna do jej ceny"¹⁴. Ponieważ ceny na komputery są wysokie i wahają się od kilkudziesięciu tysięcy do kilku milionów dolarów (w zależności od parametrów technicznych i mocy obliczeniowej) planowany zakup komputera powinien być poprzedzony wnikliwą analizą jego konkretnych zastosowań. Niewłaściwy wybór komputera spowoduje wzrost nakładów, co w konsekwencji wpłynie na obniżenie efektywności jego zastosowania. W zależności od mocy obliczeniowej można wyróżnić komputery¹⁵: bardzo duże, duże, średnie,

¹⁴ Por. [131].

¹⁵ Stopień korelacji cen komputerów z wielkością ich mocy obliczeniowej ulega częstym zmianom i tak na przykład koszt komputerów bardzo dużych przekracza 1,2 mln dolarów, koszt komputerów dużych wynosi od 0,6-1,19 mln dolarów, średnich od 0,18-0,59 mln dolarów a małych od 0,03-0,17 mln dolarów.

małe oraz minikomputery. Wielkie komputery służą do scentralizowanego przetwarzania danych¹⁶. Charakteryzują się bardzo dużą szybkością, możliwością obróbki wszystkich typów danych, mają dużą i szybką pamięć operacyjną, a także wielką pamięć zewnętrzną w postaci taśm magnetycznych, bębnow i dysków.

Powstaje więc problem ekonomicznego użytkowania dużych i szybkich komputerów. Jednym ze sposobów pozwalających na lepsze wykorzystanie możliwości komputera, a tym samym obniżenie kosztów przetwarzania danych, jest wieloprogramowość, która oznacza jednoczesne wykonywanie wielu programów. Inne rozwiązania (bardziej skomplikowane i wymagające odpowiedniego sprzętu) to systemy wieloprocesorowe i wielomaszynowe.

System wieloprocesorowy składa się z dwóch lub większej liczby oddzielnych procesorów korzystających ze wspólnej pamięci. Pamięć ta jest podzielona na bloki, tak aby wszystkie należące do systemu procesory mogły jednocześnie korzystać z poszczególnych bloków pamięci. Można też wymłonić bloki pamięci między procesorami. Systemy wieloprocesorowe pozwalają na osiągnięcie dużej niezawodności przetwarzania danych. Uszkodzenie bowiem jakiejś części systemu nie przerywa całkowicie jego pracy, a jedynie ogranicza do pewnych funkcji.

Systemem wielomaszynowym natomiast określa się zespół dwóch lub większej liczby komputerów, z których każdy ma swoją odrębną pamięć i które są połączone między sobą kanałami wejścia-wyjścia. Poszczególne komputery są przeznaczone do wykonywania oddzielnych zadań, lecz w przypadku uszkodzenia mogą nawzajem przejmować swoje funkcje. System wielomaszynowy różni się od wieloprocesorowego tym, że w systemie wieloprocesorowym każdy procesor może korzystać ze wspólnej pamięci, natomiast w systemie wielomaszynowym pamięci są związane z kom-

¹⁶Przykładem może być IBM 360 Model 195 oraz CDC 7600 (por. [31], ss. 123-127).

puterami, z których żaden nie ma bezpośredniego dostępu do systemu innego komputera. Zaletą tych złożonych systemów przetwarzania danych jest niezawodność, szybkość i wszechstronne wykorzystanie jednostki centralnej, co w rezultacie obniża koszty przetwarzania danych.

W analizie składników i źródeł powstawania kosztów przetwarzania danych nie można pominąć kosztów odpowiednich typów i wielkości pamięci operacyjnych komputerów, co ma zresztą swój udział w ich (komputerów) cenie. Nie można jednak zgodzić się z poglądami traktującymi pojemność pamięci operacyjnej za podstawowe kryterium oceny danego systemu komputerowego. Zaprzeczają temu systemy pracujące z podziałem czasu, z których jednocześnie korzysta wielu użytkowników. Przy tym każdy z użytkowników pracuje tak, jak gdyby był jednym dysponentem komputera. Często w systemach takich użytkownicy znajdują się z dala od centralnego komputera i wtedy dostęp do jednostki centralnej, jej pamięci operacyjnej oraz pamięci masowych odbywa się poprzez łącza telekomunikacyjne (stosowane w transmisji danych).

Niedawno wprowadzono klasę maszyn cyfrowych małych i niedrogich umieszczanych w pobliżu źródeł danych i przeznaczonych do wykonywania drobnych zadań obliczeniowych, czyli minikomputery. Przyjęte w nich rozwiązania konstrukcyjne ograniczają zakres zastosowania do takich systemów, w których zbiór rozwiązywanych problemów jest stały i nie wymaga specjalistycznych komputerów. Minikomputery mogą zaspokajać potrzeby obliczeniowe małych jednostek gospodarczych, lecz głównym ich przeznaczeniem, ze względu na dążenie do obniżania kosztów komputeryzacji, powinna być współpraca z dużymi komputerami.

Systemy, w których trzeba zapisywać i odczytywać duże ilości danych, ze względu na ograniczoną wielkość pamięci wewnętrznych

(względy konstrukcyjne i koszty), wymagają zastosowania dodatkowych urządzeń zewnętrznych¹⁷. Funkcję tę spełniają pamięci masowe (taśmowe, bębnowe i dyskowe), które pracują jako urządzenia zewnętrzne dołączone do jednostki centralnej poprzez jednostki sterujące. Ważnymi parametrami charakteryzującymi pamięci masowe są: pojemność, cena w przeliczeniu na 1 bit oraz czas dostępu¹⁸. Najtańsze ze wszystkich dostępnych są pamięci na taśmach magnetycznych, ale są to pamięci wolne, blokujące szybkość pracy jednostki centralnej i w rezultacie powodujące wzrost kosztów przetwarzania. Do szybkich pamięci zewnętrznych są zaliczane pamięci na dyskach i bębnach magnetycznych, których stosowanie mimo wysokich cen jest ekonomicznie uzasadnione. Podstawową rolę w rachunku kosztów odgrywa bowiem nie tyle cena dysku i taśmy magnetycznej czy też koszt przechowywania danych na tych nośnikach, ile straty wynikające z niedostatecznego wykorzystania szybkości jednostki centralnej, spowodowane długim oczekiwaniem na dane przechowywane w pamięci na taśmie magnetycznej¹⁹. Tam gdzie czas dostępu może być rzędu sekund lub minut, z reguły stosuje się pamięci na taśmach magnetycznych. Jeżeli natomiast jest pożądanym czas dostępu rzędu milisekund są stosowane pamięci na bębnach lub dyskach magnetycznych.

Znaczna część nakładów inwestycyjnych jest przeznaczona na za-

¹⁷W typowej organizacji komputera wyróżnia się następujące główne zespoły: arytmometr, pamięć (operacyjna, wewnętrzna), zespół wejścia i wyjścia (pamięć zewnętrzna, urządzenia wprowadzania danych i urządzenia wprowadzania informacji), sterowanie.

¹⁸Prowadzone obecnie prace nad pamięciami fotograficznymi, holograficznymi i laserowymi wskazują na istniejące możliwości polepszenia parametrów użytkowych pamięci masowych.

¹⁹Szybkość przesyłania danych między pamięcią wewnętrzną a pamięcią zewnętrzną zależy od metod organizacji i dostępu do tych danych (w pamięciach zewnętrznych) a te z kolei zależą od parametrów technicznych nośnika pamięci.

kup odpowiednich urządzeń zewnętrznych do wprowadzania danych i wyprowadzania informacji²⁰.

Wśród metod przygotowania danych przeważają jeszcze techniki tradycyjne (kart perforowanych i taśm papierowych). Wynika to z faktu względnie niskich cen zakupu tych urządzeń oraz elastyczności i niezawodności w ich stosowaniu²¹. Urządzenia te pracujące z szybkością średnio kilku tysięcy znaków na minutę, w porównaniu z urządzeniami centralnymi pracującymi z szybkością do kilkuset tysięcy do miliona operacji na sekundę, determinują moc obliczeniową komputerów. Dlatego coraz szerzej stosuje się nowocześniejsze i ekonomiczne rozwiązania, którymi są:

1. automatyczne przygotowywanie danych w miejscach ich powstania.

Do tego celu są wykorzystywane między innymi minikomputery jako stacje do automatycznego gromadzenia i przygotowywania danych w miejscach ich powstawania. Inną techniką automatycznego przygotowywania danych w miejscach ich powstania jest optyczny odczyt znaków²². Nakłady związane z zakupem urządzeń do optycznego odczytu znaków są bardzo duże.

2. techniki bezpośredniego nanoszenia na taśmy magnetyczne i

²⁰ Są to urządzenia wejścia i wyjścia (czytnik i dziurkarka kart i taśmy papierowej, dalekopis, drukarka), urządzenia transmisji danych,

²¹ Całkowity koszt zakupu urządzeń wprowadzania danych wyprowadzania informacji waha się w granicach 50-100% ceny samego komputera.

²² Istnieją dwa podstawowe rodzaje czytników optycznych. Jedne odczytują kody i znaki specjalne pisane ręcznie lub przez maszynę - są to tzw. urządzenia ORM (Optical Mark Recognition), inne znaki alfa-numeryczne pisane maszynowo - są to tzw. urządzenia OCR (Optical Character Reading).

na dyski magnetyczne (key - to - tape oraz key - to disk)²³.

W zakresie wyprowadzania informacji oprócz ciągłego technicznego doskonalenia drukarek, coraz powszechniej stosuje się urządzenia techniki mikrofilmowej, a także zdalne przesyłanie danych²⁴. Udział kosztów transmisji danych w całkowitym koszcie systemów komputerowych wynosi około 15% i wskazuje tendencję wzrostową²⁵. Opłacalność ekonomiczną systemów transmisji danych determinują środki techniczne, a te z kolei zależą od wymaganych parametrów systemu (tj. od liczby danych do przesyłania i ich rozkładu w czasie, od odległości, dokładności, czasu trwania przesyłania). Dlatego transmisja powinna być stosowana w przypadkach, gdy do podjęcia decyzji niezbędne jest szybkie otrzymanie informacji.

Dzięki postępowi technicznemu w przemyśle komputerowym nowe produkty odznaczają się coraz korzystniejszym dla użytkowników stosunkiem między wydajnością a cenami. Wzrasta też stopień wykorzystania komputerów przez użytkowników (wieloprogramowość, wielodostęp itp.). Wprowadzane także w ostatnich latach metody i urządzenia pomiaru wydajności komputerów prowadzą do dalszych pozytywnych zmian

²³ Technika bezpośredniego zapisu danych na taśmach magnetycznych wyszła z zakresu prób i doświadczeń i jest już stosowana. Produkowanych jest wiele modeli urządzeń klawiaturowych do bezpośredniego zapisu danych na taśmie magnetycznej (MDS, Olivetti - DE 521, NCR produkuje Dater 735 - 101 i 736 - 101, Honeywell - Bull - Centrala keyplex - System M-5500, Consolidated Computer - Centrala key - Edit - System 110/85 itd.).

²⁴ Technika mikrofilmowa COM (Computer Output Microfilm) służy do wyprowadzania informacji z komputera i zapisu jej na mikrofilmach w postaci czytelnej dla użytkownika (znaki pisarskie, wykresy, rysunki).

²⁵ Problem efektywności ekonomicznej teletransmisji nabiera, szczególnego znaczenia w systemach wielodostępnych. Gdy istnieje możliwość korzystania z komputera przez większą liczbę użytkowników posługujących się terminalami, to o opłacalności transmisji nie decyduje ani liczba danych, ani szybkość ich przesyłania, lecz alternatywa: instalowanie jednego komputera z siecią transmisji czy też instalowanie komputerów u poszczególnych użytkowników przy założeniu niedostatecznej ich eksploatacji.

w tym zakresie²⁶. Jednak mimo stałego obniżania się względnego kosztu sprzętu komputerowego i stałej poprawy istotnych dla efektywności ekonomicznej wskaźników (wydajność-cena) należy zmniejszyć wydatki na sprzęt w ogólnych nakładach na komputeryzację.

Jak wiadomo, rodzaj i liczba środków technicznych niezbędnych do zrealizowania danego wariantu systemu informatycznego są determinowane wymaganą przez ten system mocą obliczeniową. W literaturze są proponowane następujące metody ustalania mocy obliczeniowej²⁷:

1. metoda porównawcza, która służy do ustalania mocy obliczeniowej wyłącznie dla zastosowań typowych, wymaga bowiem znajomości czasu przetwarzania (T_o) oraz ilości danych (P_o) dla typowego zastosowania. Szukany czas przetwarzania dla rozpatrywanego zastosowania wynosi:

$$T_x = T_o \cdot \frac{P_x}{P_o} \quad (12)$$

gdzie: P_x - ilość danych w przypadku rozpatrywanym.

Uwzględniając różną prędkość działania komputerów wzór będzie miał postać:

$$T_x = T_o \cdot \frac{P_x}{P_o} \cdot \frac{S_o}{S_x} \quad (13)$$

gdzie: S_o i S_x - szybkość działania komputera zastosowanego w przypadku typowym i rozpatrywanym.

2. metoda współczynników scalonych, która jest wprawdzie wygodna w stosowaniu, ale wymaga znajomości wpływu wszystkich istotnych czynników na czas przetwarzania w całym przedziale ich zmienności. Czas

²⁶Automatyczne mierniki hardware'u, kontrolują aktywność systemu w danym okresie, redagują raporty o wykorzystaniu komputera i o aktywności różnych składników systemu komputerowego.

²⁷Por. [37] .

przetwarzania jest obliczony według wzoru:

$$T_x = f(b_1 \cdot c_1, b_2 \cdot c_2, \dots, b_n \cdot c_n) \cdot \frac{S_0}{S_x} \quad (14)$$

gdzie: C_1, C_2, \dots, C_n - wartości liczbowe czynników mających wpływ na czas przetwarzania,

b_1, b_2, \dots, b_n - odpowiednie współczynniki proporcjonalności.

3. analityczna metoda współczynnikowa, według której określenie czasu przetwarzania wymaga zestawienia:

- wszelkich niezbędnych danych o przedmiocie przetwarzania w przekroju wszystkich źródeł informacyjnych,
- wszelkiego rodzaju urządzeń i czynności występujących w procesie przetwarzania danych.

Przy podejmowaniu natomiast decyzji inwestycyjnych dotyczących doboru odpowiedniego sprzętu komputerowego analiza elementów składających się na syntetyczną ocenę zestawu komputerowego jest dokonywana według tzw. metod komparatystycznych, do których zalicza się²⁸:

1. Metodę punktową opracowaną przez Williamsa, Perrota, Weitzmana i Murraya, według której przy wyborze określonego zestawu komputerowego powinny być rozpatrywane następujące czynniki:

- wyposażenie techniczne komputera,
- przystosowanie komputera do zadań postawionych przez użytkownika,
- wyposażenie programowe komputera,
- pomoc wytwórcy,
- koszt zestawu.

Uwzględnionym elementom i właściwościom technicznym, w zależności od nadawanego im znaczenia, przyporządkowuje się różne wagi gatunkowe (do 20 punktów procentowych). O wyborze określonego zestawu

²⁸Por. [65] s. 93 oraz [51] s. 28.

decyduje globalna liczba punktów. Metoda ta jest bardzo pracochłonna i subiektywna w ustalaniu wartości wag. Pozwala jednak na wyeliminowanie zestawów komputerowych nieefektywnych dla rozważanych zastosowań (projektów).

2. Metodę znaków pozycyjnych, w której za podstawę oceny przyjmuje się określone zadania i za pomocą znaków pozycyjnych bada, na ile efektywnie określone zestawy komputerów realizują dane zadanie.

3. Metoda mieszanek rozkazowych. Służy głównie do oceny szybkości pracy jednostek centralnych, ale jest także stosowana do oceny zestawu urządzeń zewnętrznych (współpracujących bezpośrednio z jednostką centralną). Najszerzej są stosowane mieszanki Gibsona i Arbuckla, w których ocena jest dokonywana bezpośrednio na podstawie mieszanki wyznaczającej dla badanego zastosowania czas realizowania poszczególnych operacji i sumując je zgodnie ze współczynnikami wagowymi. Wadą mieszanek jest nieuwzględnianie czasu pracy urządzeń wejścia i wyjścia, czasu przesyłania informacji przez kanały, a także różnic w organizacji wewnętrznej jednostek centralnych.

4. Metoda jąder problemowych, która uwzględnia parametry organizacji wewnętrznej różnych komputerów. Przy stosowaniu jest wymagana jednak dokładna znajomość organizacji przetwarzania na danym typie komputera.

5. Metoda symulacji SCERT (Systems and Computer Evaluation and Review Technique). Jest to pakiet programów umożliwiający wybór komputera optymalnie realizującego dany system przetwarzania danych. Metoda jest oparta na symulacji pracy różnych zestawów komputerowych przy realizacji założonego systemu. Miernikiem oceny jest stosunek kosztu do wydajności.

Wspólną cechą wymienionych metod komparatystryki komputerów jest dążenie do takiego wyboru środków technicznych realizujących dany proces przetwarzania danych, który będzie dawał użytkownikom jak najkorzystniejszy stosunek kosztu do wydajności.

Druga grupa nakładów na systemy informatyczne jest związana z ich opracowaniem i wdrożeniem. Zalicza się do nich koszty zaprojektowania i oprogramowania systemu²⁹. Panuje opinia, że właściwe zaprojektowanie i oprogramowanie systemu kosztuje niewiele mniej niż wymagany dla niego zestaw komputerowy. Wprowadzenie systemu informatycznego do przedsiębiorstwa (objektu) zależy od jego poziomu organizacyjnego oraz dotychczasowego charakteru obiegu i przetwarzania informacji i z reguły wymaga zmian tych czynników pod kątem możliwości przetwarzania ich na komputerze. Stąd wielkości nakładów wdrożeniowych zależą nie tyle od ilości przetwarzanych danych, ile raczej od stopnia złożoności systemu informatycznego.

Prace nad projektowaniem systemów informatycznych obejmują następujące stadia:

1. prace projektowe wstępne, które dzielą się na trzy etapy a mianowicie: prace przygotowawcze, analizę istniejącego systemu przetwarzania danych wraz z ogólną koncepcją systemu komputerowego oraz projekt ogólny systemu informatycznego,

2. prace projektowe szczegółowe, które obejmują trzy następujące etapy: projekt techniczny, prace programowe, opracowanie dokumentacji eksploatacyjnej,

²⁹Pojęcie oprogramowania odnosi się do zbioru dostępnych, dla określonego typu komputera, programów służących do rozwiązywania specyficznych problemów (dla których przeznaczono komputer) oraz programów pomocniczych ułatwiających posługiwanie się komputerem, programowanie i jego konserwacje.

3. wdrażanie i eksploatacja systemu składająca się z dwu etapów, tj.: wstępna eksploatacja i weryfikacja systemu oraz eksploatacja użytkowa.

Z uwagi na to, że opracowywane projekty systemów informatycznych charakteryzują się złożonością i niepowtarzalnością rozwiązań przetwarzania danych, różnym wyposażeniem sprzętowym, a ponadto należy wziąć pod uwagę różnice w kwalifikacjach ludzi opracowujących te systemy, niezmiernie ważnym elementem, przesądzającym o wprowadzeniu systemu Informatycznego, jest obliczanie pracochłonności projektowanych systemów Informatycznych.

W ustalaniu normatywów pracochłonności projektowania i programowania istnieją dwie tendencje³⁰. Pierwsza polega na szczegółowej ocenie stopnia trudności poszczególnych programów (za pomocą odpowiednio dobranych wag). Jej ograniczeniem jest brak rozeznania w strukturze i stopniu trudności zestawów programów na wstępnym etapie projektowania. Druga natomiast polega na orientacyjnym szacowaniu potrzebnego czasu na podstawie dotychczasowych takich samych lub podobnych doświadczeń.

Do szczegółowej oceny pracochłonności poszczególnych programów mogą służyć następujące dwie metody:

1. Metoda posługująca się tzw. złożonym wskaźnikiem pracy, w której poszczególnym elementom oceny przyporządkowuje się odpowiednie wagi, a sam wskaźnik ma postać:

$$C = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d}{e} \quad (15)$$

³⁰Por. [127], s. 164 i następne.

- gdzie: a - liczba rozkazów w języku maszyny,
b - współczynnik złożoności,
c - współczynnik zmian,
d - współczynnik oryginalności programu,
e - współczynnik doświadczenia programistów.

2. Metoda opracowana przez firmę IBM, w której oprócz szacowania czasu niezbędnego do ułożenia samego programu, w obliczeniach uwzględnia się też czas niezbędny na czynności pomocnicze przy programowaniu. W metodzie tej obliczanie pracochłonności projektowania podzielono na osiem etapów, w których kolejno się określa (przy zastosowaniu odpowiednich wag):

1. złożoność programu,
2. kwalifikacja wykonawców,
3. znajomość wykonywanej przez nich pracy,
4. pracochłonność ułożenia programu,
5. pracochłonność prac pomocniczych,
6. wielkość czasu nieużytecznego,
7. czas pozaprojektowy,
8. łącznie zaprojektowany czas pracy.

Przy orientacyjnej natomiast ocenie pracochłonności poszczególnych programów są stosowane normatywy opracowane przez M. Bernsteina i Dicka H. Brandona. Nie wymagają one szczegółowych cech ocenianych programów, które zresztą nie są znane na etapie wstępnych prac projektowych.

Według M. Bernsteina pracochłonność projektowania i programowania zależy od stopnia złożoności programu (prosty, złożony i bardzo skomplikowany) i różni się (liczbą osobodni) w fazach projektowania, programowania i uruchamiania systemu.

Dick H. Brandon dzieli natomiast proces projektowania na sześć etapów (makrologika, mikrologika, kodowanie, weryfikacja ręczna, testowanie, dokumentacja), z których każdy zawiera określone czynności. Dla czynności tych w zależności od stopnia złożoności programu jest podawana pracochłonność w dniach.

Z kolei przy orientacyjnej ocenie pracochłonności projektowania określonych rodzajów systemów przetwarzania danych (na podstawie doświadczeń) jest proponowana metoda L. Herminjarda, która jest przeznaczona dla bardziej złożonych systemów przetwarzania. Autor jej wyróżnia cztery zadania projektowe (układanie programów do przetwarzania bezpośredniego, programów do testowania przetwarzania bezpośredniego, programów projektujących harmonogramy, programów do przetwarzania pośredniego), których pracochłonność jest określona na podstawie doświadczenia (przy zastosowaniu wskaźników osobomiesięcy).

Wymienione metody określania pracochłonności projektowania przyjmują za podstawę obliczeń pracochłonność ułożenia jednego programu. Z tego względu ich zastosowanie jest ograniczone do bardzo doświadczonych (o wysokich kwalifikacjach) grup projektowych i dotyczy raczej projektów cząstkowych systemów informatycznych. Poza tym w przeprowadzanych obliczeniach nie uwzględnia się faktu stałej obsady pracowników ośrodków projektowych, którą trudno zmieniać w zależności od okresowych potrzeb.

Źródłem obniżki nakładów jest także zmniejszenie kosztów oprogramowania systemów. Między poziomem rozwoju sprzętu komputerowego a poziomem rozwoju oprogramowania, które umożliwiłoby pełne wykorzystanie tego sprzętu, istnieje obecnie bardzo duża rozpiętość. Powoduje to stałe zwiększanie się kosztów oprogramowania w całkowi-

tych kosztach systemu informatycznego przy względnie malejącym udziale kosztów sprzętu. Dlatego dąży się do zwiększenia efektywności ekonomicznej systemów informatycznych poprzez zmniejszenie kosztów oprogramowania. Programy opracowywane na dowolny typ komputera można ogólnie podzielić na następujące grupy:

1. programy użytkowe,
2. programy zarządzające,
3. kompilatory i assembly,
4. programy pomocnicze,
5. programy symulujące.

Programy pierwszej i drugiej grupy są pisane dla realizacji określonych czynności. Są one w tym znaczeniu oprogramowaniem specjalnym, które umożliwia wykonywanie za pomocą komputera ustalonych zadań.

Programy natomiast dwu następnych grup są bardziej uniwersalne i dlatego są opracowywane przez producenta dla wszystkich komputerów określonego typu.

Opracowywane na zlecenie użytkowników programy użytkowe mogą być pisane w języku kompilacyjnym (np. Algol, Fortran, Cobol i PL/1) lub symbolicznym (np. Plan) i w obu przypadkach wymagają tłumaczenia na język maszynowy (wewnętrzny), co jest czasochłonne i stosunkowo kosztowne. Pracochłonność pisanych programów zależy od wybranego języka programowania³¹. Problem efektywnego języka programowania, mimo wielu prób, nie został jeszcze całkowicie rozwiązany. Za koniecznością opracowania języka uniwersalnego przemawiają względy

³¹Od wybranego języka programowania zależy także:

- ilość popełnionych błędów w programach,
- czas uruchamiania programów,
- czas przetwarzania programów,
- czas przetwarzania eksploatacyjnego.

ekonomiczne, a mianowicie likwidacja czasochłonnego i kosztownego tłumaczenia programów z jednego komputera na drugi, co w rezultacie zapobiega dublowaniu prac przy pisaniu programów dla różnych typów komputerów, a także ułatwia wymianę informacji między piszącymi te programy.

Trzecia grupa nakładów to nakłady na eksploatację systemów informatycznych, które zależą od organizacji pracy w danym centrum obliczeniowym, a obejmują takie pozycje, jak

1. Koszty osobowe, do których zalicza się wydatki na personel obsługujący zestaw komputerowy, personel przygotowujący dane do przetwarzania, kierownictwo oraz projektantów i programistów. Koszty osobowe zależą od liczby zatrudnionych pracowników oraz obowiązujących stawek płac i dlatego są zróżnicowane w poszczególnych ośrodkach.

2. Koszty rzeczowe to jest amortyzacja komputera i urządzeń towarzyszących, zużycie energii elektrycznej, zużycie materiałów (taśmy magnetyczne, taśmy i karty perforowane, papier tabulogramy) części zamienne, koszty przechowywania dokumentów (archiwowanie) itp. Główną pozycją w tej grupie nakładów są odpisy amortyzacyjne, których wielkość³² zależy od ceny danego zestawu komputerowego. Zużycie materiałów zależy natomiast od czasu pracy komputera (który determinuje też zużycie energii elektrycznej), a także od rodzaju i specyfiki przetwarzanych problemów.

Ogólnie stwierdza się, że większość nakładów eksploatacyjnych sta-

³²W zależności od typu eksploatowanego komputera udział amortyzacji w koszcie godziny pracy komputera wynosi od 36% do 61%.

nowią koszty osobowe około 60-80%, natomiast koszty rzeczowe odpowiednio wynoszą tylko 40-20%³³.

Zastosowanie komputerów w zarządzaniu nie musi oznaczać wzrostu kosztów przetwarzania danych i chociaż większość nowoczesnych urządzeń techniki komputerowej wiąże się z wysokimi nakładami, to istnieje dostateczna liczba rozwiązań technicznych umożliwiających poważną redukcję kosztów przetwarzania.

Obliczona wysokość nakładów na system informatyczny jest tylko relatywnie prawdziwa, odzwierciedla bowiem stan rzeczywisty właściwy tylko dla określonego momentu (dla dających się przewidzieć zmian). A ogół nakładów ponoszonych na systemy informatyczne z reguły nie pokrywa się w czasie z efektami uzyskiwanymi w rezultacie jego eksploatacji. I tak o ile nakłady (nie najwyższe) ponoszone w pierwszym stadium prac nad systemem informatycznym dają pewne (aczkolwiek niewielkie) efekty, to nakłady w stadium prac projektowych szczegółowych, które są z reguły bardzo wysokie, nie przynoszą żadnych efektów. Efekty (o tendencji rosnącej) są uzyskiwane dopiero w stadium eksploatacji, wymagającym stosunkowo niewielkich nakładów.

Rozkład nakładów w czasie jest problemem złożonym i w polskiej informatyce niejednoznacznie ujmowanym (często przedstawia się rozkład

³³ Od roku 1973 organizacja Diebolda rozpoczęła serię publikacji poświęconych zagadnieniom finansowania elektronicznego przetwarzania danych. Prowadzone badania dotyczyły analizy procesu finansowania oraz problemów związanych z ustalaniem kosztów i mierzeniem wyników w tym obszarze działania. W badanych przedsiębiorstwach profil wydatków na elektroniczne przetwarzanie danych wyglądał następująco (por. [93]):

1. 0,90% dochodów przedsiębiorstwa przeznaczono na elektroniczne przetwarzanie danych,
2. stosunek wydatków na sprzęt komputerowy do wydatków na personel zajmujący się przetwarzaniem danych wynosi 0,66%,
3. natomiast 1,39% ogółu zatrudnionych w przedsiębiorstwie zajmuje się elektronicznym przetwarzaniem danych,
4. z kolei typowy budżet elektronicznego przetwarzania danych jest dzielony następująco: 30% przeznaczają się na opracowanie nowych systemów, 60% na bieżącą eksploatację, a 10% na konwersję.

nakładów w czasie jako krzywe wykładnicze). Duży postęp w zakresie sprzętu komputerowego powoduje ciągłe zmiany parametrów użytkowych tego sprzętu a tym samym wymaga uwzględnienia tych zmian (w formie dodatkowych nakładów) w opracowywanych i eksploatowanych systemach Informatycznych.

3.3. Szacowanie rozmiarów efektów

Pierwsze etapy prac nad projektem systemu to zwykle studia wstępne oraz analiza postawionego problemu. Uważa się, że ogromne znaczenie dla efektywnego zaprojektowania systemu Informatycznego ma identyfikacja Informacyjna, która powinna stanowić niezbędny element syntezy systemu³⁴. Identyfikacja dotyczy³⁵:

1. określenia struktury i semantyki procesu i jego poszczególnych fragmentów, w celu sprawdzenia ich merytorycznej poprawności,
2. określenia właściwości struktury danych, co jest istotne z punktu widzenia projektowania pojemności, typu i organizacji pamięci systemu cyfrowego,
3. wskazania informacyjnie niezależnych fragmentów procesu, jest to niezbędne do określenia właściwej organizacji przetwarzania,
4. określenia możliwości optymalizacji,
5. podania wymagań dotyczących projektowanego systemu cyfrowego a między innymi struktury przestrzennej systemu Informatycznego (punkty nadawania, odbioru, magazynowania, przetwarzania informacji), rodza-

³⁴ Jest to rozpoznanie właściwości procesów informacyjnych i ich charakterystyka z punktu widzenia syntezy systemu Informatycznego.

³⁵ Por. [118], s. 16.

ju poszczególnych urządzeń (wejścia wyjścia, transmisyjnych) itd.,

Dlatego ostateczna synteza systemu informatycznego powinna zawierać:

1. wyniki Identyfikacji Informacyjnej,
2. wyniki rozpoznania właściwości różnych systemów,
3. odpowiednie metody ich doboru (patrz pkt 3.2).

Zaprojektowanie i wprowadzenie właściwego systemu informacji jest determinowane określonymi warunkami organizacyjnymi w danym obiekcie. Na ogół łatwiej zainstalować system cyfrowy, niż wprowadzić efektywny (pod względem gospodarczym) system informacji ekonomicznej. Funkcjonowanie systemu informatycznego z reguły wymaga spełnienia pewnych warunków w systemie zarządzania obiektem, i tak:

1. musi sprawnie funkcjonować nowoczesny system informacji ekonomicznej zintegrowany z systemem zarządzania,
2. powinien być przeprowadzony wyraźny podział pracy oraz kompetencji poszczególnych szczebli organizacyjnych,
3. wymagane jest odpowiednie przygotowanie dokumentacji źródłowej, jej prawidłowa weryfikacja, a także właściwe funkcjonowanie kontroli wewnętrznej i samokontroli.

Praktyka wskazuje, że maksymalny efekt osiąga się wówczas, gdy systemy informatyczne powstają i rozwijają się łącznie z doskonaleniem struktury organów planowania i zarządzania oraz gdy stanowią ich integralną część. Komputer nie może zastąpić człowieka, pomaga jedynie jego pracy organizatorskiej i dlatego powinien być traktowany jako narzędzie umożliwiające sprawne funkcjonowanie informacji ekonomicznej niezbędnej do wyboru określonych wariantów rozwiązań przy podejmowaniu decyzji.

Wartość informacji ekonomicznej jest zmienna, zależy od dziedziny zastosowania i czasu wykorzystywania. Można obliczyć wartość pojedynczej informacji. Powstaje jednak problem jej wykorzystania. Nie wykorzystywana bowiem informacja nie reprezentuje faktycznej wartości użytkowej, a system informacji zoptymalizowany w sensie technicznym (minimalizacja kosztów) nie zapewni optymalizacji jego wartości użytkowej.

Wymieniając rezultaty zastosowań systemów informatycznych bardzo często są im przypisywane (między innymi) takie efekty, jak wzrost szybkości informowania, rozszerzenie zakresu (ilości) informacji, bezbłądność informacji oraz podniesienie stopnia dostępności danych. Czy tak jest rzeczywiście we wszystkich sytuacjach?

Każda informacja zawiera określoną treść T oraz ma określoną postać (formę) F i może być przekazywana w czasie a także przesyłana w przestrzeni, co graficznie ilustrują rysunki 3.3 i 3.4. Podsumowując oba schematy można stwierdzić, że:

$$T_4 < T_3 < T_2 < T_1,$$

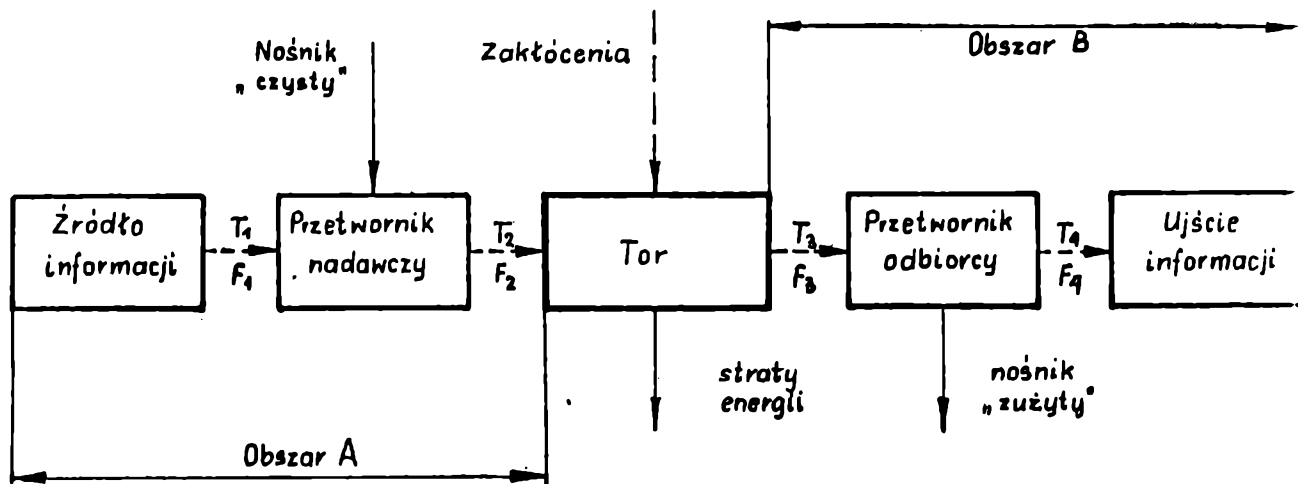
czyli straty informacji są tym większe, im dłuższa jest droga przekazywania lub im dłuższy jest czas przechowywania oraz im więcej razy była zmieniona forma (postać informacji). Dlatego w procesie przekazywania nie może być zysku (wzrostu) informacji, mogą być jedynie straty.

Proces przetwarzania informacji polega na zmianie jej formy przy możliwie pełnym zachowaniu treści, czyli powinna zachodzić równość:

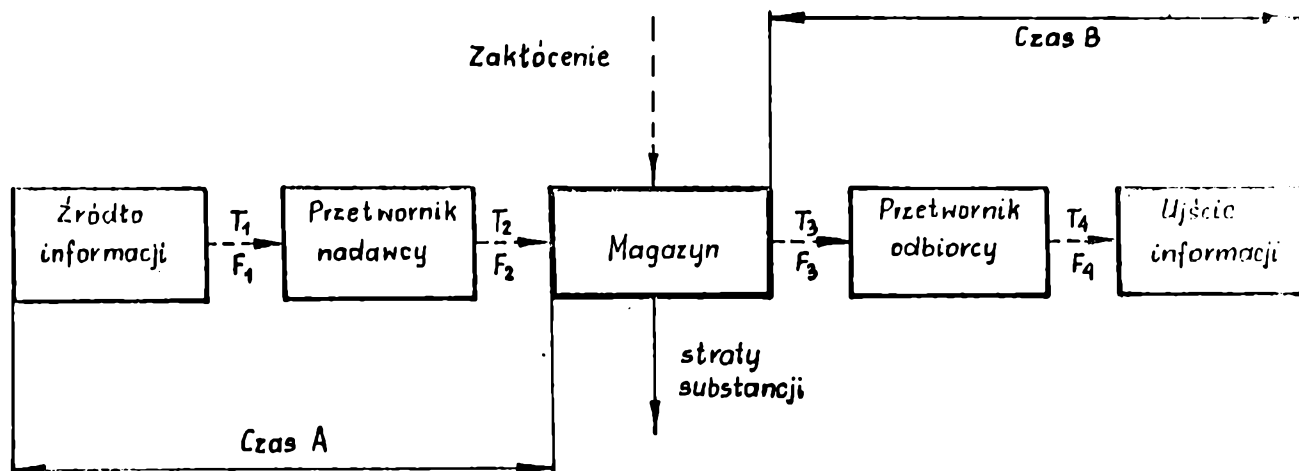
$$T_2 = T_1,$$

ale w większości przypadków właściwe jest³⁶:

³⁶Straty treści są powodowane stratami energii nośników informacji, działaniem zakłóceń oraz zmianą formy informacji.



Rys. 3.3. Schemat funkcjonalny przesyłania informacji



Rys. 3.4. Schemat funkcjonalny przekazywania informacji

$$T_2 \neq T_1.$$

Sytuacja taka jest jednak efektywna z punktu widzenia użytkownika tej informacji pod warunkiem, że będą to straty w jej ilości a nie w jakości (co zależy od odpowiedniej organizacji procesu przetwarzania danych).

Ogólnie, użyteczność uzyskiwanych informacji będzie określona przez efektywność podejmowanych na ich podstawie decyzji. Powstaje tu jednak problem kwantyfikowania jakości, tj. ilościowego wyrażania zjawisk jakościowych. Uważa się, że systemy informatyczne należy rozpatrywać jako zjawiska wielowymiarowe, to znaczy charakteryzujące się wielowymiarową przestrzenią użyteczności. Podejście takie pozwala na badanie efektywności poszczególnych elementów systemu z punktu widzenia funkcji przez nie spełnianych.

Koncepcje podziału całości systemu zarządzania na podukłady decyzyjne są często prezentowane w literaturze. J. Gościński proponuje podział całego systemu na dziesięć modułów wraz z odpowiednimi (dla każdego modułu) obszarami problemowymi³⁷. Klasyfikacja ta obejmuje następujące moduły:

1. Kierownictwo

- polityka rozwoju (cel całej organizacji),
- struktura i system zarządzania,
- ocena wyników i decyzje sterujące całością.

2. Badania i rozwój,

- badania rynku,
- badania rozwoju techniki,
- badania systemów (zarządzania i przetwarzania danych),

³⁷ Por. [44] .

- planowanie rozwoju;

3. Sprzedaż,

- zamówienia,
- wysyłka wyrobów,
- magazynowanie,
- kontrola zapasów wyrobów gotowych,
- statystyka sprzedaży.

4. Technika,

- projektowanie wyrobów,
- struktura wyrobów,
- normy nakładów materiałowych i pracy,
- wykazy materiałowe,
- rysunki warsztatowe.

5. Planowanie i kontrola produkcji,

- planowanie działalności,
- planowanie produkcji,
- planowanie operacji,
- zlecenia warsztatowe,
- kontrola przebiegu produkcji.

6. Zaopatrzenie,

- zamówienia,
- odbiory i kontrola jakości,
- magazynowanie,
- kontrola zapasów,
- statystyka zakupów.

7. Zapasy,

- wyroby gotowe,

- magazynowanie wyrobów gotowych,
- produkcja niezakończona,
- surowce,
- detale i części kupowane,
- narzędzia,
- magazynowanie.

8. Pracownicy,

- planowanie pracy i płac,
- zatrudnienie.

9. Środki trwałe,

- wyposażenie produkcyjne,
- planowanie remontów i wymiany.

10. Finanse,

- planowanie finansowe,
- kalkulacja kosztów,
- zdolność płatnicza,
- płace,
- wyniki ekonomiczne.

W systemie zarządzania są to obszary decyzyjne, natomiast w systemie informacyjnym zbiory danych niezbędnych do podejmowania decyzji.

W celu określenia efektywności funkcjonującego w takim systemie zarządzania systemu informatycznego należy ustalić powiązania między funkcjami realizowanymi przez poszczególne moduły a źródłami efektów. W rezultacie pozwoli to na sformułowanie rodzaju efektów wynikających z możliwości, jakie stwarzają funkcje poszczególnych modułów (podsystemów), w ogólnym rozwoju gospodarczym obiektu. Mogą to być syntetyczne wskaźniki efektów ustalone dla poszczególnych (mo-

dułów) podsystemów na przykład dla podsystemu "Planowania i kontroli" są to: oszczędności z tytułu obniżki kosztów produkcji, przyrost akumulacji z tytułu wzrostu produkcji, zmniejszenie odsetek bankowych, zmniejszenie wydatków nie planowanych na zwiększenie stanu zatrudnienia. Proponuje się też określanie efektów opisowo lub efektami cząstkowymi.

Ustalenie funkcji systemu, źródeł efektów i efektów cząstkowych ułatwia oczywiście określenie wymiernych efektów, które można uzyskać z systemu Informatycznego. Należy jednak pamiętać, że system Informatyczny jest systemem złożonym a przyczyny sprzyjające (lub nie sprzyjające) osiągnięciu postawionego przed nim celu są liczne i różnorodne. Wymieniane są następujące determinaty (bariery) osiągania efektywności:

1. Kadrowa - od kwalifikacji kadr zajmujących się informatyką i korzystających z systemów Informatycznych zależy właściwy wybór zagadnień poddawanych Informatyzacji, precyzja w określaniu celu, przebieg prac wstępnych, projektowych i programowych, odpowiedni dobór środków technicznych komputeryzacji, właściwa eksploatacja systemów Informatycznych oraz prawidłowe ich wykorzystywanie w procesach zarządzania.

2. Organizacyjna - wprowadzenie systemu informatycznego powoduje z reguły zmiany w obiegu i ilości dokumentacji oraz istotne zmiany w strukturze obiektu.

3. Normatywna - pewne czynności w procesie przetwarzania danych muszą być podporządkowane obowiązującym w danym zakresie aktom normatywnym (np. forma tabulogramów), co może sprzyjać lub przeszkadzać w uzyskiwaniu efektów.

4. Błędowa - trudno jest zapobiec powstawaniu błędów w procesie zbierania danych źródłowych i ich przetwarzania. Błędy w informacji wyjściowej (z systemu Informatycznego) mogą być spowodowane takimi

przyczynami jak; usterki urządzeń technicznych, zakłócenia zewnętrzne, błędy w programach i algorytmach, błędy w danych wejściowych oraz nieprawidłowe czynności operatora.

Sama klasyfikacja efektów funkcjonowania systemu informatycznego może być przeprowadzana według różnorodnych kryteriów. Na przykład przyjmując za kryterium możliwości pomiaru, efekty te można podzielić na:

- wymierne, do których zalicza się na przykład optymalizację zapasów, zmniejszenie kosztów sprzedaży, kosztów administracyjnych, lepsze wykorzystanie czasu pracy,

- niewymierne, takie jak na przykład usprawnienie organizacji pracy, poprawa obsługi klientów, ulepszenie form kontroli, posiadanie informacji terminowych, pełnych, dokładnych.

Przyjmując natomiast za kryterium podziału - terminowość uzyskiwania efektów, można wyróżnić:

- efekty bieżące (systematyczne),
- efekty jednorazowe.

Jeżeli za kryterium podziału przyjmimy sposób odniesienia efektów, to można je dzielić na:

- efekty bezpośrednie, które występują w sferze funkcjonowania systemu informatycznego,
- efekty pośrednie występujące w sferze oddziaływania systemu, czyli w jego otoczeniu.

W celu ustalenia wielkości efektów w formule rachunku efektywności jest przydatny podział na efekty bezpośrednie i pośrednie. Podział ten nie ma żadnego związku z wagą efektów, a służy jedynie do praktycznego ich pomiaru. Ustalanie wielkości (w ujęciu wartościowym) efektów

bezpośrednich nie powoduje większych trudności. Efekty te występują w sferze funkcjonowania systemu informatycznego i mogą być bezpośrednio przyporządkowane określonym zestawom informacji³⁸. Metod ich liczenia polega (w zależności od obiektu, w którym występuje dany system informatyczny) albo na liczeniu i porównywaniu kosztów funkcjonowania systemu tradycyjnego i systemu informatycznego, albo na liczeniu wymiernych korzyści osiaganych z informacji otrzymywanych na podstawie rachunku optymalizacyjnego (porównanie wielkości będących przedmiotem rachunku optymalizacyjnego przed i po jego sporządzeniu).

Trudno jest natomiast zmierzyć efekty pośrednie. Ich określenie wymaga bowiem analizy problematyki nie tylko danego obiektu, ale też i innych, powiązanych w sposób bezpośredni z wynikami i warunkami pracy. Chcąc więc ustalić pośrednie efekty funkcjonowania systemu informatycznego (których nie można przyporządkować bezpośrednio do określonego zbioru informacji) należy porównać rezultaty dotychczas stosowanego systemu przetwarzania informacji z rezultatem zastosowania systemu nowego. Można to osiągnąć obliczając hipotetyczne koszty nowych dodatkowych informacji, które należałoby ponieść gdyby był stosowany dotychczasowy tradycyjny system przetwarzania. Ustalenie poziomu kosztów hipotetycznych wymaga określenia zakresu dodatkowych informacji, pod kątem widzenia ich faktycznej użyteczności dla

³⁸ Na przykład zmiana harmonogramu obciążenia maszyn produkcyjnych przeprowadzona na podstawie otrzymywanych informacji, spowoduje efekt w postaci zmniejszenia kosztu związanego z czasem przygotowawczo-zakończeniowym robót a także zwiększenie średniego poziomu obciążenia maszyn. Przeprowadzona natomiast, na podstawie informacji o potrzebach i upodobaniach odbiorców, modernizacja cech użytkowych wyrobów spowoduje większy popyt, większą produkcję i sprzedaż, a więc większe dochody. Z kolei na przykład zmiany w technologii spowodowane informacjami o przyczynach braków technologicznych spowodują zmniejszenie strat na brakach.

objektu oraz oszacowanie kosztów ich otrzymywania. Należy przy tym zaznaczyć, że w wielu sytuacjach (np. obliczenia naukowo-techniczne, kosmiczne) zebranie określonych informacji jest niemożliwe bez pomocy komputera. Dlatego oszacowanie kosztów tych dodatkowych informacji może być dość dowolnie przeprowadzane. W praktyce przyjmuje się, że poziom kosztów hipotetycznych kształtuje się w granicach 30-50% kosztów tradycyjnych.

Zastosowanie rachunku efektywności dla Inwestycji Informatycznych jest związane z systemowym podejściem do analizy efektywności co oznacza, że ocena efektywności ekonomicznej systemów informatycznych powinna być dokonywana na tle oceny całego analizowanego przedsięwzięcia, w której będą uwzględnione całkowite koszty i wszystkie efekty funkcjonowania systemu. Ocena efektywności w skali systemów obiektowych prowadzi do uwzględnienia tylko tych efektów, które służą bezpośrednio obiektowi. W warunkach gospodarki socjalistycznej systemy obiektowe są jednak podstawą systemów wyższego rzędu, tj. branżowych, resortowych i rządowych, których koszty są mniejsze, w porównaniu z ponoszonymi na szczeblu przedsiębiorstwa, natomiast znaczne są efekty ekonomiczne w postaci udoskonalenia i usprawnienia procesów decyzyjnych (w skali kraju). Tak więc inwestycje informatyczne dają też efekty w złotówkach, niewymierne, ale o wysokiej randze ekonomicznej i mające duży wpływ na zarządzanie gospodarką.

Proponowana w literaturze metoda opisowa określenia efektów niewymiernych jest zorientowana tylko i wyłącznie na przedsiębiorstwa przemysłowe, co znacznie ogranicza obszar jej zastosowania (nie odzwierciedla faktycznie uzyskiwanych korzyści zastosowania informatyki w gospodarce). Powoduje także względność przeprowadzanych obliczeń

efektów, a tym samym oznacza konieczność traktowania rachunku ekonomicznego jako jednego z elementów ostatecznej oceny systemów informatycznych (inne elementy to względy społeczno-ekonomiczne). Przykładem mogą być badania wyników (metodą ankietową) w zakresie komputeryzacji zarządzania, które były przeprowadzane w niektórych przedsiębiorstwach na terenie okręgu śląsko-dąbrowskiego³⁹. Ankieta zawierała 14 grup pytań, które odnosiły się do różnych zagadnień dotyczących stosowania systemów informatycznych. Część pytań dotyczyła efektywności funkcjonowania systemów informatycznych, tj. osłaganych efektów wymiernih i niewymiernih. I tak, jako efekty wymierne badane przedsiębiorstwa wymieniły (podając wartości):

1. obniżka kosztów własnych (21%),
2. wzrost produkcji (19%),
3. poprawa jakości produkcji (5%),
4. skrócenie czasu trwania remontów (2%),
5. obniżenie stanu zatrudnienia (32%),
6. optymalizacja działalności gospodarczej (7%).

Efekty niewymierne natomiast były wymienione przez ankietowanych w następujących grupach (bez podawania wartości):

1. uporządkowanie dokumentacji i ewidencji, poprawa dyscypliny i bezbłędności wypełniania dokumentacji źródłowej,
2. zwiększenie serwisu informacji, przyspieszenie terminu otrzymania informacji, zmniejszenie pracochłonności sporządzania sprawozdań,
3. odciążenie pracowników od uciążliwych prac obliczeniowych i inżynierskich,
4. wzrost zainteresowania elektronicznym przetwarzaniem danych,

³⁹ Por. [57]

przetłamanie barier psychologicznych wpływających hamująco na wprowadzanie Informatyzacji systemu zarządzania,

5. usprawnienie metod pracy w szeregu ogniw i komórek organizacyjnych przedsiębiorstwa, przesunięcia pracowników,

6. stosowanie nowych metod planowania, ułatwianie kontroli realizacji planu produkcji i zgodności z obowiązującymi normatywami,

7. lepsze wykorzystanie środków produkcji, a zwłaszcza parku maszynowego w wyniku prawidłowego obciążania maszyn i urządzeń produkcyjnych i bieżącego planowania remontów,

8. zapobieganie tworzenia się zapasów materiałowych zbędnych, uporządkowanie obrotu materiałowego,

9. prawidłowe rozmieszczenie kadr w zależności od aktualnych potrzeb produkcyjnych, bilansowanie pracochłonności,

10. wyeliminowanie prowadzenia kartotek i sporządzania sprawozdań,

11. utworzenie bazy informacyjnej i jednolitego źródła otrzymywania informacji,

12. usprawnienie systemu zarządzania, zwiększenie konkurencyjności w oferowaniu wyrobów poprzez możliwość skracania cyklu dostaw, określenie trendów zapotrzebowania na wyroby, stymulowanie kierunków rozwoju przedsiębiorstwa.

Podsumowując dotychczasowe rozważania można stwierdzić, że warunkiem wstępnym do efektywnego wykorzystania systemów informatycznych jest odpowiedni poziom organizacyjny i odpowiednie metody zarządzania obiektem. Przygotowanie do informatyzacji powinno dotyczyć nie tylko przeszkolenia personelu, uporządkowania i przystosowania do wymogów nowego systemu dokumentów źródłowych, indeksów i symboli, ale też obejmować analizę i udoskonalenie metod planowania

i sterowania produkcją, gospodarką materiałową i magazynową, usprawnienie systemu rozliczeń, sprawozdawczości analiz finansowych i kontowych, systemu płac itd. Dlatego źródeł efektów należy szukać w sferze potencjalnych możliwości eksploatowanych systemów Informatycznych, a mianowicie:

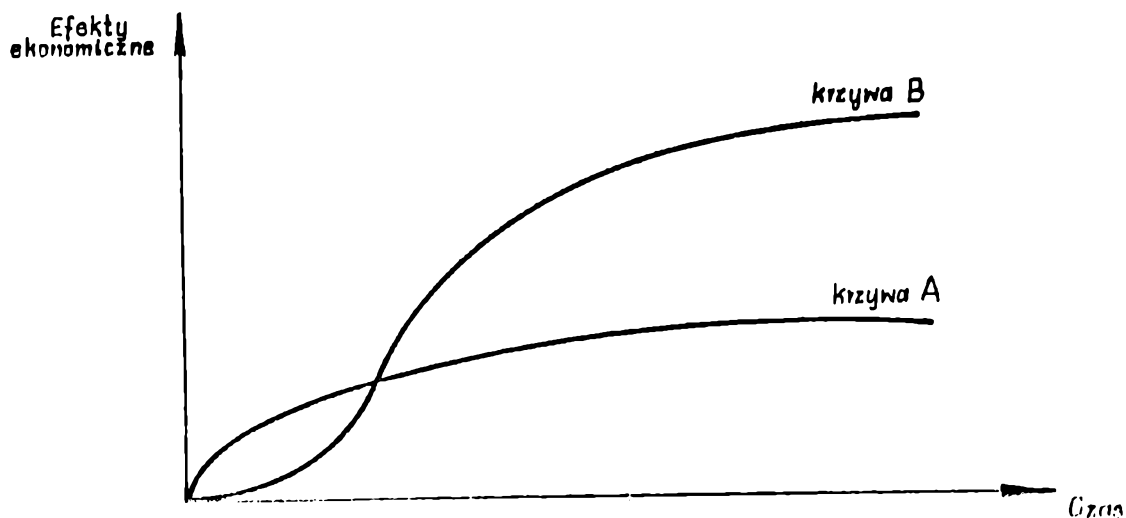
1. w organizacji pracy samego centrum (działu, ośrodka) obliczeniowego i jego własnej efektywności działania,
2. w roli systemu Informatycznego w obiekcie, tj. wykorzystania tego systemu do realizacji zadań i wpływu na rezultaty pracy obiektu,
3. w stosunku kierownictwa przedsiębiorstwa do eksploatowanego systemu, tj. umiejętności posługiwania się tym narzędziem i właściwego korzystania z jego wyników.

Efekty stosowania systemu informatycznego zależą w ostatecznym rachunku od korzystających z niego ludzi, najnowocześniejsze bowiem komputery i najbardziej celowe systemy informatyczne tylko wówczas przynoszą korzyści, gdy człowiek chce i potrafi je wykorzystać.

Na poziom (rozmiar) efektów natomiast mają także wpływ czynniki obiektywne, takie jak:

1. wielkość obiektu (przedsiębiorstwa), tylko odpowiedniej bowiem wielkości obiekt może obciążyć duży komputer, a tym samym obniżyć koszt jednostkowy przetwarzania,
2. rodzaj działalności gospodarczej obiektu, przy czym im większy obszar działalności, tym bardziej efektywny jest system informatyczny (z punktu widzenia potrzeb zarządzania),
3. technika i technologia zbierania danych źródłowych, wprowadzenia ich do komputera i przetwarzania (bezpośrednio wpływa na poziom kosztów eksploatacyjnych, co wykazano w pkt 3.2).

Jak przedstawiono w pkt 3.2 ponoszenie nakładów na systemy Informatyczne znacznie wyprzedza w czasie uzyskiwanie efektów, przy tym zależy to także od typu tych systemów. Występują bowiem wyraźne różnice jakościowe między rozwojem konwencjonalnych zastosowań komputerów a rozwojem systemów informacyjno-decyzyjnych. Zastosowania konwencjonalne to zastosowania podporządkowane ogólnym zasadom organizacji i zarządzania, dobrze opanowane i powszechnie akceptowane (oznaczające raczej automatyzację czynności ewidencyjnych bez uwzględniania szerokiej możliwości sprzętu komputerowego). Systemy informacyjno-decyzyjne natomiast są skierowane na kontrolowanie i koordynowanie współdziałania całości procesów organizacji i zarządzania. Zależność między wymienionymi typami systemów Informatycznych a uzyskiwanymi efektami ekonomicznymi graficznie przedstawia rysunek 3.5⁴⁰.



Rys. 3.5. Rozkład efektów w czasie

Krzywa A - rozwój konwencjonalnych zastosowań komputerów,
krzywa B - rozwój systemów informacyjno-decyzyjnych.

⁴⁰Por. [83] , s. 15.

Systemy konwencjonalne charakteryzują się dużymi dodatnimi wynikami już w początkowym okresie funkcjonowania. Dalsze jednak podnoszenie ich efektywności wymaga zwiększonych nakładów i jest czasochłonne. Informacyjno-decyzyjne systemy zarządzania natomiast odznaczają się względnie długim czasem uzyskiwania efektów w początkowym okresie, w następnych jednak okresach funkcjonowania w krótkim czasie są osiągane znaczne efekty.

Przedstawione zależności między typami systemów informatycznych a uzyskiwanymi efektami mają wprawdzie charakter ogólny i abstrakcyjny, jednak znajomość przebiegu tych zależności w czasie pozwala na właściwy podział dysponowanych środków oraz na wybór zastosowań optymalnych.

4. PROPOZYCJA METODY BADANIA EFEKTYWNOŚCI SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

4.1. Określanie nakładów i efektów funkcjonowania systemu

Podstawowa metoda rachunku efektywności to porównywanie wariantów rozwiązań. W gospodarce socjalistycznej jest to porównanie rozwiązania nowo zaprojektowanego z już stosowanym lub zaprojektowanym do realizacji analogicznych funkcji. Porównanie takie wymaga określenia parametrów i cech badanych wariantów. Każda z tych cech to określona grupa zmiennych, które należy badać. Zmienne te charakteryzują różne procesy gospodarcze i społeczne zachodzące w danym obiekcie, a ich pomiar wymaga odpowiedniego ustalenia:

1. Dla każdej zmiennej przedziału czasowego, w którym pomiar będzie dokonywany. Według obecnie obowiązujących przepisów rachunek przeprowadza się dla całego okresu obliczeniowego t ($t=1,2,\dots,t$), który jest sumą okresu projektowania, wdrażania i eksploatacji systemu informatycznego, a nie tylko do momentu zwrotu nakładów. Okres ten jest wyznaczony w latach, a jako rok pierwszy przyjmuje się rok rozpoczęcia prac projektowych. Jeżeli jednak są wymagane nakłady poprzedzające (np. na ekspertyzę i studia wstępne) to traktuje się je jako poniesione w roku $t=0$. Okres eksploatacji natomiast (jeden z elementów, obok projektowania i wdrażania okresu obliczeniowego) jest określany na podstawie

przewidywanej liczby lat eksploatacji systemu. Według obowiązujących wytycznych okres ten można wyznaczyć na podstawie średniej stawki amortyzacji środka trwałego. Jednak obecna stopa amortyzacji dla sprzętu komputerowego jest zbyt niska (14%) a dłuższa eksploatacja systemu Informatycznego niż 5 lat nie w wszystkich przypadkach jest uzasadniona.

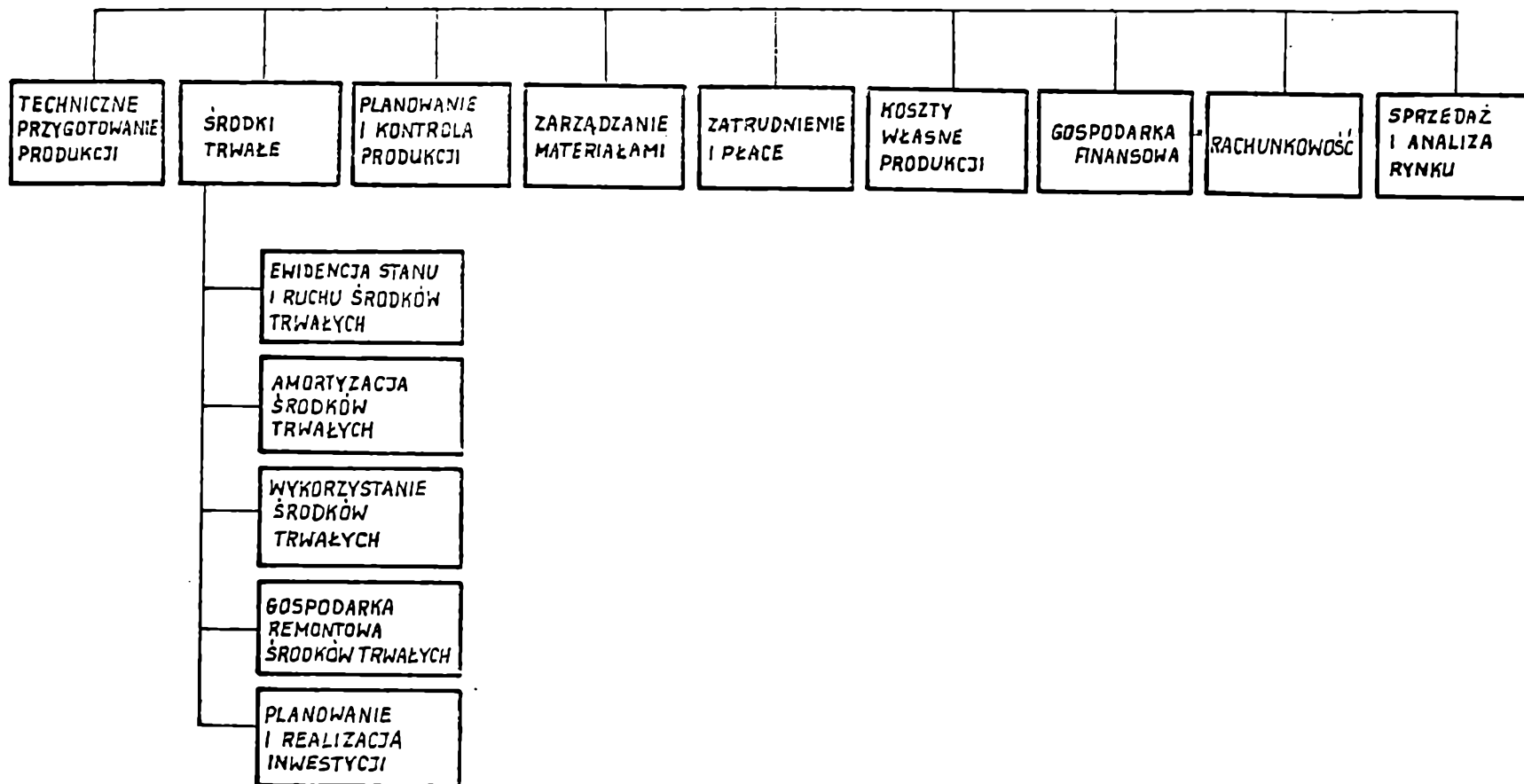
2. Stopnia kwantyfikacji analizowanych zmiennych, a następnie sprowadzenie do porównywalności wariantów (o różnej charakterystyce czasowej) za pomocą oprocentowania nakładów i efektów.

W punkcie 3.3 wykazano, że funkcjonujący w obiekcie system informatyczny można traktować jako zbiór powiązanych podsystemów. Miarą realizacji podstawowej funkcji systemu informatycznego jako całości będzie więc zawsze łączny efekt współzależnych podsystemów. Postulat ten wynika z faktu, że ocena realizacji celu ogólnego systemu informatycznego byłaby jednoznaczna tylko wtedy, gdyby istniał jednoznaczny, ogólny model układu, a tym samym cel mógł być wyrażony jako jakaś znana funkcja. Z punktu widzenia zarządzania obiektem, oznaczałoby to opracowanie zespołu algorytmów pozwalających na jednoznaczne sterowanie wszystkimi wydzielonymi podsystemami. Jak dotąd brakuje przekonującego dowodu o możliwości zbudowania modelu obiektu o takiej skali złożoności. W tej sytuacji badanie i ocena w całości systemów informatycznych obsługujących dane obiekty jest zadaniem zbyt skomplikowanym. Niezbędna jest zatem dekompozycja tych systemów na względnie odosobnione podsystemy (pkt 3.3). Podsystemy takie w ramach systemów informatycznych można wyodrębnić przyjmując za kryterium mery-

toryczną treść informacji¹. Ponieważ funkcjonujące w obiektach systemy, ze względu na zakres spełnianych przez nie funkcji, można podzielić na następujące typy: systemy informacyjno-ewidencyjne, systemy informacyjno-decyzyjne oraz systemy informacyjno-dyspozycyjne, przy tym są one realizowane na odpowiednich szczeblach zarządzania (zarządzanie operatywne, alokacyjne i strategiczne), to zastosowanie kryterium podziału według merytorycznej treści informacji polega na wyróżnieniu podsystemów (dla każdego typu systemu informatycznego), w których obiegają informacje o określonej treści merytorycznej, służące do podejmowania pewnego typu decyzji. Podsystemy te są zróżnicowane i można je przedstawić w formie struktury hierarchicznej, w której większe układy są złożone z mniejszych. Rysunek 4.1 prezentuje hierarchię wydzielonego ze względu na merytoryczną treść podsystemu "Środki trwałe" na szczeblu zarządzania operacyjnego (typ systemu ewidencyjno-informacyjny).

Na obecnym poziomie umiejętności i możliwości w zakresie diagnozy informatyzacji zarządzania, można (w sensie praktycznej realizacji) co najwyżej ocenić podsystemy informatyczne niższego rzędu, a więc na przykład "Środki trwałe" wchodzące w skład systemu ewidencyjno-informatycznego. W pewnych przypadkach nawet to pole oceny może okazać się zbyt obszerne i wtedy należy wyodrębnić i ocenić układy mniejsze (na przykład moduły "Gospodarka remontowa środków trwałych"). A ponieważ każdy podsystem jest zbudowany z elementów mniejszych (tj. jednostek przetwarzania, modułów, przebiegów, operacji),

¹Można przyjąć inne kryteria podziału systemu. Na przykład dla przyjętego podziału według funkcji zarządzania poszczególne podsystemy będą dotyczyły planowania, ewidencji i kontroli. W dowolnym natomiast układzie podsystemem może być jakiś określony obszar decyzyjny.



Rys. 4.1. Przykładowa struktura systemu informatycznego z wyróżnieniem podsystemu "środki trwałe"

dlatego w przypadku podsystemów będących elementami dużych i skomplikowanych systemów Informatycznych można najpierw przeprowadzić ocenę efektywności funkcjonowania poszczególnych jednostek przetwarzania (a nawet modułów), a następnie odpowiednich elementów wyższego rzędu.

W ten sposób przeprowadzona ocena dotyczy jednego z wielu elementów (podsystemów), z których jest zbudowany system Informatyczny². Konieczne jest zatem wyraźne określenie funkcji, które spełnia dany podsystem w ramach systemu, to znaczy ustalenie jakiego rodzaju decyzjom służą informacje uzyskiwane z analizowanego podsystemu³. Wyodrębnianie podsystemów systemu Informatycznego jest opisem technicznego rozważania jego oceny.

Chcąc więc określić ekonomiczne aspekty każdego elementu (podsystemu) systemu Informatycznego należy ustalić⁴:

- całość nakładów inwestycyjnych i kosztów poniesionych na projektowanie, wdrażanie i eksploatację systemu,

- wielkość efektów spodziewanych w wyniku eksploatacji systemu.

Całkowite nakłady proponuje się obliczać według wzoru⁵:

$$K = K_I + K_S + K_P + K_W \quad (1)$$

²Każda z wyodrębnionych części systemu Informatycznego odpowiada postulatowi układu względnie odosobnionego.

³Elementy, które należy uwzględnić przy budowie kryteriów oceny systemów Informatycznych, przedstawiono w pkt 1.5. 3.1-3.3.

⁴W pracy zakłada się (co podkreślano już wcześniej) traktowanie systemów Informatycznych jako jednej z form postępu techniczno-ekonomicznego i w związku z tym założeniem stosowanie technik adekwatnych do tego problemu.

⁵Wysokość cen i płac stanowiących podstawę wyceny elementów rachunku dla poszczególnych lat okresu obliczeniowego ustala się w wysokości aktualnej w momencie sporządzania rachunku lub na podstawie prognoz dotyczących przewidywań cen i płac.

gdzie: K_I - inwestycje budowlano-montażowe,

K_g - koszty zakupu i instalacji sprzętu, a w tym: koszty zakupu komputera (wraz z dostawą) oraz koszty urządzeń pomocniczych,

K_p - koszty wstępnych analiz i innych prac przygotowawczych, a w tym: koszty analiz organizacyjnych, opracowania projektu i programów oraz szkolenia personelu,

K_w - koszty wdrażania systemu, a w tym: koszty przygotowania danych oraz koszty przestawienia się obiektu na nową organizację.

Ponieważ pewne nakłady inwestycyjne mają charakter wspólny dla całego systemu informatycznego, to nie mogą być odnoszone do poszczególnych jego części, tj. podsystemów. Są to nakłady jednorazowe przeznaczone na zakup sprzętu, organizację ośrodka przetwarzania danych, koszty rozpoznania i projektowania wstępnego, koszty opracowania i wdrożenia nowej symboliki i norm itp. Wartość nakładów wspólnych dla całego systemu można rozliczyć proporcjonalnie do projektowanego rocznego kosztu eksploatacji podsystemu lub jego udziału w obciążeniu komputera.

Jeżeli natomiast w ośrodku będą eksploatowane różne systemy informatyczne, to rozdziału nakładów inwestycyjnych jednorazowych można dokonać według procentowego planowanego zaangażowania zasobów sprzętowych, ustalonego na podstawie doświadczenia własnego i podobnych ośrodków. Poza tym należy zaznaczyć, że kompleksowy rachunek efektywności nie może jednakowo traktować nakładów i efektów ponoszonych i uzyskiwanych w różnych okresach, tak jest to ujęte w tradycyjnym rachunku kosztów gdzie część tych nakładów w formie

kwoty amortyzacyjnej jest doliczona do kosztu w kolejnych okresach. Przy obliczaniu opłacalności eksploatacji poszczególnych podsystemów amortyzacja nakładów jednorazowych wspólnych dla całego przedsięwzięcia musi być pominięta.

Z kolei na obliczanie całkowitego efektu funkcjonowania danego podsystemu informatycznego proponuje się następujący wzór⁶:

$$E = E_b + E_p - K_{eks} \quad (2)$$

gdzie: E_b - efekty bezpośrednie (uzyskane dzięki zmniejszeniu kosztów⁷,

E_p - efekty pośrednie uzyskane w całym obiekcie dzięki funkcjonowaniu danego podsystemu informatycznego (obejmują one roczne obniżki kosztów lub uzyskane oszczędności w materiałach, energii, robociźnie, środkach obrotowych, środkach produkcji itp.),

K_{eks} - koszt eksploatacji (obejmuje płace personelu, roczną stawkę amortyzacji, koszty energii, konserwacji, utrzymania pomieszczeń, materiałów pomocniczych itp.).

Przedsięwzięcia w zakresie informatyzacji systemów zarządzania z reguły wymagają pewnego okresu na przygotowanie, wdrożenie i

⁶Jak już wcześniej powiedziano efekty funkcjonowania systemu informatycznego w zależności od przyjętego kryterium są dzielone na: efekty wymierne i niewymierne (możliwości pomiaru), efekty bieżące i jednorazowe (terminowość uzyskiwania) oraz efekty bezpośrednie i pośrednie (sposób odniesienia). W proponowanej metodzie przyjęto ten ostatni podział, co pozwala na powiązanie funkcji realizowanych przez poszczególne podsystemy ze źródłami efektów i tym samym na ustalenie ich wielkości.

⁷Ponieważ na wielkość efektów funkcjonowania systemu informatycznego wpływa koszt działania obsługiwanego obiektu, to wszystkie powstające efekty są faktycznie niczym innym jak zmniejszeniem strat, czyli kosztu prowadzenia działalności w obsługiwanym obiekcie.

eksploatację. W warunkach intensywnego gospodarowania nie jest obojętne, kiedy są ponoszone nakłady i kiedy będą uzyskiwane efekty. Z ekonomicznego punktu widzenia środki zaangażowane w jakims przedsięwzięciu lub uzyskiwane szybko efekty można by wykorzystywać gdzie indziej⁸. Czynnikiem pozwalającym na sprowadzenie do porównywalności nakładów i efektów występujących w różnych momentach czasowych jest stopa dyskontowa p .

Dlatego wzór na obliczanie skorygowanej zdyskontowanej wartości nakładów (w kolejnych latach) jest następujący:

$$K_t : (1 + p)^t, \quad (3)$$

natomiast skumulowana zdyskontowana wartość nakładów jest obliczona według wzoru:

$$\sum_{t=1}^m K_t : (1 + p)^t, \quad (4)$$

Z kolei wzór na obliczanie skorygowanej zdyskontowanej wartości efektów (w kolejnych latach) jest następujący:

$$(E_{b_t} + E_{p_t} - K_{eks_t}) : (1 + p)^t, \quad (5)$$

a skumulowana zdyskontowana wartość efektów wynosi:

$$\sum_{t=1}^m (E_{b_t} + E_{p_t} - K_{eks_t}) : (1 + p)^t \quad (6)$$

Tabelaryczne ujęcie powyższych rozważań dotyczących rozkładu ponoszonych nakładów uzyskiwanych efektów wraz z obliczeniami efektywności systemu informatycznego przedstawia tabela 4.1.

⁸ Co oznacza, że faktyczna wartość każdej złotówki zamrożonych nakładów lub uzyskanych efektów odpowiada jej nominalnej wartości powiększonej o możliwe, ale utracone (z biegiem czasu narastające), korzyści z jej wykorzystania gdzie indziej.

Rozkład nakładów i efektów w kolejnych latach realizacji systemu informatycznego

Nazwa wielkości	Symbol	Kolejne lata realizacji systemu (t)					Razem
		1	2	3	...	m	
Współczynnik dyskontowy dla kolejnych lat	$[1+p]^t$	$1+p$	$[1+p]^2$	$[1+p]^3$...	$[1+p]^m$	—
Wartość nakładów ponoszonych w kolejnych latach	K_t	K_1	K_2	K_3	...	K_m	K
Zdyskontowana wartość nakładów ponoszonych w kolejnych latach - wg wzoru $K_t(1+p)^t$	K_{zt}	K_{z1}	K_{z2}	K_{z3}	...	K_{zm}	K_z
Skumulowana i zdyskontowana wartość nakładów ponoszonych w kolejnych latach - wg wzoru $\sum_{t=1}^m K_t(1+p)^t$	K_{skt}	K_{sk1}	K_{sk2}	K_{sk3}	...	K_{skm}	—
Wartość efektów uzyskiwanych w kolejnych latach	E_t	E_1	E_2	E_3	...	E_m	E
Koszty eksploatacyjne w kolejnych latach	K_{ekst}	K_{eks1}	K_{eks2}	K_{eks3}	...	K_{eksm}	K_{eks}
Zdyskontowana wartość efektów uzyskiwanych w kolejnych latach wg wzoru $(E_t - K_{ekst})(1+p)^t$	E_{zt}	E_{z1}	E_{z2}	E_{z3}	...	E_{zm}	E_z
Skumulowana i zdyskontowana wartość efektów uzyskiwanych w kolejnych latach - wg wzoru $\sum_{t=1}^m (E_t - K_{ekst})(1+p)^t$	E_{skt}	E_{sk1}	E_{sk2}	E_{sk3}	...	E_{skm}	—

Inwestycja Informatyczna (podsystem) jest więc opłacalna, jeżeli skumulowane zdyskontowane efekty jej funkcjonowania przewyższają niezbędne skumulowane zdyskontowane nakłady, czyli jeżeli⁹:

$$\sum_{t=1}^m (E_{b_t} + E_{p_t} - K_{eks_t}) : (1+p)^t \geq \sum_{t=1}^m K_t : (1+p)^t \quad (7)$$

4.2. Formuła ekonomicznej efektywności systemu

Dotychczasowe rozważania dotyczyły metod oceny elementu najwyższej rangi w systemie Informatycznym, tj. podsystemu¹⁰. W punkcie 3.3 przedstawiono podstawowe elementy (podsystemy) struktury systemu Informatycznego. Wszystkie wymienione podsystemy są połączone z sobą za pomocą sieci kanałów informatycznych, w których poszczególne elementy każdego z nich mają co najmniej po jednym kanale Informacyjnym łączącym je z co najmniej jednym elementem innego podsystemu. Struktura tych połączeń jest kompletną siecią przepływów Informacyjnych wyczerpującą wszystkie potrzeby wejść i umożliwiającą transformacje danych wejściowych na wyjścia. Dla tych podsystemów jest sporządzany rachunek efektywności. Jednak w warunkach, w których

⁹ W tradycyjnym rachunku ekonomicznej efektywności duże znaczenie przypisuje się średniemu okresowi zwrotu nakładów liczonemu od początku okresu realizacji przedsięwzięcia. Jednak w przypadku inwestycji Informatycznych (systemów) średni okres zwrotu nakładów uwzględnia wprowadzile korzyści uzyskiwane z danego przedsięwzięcia, lecz nie określa faktycznego momentu zwrotu nakładów oraz nie uwzględnia w pełni całego okresu realizacji przedsięwzięcia, a co najważniejsze (dla przedsięwzięć informatycznych) korzyści związanych z dalszą jego eksploatacją. W ekonomicznej bowiem ocenie efektywności należy uwzględnić, jakie korzyści uzyska się po zwrocie nakładów.

¹⁰ Według obowiązujących zasad każdy podsystem jest zbudowany z elementów mniejszych, tj. jednostek przetwarzania, modułów, przebiegów, operacji.

podsystemy tworzą wzajemnie powiązany układ, ocena efektywności musi być przeprowadzana nie tylko dla poszczególnych zamierzeń, ale również dla całego systemu:

Powstaje więc problem "połączenia" wyników przeprowadzonej oceny efektywności poszczególnych podsystemów (w tak zorganizowanym systemie informatycznym) i oceny efektywności całego systemu. W tym celu proponuje się użycie tzw. wskaźników integracji efektów funkcjonowania poszczególnych podsystemów z efektywnością całego systemu informatycznego, według następującego wzoru:

$$\xi = f(e_1 \cdot W_1 + e_2 \cdot W_2 + \dots + e_n \cdot W_n) \quad (8)$$

gdzie: ξ - wskaźnik efektywności systemu informatycznego,

e_1, e_2, \dots, e_n - wskaźnik efektywności poszczególnych podsystemów realizowanych w ramach danego systemu informatycznego,

W_1, W_2, \dots, W_n - odpowiednio dla każdego z podsystemów wskaźniki integracji (efektów funkcjonowania poszczególnych podsystemów z efektywnością całego systemu),

n - liczba podsystemów.

Obliczenia wskaźników $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ są dokonywane na podstawie tablic znaczenia integracyjnego poszczególnych podsystemów (według powiązań Informacyjnych) konstruowanych przez dwie grupy specjalistów.

W literaturze wymienia się cztery podziałowo zespoły tworzące tzw. służbę informacji, podległą naczelnemu kierownictwu obiektu, która się zajmuje projektowaniem i modernizacją systemów, a mianowicie¹¹:

1. Zespół badawczo-analityczny, którego zadaniem jest poznanie do-

¹¹Por. [99] .

tychczasowego systemu, analiza wszelkich aspektów jego funkcjonowania oraz wykrywanie źródeł niesprawności. Miejscem działania tego zespołu są poszczególne jednostki organizacyjne, w których odbywa się proces przetwarzania informacji.

2. Zespół projektowania, który zajmuje się opracowywaniem projektów, automatycznego przetwarzania informacji.

3. Zespół zastosowania, zajmujący się kontrolą wdrażania i eksploatacji systemów a także szkoleniem personelu.

4. Zespół ekspertów, w którego skład wchodzi wysoko wykwalifikowani pracownicy poszczególnych jednostek organizacyjnych (np. główny konstruktor, główny technolog, szef produkcji), a także wybitni specjaliści powoływani z zewnątrz zakładu. Zadanem tego zespołu jest ocena realizowanych systemów, głównie za pomocą metod opisowych, a także udzielanie konsultacji poszczególnym zespołom w zakresie interesującej ich problematyki.

Do sporządzenia tablic znaczenia integracyjnego poszczególnych podsystemów będą przydatne dwie grupy; grupa projektująca dany system Informatyczny oraz grupa użytkowników tego systemu, którzy na podstawie dostarczanych przez system informacji podejmują decyzje o realizacji zamierzeń produkcyjnych danego obiektu. Grupy te postępując się określoną skalą punktów dokonują oceny każdego z podsystemów pod względem jego znaczenia i użyteczności w całym funkcjonującym systemie Informatycznym.

Jak już podkreślono, rozpatrując i ocenając kolejne elementy z punktu widzenia ich użyteczności, tzw. od strony jakościowej, ogół charakterystyk można podzielić na mierzalne i niemierzalne. Do mierzalnych zalicza się te, które można zmierzyć i wynik wyrazić za pomocą liczb (co zostało zarejestrowane w proponowanych w punkcie 4.1 wzorach).

Pozostałe charakterystyki jako niemierzalne możemy jedynie opisać w sposób słowny i wtedy podstawą do oceny będzie, przeprowadzona w danym obiekcie, analiza procesu projektowania systemu.

Tak więc w przypadku charakterystyk niemierzalnych zespoły oceniające powinny zdecydować o wyborze odpowiedniej metody rangowania (nadawania wag). Metoda ta powinna się cechować:

1. komunikatywnością,
2. prostotą obliczeń,
3. obiektywnym zróżnicowaniem poszczególnych charakterystyk będących przedmiotem nadawania wag.

Spośród wielu metod, które spotyka się w literaturze przedmiotu, na szczególne wyróżnienie zasługują metoda Delficka i badanie Shang¹².

Przy konstruowaniu tablic znaczenia integracyjnego poszczególnych elementów (podsystemów) systemu informatycznego może też być przydatna metoda automatycznego procesu analizy systemu¹³. Autor tej metody proponuje zaangażowanie komputera jako narzędzia analizy. Całość automatycznego procesu analizy przeprowadzona za pomocą opisu macierzowego obejmuje cztery fazy, tj.: analizę zbiorów informacji, analizę kanałów nadawców i odbiorców informacji, analizę środków technicznych przesyłania i przetwarzania informacji oraz analizę jednostek funkcjonalnych.

Tak więc wyznaczone zespoły opracowują, posługując się skalą punktów na przykład od 0 do 1, dwie tablice, których budowę prezentuje rys. 4.2¹⁴.

¹²Por. [99].

¹³Tamże.

¹⁴Przy założeniu, że $n \leq m$.

D S	D ₁	D ₂	D ₃	...	D _m
S ₁					
S ₂					
S ₃					
.					
.					
.					
S _n					

Rys. 4.2. Schemat budowy tablicy

Symbolami $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ są oznaczone w tablicy kolejne podsystemy, natomiast symbolami $D_1, D_2, D_3, \dots, D_m$ poszczególne punkty decyzyjne układu, tj. użytkownicy informacji dostarczonych przez te podsystemy¹⁵.

Tablica opracowywana przez zespół projektujący dany system informatyczny jest wypełniana w wierszach ilustrujących wagę (range) rozpatrywanych podsystemów i wskazuje, jaką wartość informacyjną dla poszczególnych użytkowników (odbiorców) mają skonstruowane przez nich (projektantów) podsystemy¹⁶. Tak więc ocena wyników uzyskanych w ramach jednego podsystemu jest dokonywana z punktu widzenia ich uży-

¹⁵W pkt 43.3 podano przykładowe obszary decyzyjne, jakie mogą występować w zarządzaniu obiektem, a które skomputeryzowane będą tworzyły odpowiednio podsystemy informatyczne (całość zaś system informatyczny). Użytkownikami informacji dostarczonych przez te podsystemy będą więc odpowiednio: Dyrekcja, Główny Technolog, Dział Sprzedaży, Główny Konstruktor, Dział Planowania, Dział Zaopatrzenia, Magazyn, Wyróbów Gotowych, Dział Służby Pracowniczej, Dział Szefa Produkcji, Dział Ekonomiczny.

¹⁶Co z góry oznacza, że wagi ustalone przez zespół projektujący będą miały charakter subiektywny wyrażający się w tendencji do zawyżania faktycznej wartości powiązań informacyjnych.

teczności dla wszystkich decydentów - użytkowników¹⁷.

Druga tablica jest wypełniana w kolumnach przez użytkowników informacji (decydentów). Przedmiot oceny zostaje ten sam, tj. praktyczna wartość, użyteczność uzyskiwanych z podsystemów wyników. Zmiana jednak zespołu oceniającego, który reprezentuje stronę odbierającą wyniki, wpływa na kierunek powiązań, będą one teraz wskazywały miejsca powstawania efektów (wyników produkcyjnych) uzyskiwanych dzięki realizacji poszczególnych podsystemów.

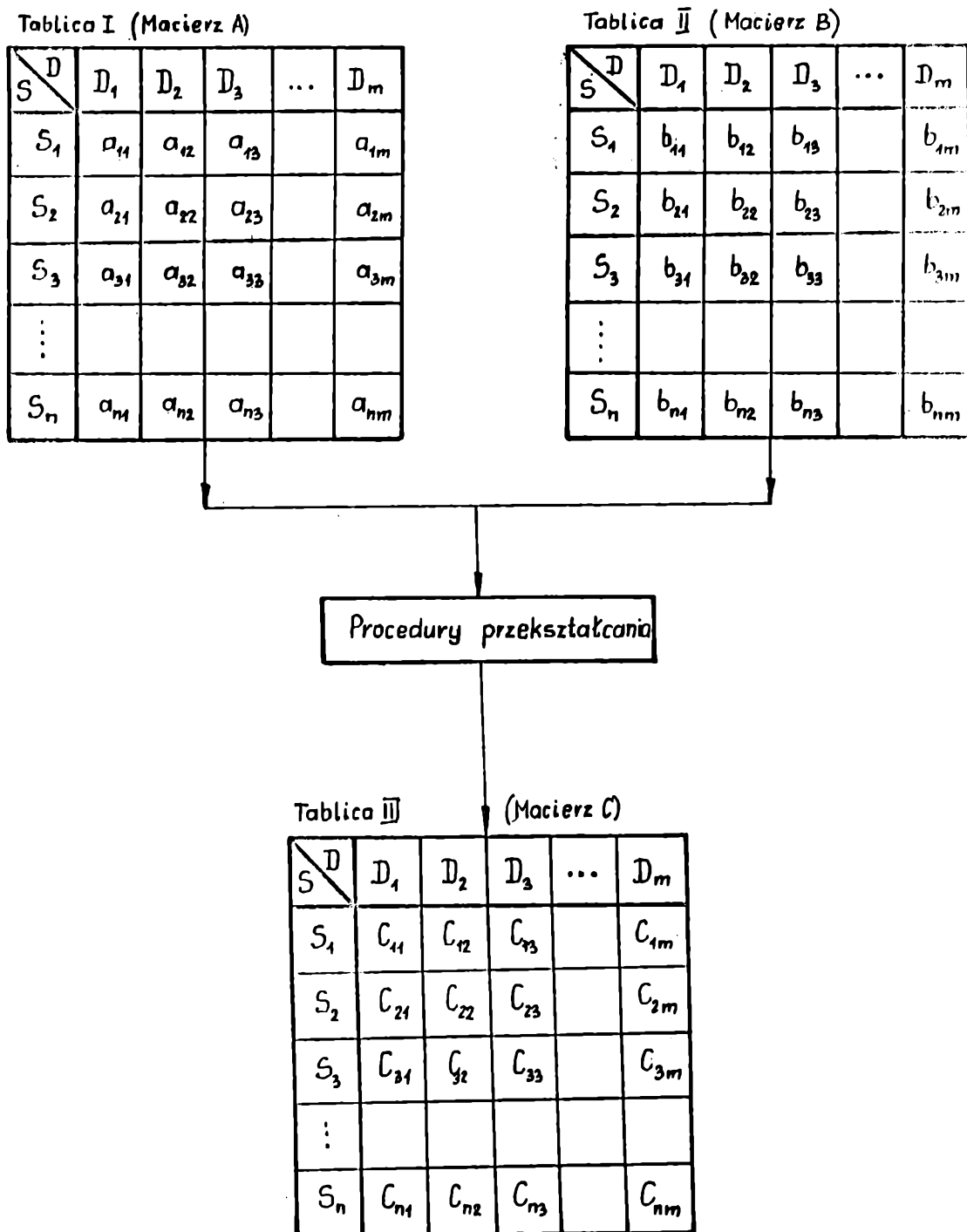
Obie tablice stanowią macierze. Tablica pierwsza (wypełniona w wierszach) - macierz A o elementach a_{ij} , natomiast tablica druga (wypełniona w kolumnach) - macierz B o elementach b_{ij} . Maksymalna wartość elementów macierzy A i B wynosi 1, a wartość minimalna 0. Z macierzy tych, stosując odpowiedni algorytm krzyżowania danych układu wierszowego z danymi układu kolumnowego, można utworzyć jedną macierz uporządkowaną C o elementach c_{ij} . W tym celu należy przyjąć:

1. jeżeli $a_{ij} = b_{ij}$, to $c_{ij} = a_{ij} = b_{ij}$,
2. jeżeli $a_{ij} = b_{ij} = 0$, to $c_{ij} = 0$,
3. jeżeli $a_{ij} = b_{ij} = 1$, to $c_{ij} = 1$,
4. jeżeli $a_{ij} \neq b_{ij}$, to $c_{ij} = a_{ij} \cdot \alpha + b_{ij} \cdot \beta$,

gdzie α jest współczynnikiem korygującym dla elementów macierzy A, a β współczynnikiem korygującym dla elementów macierzy B. Współczynniki te są obliczane z następujących wzorów:

$$\alpha = \frac{b_{ij}}{a_{ij} + b_{ij}} \quad (9)$$

¹⁷ W każde pole tabeli zostaną więc wpisane wagi umożliwiające porównanie wartości danej pary kodu i, j z wartościami wszystkich innych par tego samego wiersza.



Rys. 4.3. Schemat przekształcania danych tablic A i B

$$\beta = \frac{a_{ij}}{a_{ij} + b_{ij}}, \quad (10)$$

przy czym $\alpha \geq 0$ i $\beta \geq 0$ oraz $\alpha + \beta = 1$.

Schemat tworzenia macierzy C przedstawia rysunek 4.3.

Na każdy podsystem informatyczny są ponoszone odpowiedniej wielkości nakłady (rys. 4.4), z drugiej strony wyniki (efekty) funkcjonowania tych podsystemów są wykorzystywane przez wielu użytkowników, toteż faktycznie ponoszone nakłady nie są tożsame z nakładami wyliczonymi w kosztorysach.

Numer podsystemu	Wielkość nakładów (zł)
1	K_1
2	K_2
3	K_3
⋮	⋮
⋮	⋮
⋮	⋮
n	K_n

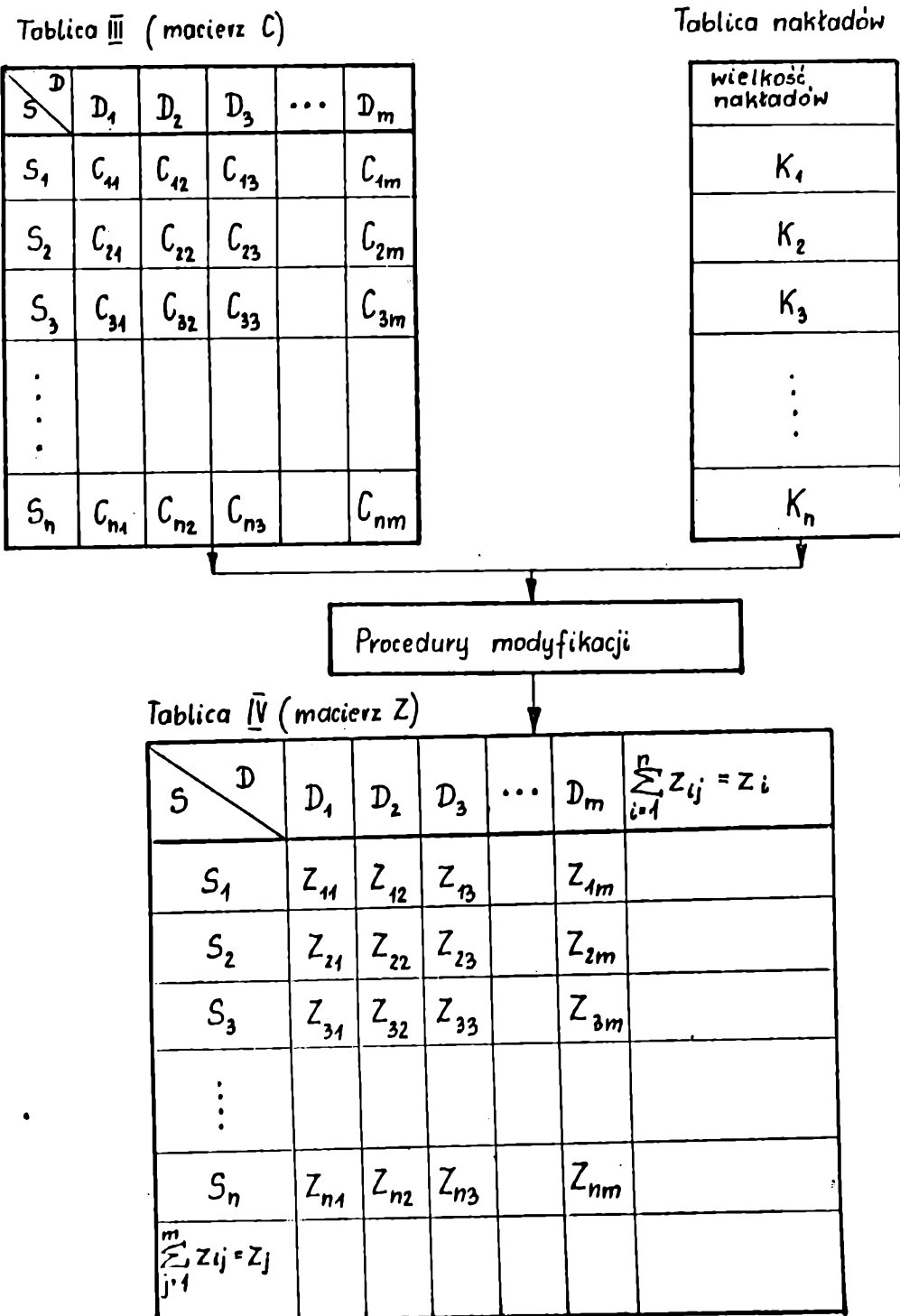
Rys. 4.4. Schemat tablicy nakładów

Dlatego proponuje się poddanie nakładów kosztorysowych modyfikacji zgodnie z wartością wag przyznanych poszczególnym podsystemom.

Modyfikacja macierzy C przez wektor nakładów K (rys. 4.5) polega na wpisywaniu wartości wierszami w każde pole nowej tablicy IV - macierz

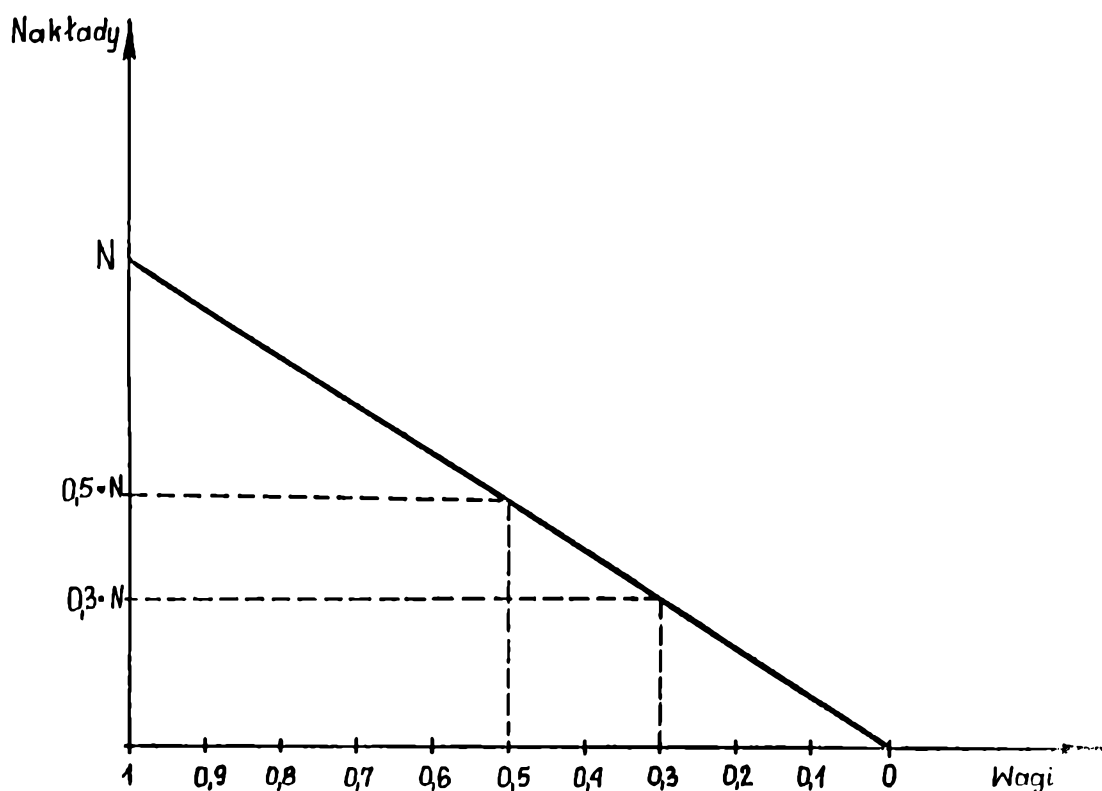
Z o elementach Z_{ij} , według następujących założeń:

1. jeżeli $C_{ij} = 0$, to $Z_{ij} = 0$,
2. jeżeli $C_{ij} = 1$, to $Z_{ij} = K_n$,
3. jeżeli $0 < C_{ij} < 1$, to $Z_{ij} = 0,1 C_{ij} \cdot K_n$.



Rys. 4.5. Schemat modyfikacji tablic

W dokonywanej modyfikacji przyjęto założenie, że między wielkością poniesionych nakładów a skalą wag istnieje zależność liniowa. W rzeczywistości charakter tej zależności nie jest znany i trudny empirycznie do zweryfikowania (znane są tylko wartości elementów skrajnych - 0, 1), co wpływa na stopień dokładności wyników uzyskanych za pomocą tej metody. Występującą zależność między ustaloną skalą wag a wielkościami nakładów na podsystemy przedstawia rys. 4.6.



Rys. 4.6. Wykres zależności między skalą wag a wielkością nakładów

Kosztorysowe nakłady ponoszone na poszczególne podsystemy zostaną zatem skorygowane zgodnie ze wskaźnikami uporządkowanej tabeli rang (czyli według znaczenia wyników dostarczonych przez poszczególne podsystemy dla ich użytkowników). Obliczając więc sumę wartości

elementów danego wiersza (Z_i) i odnosząc do sumy nakładów na cały system Informatyczny ($\sum_{i=1}^n K_i$) otrzymamy wskaźnik w_i według wzoru:

$$w_i = \frac{Z_i}{\sum_{i=1}^n K_i} \quad (11)$$

Wskaźnik ten wyraża stopień merytorycznej integracji danego podsystemu z całym systemem, czyli wskazuje w jakim stopniu wyniki (efekty) danego podsystemu są wykorzystywane przy realizacji całego systemu Informatycznego¹⁸. A ponieważ:

$$Z_1 = C_{11}K_1 + C_{12}K_1 + \dots + C_{1m}K_1 = K_1 \sum_{j=1}^m C_{1j} \quad (12)$$

dlatego

$$Z_i = K_i \sum_{j=1}^m C_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

mamy więc

$$w_i = \frac{K_i \sum_{j=1}^m C_{ij}}{\sum_{i=1}^n K_i} \quad (14)$$

Według ogólnego wzoru efektywność poszczególnych podsystemów będzie wynosić odpowiednio:

$$e_1 = \frac{ef_1}{K_1}, \quad e_2 = \frac{ef_2}{K_2}, \quad \dots, \quad e_n = \frac{ef_n}{K_n} \quad (15)$$

Zgodnie więc z tym co stwierdzono poprzednio efektywność systemu Informatycznego będzie wynosić:

¹⁸ Ilustruje on wartość względną, porównawczą.

$$\xi = \frac{ef_1}{K_1} \cdot W_1 + \frac{ef_2}{K_2} \cdot W_2 + \dots + \frac{ef_n}{K_n} \cdot W_n \quad (16)$$

podstawiając W_i otrzymamy

$$\xi = \frac{ef_1}{K_1} \cdot \frac{K_1 \sum_{j=1}^m C_{1j}}{\sum_{i=1}^n K_i} + \frac{ef_2}{K_2} \cdot \frac{K_2 \sum_{j=1}^m C_{2j}}{\sum_{i=1}^n K_i} + \dots + \frac{ef_n}{K_n} \cdot \frac{K_n \sum_{j=1}^m C_{nj}}{\sum_{i=1}^n K_i} ; \quad (17)$$

$$\xi = \frac{ef_1 \sum_{j=1}^m C_{1j}}{\sum_{i=1}^n K_i} + \frac{ef_2 \sum_{j=1}^m C_{2j}}{\sum_{i=1}^n K_i} + \dots + \frac{ef_n \sum_{j=1}^m C_{nj}}{\sum_{i=1}^n K_i} ; \quad (18)$$

$$\xi = \frac{ef_1 \sum_{j=1}^m C_{1j} + ef_2 \sum_{j=1}^m C_{2j} + \dots + ef_n \sum_{j=1}^m C_{nj}}{\sum_{i=1}^n K_i} \quad (19)$$

gdzie: ef_1, ef_2, \dots, ef_n - efekty (rezultaty) funkcjonowania poszczególnych podsystemów obliczone według procedur podanych na początku punktu 3.4;

$$\sum_{i=1}^n K_i$$

- suma nakładów na system informatyczny obliczona zgodnie z tym co podano w pkt 3.2 i na początku punktu 3.4,

C_{ij} , W_i - wskaźniki obliczane według podanego wyżej algorytmu.

Jak wykazano w punkcie 4.1, inwestycję informatyczną, tj. system Informatyczny, uważa się za opłacalny, jeżeli skumulowane i zdyskontowane efekty funkcjonowania tego systemu przewyższają niezbędne skumulowane i zdyskontowane nakłady. Uwzględniając to wymaganie we wzorze (19), system Informatyczny będzie opłacalny, jeżeli $\xi \geq 1$.

4.3. Przykładowa prezentacja metody

Proponowaną w punktach 4.1 - 4.2 metodę badania efektywności systemów informatycznych zastosowano do oceny funkcjonujących elementów (podsystemów) dużego wielotematycznego systemu informatycznego w Konińskich Zakładach Naprawczych Przedsiębiorstw Węgla Brunatnego. Badania przeprowadzono na podstawie uzyskanych w odpowiednich działach Zakładu i danych zawartych w dokumentacji technicznej systemu.

Konińskie Zakłady Naprawcze funkcjonujące początkowo jako jeden z wydziałów kopalni "Konin" w roku 1966 zostały wydzielone i podniesione do rangi przedsiębiorstwa. Profil produkcji zakładów obejmuje:

- wykonawstwo odlewów żeliwnych i stalowych, które w zasadniczej części (65%) są poddawane dalszej obróbce na wydziale mechanicznym, w pozostałej zaś stanowią części zamienne nie wymagające obróbki,
- wykonawstwo części i zespołów zamiennych do wszystkich urządzeń pracujących w kopalniach, zwłaszcza do wielonaczyniowych koparek i zwałowarek,
- wykonawstwo konstrukcji, obejmujące głównie konstrukcje tras taśmociągowych, stacji napędowych i zwrotnych oraz konstrukcji wysięgników koparkowych.

- regeneracje części i zespołów wymiennych, obejmującą głównie czerpaki koparek wielonaczyniowych, ogniwa, bębny, wały, poligony i zestawy kołowe,

- naprawy wagonów samowyładowczych do przewozu nakładu i węgla oraz naprawy pługoprzesuwarek i przesuwarek torów,

- naprawy koparek, przeprowadzane w terenie (na odkrywkach),

- naprawy urządzeń elektrycznych, w tym głównie silników trakcyjnych, silników wysokonapięciowych, niskonapięciowych i pomocniczych różnych typów.

Produkcja w zakresie odlewów, części maszynowych i konstrukcji ma charakter jednostkowy i małoseryjny. Częściowo dotyczy to również regeneracji. Naprawy wagonów i urządzeń elektrycznych natomiast cechuje większa powtarzalność, mimo że zróżnicowanie typów jest dość duże.

Struktura organizacyjna Zakładu obejmuje siedem wydziałów produkcji podstawowej i jest analogiczna do przedstawionej wyżej struktury produkcyjnej.

Planowanie i ewidencja produkcji oraz ewidencja kosztów są prowadzone w strukturze organizacyjnej w przekroju miejsc powstawania kosztów oraz według grup i podgrup asortymentowych. Grupy te są ustalone na podstawie podobieństwa technologicznego. Przepływy międzywydziałowe natomiast są rozliczane poprzez magazyn półfabrykatów.

Dokumentacja technologiczna, produkcyjna i księgowa jest prowadzona według zasad obowiązujących w przemyśle maszynowym z odpowiednimi adaptacjami uwzględniającymi specyfikę produkcji w zakładach naprawczych.

Wielka różnorodność produkcji, jej jednostkowy i małoseryjny charakter powodują, że przedsiębiorstwo (z wyjątkiem odlewni) stosuje kalkula-

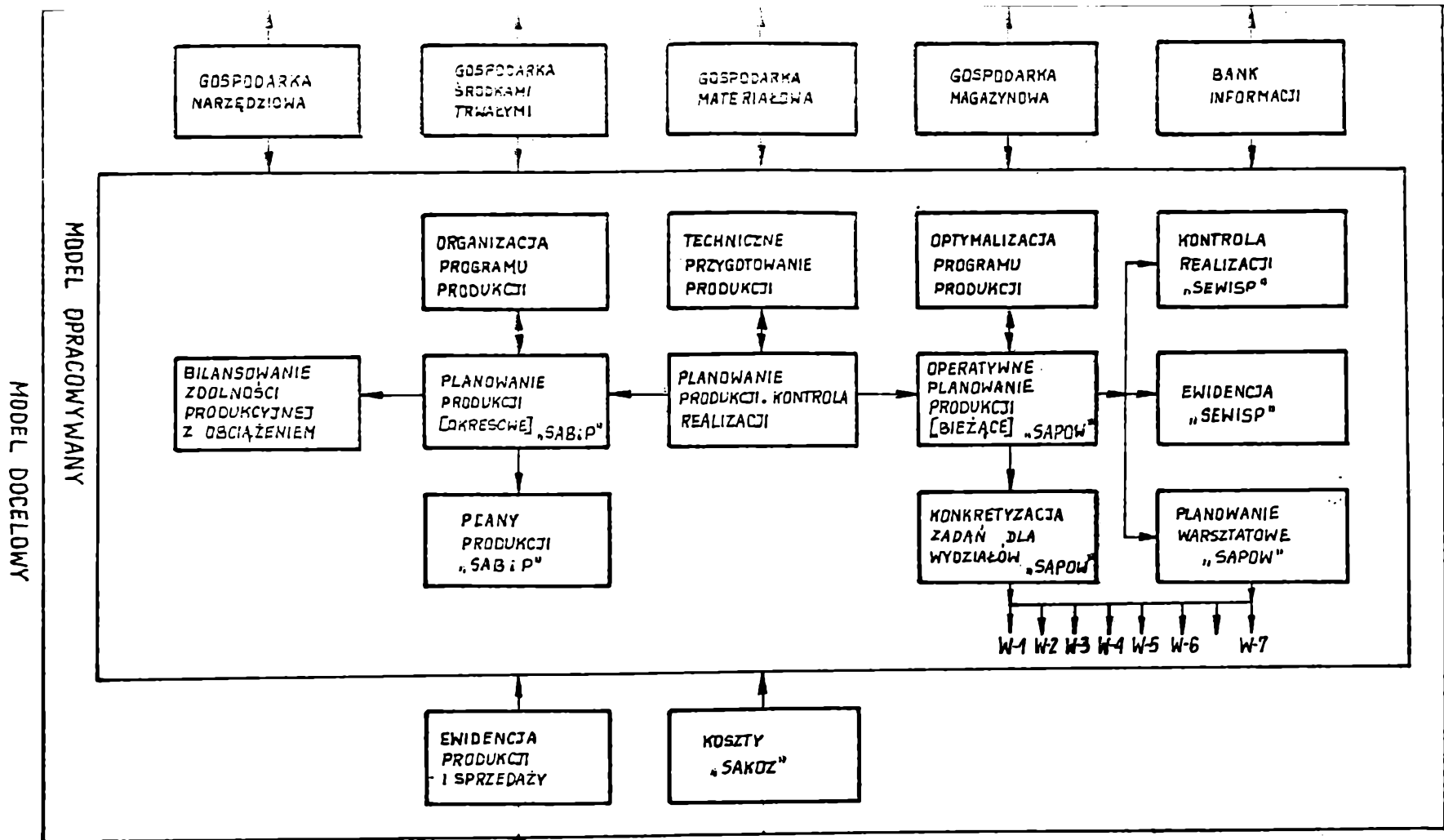
cję doliczeniową. W odlewni jest stosowana kalkulacja podziałowa, procesowa.

Cechą charakterystyczną przedsiębiorstwa jest olbrzymia liczba zleceń. I tak w roku 1968 było 7340 zleceń, w 1970 - 8470, a w 1972 - 10760, przy czym większość z nich dotyczy obróbki skrawaniem. Przeprowadzona analiza zleceń wykazała dużą ich powtarzalność w poszczególnych latach oraz to, że są umiejscowione głównie w sferze technicznego przygotowania produkcji w fazie formułowania zadań dla poszczególnych stanowisk roboczych i ich kooperacyjnych powiązań.

Konsekwencją tej olbrzymiej liczby zleceń i wielokrotnie większej liczby detalo-operacji, które muszą być doprowadzone do stanowisk roboczych, jest dezaktualizacja realizowanych dostaw i zleceń, ich przesunięcia w czasie, nieprawidłowe zapasy materiałowe, produkcja w toku i półfabrykatów oraz nierównomierne obciążenia na poszczególnych stanowiskach pracy.

Dlatego w przedsięwzięciach organizacyjnych Zakładu w celu rozwiązania problemu bilansowania mocy produkcyjnej i planowania produkcji, a także podniesienia ogólnej sprawności zarządzania, zastosowano komputery i opracowano model docelowego systemu Informatycznego (rys. 4.7).

W opracowanym modelu centralnym systemem (podsystemem) jest System Automatycznego Bilansowania i Planowania Produkcji (SABiP), do którego nawiązują i z którym są koordynowane zarówno już istniejące, jak i będące w opracowaniu wszystkie inne systemy (podsystemy). Do funkcjonujących systemów należy też - System Analizy Kosztów Zleceń Zakończonych (SAKOZ), którego zadaniem jest ewidencja pracochłonności i kosztów zleceń zakończonych. W systemie jest przeprowa-



Rys. 4.7. Schemat kompleksowego przetwarzania informacji w KZN PWB

dzona też konfrontacja opracowań technologicznych z faktycznymi wynikami.

W opracowaniu natomiast (adaptacja z MLA) znajdują się

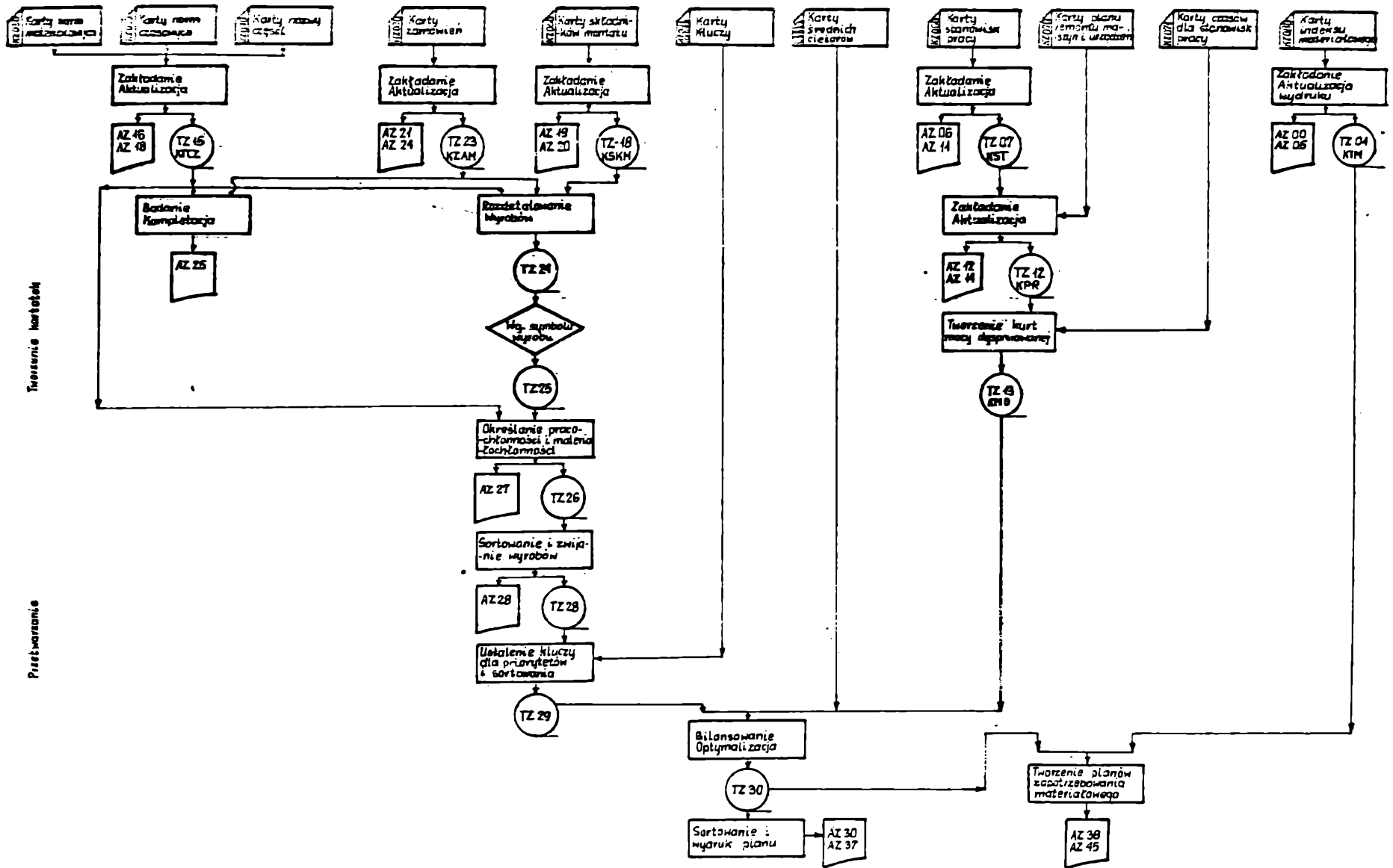
1. System SEWISP - ewidencjonujący wykonaną i sprzedaną produkcję;
2. System SAPOW - system planowania operatywnego;
3. System dyspozycji materiałowej;
4. System kontroli zużycia materiałowego.

W badanym obiekcie przeprowadzono więc ocenę efektywności ekonomicznej dwu funkcjonujących już (od roku 1974) podsystemów, a mianowicie SABIP i SAKOZ. Z tego też względu końcowa ocena efektywności będzie dotyczyła tylko pewnego określonego (tzn. opracowanego i funkcjonującego) obszaru docelowego systemu informatycznego w KZN PWP¹⁹. Ocena efektywności ekonomicznej pozostałych elementów systemu powinna być przeprowadzona sukcesywnie w miarę ich opracowywania i wdrażania.

Podstawowe zadania systemu SABIP (rys. 4.8) to:

1. opracowywanie, opierając się na procesach technologicznych poszczególnych grup wyrobów i usług oraz rzeczywistych możliwości Zakładu, optymalnego planu produkcji, który przedsiębiorstwo ma realizować,
2. przewidywanie kształtowania się obciążeń pracochłonnością, wynikającą z operacji technologicznych poszczególnych grup stanowisk w okresach planistycznych,
3. określanie zakresu rzeczowego planu produkcji w rozbiciu na

¹⁹ Badanie nie są pełne pod względem metodologicznym. Pewnym ograniczeniem był fakt nieprzeprowadzenia w obiekcie odrębnej, dotyczącej wyłącznie systemów informatycznych, dokumentacji kosztowej, a także czas potrzebny na badanie.



Rys. 4.8. Uproszczony schemat przetwarzania w systemie SABIS

poszczególnych zleceńlodawców, wydziały produkcyjne i stanowiska robocze,

4. określanie pracochłonności produkcji i usług oraz określanie ilościowo-wartościowych potrzeb zużycia materiałowego,

5. korygowanie terminów wykonania poszczególnych pozycji planu, by wynikające z nich obciążenia nie przekraczały dysponowanej mocy stanowisk roboczych,

6. sporządzanie planów amortyzacji i umorzeń środków trwałych;

Zakres natomiast systemu SABiP jest następujący²⁰;

1. bilansowanie zleceń (zamówień) z mocą produkcyjną,

2. planowanie produkcji z doprowadzeniem zadań do poszczególnych stanowisk pracy (w podziale czasowym),

3. sporządzanie planów zaopatrzenia materiałowego dla materiałów bezpośrednich (plany wieloprzekrojowe w podziale czasowym),

4. ewidencja środków trwałych, ich ruch oraz obliczanie amortyzacji i umorzeń,

5. aktualizacja planów (wynikającą z przebiegu realizacji i zmian w produkcji).

Ponadto system dostarcza danych do opracowania planów zatrudnienia w strukturze zawodowej, grup zaszeregowania i struktury wewnętrzno-organizacyjnej, tym samym więc planów zatrudnienia i planów funduszu płac. System opracowuje też plany kooperacji bieżącej;

System SABiP jest podzielony na osiem głównych jednostek przetwarzania i są to:

²⁰ Szczegółowy opis systemu znajduje się w pozycjach:

- System Automatycznego Bilansowania i Planowania Produkcji SABiP. Dokumentacja Techniczna, Konin, Konińskie Zakłady Naprawcze PWB 1974.
- System Automatycznego Bilansowania i Planowania Produkcji SABiP. Instrukcja Eksploatacyjna, Konin, Konińskie Zakłady Naprawcze PWB 1974.

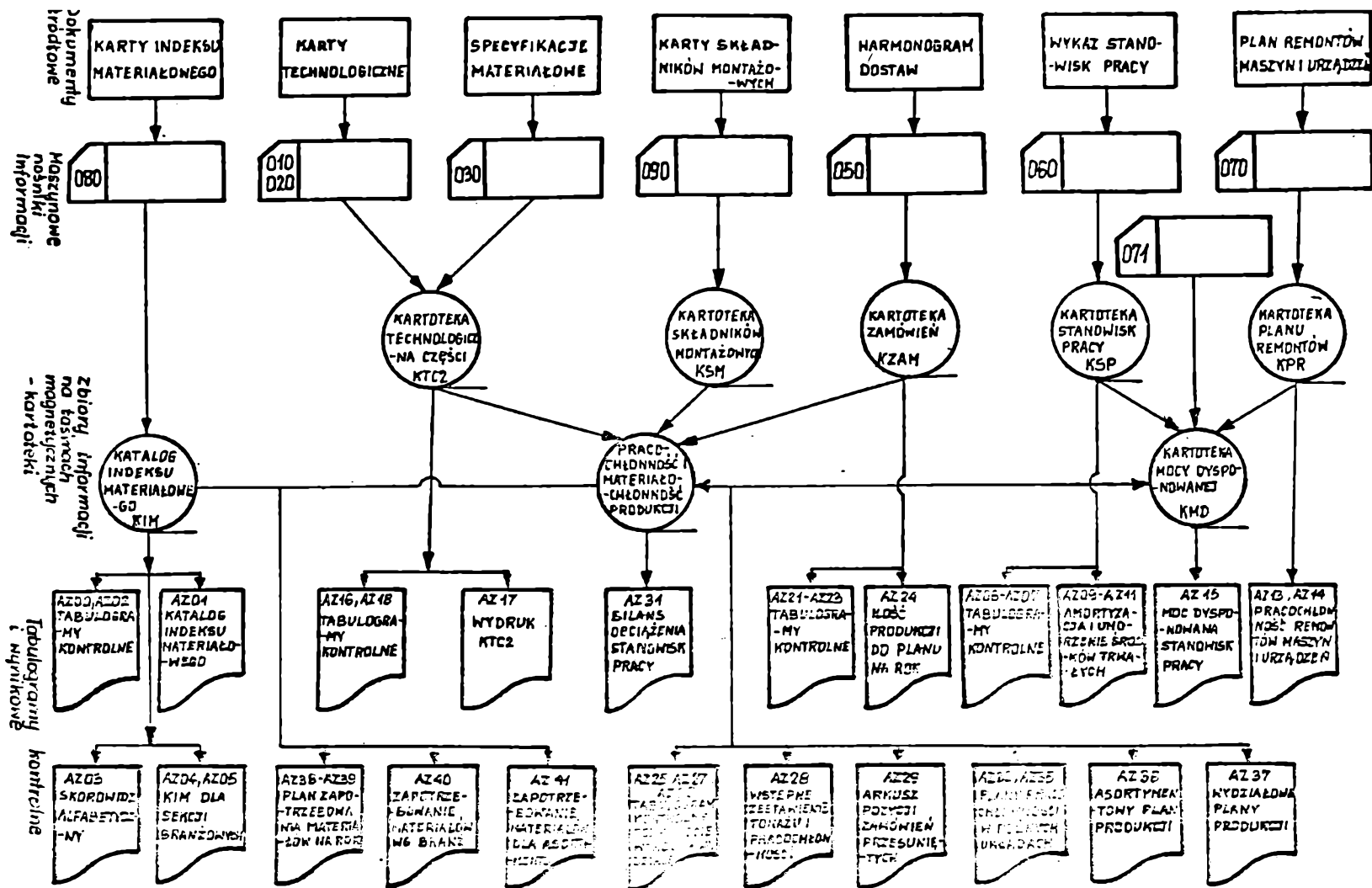
1. zakładanie i aktualizacja kartoteki technologicznej (KTCZ) i składników montażowych (KSM),
2. badanie zupełności KTCZ i KSM,
3. zakładanie i aktualizacja kartoteki stanowisk pracy i mocy dysponowanej (KMD),
4. zakładanie i aktualizacja katalogu indeksu materiałowego,
5. zakładanie i aktualizacja kartoteki zamówień (KZAM),
6. bilansowanie mocy produkcyjnej z planowanym obciążeniem,
7. aktualizacja planów produkcji (wydruki wynikowe),
8. obliczanie materiałochłonności produkcji (wydruki wynikowe).

Przetwarzanie danych w systemie opiera się na siedmiu podstawowych dokumentach źródłowych, na których podstawie są tworzone zbiory - cztery zbiory stałe i trzy zbiory transakcyjne²¹. Stosowane w systemie dokumenty źródłowe zostały opracowane na podstawie dokumentów funkcjonujących w informatycznym systemie przetwarzania danych. Powiązanie dokumentów źródłowych, zbiorów kartotekowych i tabulogramów wynikowych w systemie SABiP przedstawia rys. 4.9.

Zgodnie z przedstawionym w punktach 4.1 - 4.2 opisem proponowanej metody określania efektywności systemu informatycznego, tj. porównania ponoszonych nakładów i osiągniętych wyników, potrzebne są następujące czynniki (sposoby ustalania tych wielkości omówiono w rozdziale 3):

1. nakłady (K_I, K_S, K_P, K_W) - wielkości poszczególnych rodzajów nakładów przyjęto według prowadzonej ewidencji ponoszonych nakładów,
2. koszty eksploatacji (K_{eks}), których wielkość ustalono na podstawie prowadzonej ewidencji kosztów eksploatacji systemu,

²¹Zbiory KTCZ, KSM, KIM, KSP są tworzone jednorazowo i podlegają jedynie aktualizacji. Pozostałe zbiory (KPR, KDM, KZAM) są zakładane w każdym roku planistycznym.



Rys. 4.9. Schemat powiązań dokumentów, zbiorów kartotekowych i tabulogramów wynikowych w systemie SABIP

3. efekty wynikające z wdrożenia i eksploatacji systemu;

W zakładzie ustalono (tj. wyliczono) następujące korzyści wymierne osiągnięte w wyniku stosowania systemu SABiP:

1. zmniejszenie zapasów materiałowych, produkcji w toku i półfabrykatów minimum o 10%, co wpłynęło na wyzwolenie rezerw materiałowych, a tym samym na zmniejszenie oprocentowania od kredytów finansowych,

2. zmniejszenie o 1,5% kosztów zakupu na skutek lepszej koordynacji dostaw (jest to rezultat racjonalnego, opracowanego przez system, planu zaopatrzenia),

3. zmniejszenie ilości deprecjonowanych zapasów w stosunku do okresu poprzedniego (w którym nie korzystano z danych dostarczonych przez SABiP) o 50%,

4. zwiększenie rozmiarów produkcji o 4%, na skutek podniesienia stopnia wykorzystania maszyn i urządzeń o około 6% (wystąpiła też dodatkowa akumulacja z tytułu wzrostu produkcji),

5. na skutek bardziej racjonalnej gospodarki materiałowej, zmniejszenia udziału kosztów pośrednich i podniesienia produktywności majątku, zmniejszył się udział kosztów własnych w wartości produkcji sprzedanej o 1,5%,

6. wymierne korzyści ze zmechanizowania emisji dokumentacji,

Z funkcjonowania systemu SABiP wynikają też liczne korzyści niewymierne i są to:

1. skrócenie czasu opracowywania planów rocznych i kwartalnych,

2. jednoczesne otrzymywanie kilku wariantów planu, co daje możliwość wyboru najodpowiedniejszej wersji,

3. dokładność uzyskanych wyników (jest to rezultat zastąpienia danych szacunkowych, przybliżonych, danymi rzeczywistymi, będącymi wynikami przeprowadzonych przez system SABiP obliczeń),

4. dokładne sprecyzowanie planu zatrudnienia w układzie ilościowym i według zawodów,

5. stworzenie bazy normatywnej i indeksowej do funkcjonowania innych systemów.

Skorygowanie i skumulowanie wielkości poszczególnych rodzajów nakładów i efektów występujących w kolejnych latach (1974-1976) realizacji systemu SABIP przedstawiają tabele 4.2-4.3. Natomiast zbiorcze zestawienie skumulowanych nakładów i efektów w kolejnych latach realizacji systemu SABIP przedstawia tabela 4.4. Podane wielkości wyliczono według wzorów opisanych w pkt 4.1 pracy i są to:

$$- K_{sk_t} = \sum_{t=1}^m K_t : (1+p)^t \quad (\text{wzór 4 na obliczanie wielkości nakładów})$$

$$- E_{sk_t} = \sum_{t=1}^m (E_{b_t} + E_{p_t} - K_{eks_t}) : (1+p)^t \quad (\text{wzór 6 na obliczanie wielkości efektów})$$

$$- e = \frac{E_{sk_t}}{K_{sk_t}} \quad (\text{wzór 7 przedstawiający wskaźnik efektywności systemu}).$$

Następnym systemem informatycznym funkcjonującym w KZN jest system SAKOZ (System Analizy Zleceń Zakończonych). Ponieważ do przeprowadzenia oceny efektywności ekonomicznej są potrzebne koszty i wyniki funkcjonowania tego systemu, dlatego jego opis ogranicza się tylko do podania podstawowych zadań systemu, którymi są²²:

1. kontrola i analiza zleceń zakończonych,
2. kontrola i analiza cykli produkcyjnych produkcji i remontów,

²²Pełny opis systemu SAKOZ jest podany w pozycji: System Analizy Kosztów Zleceń Zakończonych "SAKOZ", Dokumentacja Techniczna, Konin, Koniańskie Zakłady Naprawcze PWB 1974.

Tabela 4.2

Rozkład nakładów tys. złotych w kolejnych latach realizacji systemu informatycznego SABiP

Lp	Nazwa wielkości	Symbol	Kolejne lata realizacji			Razem
			1	2	3	
1	Inwestycje budowlano-montażowe	K_I	642	-	-	642
2	Koszty zakupu i instalacji sprzętu	K_S	389	230	236	855
3	Koszty prac przygotowawczych	K_P	1208	100	-	1308
4	Koszty wdrożenia systemu	K_W	892	79	-	971
5	Razem nakłady (w roku)	K_t	2631	409	236	3276

Tabela 4.3

Rozkład efektów w tys. złotych w kolejnych latach realizacji systemu informatycznego SABiP

Lp	Nazwa wielkości	Symbol	Kolejne lata realizacji			Razem
			1	2	3	
1	Efekty bezpośrednie	E_b	-	6900	7030	13930
2	Efekty pośrednie	E_p	-	7300	8250	15550
3	Koszty eksploatacji	K_{eks}	-	400	417	817
4	Razem efekty (w roku)	E_t	-	13800	14863	28663

Tabela 4.4

Zbiornicze zestawienie skumulowanych nakładów i efektów w kolejnych latach realizacji systemu informatycznego SABIP

Lp	Nazwa wielkości	Symbol	Kolejne lata realizacji		
			1	2	3
1	Nakłady skorygowane	K_{z_t}	2436.1	350.7	193.6
2	Nakłady skumulowane	K_{sk_t}	2436.1	2786.8	2980.4
3	Efekty skorygowane	E_{z_t}	-	11835.3	12192.8
4	Efekty skumulowane	E_{sk_t}	-	11835.3	24028.1
5	Wskaźnik efektywności systemu	e_1	-	4.24	8.06

3. tworzenie wieloprzekrojowych zbiorów informacji o pracochłonności, kosztach w układzie kalkulacyjnym, strukturze kosztów oraz wielkości serii asortymentowych,

4. ulepszenie rozrachunku gospodarczego poprzez systematyczną informację dla wydziałów o kształtowaniu się kosztów poszczególnych zleceń oraz badanie odchyleń od wielkości normatywnych,

5. ujawnianie powstałych strat,

Wyniki systemu (i są to korzyści wymierne) służą natomiast głównie analizie kosztów rzeczywistych w porównaniu z kosztami planowanymi w przekrojach asortymentowych dla całego Zakładu i poszczególnych wydziałów, a także stanowią szeroki materiał statystyczny do planowania rocznego i operatywnego. Korzyści niewymierne systemu to:

1. bardziej precyzyjne planowanie kosztów jednostkowych na podstawie zgromadzonego bogatego materiału statystycznego,

2. możliwość oddziaływania na kształtowanie się kosztów bezpośrednich poszczególnych zleceń,
3. przeciwdziałanie powstawaniu kosztów nieprawidłowych,
4. zapobieganie powstawaniu odchylenia od założeń technologicznych w zakresie pracochłonności i materiałochłonności,
5. możliwość właściwej oceny kształtowania się kosztów bezpośrednich na wydziałach.

Zgodnie z przyjętym powyżej założeniem, nie podaje się też sposobu przeprowadzenia obliczeń wielkości nakładów i efektów (jest taki sam jak podany dla systemu SABiP) a jedynie wynik końcowy, tzn. wskaźnik e_2 efektywności podsystemu SAKOZ, który wynosi $e_2 = 462$.

W przedstawionej w pkt 4.1-4.2 metodzie, następnym etapem prac związanych z obliczeniem efektywności ekonomicznej funkcjonującego w KZN systemu informatycznego, jest ustalenie wskaźników w_1 dla podsystemu SABiP oraz w_2 dla podsystemu SAKOZ. W tym celu są konstruowane dwie tablice znaczenia Integracyjnego podsystemów SABiP i SAKOZ) według powiązań Informacyjnych (rys. 4.10).

Tablicę pierwszą (macierz A) wypełnił zespół projektantów systemów informatycznych pracujących w KZN²³. Tablica druga (macierz B) jest wypełniona natomiast przez użytkowników informacji dostarczanych z podsystemów SABiP i SAKOZ²⁴.

²³ Obie tablice wypełniono według zasad ustalonych przy opisie metody w pkt 4.1-4.2 pracy,

²⁴ W KZN są to następujące działy: TT - Dział Głównego Technologa, EM - Dział Planowania Dyspozycji i Kontroli Zużycia Materiałów, RO - Dział Księgowości Ogólnej, TM - Dział Głównego Mechanika, EZ - Dział Zaopatrzenia i Gospodarki Materiałowej, PP - Dział Przygotowania Produkcji, ZM - Zespół Magazynów, GH - Dział Zbytu i Eksploatacji, GP - Dział Planowania i Analiz Ekonomicznych, D - Dyrekcja, RK - Główny Księgowy oraz Wydziały Produkcyjne - WP.

Tablica I (macierz A)

S \ D	TT	EM	RO	TM	EZ	PP	ZM	EM	EP	D	RK	WP
S_1 (Podsystem SABiP)	0,2	0,7	0,4	0,4	0,8	1	0,4	0,1	0,6	0,5	0	0,7
S_2 (Podsystem SAKOZ)	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,6	0,5	0,6	0,9

Tablica II (macierz B)

S \ D	TT	EM	RO	TM	EZ	PP	ZM	EM	EP	D	RK	WP
S_1 (Podsystem SABiP)	0,3	0,4	0,5	0,4	0,9	1	0,3	0,2	0,7	0,5	0,2	0,9
S_2 (Podsystem SAKOZ)	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0,6	0,5	0,7	0,9

Rys. 4.10. Schemat budowy i wypełniania tablic A i B

Macierz A

S \ D	TT	EM	RD	TM	EZ	PP	ZM	EM	EP	D	RK	WP
S ₁	0,2	0,7	0,4	0,4	0,8	1	0,4	0,4	0,6	0,5	0	0,7
S ₂	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,6	0,5	0,6	0,9

Macierz B

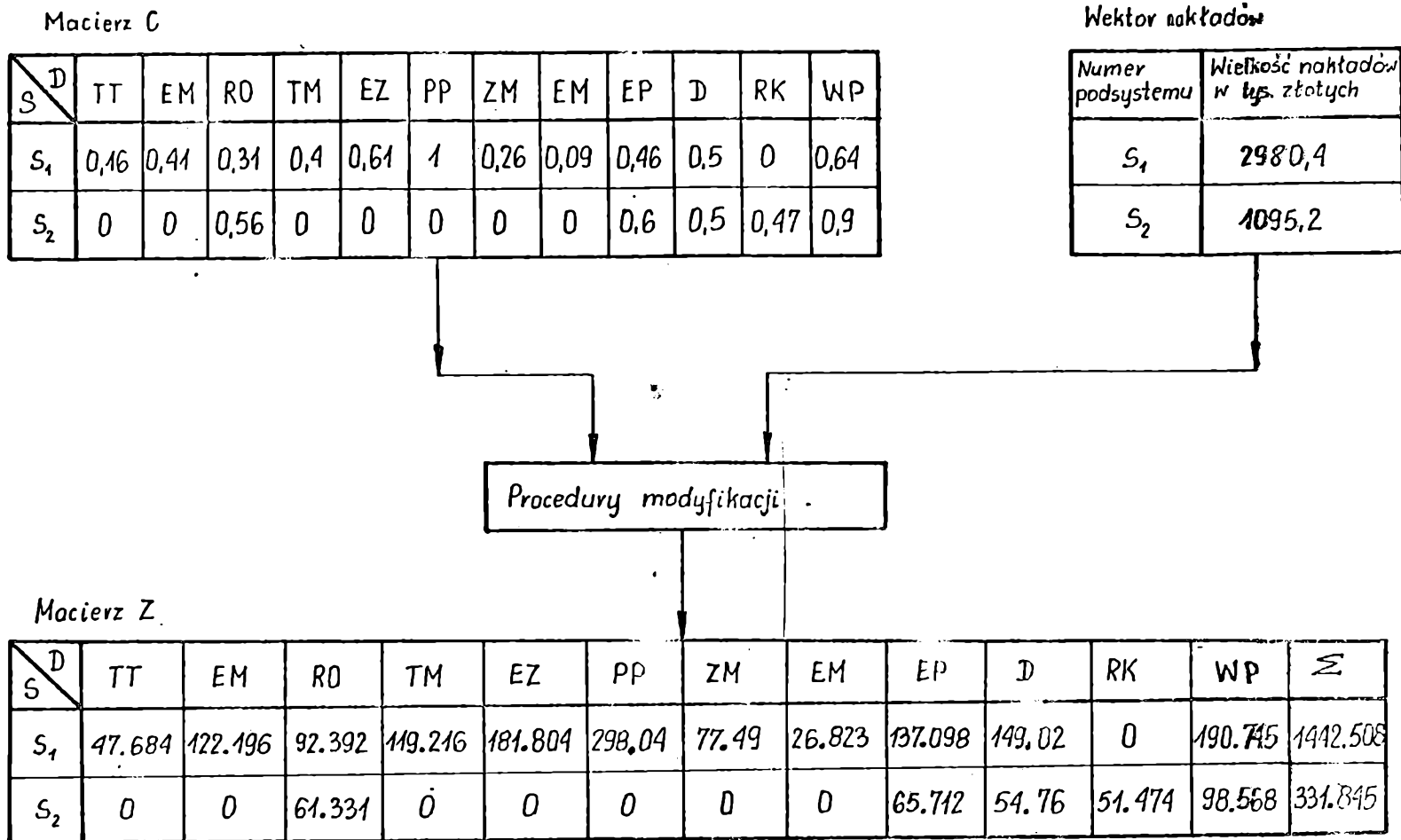
S \ D	TT	EM	RD	TM	EZ	PP	ZM	GM	EP	D	RK	WP
S ₁	0,3	0,4	0,5	0,4	0,9	1	0,3	0,2	0,7	0,5	0,2	0,9
S ₂	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0,6	0,5	0,7	0,9

Procedury przekształcania

Macierz C

S \ D	TT	EM	RD	TM	EZ	PP	ZM	EM	EP	D	RK	WP
S ₁	0,16	0,41	0,31	0,4	0,61	1	0,26	0,09	0,46	0,5	0	0,64
S ₂	0	0	0,56	0	0	0	0	0	0,6	0,5	0,7	0,9

Rys. 4.11. Schemat przekształcania danych macierzy A i B



Rys. 4.12. Schemat modyfikacji tablic

Następnie (według podanych w pkt 4.2 procedur) jest tworzona macierz C (rys. 4.11), która z kolei jest korygowana (mnożona przez wektor nakładów (rys. 4.12)²⁵;

Zgodnie z podanym w punkcie 4.2 wzorem (3) efektywność systemu informatycznego wynosi:

$$\xi = \frac{ef_1 \sum_{j=1}^m C_{1j} + ef_2 \sum_{j=1}^m C_{2j} + \dots + ef_n \sum_{j=1}^m C_{nj}}{\sum_{i=1}^n K_i} \quad (19)$$

Dla systemu informatycznego funkcjonującego w KZN PWB wzór ten będzie miał postać:

$$\xi = \frac{ef_1 \sum_{j=1}^{12} C_{1j} + ef_2 \sum_{j=1}^{12} C_{2j}}{\sum_{i=1}^2 K_i} \quad (20)$$

a poszczególne elementy następujące wartości:

$$ef_1 = 8,06 \quad (\text{patrz tabela 4.4}) \quad (22)$$

$$\sum_{j=1}^{12} C_{1j} = 1442508 \quad (\text{patrz macierz Z na rys. 4.12}) \quad (23)$$

$$ef_2 = 4,62 \quad (\text{wskaźnik efektywności podsystemu SAKOZ}) \quad (24)$$

$$\sum_{j=1}^{12} C_{2j} = 331,845 \quad (\text{patrz macierz Z na rys. 4.12}) \quad (25)$$

²⁵ Macierz C mnożona jest przez wektor nakładów K według następujących założeń (patrz pkt 4.2):

- jeżeli $C_{ij} = 0$, to $Z_{ij} = 0$,
- jeżeli $C_{ij} = 1$, to $Z_{ij} = K_n$,
- jeżeli $0 < C_{ij} < 1$, to $Z_{ij} = 0,1 C_{ij} \cdot K_n$;

$$\sum_{i=1}^2 K_i = 4075,6 \text{ (patrz wektor nakładów na rys. 4.12)} \quad (26)$$

stąd

$$\xi = \frac{8,06 \cdot 1442,508 + 4,62 \cdot 1331,845}{4075,6} = \frac{13159,737}{4075,6} = 3,22 \quad (27)$$

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że wskaźnik efektywności dla funkcjonującego w KZN systemu Informatycznego, który obejmuje dwa podsystemy: System Automatycznego Bilansowania i Planowania Produkcji oraz System Ewidencji Wykonanej i Sprzedanej Produkcji wynosi 3,22.

Jak wykazano w punkcie 4.2 inwestycję Informatyczną, tj. system informatyczny, uważa się za opłacalny, jeżeli skumulowane i zdyskontowane efekty funkcjonowania systemu przewyższają niezbędne skumulowane i zdyskontowane nakłady ponoszone na ten system. Przeprowadzone wyliczenia wykazują spełnienie tego wymagania (ze wskaźnikiem 3,22) i dlatego system Informatyczny w KZN uważa się za opłacalny.

ZAKOŃCZENIE

Zagadnienie badania i oceny efektywności systemów informatycznych jest bardzo obszerne i niemożliwe do wyczerpania w ramach jednej pracy. Dlatego skoncentrowano się na węzłowych problemach tej tematyki, a całość procesu badawczego ujęto w cztery etapy - rozdziały.

Zasadniczym celem przeprowadzonych badań było opracowanie - na podstawie literatury, pewnych doświadczeń z stosowanych w praktyce rozwiązań i przyjętego rozumowania autorki - propozycji metody badania efektywności ekonomicznej systemów informatycznych.

Problematyka ekonomicznej efektywności systemów informatycznych może być rozpatrywana z różnych punktów widzenia.

W krajach zachodnich poszczególne systemy informatyczne są analizowane i oceniane ^{zobacz dowód?} zawsze indywidualnie, ponieważ funkcje, które spełniają, nie są wzajemnie z sobą powiązane i dotyczą potrzeb ściśle określonych użytkowników.

W naszych warunkach natomiast każdy system jest właściwie fragmentem większej całości (na przykład systemu branżowego, rządowego), dla której stanowi tym samym podsystem. Taki rodzaj powiązania systemów informatycznych narzuca konieczność badania efektywności poszczególnych podsystemów, obejmujących wydzielone obszary decyzyjne, co powoduje określone trudności w ocenie efektywności całego systemu.

Podział systemu na szereg elementów mniejszych jest rezultatem warunków jego sterowności (ponieważ łatwiej jest kierować jednostkami mniejszymi). Przyjęcie tego założenia wymaga jednak takiego ustalenia zadań dla poszczególnych podsystemów, aby ich wykonywanie sprzyjało realizacji celów systemu jako całości, a także opracowania odpowiednich narzędzi pozwalających mierzyć rezultaty działań zarówno poszczególnych części, jak i całego systemu.

Przedstawiona praca jest próbą rozwiązania tak ujmowanego problemu efektywności systemów Informatycznych, tj. opracowania pewnej metody badania. Sformułowanie takiej metody oraz jej weryfikację poprzedziły szczegółowe rozważania na temat sposobów i warunków badania efektywności systemów Informatycznych zarządzania, ustalania wielkości ponoszonych nakładów i szacowania rozmiarów uzyskiwanych efektów.

Powstaje pytanie, w jakim stopniu przyjęte w pracy rozwiązanie badania efektywności systemów informatycznych sprawdzi się w praktyce. Obecnie nie można precyzyjnie na to pytanie odpowiedzieć.

Z rachunkiem efektywności systemów Informatycznych jest związane szacowanie wielkości ponoszonych nakładów i kosztów oraz osiągniętych wyników, niezależnie od tego czy to będzie rachunek *ex post* czy *ex ante*. Ustalenie tych wielkości wymaga (w zależności od rozmiarów badanego systemu) odpowiednich środków (zespołu ludzi uczestniczących w badaniach) do przeprowadzania ich analizy i kwantyfikacji oraz bieżącej i ciągłej ewidencji tych elementów, co nie zawsze (i z różnym stopniem dokładności) jest w praktyce realizowane. W tej sytuacji zastosowanie proponowanej metody do badania efektywności systemów in-

formatycznych wymaga odpowiednich prac przygotowawczych w obiekcie, w którym badany system funkcjonuje¹;

Na podstawie przedstawionych w pracy rozważań można sformułować wnioski, iż problem określania efektywności ekonomicznej (w zakresie systemów Informatycznych) może być poprawnie rozwiązany dopiero wtedy, gdy potrafi się zbudować dostatecznie wierne modele rozpatrywanych procesów decyzyjnych oraz ustali syntetyczne kryteria oceny ich funkcjonowania. Na ich podstawie można by (na przykład za pomocą symulacji), wyznaczyć wpływ przetwarzanych i uzyskiwanych informacji na jakość i skuteczność funkcjonowania obsługiwanych przez systemy informatyczne obiektów. Ponieważ jest to na razie problem niemożliwy do rozwiązania, to w celu dalszego rozwoju Informatyki, powinno się ją stosować głównie w dziedzinach o największym znaczeniu dla życia gospodarczego kraju, w których zapewni maksymalny efekt społeczno-ekonomiczny;

Względność wartości jakiegokolwiek rachunku ekonomicznej efektywności przedsięwzięć (wszelkie przedsięwzięcia rozwojowe i usprawniające są rezultatem inicjatywy oraz twórczego wysiłku zespołu bezpośrednio projektującego i realizującego, którego poziom i zaangażowanie również wpływa na wyniki w tym zakresie) dopuszcza także wyniki negatywne, rachunków sporządzanych dla danego systemu, jeżeli będzie on (z drugiej strony) uzasadniony względami społecznymi lub względami przymusu ekonomicznego;

¹W przypadku funkcjonującego systemu Informatycznego jest to dokładna ewidencja potrzebnych wielkości. W przypadku natomiast wprowadzania nowego systemu jest to ustalenie odpowiedniej bazy porównawczej w postaci systemów funkcjonujących w kraju lub za granicą;

BIBLIOGRAFIA

- [1] Abramov C.A.: Ekonomiceskoe obosnovanie avtomatizacii obrabotki informacii, Moskva, Statistika 1974.
- [2] Ackoff L.L.: Decyzje optymalne w badaniach stosowanych, Warszawa, PWN 1969.
- [3] Ałflerowa Z., Jeżewa W.: Zastosowanie teorii grafów w rachunku ekonomicznym, Warszawa PWE 1974.
- [4] Aszastin R.Z., Kozłow S.J.: Automatyzacja zarządzania w przemyśle, "Przegląd Organizacji" 1973 nr 11.
- [5] Badania operacyjne w nowoczesnym zarządzaniu, Red. Kasprzak T., Warszawa PWE 1974.
- [6] Balasiński W.: Niektóre problemy rozwoju ETO dla celów zarządzania w Polsce. "Maszyny Matematyczne" 1969 nr 10.
- [7] Beer S.: Cybernetyka a zarządzanie, Warszawa PWN 1966.
- [8] Bellman R.: Adaptacyjne procesy sterowania, Warszawa PWN 1965.
- [9] Bernatowicz K.: Starachowicki sposób na amortyzację komputera, "Informatyka" 1974 nr 12.
- [10] Bobiatyński Z.: Projektowanie systemów elektronicznego przetwarzania danych (rola i zadania szczebla strategicznego), Warszawa CODKK 1972.

- [11] Bocchino W.A.: Systemy Informacyjne zarządzania, Narzędzia i metody. Warszawa WNT 1975.
- [12] Bratkowski A.: Elementy prakseologii, cybernetyki, teorii informacji i teorii podejmowania decyzji, Poznań PTE 1974.
- [13] Bratkowski A.: Podstawy rachunku ekonomicznego. Poznań PTE 1974.
- [14] Bratkowski S.: ETO przed decyzjami, "Życie Gospodarcze" 1970 nr 12.
- [15] Bratnicki M.: O organizacyjnych skutkach komputeryzacji raz jeszcze. "Zarządzanie" 1974 nr 5.
- [16] Brillouin L.: Nauka o teorii informacji, Warszawa PWN 1969.
- [17] Bross I.B.: Jak podejmować decyzje, Warszawa PWN 1965.
- [18] Burakowski Z.: Zarys systemu informacji dla potrzeb kierowania przedsiębiorstwem, Warszawa TNOiK 1973.
- [19] Bursche J., Radzikowski W.: Zautomatyzowane systemy zarządzania na komputery jednolitego systemu krajów socjalistycznych, "Przegląd Organizacji" 1973 nr 5.
- [20] Cieślak P.: Efektywność Informatyki: etapy i bariery, "Życie Gospodarcze" 1973 nr 10.
- [21] Ciurla M., Grudzewski W.: Struktury systemów zarządzania, Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1972 nr 6.
- [22] Chwieduk R.: Warunki efektywnego zastosowania automatyzacji w przemyśle, Warszawa PWE 1970.
- [23] Czermiński A., Trzcieniecki J.: Elementy teorii organizacji i zarządzania, Warszawa PWN 1973.
- [24] Czupiał J.: Granice stosowania rachunku ekonomicznego efektywności postępu technicznego, Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1975 nr 10.

- [25] Czynniki rzutujące na dobór nośników pod komputerowe informacje wejściowe. EPBD. Warszawa OBRI 1973.
- [26] Cybernetyka zarządzania w systemach ekonomicznych. Red. Kasprzak T. Warszawa PWE 1971.
- [27] Dąbrowski E.: Jak zatrudnić komputer. Warszawa Wydawnictwo MON 1974.
- [28] Desmonde W.H.: Maszyny matematyczne i ich zastosowania. Warszawa PWN 1968.
- [29] Doroszewicz M.: Mechanizacja i automatyzacja w zarządzaniu. Warszawa PWE 1965.
- [30] Duch J.: Metody oceny systemów liczących. "Informatyka" 1974 nr 1.
- [31] Eadie D.: Nowoczesne maszyny i systemy cyfrowe. Warszawa WNT 1975.
- [32] Evans G.W., Wallace G.F., Sutherland G.L.: Symulacja na maszynach cyfrowych. Warszawa WNT 1973.
- [33] Fiałkowski K.: Informatyka dziś i jutro. "Wektory" 1973 nr 11.
- [34] Filipiak R.: Systemy informacyjne w zarządzaniu. "Maszyny Matematyczne" 1970 nr 1.
- [35] Gackowski Z.: Informatyka w zarządzaniu przedsiębiorstwem przemysłowym. Warszawa PWE 1973.
- [36] Gackowski Z.: Metodologiczne podstawy oceny efektywności rozwiązań projektowych. Warszawa OBRI 1971.
- [37] Gackowski Z.: Projektowanie systemów informacyjnych zarządzania. Warszawa WNT 1974.
- [38] Gackowski Z., Targowski A.: Efektywność automatyzacji przetwarzania informacji. "Życie Gospodarcze" 1970 nr 41.
- [39] Gackowski Z., Targowski A.: Efektywność automatycznego przetwarzania informacji warunkiem rozwoju informatyki. "Informatyka" 1970 nr 1.

- [40] Gackowski Z., Zagadnienia wyznaczania ekonomicznej efektywności mechanizacji i automatyzacji przetwarzania danych, Studia i Materiały, Warszawa 1969.
- [41] Gordon J., Zarys ekonomiki postępu technicznego, Warszawa PWE 1966.
- [42] Gościński J., Elementy cybernetyki w zarządzaniu, Warszawa PWN 1968.
- [43] Gościński J., Projektowanie systemów zarządzania, Warszawa PWN 1971.
- [44] Gościński J., Zarządzanie w przyszłości, "Wektory" 1973 nr 10.
- [45] Grenlewski M., Automatyzacja procesów informacyjnych zarządzania, Warszawa CODKK 1970.
- [46] Grenlewski M., Cybernetyka zarządzania, Warszawa CODKK 1964.
- [47] Grenlewski M., Robot kierownictwa, Automatyczne przetwarzanie danych, Warszawa PWN 1967.
- [48] Grudzewski W.M., Klonowski Z., System decyzyjny a struktura systemu informacyjnego instytucji państwowej i administracyjnej, Współczesne problemy zarządzania, Warszawa 1974.
- [49] Hass M., System informacji jako instrument zarządzania gospodarką, "Informatyka" 1971 nr 4.
- [50] Idźkiewicz A., Poczynania w kierunku podniesienia efektywności ekonomicznej systemów APD, "Informatyka" 1972 nr 7-8.
- [51] Ilczuk J., Efektywność systemów informatycznych, Warszawa TNOiK 1973.
- [52] Ilczuk J., O kosztach EPD, "Ekonomista" 1972 nr 2.
- [53] Ilczuk J., O roli kosztów przetwarzania danych w wyznaczaniu kierunków rozwoju ETO, "Informatyka" 1971 nr 1.

- [54] Ilczuk J.: Rozwój komparatystyki komputerów, "Informatyka" 1971 nr 12.
- [55] Information Systems and Organizational Structure, Edited by Grochla E. and Szyperski N. Berlin-New York Walter de Gruyter 1975.
- [56] Jagielski R.: Wiarygodność informacji w systemach informatycznych, "Ekonomika i Organizacja Pracy" 1974 nr 8.
- [57] Jerczyńska M.: Badanie ekonomicznej efektywności systemów informatycznych, "Ekonomista" 1973 nr 5.
- [58] Jerczyńska M.: Blaski i cienie rachunku ekonomicznego w informatyce, "Informatyka" 1976 nr 7-8.
- [59] Jerczyńska M.: EMC w systemie informacji handlu, Warszawa PWE 1971.
- [60] Jerczyńska M.: Próba oceny przydatności systemu informatycznego dla kierowania i zarządzania przedsiębiorstwem handlowym, "Roczniki Instytutu Handlu Wewnętrznego" 1972 nr 4.
- [61] Kazalski L.: Informatyka - organizacja systemów przetwarzania danych, Warszawa TNOIK 1971.
- [62] Kierczyński A.: Analiza kosztów wprowadzania ETO do przedsiębiorstw, "Ekonomika i Organizacja Pracy" 1972 nr 10.
- [63] Kierczyński A.: Bezpośrednia i pośrednia użyteczność informacji produkowanych przez komputer, "Informatyka" 1973 nr 11.
- [64] Kierczyński A.: Efektywność ekonomiczna stosowania time sharing, "Maszyny Matematyczne" 1970 nr 12.
- [65] Kierczyński A.: Efektywność komputeryzacji, Warszawa PWE 1975.
- [66] Kierczyński A.: Inwestycje komputerowe a rachunek ekonomiczny, "Życie Gospodarcze" 1970 nr 45.
- [67] Kierczyński A.: O intensyfikacji procesu komputeryzacji gospodarki narodowej, "Ekonomika i Organizacja Pracy" 1970 nr 4.

- [68] Klerczyński A., Warunki komputeryzacji gospodarki, "Gospodarka Planowa" 1970 nr 10.,
- [69] Kisielnicki J., Badania opłacalności systemów Informatycznych za pomocą Analizy Rachunkiem Sald., "Przegląd Organizacji" 1975.
- [70] Kisielnicki J., Kotulecki W., Rachunek ekonomiczny jako metoda badawcza systemów Informatycznych, Warszawa OBRI 1975.,
- [71] Kisielnicki J., Rachunek ekonomiczny jako narzędzie oceny efektywności systemów informatycznych, "Informatyka" 1975 nr 7-8.,
- [72] Konosenkova G., Savickij N., Ehleman J., Wskaźnik i metodyka określania efektów ZSZ", Tłum., "Mechanizacja automatizacja administratywy" 1971 nr 12.,
- [73] Kotulecki W., Analiza metod oceny efektywności ekonomicznej systemów informatycznych, "Informatyka" 1975 nr 11.,
- [74] Kotulecki W., Efektywność ekonomiczna systemów informatycznych, "Zarządzanie" 1974 nr 2.,
- [75] Koźmiński A.K., Problemy planowania i Informatyki, "Przegląd Organizacji" 1974 nr 4.,
- [76] Koźmiński A.K., Zarządzanie, Analiza systemowa procesów i struktur, Warszawa PWE 1974.,
- [77] Koźmiński A.K., Zarządzanie systemowe, Warszawa PWE 1973.,
- [78] Kurnal J., Elementy teorii organizacji i zarządzania, Warszawa PWN 1966.
- [79] Kuźmiń A., Metoda szacowania czasu realizacji prac programowych, "Informatyka" 1974 nr 22.,
- [80] Kwejt J., Elementy teorii przedsiębiorstwa, Warszawa PWN 1959.
- [81] Lange O., Optymalne decyzje, Warszawa PWN 1967.
- [82] Linkow W., Przegląd niektórych zastosowań ETO do celów zarządzania, "Przegląd Organizacji" 1973 nr 11.,

- [83] Łukaszewicz R.: O systemach Informacyjno-decyzyjnych, "Problemy Organizacji" 1971 nr 1.
- [84] Łukaszewicz R.: Racjonalność użycia komputerów w zarządzaniu, "Informatyka" 1972 nr 12.
- [85] Marczyński R.: Maszyny matematyczne w procesie zarządzania i organizacji, "Życie Gospodarcze" 1969 nr 28.
- [86] Martan L.: Rachunek ekonomicznej efektywności decyzji inwestycyjnych w PRL, Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1975 nr 10.
- [87] Martin F.F.: Wstęp do modelowania cyfrowego, Warszawa PWN 1976.
- [88] Mazur M.: Cybernetyczna teoria układów samodzielnych, Warszawa PWN 1966.
- [89] Mazur M.: Jakościowa teoria informacji, Warszawa WNT 1970.
- [90] Muller J.: Informacja w cybernetyce, Warszawa Wydawnictwo MON 1970.
- [91] Muraszkiewicz M.: Przegląd wybranych metod wykorzystywania i organizacji pamięci systemu cyfrowego, "Informatyka" 1975 nr 4.
- [92] Mynarski S.: Elementy teorii systemów i cybernetyki, Warszawa PWN 1974.
- [93] Nakłady finansowe na systemy informacji dla celów zarządzania, EPBD, Warszawa OBRI 1974.
- [94] Naylor T.H.: Modelowanie cyfrowe systemów ekonomicznych, Warszawa PWN 1975.
- [95] Niedzielska E.: Metodologiczne aspekty modelowania Informatycznych systemów zarządzania, Prace Naukowe AE Wrocław 1976 nr 80.
- [96] Niedzielska E.: Podstawy konstrukcji systemów Informatycznych. W: Projektowanie systemów Informatycznych, Red. Niedzielska E., Warszawa PWN (w druku).

- [97] Nledzielska E.: Teoretyczne zasady integracji systemu Informacji ekonomicznej w przedsiębiorstwie., Prace Naukowe WSE Wrocław 1972 nr 33.
- [98] Niedźwiecki J.: Kierunki zwiększenia efektywności ekonomicznej automatycznego przetwarzania informacji., Warszawa OBRI 1974.
- [99] Nowicki A.: Modernizacja systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie przemysłowym., Warszawa PWE (w druku).
- [100] Ocena efektywności ekonomicznej systemów informatycznych. EPBD. Warszawa OBRI 1971.
- [101] Oleński J.: Metodyczne problemy automatyzacji systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie., "Przegląd Organizacji" 1968 nr 12.
- [102] O maszynach cyfrowych., Red., Hellwig Z., Warszawa PWE 1970.
- [103] Ostrowski Z.: Badania naukowe i prace rozwojowe w gospodarce narodowej., Warszawa PWE 1968.
- [104] Plechowicz M.: O znaczeniu i formach przekazywania informacji., "Organizacja., Metody., Technika" 1973 nr 10.
- [105] Pierce John R.: Symbole, sygnały i szумы., Wprowadzenie do teorii informacji., Warszawa PWN 1967.
- [106] Pilawski B.: Obliczanie efektów ekonomicznych postępu technicznego w przedsiębiorstwie., Warszawa PWE 1976.
- [107] Pilawski B.: Rozważania nad metodą szacowania efektów ekonomicznych wynikających z zastosowania ETO w zarządzaniu przedsiębiorstwem., Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1975 nr 10.
- [108] Porębska H.: Niektóre problemy metodologii badania efektywności systemów informatycznych., Prace Naukowe AE, Wrocław 1975 nr 65.

- [109] Porebska H., Problemy stosowania ogólnych kryteriów efektywności ekonomicznej systemów Informatycznych, Prace Naukowe AE Wrocław 1977 nr 98.
- [110] Proces decyzyjny, EPBD, Warszawa OBRI 1973.
- [111] Pszczołowski T., Alternatywność ujęcia ekonomizacji oceny i zasady ekonomiczności, "Prakseologia" 1971 nr 39/40.
- [112] Rachunek ekonomiczny w gospodarce socjalistycznej, Red. Siniński W., Warszawa PWE 1974.
- [113] Rachwałski J., Współczesne tendencje w kierowaniu przedsiębiorstw, "Problemy Organizacji" 1967 nr 7.
- [114] Ronkowski R., Niektóre aspekty efektywności stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej, "Ekonomika i Organizacja Pracy" 1971 nr 8.
- [115] Ryznar Z., Kryteria oceny systemów Informatycznych w przemyśle, "Informatyka" 1974 nr 9.
- [116] Sadowski W., Teoria podejmowania decyzji, Warszawa PWE 1973.
- [117] Samborski G., Simcvera V., Put' povysenia effektivnosti vychislitel'noj techniki, "Voprosy Ekonomiki" 1974 nr 7.
- [118] Sieniawski L.A., O pojęciu i celu identyfikacji informacyjnej, "Informatyka" 1974 nr 12.
- [119] Sikora E., Badanie efektywności systemów Informatycznych metodą symulacji, "Ekonomika i Organizacja Pracy" 1976 nr 3.
- [120] Slezinger G.F., Zarządzanie w przedsiębiorstwie przemysłowym, Warszawa WNT 1972.
- [121] Sowa K., Efektywność przetwarzania danych gospodarczych, Warszawa PWE 1968.
- [122] Suklennik J., Informatyka z kompleksami, "Informatyka" 1977 nr 4.

- [123] Szumański Z.: Niezawodność systemu informacji w zarządzaniu przemysłowym, "Problemy Organizacji" 1972 nr 4.
- [124] Szumański Z.: System informacji dla kierownictwa realizowany przy pomocy komputera, "Zarządzanie" 1973 nr 6-7.
- [125] Szumański Z.: Zastosowanie techniki systemów do projektowania i realizacji systemu informacji dla zarządzania, "Organizacja i Zarządzanie" 1972 nr 7-8.
- [126] Tarankowski M.: Oceny efektywności ekonomicznej przemysłowych zastosowań maszyn matematycznych w Polsce, 1968 maszynopis. Rozprawa doktorska, WSE Wrocław.
- [127] Targowski A.: Automatyzacja przetwarzania danych, Systemy techniki, metody, Warszawa PWE 1973.
- [128] Terebucha E.: O niektórych mitach komputeryzacji, "Przegląd Organizacji" 1971 nr 12.
- [129] Trzciniecki J.: Przyszłość zarządzania, "Przegląd Organizacji" 1973 nr 5.
- [130] Turski W.: Podstawy użytkowania maszyn cyfrowych, Warszawa PWN 1968.
- [131] Turski W.: Struktury danych, Warszawa WNT 1971.
- [132] Uchwała nr 173 Rady Ministrów z dnia 12 lipca 1974 roku w sprawie oceny ekonomicznej efektywności inwestycji i innych zamierzeń rozwojowych (MP nr 28/164/74).
- [133] Uhma A.: Próba sformułowania metody obliczeń ekonomicznej efektywności ETO, "Wiadomości Statystyczne" 1973 nr 2.
- [134] Verdalova D.: Uwagi w sprawie problematyki określania ekonomicznej efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania przedsiębiorstwem, "Mechanizacja automatizacja administratywy" 1970 nr 10.

- [135] Winkowski J.: Programowanie symulacji procesów, Warszawa WNT 1974.
- [136] Woźnica W.I.: EPD w przedsiębiorstwie przemysłowym w świetle badań ankietowych. "Informatyka" 1976 nr 9.
- [137] Wstęp do Informatyki w zarządzaniu. Red. Wierzbicki T., Warszawa PWN 1976.
- [138] Zadrozny S.: Zagadnienia organizacji i funkcjonowanie systemów Informacyjnych w aspekcie ich komputeryzacji. Problemy Informatyki. Warszawa OBRI 1974.
- [139] Zagalski J.: O bardziej efektywne działania w zakresie Informatyki. "Gospodarka Planowa" 1973 nr 12.
- [140] Załuska J.: Pięć głównych przyczyn rozczarowań z zastosowania komputerów. "Przegląd Organizacji" 1973 nr 2.
- [141] Zarządzanie APD i efektywność zastosowań. Wybrane materiały z XXXIV konferencji EPB w Mądrycie. EPBD. Warszawa OBRI 1976.
- [142] Zarządzanie a rachunek ekonomiczny w przedsiębiorstwie przemysłowym. Red. Mujżet J. Warszawa PWE 1971.
- [143] Zarządzanie a rozwój technologii automatycznego przetwarzania informacji. EPBD, Instytut Maszyn Matematycznych, Warszawa 1968.
- [144] Zawiślak A.: Szkice o zarządzaniu. Warszawa PWN 1975.
- [145] Zgorzelska A.: Informatyka po upadku unitów. "Polityka" 1975 nr 28.
- [146] Zielenlewski J.: Krytyczne spojrzenie na zastosowanie komputerów w zarządzaniu. "Przegląd Organizacji" 1969 nr 5-6.
- [147] Zielenlewski J.: Organizacja i zarządzanie. Warszawa PWN 1975.
- [148] Zyglar H.: Jak przygotować przedsiębiorstwo do wdrożenia systemu Informatycznego. "Zarządzanie" 1974 nr 3.

SPIS RYSUNKÓW

1.1.	Cykl zarządzania	12
1.2.	Schemat procesu podejmowania decyzji	14
1.3.	Cykl decyzyjny	15
1.4.	Podstawowe czynniki procesu decyzyjnego	20
1.5.	Model systemu Informacyjnego w zarządzaniu	34
1.6.	Proces przekazywania informacji	37
1.7.	Agregacja danych	40
1.8.	Zależność między kosztem informacji a kosztem decyzji nieoptymalnych	42
1.9.	Zarys klasyfikacji systemów Informatycznych zarządzania	53
2.1.	Klasyfikacja metod oceny systemów Informatycznych	58
2.2.	Cenność i koszt informacji jako funkcje jej dokładności	62
2.3.	Optymalna dokładność informacji jako funkcja związanych z nią nakładów, efektów i strat	63
2.4.	Współzależność zadań dla typowych badań nad efektyw- nością nakładów	69
2.5.	Cenność informacji jako funkcja "wleku" informacji względem momentów (A,B) jej powstania i zużytkowania	89
3.1.	Kształtowanie się przeciętnej efektywności komputeryza- cji zarządzania	103
3.2.	System Informatyczny jako obiekt złożony z systemu cyfrowego i systemu informacyjnego	110
3.3.	Schemat funkcjonalny przesyłania informacji	131

3.4.	Schemat funkcjonalny przekazywania informacji	131
3.5.	Rozkład efektów w czasie	142
4.1.	Przykładowa struktura systemu informatycznego z wyróżnieniem podsystemu "Środki trwałe"	147
4.2.	Schemat budowy tablicy	157
4.3.	Schemat przekształcania danych tablic A i B	159
4.4.	Schemat tablicy nakładów	160
4.5.	Schemat modyfikacji tablic	161
4.6.	Wykres zależności między skalą wag a wielkością nakładów	162
4.7.	Schemat kompleksowego przetwarzania informacji w KZN, PWB	168
4.8.	Uproszczony schemat przetwarzania w systemie SABIP	170
4.9.	Schemat powiązań dokumentów, zbiorów kartotekowych i tabulogramów wynikowych w systemie SABIP	173
4.10.	Schemat budowy i wypełniania tablic A i B	179
4.11.	Schemat przekształcania danych macierzy A i B	180
4.12.	Schemat modyfikacji tablic	181

SPIS TABEL

1.1.	Zależności między typami decyzji a ich charakterystykami	27
4.1.	Rozkład nakładów i efektów w kolejnych latach realizacji systemu informatycznego	152
4.2.	Rozkład nakładów w tys. złotych w kolejnych latach realizacji systemu Informatycznego SABIP	176
4.3.	Rozkład efektów w tys. złotych w kolejnych latach realizacji systemu Informatycznego SABIP	176
4.4.	Zbiórce zestawienie skumulowanych nakładów i efektów w kolejnych latach realizacji systemu informatycznego SABIP	177