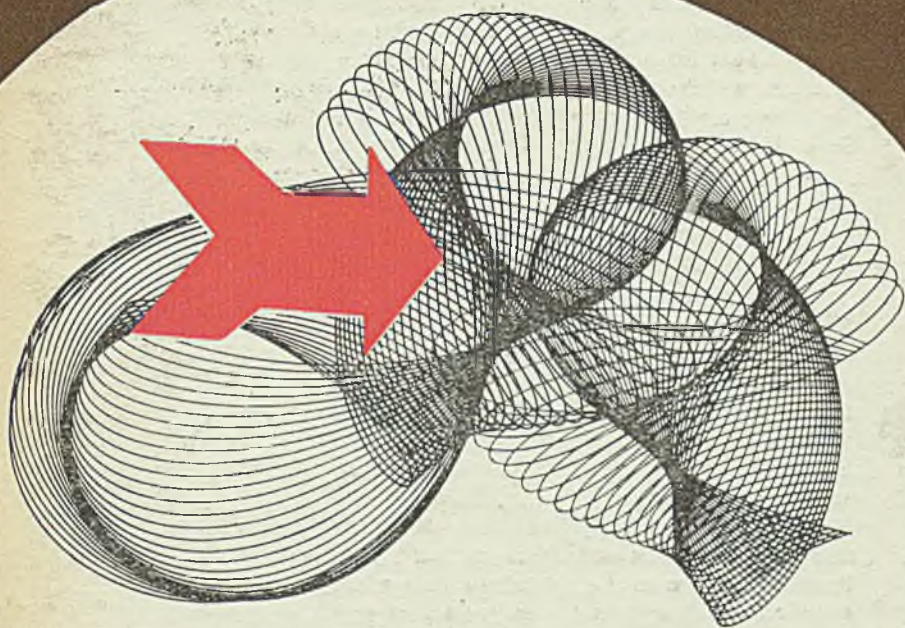


INFORMATYKA W PRAKTYCE



Jerzy Kisielnicki

Ekonomiczne problemy
zautomatyzowanych
systemów zarządzania

PWE

mpf me up

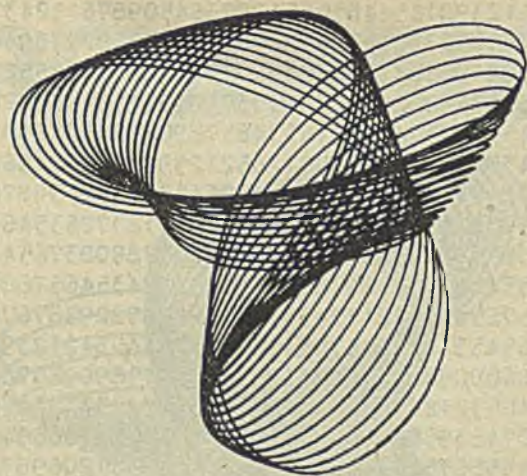
Seria wydawnicza „Informatyka w praktyce” zaspokaja potrzeby poznania literatury fachowej, poświęconej popularyzowaniu i wykorzystywaniu rozwiązań i zastosowań informatyki, a zwłaszcza budowania i funkcjonowania systemów informatycznych w jednostkach gospodarczych oraz doskonalenia sposobów uzyskiwania informacji w zarządzaniu. Poszczególne pozycje serii są przeznaczone dla pracowników służby informatycznej we wszystkich jednostkach gospodarczych, kadr kierowniczych tych jednostek, studentów wyższych uczelni, uczestników kursów podyplomowych oraz osób interesujących się zagadnieniami i rozwojem informatyki.

*

Złożoność systemu zarządzania rozwojem społeczno-gospodarczym kraju wymaga stosowania systemów informatycznych. W warunkach niezaspokojonego popytu na tego rodzaju systemy problemem pierwszorzędnej wagi jest wybór takich kierunków rozwoju zastosowań informatyki, które będą dla społeczeństwa najbardziej użyteczne.

Książka w całości jest poświęcona temu problemowi i to zarówno w aspekcie metodycznym, jak i praktycznym. Przedstawiono w miarę całościowo stan wiedzy w zakresie ekonomicznych problemów zautomatyzowanych systemów zarządzania. Omówiono takie zagadnienia, jak wymagania użytkowników, kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania, korzyści i uwarunkowania ich zastosowań, narzędzia metodyczne oceny efektywności i poszczególnych ich elementów.

Książka przeznaczona jest dla projektantów i użytkowników zautomatyzowanych systemów zarządzania, w tym również dla kadry kierowniczej różnych szczebli zarządzania gospodarką narodową, pracowników korzystających z systemów informatycznych. Może również być pomocna dla studentów wydziałów ekonomicznych oraz wydziałów organizacji i zarządzania.



[illegible]

INFORMATYKA

W PRAKTYCE

Ekonomiczne problemy
zautomatyzowanych
systemów zarządzania

Jerzy Kisielnicki



Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne
Warszawa 1981

6.88 S.99 S.09

Komitet Redakcyjny serii
INFORMATYKA W PRAKTYCE

JANUSZ GOŚCIŃSKI, TADEUSZ JAEGERMAN,
TADEUSZ PECHE (przewodniczący),
WŁADYSŁAW RADZIKOWSKI, ANDRZEJ TARGOWSKI,
TADEUSZ WALCZAK

Okladkę projektował
FRANCISZEK WINIARSKI

Redaktor
WANDA ROWICKA

© Copyright by
Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne
Warszawa 1981

Nie wypożyczaj się do domu

65.01.52.1338.2



ISBN 83-208-0174-5

53036

Redaktor techniczny
WŁADYSŁAWA NASTERNAK

Korektor
MIECZYŚLAW SZOSTAKOWSKI

Printed in Poland
Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1981

Zlec. 44/78. Wyd. I. Nakład 3000+200 egz.
Ark. wyd. 16,6. Ark. druk. 18
Papier druk. sat. kl. IV, 70 g. Format 61×86/16
Oddano do składania 5.XI.1980. Podpisano do druku 11.V.1981.
Druk ukończono w czerwcu 1981 r.
Cena zł 50,—
Zakłady Graficzne w Katowicach. Zakład nr 5 w Bytomiu
Zam. nr 179/5 — J-5

262/81

Spis treści

Od Autora	7
I. Systemy informacyjne w jednostkach gospodarczych	11
1. System informacyjny i możliwości jego automatyzacji	11
2. System informacyjny a użytkownik	26
3. Tradycyjne a zautomatyzowane systemy zarządzania	31
II. Kierunki zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania	37
1. Miejsce informatyki w gospodarce narodowej	37
2. Podział kierunków zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania — mapa problemu	47
3. Analiza kierunków rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania w Polsce. Tendencje światowe	61
4. Uwarunkowania ekonomiczne centralizacji i decentralizacji zarządzania gospodarką narodową przy wykorzystaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania	72
III. Efektywność zastosowań i czynniki na nią wpływające	85
1. Problemy określenia efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania	85
2. Analiza czynników wpływających na ekonomiczną efektywność zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania	96
3. Ochrona danych a efektywność zautomatyzowanych systemów zarządzania	117
4. Wartościowanie technik jako metoda oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania	123
IV. Ocena efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania za pomocą rachunku ekonomicznego	129
1. Rachunek ekonomiczny, jego cele i zakres	129
2. Ocena efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania	140

3. Podział metod oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania	145
4. Badanie opłacalności za pomocą Analizy Rachunku Sald — ARS i metod pochodnych	166
5. Symulacyjne metody oceny oparte na Analizie Rachunku Sald (ARS)	178
V. Elementy rachunku ekonomicznego i wybrane metody ich określania	214
1. Podstawowe elementy rachunku	214
2. Koszty projektowania	215
3. Nakłady na realizację projektu	233
4. Projekty powtarzalne — koszty ich zakupu i instalacji	244
5. Metodyczne problemy określenia elementów rachunku ekonomicznego	245
6. Gra symulacyjna jako metoda określenia elementów rachunku	268
Zakończenie	280
Literatura	285

Problematykę zautomatyzowanych systemów zarządzania można rozpatrywać z wielu punktów widzenia. W pracy będą one analizowane ze względu na ich aspekt ekonomiczny. Pragnie się tu przedstawić w miarę całościowe podejście do tego tematu. Ze względu na fakt, iż sprawy poruszane w książce są ściśle powiązane z innymi zagadnieniami systemu społeczno-gospodarczego, niektóre tematy, luźniej związane z zasadniczym nurtem pracy, w mniejszym stopniu zostaną tylko zasygnalizowane lub zostanie podana odpowiednia literatura przedmiotu.

Zautomatyzowany system zarządzania jest terminem kontrowersyjnym. Nie jestem przekonany czy należy dla prezentowanych w książce problemów używać właśnie tego terminu. Lepszym — być może — jest system informatyczny wspomagający zarządzanie. Jest on jednak zbyt długi i można mu postawić zarzut, że jest też niezbyt precyzyjny.

Wydaje się, że termin użyty w tytule książki ma następujące zalety: jest dość popularny i stosowany w praktyce gospodarczej oraz zrozumiały dla szerokiego grona czytelników. W rozdziale pierwszym zostanie on ściśle określony w kontekście poruszanych w książce problemów.

Problematyka związana z analizą efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania jest niezmiernie złożona. Wynika to z faktu, że każdy zautomatyzowany system zarządzania jest elementem systemu społeczno-ekonomicznego. Straty spowodowane źle działającym zautomatyzowanym systemem zarządzania mogą być wielokrotnie wyższe od kosztów związanych z jego urucho-

mieniem. Z kolei dobrze działający system może przynieść bezpośrednio znaczne korzyści społeczeństwu, jak też uniemożliwić marnotrawstwo środków. Zautomatyzowane systemy zarządzania są obecnie podstawowym kierunkiem zastosowań komputerów.

O potrzebie zastosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania w gospodarce narodowej nie trzeba nikogo przekonywać. Dawno zakończył się okres, kiedy celowość stosowania komputerów podawano w wątpliwość i trzeba było dużych starań, aby przekonać kierowników poszczególnych jednostek organizacyjnych, że informatyka pomoże im zarówno w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych, jak i w codziennej pracy. Zakres działania zautomatyzowanych systemów zarządzania praktycznie może objąć wszystkie sfery działalności człowieka, jednakże problemy stwarza samo zastosowanie tych systemów. J. Cumin porównuje systemy cyfrowe do artylerii stojącej do dyspozycji armii w charakterze wsparcia dla innych rodzajów broni¹. Jest to dobre porównanie, które oddaje istotę problematyki.

Użyteczność zautomatyzowanych systemów zarządzania zależy w znacznym stopniu od sprawności kierownictwa jednostek organizacyjnych i współdziałania technik komputerowych z innymi technikami. O opłacalności zastosowań decydują ludzie, którzy mogą uzyskać bardzo duże efekty albo też zadowolą się tylko pozornymi korzyściami. W tym drugim wypadku będzie chodziło o pokazanie, że są nowocześni, że wykorzystują informatykę — natomiast pytanie: po co? — pozostanie bez odpowiedzi.

W naszej gospodarce odczuwamy zarówno niedostatek wyposażenia w sprzęt komputerowy, jak też brak wysoko kwalifikowanego personelu do jego obsługi. Sytuacja ta ma tylko tę dobrą stronę, że rzadko zdarza się, aby sprzęt komputerowy dostał się w ręce nie przygotowanego użytkownika. Opinia publiczna jest szczególnie wrażliwa na marnotrawstwo zasobów komputerowych. Problem pozostaje jednak otwarty i dotyczy uzyskania odpowiedzi na pytanie: jakie kierunki ze zbioru możliwych i potrzebnych zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania należy wybrać i jakie nadać im priorytety? Chodzi tu więc o wy-

¹ Por. J. Cumin, *The manager and the management of ADP and characteristics of succesful applications Conference Proceedings, Meeting XXXIV Madrid 10—12 June 1975 sec.*

biórczość zastosowań informatyki. Konsekwencją tego stwierdzenia jest potrzeba skorelowania kierunków zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania z rozwojem społeczno-ekonomicznym kraju tak, aby mogły one ten rozwój wspierać.

Postulaty Komitetu Informatyki w tej mierze są następujące:

1) rozwijanie najważniejszych zastosowań, przynoszących największe efekty, bądź mających największe znaczenie dla dalszego rozwoju kraju,

2) stworzenie właściwej organizacji rozwoju informatyki, a w szczególności takiej infrastruktury, która zapewni bardziej ekonomiczne wykorzystanie nakładów na informatykę w skali kraju².

Dla spełnienia tych postulatów niezbędna jest realizacja odpowiedniego programu prac naukowo-badawczych. Z tego też względu staramy się przedstawić aktualny stan wiedzy dotyczący ekonomicznych problemów zautomatyzowanych systemów zarządzania oraz zwrócić uwagę na te problemy badawcze, które wymagają dalszych prac. Rozpoczynamy od przedstawienia wymagań użytkowników stawianych systemom informacyjnym oraz od analizy rozwoju infrastruktury systemów zarządzania, czyli kierunków zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania. Na tym tle omawiamy korzyści i uwarunkowania zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania. Prezentujemy wreszcie narzędzia metodyczne potrzebne do ich oceny oraz elementy tej oceny, a także metody ich wyznaczenia.

Rozważania teoretyczne poparte są wynikami badań, które prowadzone były przeze mnie w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Informatyki oraz w Instytucie Cybernetyki Ekonomicznej Uniwersytetu Warszawskiego i Instytucie Badań Systemowych PAN.

Książka jest przeznaczona dla projektantów i użytkowników zautomatyzowanych systemów zarządzania, w tym również dla kadry kierowniczej różnych szczebli zarządzania gospodarką narodową, pracowników korzystających z systemów informatycznych. Może ona również być pomocna dla studentów wydziałów organizacji i zarządzania.

Warszawa, sierpień 1980 r.

² Por. Zarys programu rozwoju informatyki na lata 1976—1980, Komitet Informatyki, Warszawa 1976.

I. Systemy informacyjne w jednostkach gospodarczych

1. System informacyjny i możliwości jego automatyzacji

Pojawienie się nowych możliwości technicznych, jakimi są systemy cyfrowe i ich zastosowanie w procesie zarządzania, wpłynęło na nową jakość zarządzania. Określenie tej jakości jest trudne, trzeba więc w pierwszej fazie badań zbudować wektor jakości oceny systemu zarządzania, a następnie prześledzić zmiany poszczególnych elementów wektora wywołane zastosowaniem zautomatyzowanego systemu zarządzania. Problemy związane z budową takiego wektora będą prezentowane w toku dalszego wywodu.

W literaturze oprócz terminu *zautomatyzowany system zarządzania* często używa się takich pojęć, jak: *system informowania kierownictwa*, *automatyczne przetwarzanie informacji*, *system informatyczny*.

Elementami zautomatyzowanego systemu zarządzania są:

- 1) część systemu informacyjnego, którą z punktu widzenia przyjętych celów oplaca się komputeryzować,
- 2) system cyfrowy, za pomocą którego realizowany jest proces przetwarzania danych.

Przez system informacyjny rozumiemy więc system zbierania, przesyłania i przetwarzania informacji w określonym celu. System cyfrowy tworzy sprzęt komputerowy (jednostka centralna – komputer, urządzenia peryferyjne, sieć łączności itd.) odpowiednio połączony i oprogramowany, zapewniający użytkownikom określone możliwości pracy.

Przez zautomatyzowany system zarządzania przyjęto rozumieć część systemu informacyjnego wraz z systemem cyfrowym, za

pomocą którego jest on realizowany. Powstaje pytanie, jaką część systemu informacyjnego opłaca się komputeryzować?

Odpowiedź na to pytanie wyniknie z naszych rozważań; a mówiąc bardziej precyzyjnie: w jakich warunkach i przy jakich założeniach zastosowanie zautomatyzowanych systemów zarządzania jest użyteczne w szerokim znaczeniu tego słowa.

Trafne decyzje może podejmować tylko ten, kto ma informacje, które pozwalają na zmniejszenie stopnia jego niewiedzy o przesłankach i skutkach decyzji do minimum. Przepływy informacyjne w procesie zarządzania są wielokierunkowe, o różnym nasileniu, stopniu ważności i przeznaczone dla różnych odbiorców.

Przeprowadzając analizę ekonomicznych problemów zautomatyzowanych systemów zarządzania musimy przede wszystkim zdać sobie sprawę z faktu, że początkowym źródłem naszych kosztów i efektów jest system informacyjny stosowany dotychczas, który chcemy ulepszyć. Czy rzeczywiście ulepszenie to jest potrzebne?

Na to pytanie trudno bez przeprowadzenia analizy jednoznacznie odpowiedzieć. Najczęściej nawet po wszechstronnej analizie odpowiedź ma postać macierzy:

Macierz warunków i efektów zastosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Warunki Efekty	1	2	.	.	n
E_1	W_{11}	W_{12}	.	.	W_{1n}
E_2	W_{21}	W_{22}	.	.	W_{2n}
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
E_r	W_{r1}	W_{r2}	.	.	W_{rn}

gdzie:

r — liczba rozpatrywanych systemów,

n — rodzaje warunków (organizacyjne, techniczne itd.),

E_i — przewidywany efekt z zastosowania i -tego systemu $i = 1, 2, \dots, r$,

W_{ij} — warunek j -tego rodzaju, od którego zrealizowania zależy osiągnięcie odpowiedniego efektu: $j = 1, 2, \dots, n$.

Postawmy następującą hipotezę roboczą. Zastosowanie informatyki w zarządzaniu, czyli inaczej budowa zautomatyzowanego systemu zarządzania, jest z punktu widzenia ekonomicznej analizy opłacalne. W dalszej części książki podejmujemy próbę weryfikacji tej hipotezy. W rzeczywistości okaże się, że hipoteza ta jest tylko częściowo prawdziwa.

W każdym systemie, dla którego będziemy budować zautomatyzowany system zarządzania funkcjonuje pewien tradycyjny system informacyjny. W zależności od konkretnej sytuacji jest on mniej lub bardziej złożony. Problemowi temu poświęcimy tu nieco więcej uwagi, tym bardziej że efektywność zarządzania zależy w znacznym stopniu od ilości i szybkości przekazywania informacji.

Problemy oceny ekonomicznej zautomatyzowanych systemów zarządzania są zagadnieniem z zakresu badań systemów informacyjnych zarządzania. Złożoność współczesnych problemów, jak też konieczność podejmowania decyzji w stale zmieniającym się otoczeniu powodują, że stosunkowo nowa dziedzina, jaką jest teoria informacji rozwija się w różnych aspektach. Interesuje nas ekonomiczny aspekt problemów informacji, które są związane z potrzebami celów zarządzania. Informacje rozpatrywane są tu w znaczeniu danych, które są przedmiotem klasyfikowania i kodowania¹.

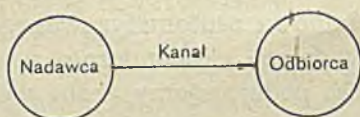
Najprostszą teoretyczną postać systemu informacyjnego przedstawia rysunek 1a. W rzeczywistości, nawet najbardziej prosty układ jest bardziej złożony i nawet przy układzie tylko dwóch komórek organizacyjnych jednego przedsiębiorstwa, występują co najmniej elementy przedstawione na rysunku 1b.

W tradycyjnym systemie informacyjnym ponoszone koszty związane są z następującymi czynnościami:

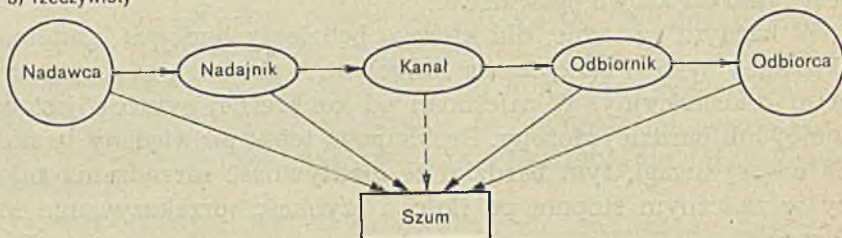
- 1) otrzymywaniem informacji źródłowej, jej rejestracją, przechowywaniem itp.,
- 2) zapisywaniem informacji źródłowej na odpowiednich doku-

¹ Informacja jest więc tu rozpatrywana w węższym znaczeniu niż przykładowo w pracach J. Czerniaka, Z. Messnera i E. Terebuchy. Por. Czerniak, *Informacja i zarządzanie*, Warszawa 1978; Z. Messner, *Informacja ekonomiczna w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Warszawa 1971; E. Terebucha, *System informacji ekonomicznej w przedsiębiorstwie*, Warszawa 1970.

a) teoretyczny



b) rzeczywisty



Rys. 1. System informacyjny i jego elementy

mentach, m.in. w postaci: formularza, ankiety, karty drogowej, dokumentu magazynowego,

3) przekazywaniem informacji odbiorcy za pomocą różnych środków technicznych, które nazywamy kanałami (kanały mogą być wewnętrzne, gdy informacja przechodzi wewnątrz rozpatrywanego systemu lub zewnętrzne, gdy informacja przekazywana jest przez odpowiednią jednostkę z zewnątrz systemu; muszą one być konserwowane),

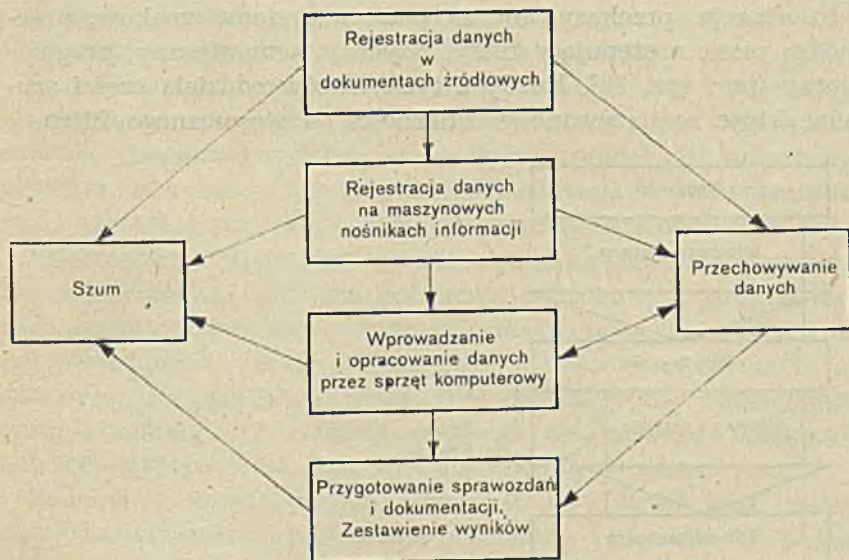
4) odbieraniem i przygotowaniem informacji w formie odpowiedniej dla użytkownika,

5) wykorzystaniem informacji przez odczytanie jej przez odbiorcę.

Koszty związane są z budową i eksploatacją poszczególnych faz systemu informacyjnego. Wynikają one też z opóźnień przesłania informacji w stosunku do czasu jej zażądania. Opóźnienie otrzymania informacji przez decydenta powoduje późniejsze podjęcie właściwej decyzji lub nieprzeciwdziałanie podjęciu złej decyzji. W konsekwencji stosowania nieodpowiedniego systemu informacyjnego zostają zmniejszone potencjalne efekty działalności organizacji.

Zautomatyzowany system zarządzania przedstawiony na rysunku 2 ma fazy podobne do tradycyjnego systemu informacyjnego. Jest on jednak wyposażony w odpowiednie urządzenia tech-

niczne do przesyłania, przetwarzania i przechowywania informacji, co powoduje zwiększenie wartości uzbrojenia technicznego na jednego użytkownika.



Rys. 2. Fazy przetwarzania danych

Zwykle przyjmuje się, że dobrze pracujący system informacyjny, niezależnie od tego, czy korzysta z systemu cyfrowego, nie powoduje zmian jakości informacji i spełnia tylko bierną rolę, związaną jedynie z technologią przesyłania informacji. Będziemy starali się wykazać, że nawet najlepiej działające systemy powodują straty informacyjne. Straty te wywołane są dwiema zasadniczymi przyczynami:

- a) niedoskonałością języka, którym się posługujemy,
- b) niedoskonałością urządzeń technicznych systemu informacyjnego (która w zasadzie nie jest przedmiotem naszych rozważań).

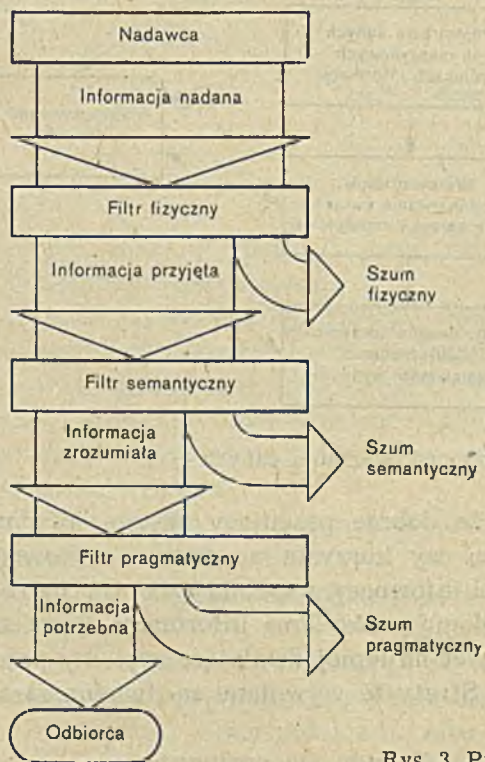
Na rysunkach straty informacji zaznaczono w postaci bloku — szum. Konieczność zmniejszania tych strat powoduje dodatkowe koszty.

Informacje przesyłane są za pomocą odpowiedniego języka; ję-

зык określa się jako system znaków, który służy do przekazywania informacji.

Przy przekazywaniu informacji, w każdej z faz systemu informacyjnego, mamy do czynienia z tzw. szumem.

Informacje, przekazywane za pomocą systemu znaków, przechodzą przez następujące filtry: fizyczny, semantyczny, pragmatyczny (por. rys. 3)². Każdy z tych filtrów oddziela części szumów, które są nazywane w zależności od stosowanego filtru.



Rys. 3. Proces przesyłania informacji

Najpierw informacja w postaci uporządkowanych znaków przechodzi przez filtr fizyczny. Jakość odbioru zależy od wielkości tzw. fizycznego szumu, spowodowanego użyciem nieodpowiednich kanałów przesyłania informacji oraz zakłóceniami przypad-

² Opracowano na podstawie pracy E. G. Jaslna, *Ekonomičeskaja informacija, czto eto takoe*, Moskwa 1976.

kowymi. Jego wielkość zależy przede wszystkim od pojemności kanałów informacyjnych i czasu przesyłania informacji. Szum fizyczny możemy podzielić na:

- a) szum wywołany wadami organizacyjnymi w procesie dostarczania informacji od nadawcy do odbiorcy,
- b) szum występujący w urządzeniach łączności³.

Po oddzieleniu szumu fizycznego pozostaje tzw. informacja syntaktyczna, dla której zrozumienia potrzebny jest odpowiedni słownik (tezaurus)⁴. Filtr, przez który przechodzi informacja przyjęta, nosi nazwę semantycznego i oddziela szum semantyczny. Informacja staje się bardziej zrozumiała dla odbiorcy.

Informacja przyjęta i zrozumiała nosi nazwę informacji semantycznej. Ponieważ jest ona potrzebna do realizacji konkretnego zadania, zatem powinna wносить informacje nowe w stosunku do już posiadanych. Jeżeli tak nie jest, mamy do czynienia z redundacją. Po przejściu przez filtr pragmatyczny oddzielający szum pragmatyczny, informacja wnosi coś nowego, zaspokaja potrzeby użytkownika, jest więc informacją pożądaną.

Badania i konstruowanie odpowiednich filtrów jest istotne z punktu widzenia formułowania problemów i uzyskiwania na nie odpowiedzi. W konstruowaniu filtrów ważne jest, aby w toku obróbki informacji nie zmieniać jej wartości pod względem wiarygodności oraz, by straty, które wynikają z oddzielenia szumów nie spowodowały spadku wartości informacji.

Szczególnie istotne z punktu widzenia projektowania systemów zarządzania jest konstruowanie filtru semantycznego. Język zarządzania jest językiem hierarchicznym, odpowiadającym wielopoziomowym systemom zarządzania. W związku z tym występują różne poziomy informacji. Filtr semantyczny, w którym występuje w zasadzie najwyższa redukcja danych oraz straty informacji można rozpatrywać w dwojaki sposób:

- a) dyskryptywny, w którym zajmujemy się opisem zjawisk wpływających na naturę rzeczywistych znaków komunikacyjnych,

³ Są to m.in.: szum stacjonarny, szum biały. Na temat metod pomiaru tego typu szumu piszą J. Nowakowski i W. Sobczak. Por. J. Nowakowski, W. Sobczak, *Teoria informacji*, Warszawa 1970.

⁴ Pracę z zakresu języka problemów zarządzania prowadzi W. Falkiewicz. Por. W. Falkiewicz, *Klasyfikator decyzji*, IOPM, Warszawa 1975.

b) teoretyczny, w którym opracowuje się metodę przeprowadzania operacji logicznych za pomocą symboli.

Wyniki tych badań powinny być brane pod uwagę przede wszystkim przy projektowaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania w części dotyczącej projektowania bazy danych. Istotnym problemem jest stworzenie *gramatyki ekonomicznej*, przez którą rozumiemy opracowanie zespołu reguł warunkujących posługiwanie się językiem ekonomicznym. Jest to jednak specjalne zagadnienie, którego omówienie przekracza ramy zakresłone w książce.

System informacyjny, dzięki któremu zautomatyzowane systemy zarządzania niezależnie od szczebla i funkcji, jakie ma dany system realizować, zaspokajają potrzeby informacyjno-decyzyjne zarządzającego (decydenta) — jest podstawowym elementem procesu zarządzania.

Informacje, uczestniczące w procesie zarządzania gospodarką narodową na różnych szczeblach decyzyjnych, można podzielić na trzy podstawowe grupy: ekonomiczne, techniczne, społeczne. W zależności od szczebla i fazy zarządzania oraz od funkcji, jakie ma realizować dany system, zmienia się charakter informacji wykorzystywanych w procesie zarządzania, ich zakres i klasyfikacja. Powinna je jednak charakteryzować spójność pod względem formalnym, semantycznym i pragmatycznym.

Przez spójność systemu informacji ekonomicznej pod względem formalnym należy rozumieć określoną jednoznacznie formę danych i pojęć. Spójność semantyczna oznacza określenie zawartości treści owej informacji. Spójność pragmatyczna dotyczy określenia przydatności informacji dla odbiorcy (użytkownika informacji).

Jednoznaczność systemu informacji ekonomicznej, będąca warunkiem koniecznym dla funkcjonowania systemu, zostanie zachowana tylko wówczas, gdy pojęcia ekonomiczne będą wyrażane za pomocą właściwych terminów ekonomicznych, odpowiednio uporządkowanych i powszechnie stosowanych.

Ocenę systemu informacyjnego, niezależnie od szczebla, dla którego jest on przeznaczony, można przeprowadzić biorąc pod uwagę m.in. następujące kryteria: dyspozycyjność, porównywalność, rzetelność, elastyczność. Wydaje się, że wymienione cechy

są najbardziej istotne z punktu widzenia użytkownika systemu i pozwalają na określenie stopnia zaspokojenia jego potrzeb informacyjnych.

Dyspozycyjność oznacza, że dana informacja może być bez przeszkód dostarczona użytkownikowi. Ze względu na zmieniający się w czasie charakter zapotrzebowania na informacje trzeba system stale pod tym kątem analizować i korygować. Często są wypadki, że informacja nie jest zarejestrowana w systemie, ani nie jest on przygotowany na jej przesłanie, ponieważ użytkownik nie przewidział, że będzie mu potrzebna. Niekiedy powodem takiego stanu może być fakt, że koszt pozyskania informacji jest bardzo wysoki lub zastosowano niewłaściwą metodę ich zbierania. Trudności może także sprawiać nieodpowiednia statystyka. Powinno się wtedy opracować adekwatny dla danej sytuacji gospodarczej system informacyjny wraz z odpowiednimi zmianami w stosunku do obecnie używanych formularzy, ankiet, instrukcji itd. Informacje z jednej dziedziny tematycznej są mniej „dyspozycyjne” niż z drugiej. Poważne skutki w dziedzinie zarządzania wywołuje brak informacji o zasobach, czy też prognoz ekonomicznych i postępu technicznego oraz informacji o stanie gospodarki. W Polsce budowany jest centralny bank danych „Interbank”⁵. Przyczyni się on w znacznym stopniu do zaspokojenia potrzeb szczebli zarządzania na informacje o rozwoju społeczno-gospodarczym 30—40 wybranych krajów. Zakres informacji Interbanku obejmuje w pierwszym etapie podstawowe wskaźniki makroekonomiczne, charakteryzujące zasoby rzeczowe, zasoby ludzkie, syntetyczne wskaźniki rozwoju gospodarczego i społecznego, a także obszerny zestaw danych ilościowych dla charakterystyki branżowej.

Drugą istotną cechą informacji jest ich *porównywalność*. Ze względu na brak ujednolicenia poszczególnych terminów wiele informacji staje się nieużytecznych. Punktem wyjścia w interpretowaniu pojęć jest na ogół występowanie określonych cech i zjawisk. Informacje o charakterze wzorca z jednego obszaru działania mogą nie zgadzać się z odpowiednimi informacjami z innych obszarów.

⁵ Por. E. Krzeczowska, *Zintegrowany system statystycznych porównań międzynarodowych*, „Wiadomości statystyczne” 1976, nr 1, s. 39.

Na zmniejszenie stopnia porównywalności informacji w znacznej mierze wpływają działania reorganizacyjne, które powodują zmiany w istniejących układach i związane z nimi modyfikacje w dokumentacji sprawozdawczej.

Porównywalność zależy w znacznej mierze od szczebla gromadzenia informacji, jak też od stabilności metodologii planowania i zarządzania. Informacje zebrane na szczeblu elementarnych obiektów (dane źródłowe) są w większym stopniu porównywalne niż informacje zagregowane. Wynika to z faktu, że agregacja informacji może być przeprowadzona w różny sposób. W celu więc osiągnięcia porównywalności informacji należy ujednolicić terminy oraz stosować odpowiednie indeksy.

Rzetelność informacji określa dokładność, z jaką rejestrowane są własności rzeczywistych zjawisk. Na podstawie badań przeprowadzonych wśród kadry kierowniczej dużych przedsiębiorstw i zjednoczeń przemysłu chemicznego stwierdzono, że nadrzędnym kryterium oceny informacji jest ich rzetelność. Brak tej cechy odczuwa się najbardziej w funkcjonujących systemach informacyjnych. Inne cechy są uważane za mniej ważne. Zapewnienie rzetelności informacji jest jednym z najważniejszych zadań stojących przed zespołami odpowiedzialnymi za projektowanie systemów informacyjnych.

Na rzetelność informacji wpływają w zasadniczy sposób następujące czynniki:

a) czułość i zasięg narzędzia rejestrującego oraz całego procesu technologicznego, tj. zbierania, gromadzenia i przechowywania danych,

b) stopień subiektywności oceny w wypadku rejestracji lub interpretacji przez człowieka, zwłaszcza gdy jest on w jakikolwiek sposób zainteresowany otrzymanym wynikiem (występuje wtedy tzw. „fryzowanie” danych; zainteresowani nie chcą dostarczyć informacji, które mogą być dla nich niekorzystne),

c) błędy metodyczne, a przede wszystkim dobór nieodpowiedniej próby.

Stopień rzetelności informacji zależy od zainteresowania nimi użytkownika, dlatego często informacje przeznaczone dla innych traktowane są jako mniej ważne. Niekiedy też zmniejszenie stopnia rzetelności informacji wpływa z braku odpowiedniej kadry,

zwłaszcza gdy informacje uzyskuje się przez ankietyzację. Warunkiem niezbędnym rzetelności informacji jest ich aktualność. Stąd też konieczne jest zaprojektowanie sposobu aktualizacji danych.

Elastyczność, której umownym miernikiem jest stopień zaspokojenia obecnych i przyszłych potrzeb różnych użytkowników, zależy od tego, w jaki sposób jednostkowe informacje są zagregowane w zbiorze. Informacje jednostkowe są najbardziej elastyczne i tracą tę właściwość z chwilą ich agregacji na wczesnym etapie pozyskania. Relatywnie najwyższą elastyczność uzyskuje się, gdy podstawowe obserwacje zawierają możliwie najwięcej szczegółów oraz nie obejmują klasyfikacji typu subiektywnego, jak podział na wielkości interwałowe (np. średnie, dobre, bardzo dobre, najwyższej klasy). Zagadnienie klasyfikacji jest ściśle związane z elastycznością. Klasyfikacja powinna stawiać się coraz bardziej szczegółowa, w miarę wzrostu liczby zainteresowanych specjalistycznych użytkowników. Najbardziej korzystne efekty osiągnie się, oczywiście, gdy jest ona obowiązująca i powszechnie stosowana oraz gdy umożliwia przeprowadzenie porównań międzynarodowych.

Kolejną właściwością informacji jest *przetwarzalność*. Nawet przy obecnie istniejących środkach technicznych ogromne zasoby informacyjne nie mają tej cechy. Na przykład informacje przedstawiane w postaci graficznej, czy zapisu głosu są dyspozycyjne, ale nie przetwarzalne⁶. Przetwarzalność informacji można określić jako funkcję postaci danych i formy ich przechowywania. Ze względu na postać danych informacje alfanumeryczne są zawsze przetwarzalne, natomiast graficzne i obrazowe tylko w specjalnych wypadkach i przy użyciu specjalnego sprzętu. Z punktu widzenia formy przechowywania najbardziej istotny jest podział na informacje na maszynowych nośnikach danych oraz zapisywane ręcznie, które można przetwarzać jedynie przy zastosowaniu czytników optycznych i przestrzeganiu specjalnych instrukcji dotyczących sposobu uzupełniania formularzy.

Wymienione kryteria oceny systemu informacji z punktu widzenia potrzeb użytkownika można mierzyć za pomocą specjal-

⁶ Użycie specjalnego wyposażenia sprzętu umożliwia przetwarzanie informacji w takiej postaci, ale nie można takiego stanu uznać za powszechnie istniejący.

nie skonstruowanych mierników umownych. Miernik taki może przybierać wartości 0 lub 1, co znaczy, że rozpatrywany zestaw informacji jest np. porównywalny albo nie. Może to być też miernik procentowy, wyrażający, w jakim stopniu (ze względu na dane kryterium) zbiór informacji jest użyteczny w porównaniu z całkowitą wielkością zbioru informacji zawartą w systemie.

W podobny sposób proponuje oceniać system informacji K. Mellerowicz⁷. Postuluje on ustalenie tzw. „stopnia informacji” — wyrażającego stosunek możliwości w zakresie informacji do faktycznego ich wykorzystania, który pozwala na przeprowadzenie porównań określonej sytuacji. Stopień informacji można przewidzieć w trzech wariantach:

$$S_m = \frac{I_m}{I_k}, \quad S_f = \frac{I_p}{I_k}, \quad S_w = \frac{I_p}{I_m},$$

gdzie:

S_m — możliwy stopień informacji,

S_f — faktyczny stopień informacji,

S_w — stopień wykorzystania posiadanych możliwości informacyjnych,

I_m — informacje możliwe,

I_k — informacje konieczne,

I_p — informacje posiadane.

Problemami oceny systemu informacyjnego stosowanego do celów zarządzania zajmuje się m.in. J. Czerniak. Proponuje on cztery poziomy analizy treści informacji: prognostyczną, semantyczną, syntaktyczną i alfabetyczną⁸. W tym celu zaleca na każdym z poziomów stosowanie różnych jednostek: jeśli chodzi o informację użyteczną — pragma, informację znaczeniową — sem, informację dźwiękową — znak, informację alfabetyczną — symbol, informację sygnałową — bit. Konsekwencją wielopoziomowej analizy jest propozycja wieloaspektowego systemu mierzenia informacji. Realizacja tej koncepcji jest trudna.

Ciekawe są też próby zastosowań klasycznej teorii informacji C. Shannona do oceny informacyjnych aspektów systemów zarzą-

⁷ Na K. Mellerowicza powołuje się Z. Messner. Por. Z. Messner, op. cit.

⁸ J. Czerniak, op. cit.

dzania. Próbę taką przeprowadzili m.in. — K. Gaber i B. Genkin⁹. Proponują oni na obliczenie S — entropii źródła informacji, w danym przedziale czasu wzór następujący:

$$S = \sum_{j=1}^n f_{1j(m_{ij})} \cdot f_{2j(t)},$$

gdzie:

$f_{1j(m_{ij})}$ — funkcja parametrów kontrolnych,

$f_{2j(t)}$ — funkcja norm charakteryzujących częstotliwość występowania wiadomości o parametrach kontrolnych.

Poszczególnym funkcjom występującym we wzorze można nadać następującą interpretację. Funkcja $f_{1(m)}$ określa entropię przypadającą na jedną wiadomość, funkcja $f_{2(t)}$ oznacza ilość wiadomości emitowanych przez j -te źródło wiadomości. Dla określenia wartości funkcji $f_{1j(m_{ij})}$ niezbędne jest ustalenie wykazu kontrolnych parametrów i określenie wszystkich możliwych stanów tych parametrów. Określenie funkcji $f_{2j(t)}$ wymaga uprzedniego ustalenia niezbędnej częstotliwości spływu informacji. Obecnie brak jest metodyki przeprowadzania obliczeń według tych propozycji i, jak pisze Z. Messner¹⁰, proponowany sposób obliczania może być stosowany przede wszystkim w badaniu istniejącego systemu informacji. Może on polegać na analizie podstawowych źródeł informacji ekonomicznej, jaką jest dokumentacja gospodarcza.

Za podstawowy element informacji należy przyjąć minimalną, wyrażoną literowo lub cyfrowo wiadomość, której dalszy podział jest niemożliwy bez uszczerbku dla treści informacji. Jest to zatem słowo lub szyfr je symbolizujący. Po zidentyfikowaniu wszystkich słów występujących w badanym dokumencie oraz ustaleniu ogólnej liczby słów można ustalić nadmiar informacji (redundację). Współczynnik absolutnego nadmiaru informacji¹¹ oznaczamy symbolem f_n^a i obliczamy według wzoru:

⁹ Por. K. Gaber, B. Genkin. *Opredelenije kollecziestwa informacyi w sistiemach uprawlenija protiwodstwom na osnovie teorii informacyi*. W: *Prilimeniije elektronno-wyczislitelnykh maszyn w uprawlenii protiwodstwom*, Moskwa 1966.

¹⁰ Por. Z. Messner, op. cit.

¹¹ Por. K. Gaber, B. Genkin, op. cit.

$$f_n^a = \frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)}{\sum_{i=1}^n K_i},$$

gdzie:

K_i — liczba i -tych słów w badanym zespole dokumentów,
 n — ogólna liczba słów występujących w tym zespole dokumentów.

Ponieważ nośnikiem informacji jest tylko jedno z K jednakowych słów w badanym zespole dokumentów, stąd nadmiar informacji oblicza się jako $K_i - 1$.

Na podstawie przeprowadzonych badań w czterech zakładach przemysłu maszynowego ZSRR wynika, że współczynniki absolutnego nadmiaru informacji kształtują się wysoko, oscylując w granicach od 0,42 do 0,73.

Próby zastosowania koncepcji klasycznej teorii informacji do tych problemów spotkały się z krytyką. Zarzuty dotyczą m.in. niedoceniań semantycznej treści dokumentacji i formalizmu w jej analizie oraz przyjęcia założeń równomiernego rozkładu prawdopodobieństwa zdarzeń, co jest zgodne z zasadami statystyki matematycznej, lecz rzeczywistość może od tych założeń znacznie odbiegać.

System informacyjny ma służyć w konsekwencji podejmowaniu decyzji w zarządzaniu określonym obiektem. Stąd też w celu jego oceny można stosować po pewnej adaptacji także psychologiczne metody badania użyteczności. J. Koziński¹² dzieli je na metody pośrednie (behavioralne) i metody bezpośrednie.

Metody pośrednie. Opierają się one na aksjomatyce J. von Neumana. Pozwalają określić użyteczność informacji na podstawie serii decyzji podejmowanych przez decydentów w czasie rozwiązywania problemów zarządzania. Osoby badane nie podają werbalnie subiektywnej wartości informacji, lecz jest ona określana przez badacza *a posteriori*, za pomocą analizy ich zachowania. Jednostką pomiaru tzw. użyteczności kardynalnej jest utyl. Wielkość jednostki zależy od konkretnej sytuacji. Pewną wadą tych metod jest duża komplikacja obliczeń i czasochłonność, która powoduje ich ograniczoność w życiu codziennym.

¹² Por. J. Koziński, *Psychologiczna teoria decyzji*, Warszawa 1975.

Metody bezpośrednie. Polegają one na tym, że decydenci formułują bezpośrednio sąd o systemie informacyjnym. Metody te, jak i inne oparte na opiniach ekspertów, są zwykle mniej trafne i rzetelne niż metody pośrednie. Często decydenci nie mają dostatecznych kompetencji, aby ocenić systemy i posługują się doznaniem emocjonalnymi i subiektywnymi. Warto jednak zwrócić uwagę, iż metody bezpośrednie mają także niezaprzeczalne zalety: nie są czasochłonne, można je stosować dla nawet najbardziej złożonych systemów.

Badacz często staje przed alternatywą: stosować metody bezpośrednie czy zrezygnować z badania użyteczności systemu. Zgadza się tu z J. Kozielskim, że należy raczej pracować nad doskonaleniem tych metod, niż uznać je za nienaukowe i odrzucić.

Inne nieco podejście niż poprzednio, lecz również w kontekście sytuacji decyzyjnej prezentuje E. Kofler¹³, który proponuje stosowanie teorii gier do mierzenia cenności informacji.

W celu określenia cenności informacji proponowana jest następująca macierz:

Macierz cenności informacji

$i \backslash j$						
	S_1	S_2	.	S_j	.	S_n
d_1	C_{11}	C_{12}	.	.	.	C_{1n}
d_2	C_{21}	C_{22}	.	.	.	C_{2n}
.	.	.	.	.	.	.
d_i	.	.	.	C_{ii}	.	.
.	.	.	.	.	.	.
d_m	C_{m1}	C_{m2}	.	.	.	C_{mn}

gdzie:

d — jest to zbiór m — możliwych decyzji,

S — jest to zbiór n — niezależnych od decydenta sytuacji.

Wielkość C_{ij} określa cenność decyzji d_i przy zaistnieniu sytuacji S_j . Decydent dąży do podjęcia takiej decyzji, która zmaksy-

¹³ Por. E. Kofler, *O wartości informacji*, W: *Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego*, Warszawa 1968.

malizuje wartość C_{ij} , czyli cenność sytuacji decyzyjnej $C_s = \max_{ij} C_{ij}$.

Jeżeli dzięki systemowi informacyjnemu uzyskamy nową informację, która spowoduje rozszerzenie sytuacji decyzyjnej, a tym samym zmieni się cenność sytuacji decyzyjnej, to możemy wyznaczyć użyteczność systemu informacyjnego jako wielkość odpowiedniego przyrostu cenności sytuacji decyzyjnej ΔC , czyli:

$$\Delta C = C'_s - C_s,$$

gdzie:

C'_s — nowa cenność sytuacji decyzyjnej wynikła z dostarczenia nowej informacji,

C_s — dotychczasowa cenność sytuacji decyzyjnej.

2. System informacyjny a użytkownik

W polskiej praktyce gospodarczej obowiązuje hierarchiczny system zarządzania. W konsekwencji istnieje bardzo złożony i skomplikowany system przesyłania informacji. System ten przedstawiamy na przykładzie informacyjnych powiązań modeli rozwoju różnych szczebli zarządzania (por. rys. 4).

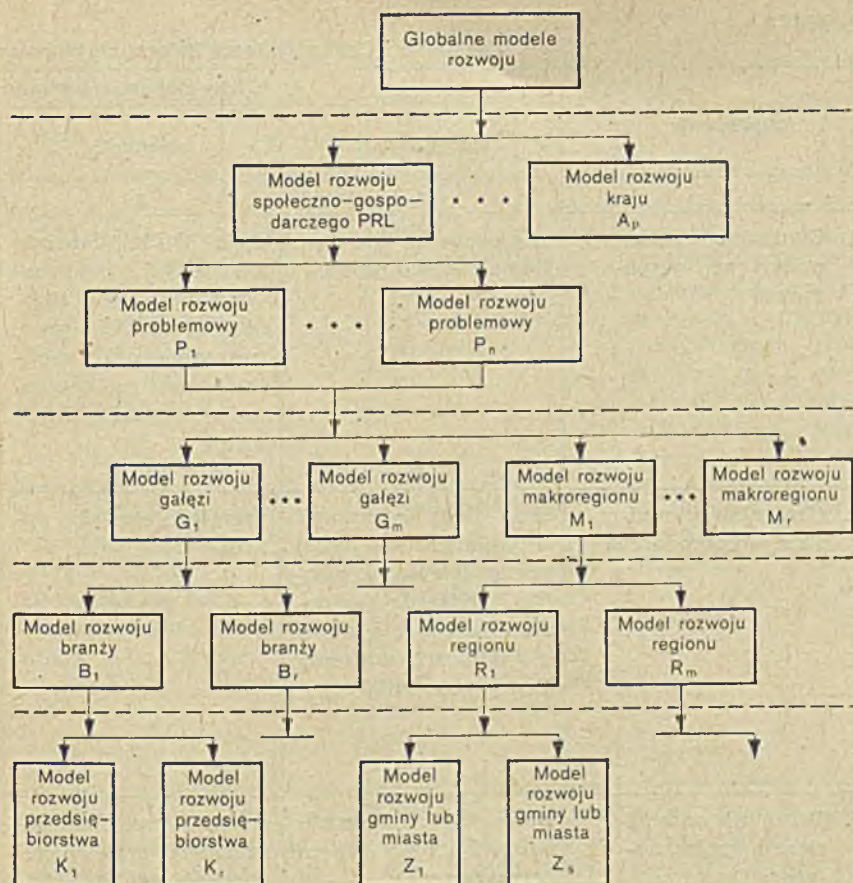
Systemy informacyjne można, zgodnie z podziałem K. Porwita, podzielić na:

1) rozpoznawcze — ukierunkowane na gromadzenie i przygotowywanie wszelkich znaczących informacji o zewnętrznych i wewnętrznych uwarunkowaniach podejmowanych decyzji i uruchamiania działań,

2) modelowo-algorytmiczne — nastawione na opanowanie odpowiednich procedur analityczno-diagnostycznych, prognostycznych, symulacyjnych i programistycznych, potrzebnych do sukcesywnego tworzenia oraz aktualizowania planowych wzorców działania, będących podstawą funkcji regulujących,

3) regulacyjne — nastawione na opanowanie przepływu informacji o przebiegu procesów w systemie oraz na przekazanie odpowiednich informacji zmierzających do korygowania tych procesów¹⁴.

¹⁴ Por. K. Porwit, *System planowania*, Warszawa 1978.



Rys. 4. Powiązania informacyjne hierarchicznych modeli rozwoju dla różnych szczebli zarządzania

Systemy informacyjne poszczególnych szczebli muszą najczęściej spełniać potrójną rolę, co stawia przed nimi bardzo wysokie wymagania.

W tabelicy 1 przedstawiamy wybrane cechy poszczególnych systemów informacyjnych i ich charakterystyki. Wyodrębniono tu tylko te, które zmieniają się w zależności od szczebla zarządzania. Cechy takie, jak uprzednio wymienione: dyspozycyjność, porównywalność itd. nie są w tabelicy analizowane, ponieważ wszystkie systemy powinny spełniać wysokie wymagania w tym zakresie.

TABLICA 1

Cechy systemu informacyjnego ze

względem na szczebel zarządzania

Użytkownik	Cechy zautomatyzowanego systemu zarządzania		systemu zarządzania			Przeznaczenie informacji
	szczegółowość	stabilność	terminowość	priorytet	specjalne wymagania	
1	2	3	4	5	6	7
1. Centralne władze polityczne i gospodarcze	zagregowane ujmujące kompleksowo problemy	duża liczba doraźnie zgłoszonych zapotrzebowań o dużym stopniu złożoności przetwarzania oraz zapotrzebowań na okresowe syntetyczne informacje	krótki termin realizacji zamówień na informacje, często w trybie konwersacyjnym pytanie — odpowiedź	duży	duża elastyczność informacji dostosowana do przetworzenia w różnych układach	kompleksowe oceny sytuacji społeczno-gospodarczej ważniejszych problemów, takich jak równowaga rynkowa, bilans handlu zagranicznego, budownictwo itd.
2. Centralna administracja gospodarcza	duża ilość informacji o relatywnie małej szczegółowości z punktu widzenia jednostek badania, a dużej z punktu widzenia liczby wskaźników	uwzględnia stały zakres	w zasadzie na określony z góry czas z regularnością zależną od badanego zagadnienia	duży	zapotrzebowanie na dane porównywalne dla długich szeregów czasowych oraz w układzie organizacyjnym, ekonomicznym i przestrzennym	kompleksowe oceny w zakresie działania jednostek
3. Terenowa administracja społeczno-gospodarcza	duży stopień szczegółowości i duży zakres tematyczny	zróżnicowana w zakresie od cech specyficznych regionu i charakteru jego rozwoju ekonomicznego	w większości terminy ustalone, pokrywające się z okresami kalendarzowymi (na określony z góry termin)	duży dla potrzeb stałych	zależą od cech specyficznych regionu lub dużego zapotrzebowania na informacje odcinkowe i problemowe	ocena procesów społeczno-gospodarczych na danym terenie na tle innych regionów kraju
4. Zjednoczenia, kombinaty	dość znaczna w zakresie informacji o podobnych jednostkach w zasadzie nie schodzi poniżej poziomu zakładów	w zasadzie potrzeby informacji są określone	jw.	jw.	informacje do prognozowania i planowania rozwoju w układzie gałęziowo-regionalnym zarówno w układzie krajowym, jak i zagranicznym	porównanie własnej jednostki na tle innych podobnych jednostek w kraju i za granicą i ocena

TABLICA 1 (cd.)

1	2	3
5. Służby organów administracji	znaczna o zjawiskach społeczno-gospodarczych w regionach z dokładną identyfikacją przestrzenną zjawisk, szczególnie operatywne obejmujące krótkie okresy	jw.
6. Przedsiębiorstwa i inne jednostki podstawowe	znaczna o zjawiskach społeczno-gospodarczych w zakresie działalności danej jednostki i z obszaru jej działalności	jw.
7. Instytuty naukowo-badawcze	szeroki zakres informacji o różnym stopniu przetwarzania	różne jak też częste kojarzenia informacji z różnych badań dotyczących różnorodnej tematyki
8. Instytucje oświatowo-wychowawcze i prasa	informacje zagregowane o wysokim stopniu przetwarzania, ale w niewielkiej ilości	niewielka ze względu na szeroki zakres tematyczny dotyczący wszystkich dziedzin życia społecznego i gospodarczego
9. Pozainstytucjonalne	różna	jw.

Według wymienionych w tablicy kryteriów przeprowadzono m.in. analizę Systemu Powszechnej Informacji Statystycznej (SPIS). Wyniki posłużyć mają do usprawnienia tego najbardziej uniwersalnego i wszechstronnego w Polsce systemu informacyjnego.

4	5	6	7
jw.	jw.	porównywanie danych w różnych układach	porównywanie własnego rozwoju z innymi regionami
jw.	jw.	informacje o działalności jednostek podobnych	porównanie własnej jednostki z jednostkami podobnymi i ocena
tolerancja co do czasu udostępniania	zależny od problemów, w zasadzie średni	duża porównywalność danych statystycznych zarówno w układzie czasowym, przestrzennym, tematycznym	wyznaczenie kierunków badań i oceny własnych rozwiązań na szerokim tle postępu technicznego, ekonomicznego
jw.	jw.	w zależności od użytkownika	porównań krajowych i międzynarodowych i ocena
jw.	jw.		różnorodne i trudne do określenia

3. Tradycyjne a zautomatyzowane systemy zarządzania

Tradycyjne systemy informacyjne charakteryzują się bardzo złożoną strukturą, która wyraża się dużą liczbą ogniw pośrednich między nadawcą a odbiorcą informacji. W konsekwencji istnieje wiele kanałów jej przepływu. Kanały te mają różną pojemność, co prowadzi do znacznego zniekształcania przekazywanych informacji.

Podstawą prawidłowo funkcjonującego systemu informacyjnego są m.in. następujące zasady:

a) informacje muszą odpowiadać treścią i zakresem potrzeb poszczególnych szczebli zarządzania,

b) szybkość i częstotliwość informacji powinny wpływać na ich efektywne wykorzystanie w podejmowaniu decyzji,

c) drogi przepływu informacji (kanały informacji) powinny być dostosowane do struktury organizacyjnej, z uwzględnieniem postulatu możliwie najkrótszej drogi: od powstania zjawiska do poinformowania o nim zainteresowanych użytkowników,

d) formy prezentacji materiałów powinny być komunikatywne i dostosowane do możliwości ich odczytania przez zainteresowanych odbiorców,

e) informacje „produkowane” w danym systemie muszą być aktualne, a koszty ich przetwarzania — optymalnie niskie,

f) należy wykluczyć możliwość dublowania informacji przez integrację poszczególnych podsystemów informacyjnych,

g) dążenie do eliminacji wszelkich zakłóceń i przeszkód powodujących zniekształcenie informacji,

h) system informacji powinien integrować poszczególne podsystemy zarządzania¹⁵.

Należy znaleźć odpowiedzi na następujące pytania. Czy tradycyjne podsystemy informacyjne, w obecnych warunkach zarządzania złożonymi jednostkami gospodarczymi, mogą sprostać postawionym przed nimi wymaganiom? Czy zautomatyzowane systemy zarządzania są podobną koniecznością jak automatyzacja złożonych procesów technologicznych?

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń, zarówno za granicą, jak i w kraju można z całym przekonaniem odpowiedzieć twierdząco.

Oczywiście nie zwalnia to nas od przeprowadzenia rachunku ekonomicznego. Metody rachunku przedstawimy dalej. Konieczność przeprowadzenia rachunku wywołana jest bardzo często faktem, że nie zawsze umiemy środki przeznaczone na zautomatyzowane systemy zarządzania właściwie wykorzystać i zbyt dużo jest w tym zakresie decyzji chybionych.

¹⁵ Por. Z. Messner, op. cit., s. 58 oraz E. Terebucha, *O istocie systemu informacji ekonomicznej w przedsiębiorstwie*, „Przegląd Organizacji” 1966, nr 9.

W systemach tradycyjnych mamy do czynienia z *systemem informacji pośredniej*, tzn. informacje przebiegają w określonej kolejności przez poszczególne podmioty gospodarcze. Zautomatyzowany system zarządzania pozwala natomiast stosować *system informacji bezpośredniej*, charakteryzujący się tym, że informacje od poszczególnych podmiotów gospodarczych przechodzą bezpośrednio ze źródła informacji do adresata¹⁶.

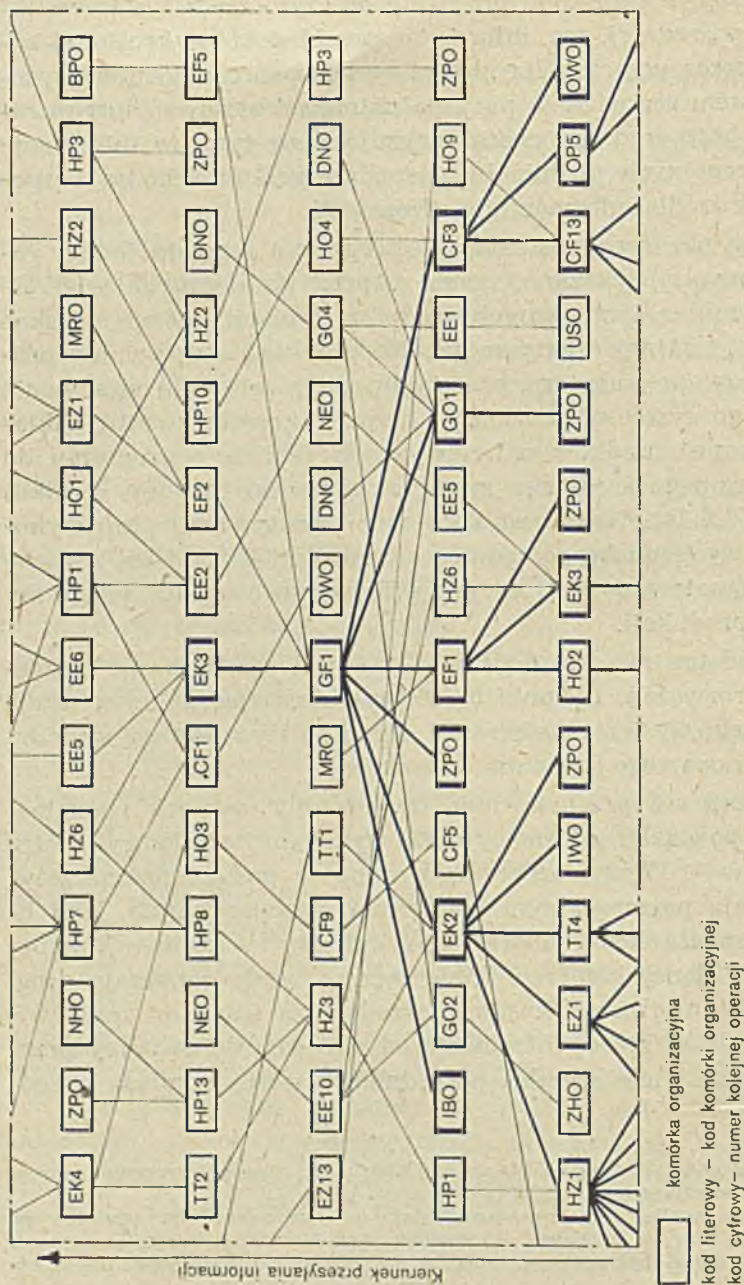
Stosując oba typy systemów w programie rozwoju jednej gałęzi przemysłu wykazano, że za pomocą tych samych środków i korzystaniu z tych samych źródeł informacji, można uzyskać programy o różnej efektywności. Na przykład efektywność programu rozwoju badanego przemysłu, przy założeniu stosowania pośredniego systemu informacji, liczona okresem zwrotu nakładów (stosunek środków potrzebnych na realizację programu do przewidywanego średniego zysku otrzymanego w jej wyniku) wynosiła 5,5 lat. Natomiast taka sama efektywność przy wykorzystaniu systemu bezpośredniego wynosiła 3,8 lat. Dość znaczne różnice zanotowano też w przewidywanym według programu wzroście produkcji.

Przykład ten nie jest dowodem, lecz jedynie liczbową ilustracją tych rozważań. Rysunki 5 i 6 przedstawiają funkcjonowanie tradycyjnego systemu informacji i zautomatyzowanego systemu informacji opartego na banku danych.

Na rysunku 5 przedstawiono uproszczony wycinek rzeczywistej sieci powiązań informacyjnych wykonanej dla Fabryki Farb i Lakierów¹⁷. Węzły, które zaznaczono w postaci prostokątów, odpowiadają poszczególnym komórkom organizacyjnym. Kod literowy oznacza kod komórki, kod cyfrowy — numer kolejnej operacji w danej komórce. Linie łączące węzły oznaczają drogi przesyłania informacji. Rysunek przedstawia fragment rzeczywistej sytuacji, w której informacje od nadawcy do odbiorcy przechodzą przez wiele szczebli pośrednich. Inaczej wygląda przed-

¹⁶ Na temat obu typów systemów por. J. Kisielnicki, *System informatyczny programowania rozwoju gałęzi*, Warszawa 1976, s. 113—135.

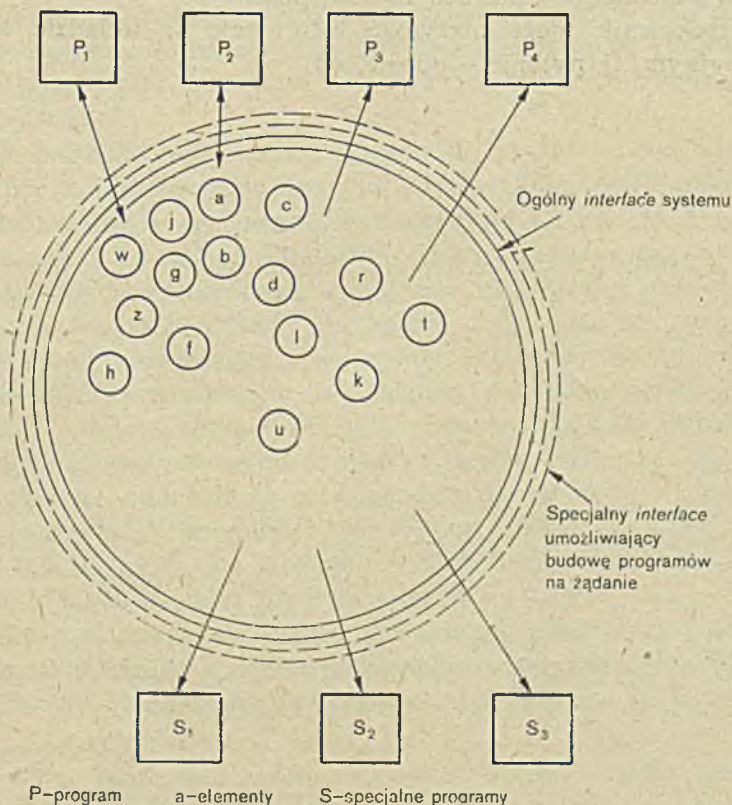
¹⁷ Pełniejsza analiza przeprowadzona jest w opracowaniu E. Michalskiego i A. Straszaka. Por. E. Michalski, A. Straszak, *Fast Method of Computer — Aided Design of Manager Information System*, II sympozjum polsko-włoskie, Białowieża 1976.



Rys. 5. Fragment systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie przemysłowym

stawiony schematycznie system oparty na bazie danych (por. rys. 6).

We współczesnym zautomatyzowanym systemie zarządzania centralną pozycją jest baza danych. Termin *baza danych* jest nadużywany i w praktyce często dotyczy zwykłego zbioru danych. Przyjmuje się, że baza danych jest to taka organizacja zintegrowanych zbiorów danych z pewnej dziedziny informacyjnej, która pozwala dowolnie wybrać informacje i łączyć je, bez uprzedniego przekształcania w różne pożądane struktury (użytkowe zapisy), potrzebne do przetwarzania lub bezpośredniego udzielania informacji. Inaczej mówiąc, dane w bazie danych nie są na stałe połączone liniowo, lecz mogą tworzyć różne połączenia zgodne z wymaganiami użytkowników (por. rys. 6).



Rys. 6. Struktura systemu opartego na bazie danych

W porównaniu z systemem tradycyjnym, system oparty na banku danych przynosi m.in. następujące korzyści:

1) skrócenie czasu przesyłania oraz zwiększenie szybkości wyszukiwania potrzebnych informacji,

2) wyeliminowanie ogniw pośrednich, które są źródłem szumów i zniekształceń przesyłanych informacji,

3) redundacja informacji jest wyeliminowana lub też jest ona marginalnie zmniejszona,

4) potrzeby informacyjne użytkowników zaspokajane są na żądanie i to nie tylko określone z góry, ale także np. w sytuacji nie przewidywanej,

5) informacje jednostkowe wchodzi do zbioru tylko raz, a następnie mogą być przetwarzane wielokrotnie w różnych układach, w zależności od potrzeb użytkownika,

6) użytkownik może otrzymać informacje w układzie konwersacyjnym, tj. pytanie – odpowiedź.

II. Kierunki zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania

1. Miejsce informatyki w gospodarce narodowej

Rozwój informatyki wymaga znacznych środków finansowych i rzeczowych. W latach 1970—1974 na informatykę wydatkowano przeszło 20 mld złotych, w tym na prace naukowo-badawcze około 5,7 mld zł¹.

W poszczególnych latach pięciolatki, jak to wynika z danych tablicy 2, obserwujemy znaczny wzrost nakładów. W pierwszym roku analizowanego okresu wydatkowano 1,8 mld zł, a w ostatnim — już 8,5 mld zł. Około 80% tych nakładów związanych było z inwestycjami i pracami w zakresie zautomatyzowanych systemów zarządzania. Należy tu także dodać, że, w porównaniu z krajami rozwiniętymi, wydajemy relatywnie mniej. Na lata 1976—1980 przewidziano, że nakłady na informatykę wynosić będą w Polsce około 0,7% wytwarzanego dochodu narodowego.

Według szacunkowych danych w latach 1967—1972 udział nakładów na informatykę w dochodzie narodowym w niektórych krajach wzrósł następująco: we Francji z 0,77% do 1,89%, w RFN z 0,71% do 1,91%, we Włoszech z 0,38% do 1,22%, w USA z 1,16% do 2,57%, w Wielkiej Brytanii z 0,77% do 2,33%.

Przed zautomatyzowanymi systemami zarządzania postawiono zadania związane z usprawnieniem procesów funkcjonowania gospodarki². Oznacza to, że systemy informatyczne mają w pierw-

¹ Por. J. Gwiaździnski, *Problemy rozwoju informatyki w Polsce*, „Gospodarka Planowa” 1975, nr 7—8, s. 417.

² Por. J. L. Kulikowski, *Wspólnie z całym środowiskiem*, „Informatyka” 1978, nr 9, s. 1.

szej kolejności wspomagać te działy gospodarki narodowej, które są preferowane, a więc gospodarkę materiałową, transport, budownictwo mieszkaniowe, zaopatrzenie rynku, komunikację. Chodzi o to, aby ze sprzętu komputerowego korzystano przede wszystkim w takich dziedzinach gospodarki, w których jest to uzasadnione ekonomicznie i społecznie.

TABLICA 2

*Nakłady na informatykę w Polsce w latach 1970—1974
(w cenach 1974 r.)*

Lata	Nakłady na zastosowanie informatyki (w mld zł)	Nakłady inwestycyjne na zastosowanie informatyki ^a (w mld zł)	Nakłady na prace naukowo-badawcze i inne ^b (w mld zł)	Nakłady na zastosowanie informatyki (% dochodu narodowego)
1970	1,8	1,5	0,27	0,24
1971	3,0	2,6	0,4	0,35
1972	4,0	3,0	1,0	0,42
1973	5,09	3,14	1,9	0,47
1974	8,5	6,1	2,4	0,7

a Bez nakładów inwestycyjnych na rozwój przemysłu środków informatyki, które w latach 1971—1974 wyniosły 2,440 mld zł.

b Obejmują one tylko nakłady na prace naukowo-badawcze związane z zastosowaniem informatyki. Nie uwzględniają zaś nakładów na prace naukowo-badawcze związane z rozwojem nowych konstrukcji, które w latach 1971—1974 wyniosły 2,61 mld zł.

Źródło: J. Gwiazdziński, op. cit.

Określenie stanu informatyki w kraju możemy przeprowadzić za pomocą systemu mierników, które mają na celu:

1) ocenę rozwoju informatyki w kraju oraz stopień realizacji programów jej rozwoju w porównaniu z innymi wskaźnikami społeczno-ekonomicznymi rozwoju kraju,

2) dostarczenie danych do analizy stanu i rozwoju informatyki w porównaniu z innymi krajami³.

Informatyka należy do zjawisk bardzo złożonych, mających wpływ na wiele dziedzin gospodarki i nauki: działalność produkcyjną, organizacyjną, badawczą i kulturalną. Trudno więc zmierzyć to zjawisko za pomocą jednego zbiorczego miernika. Nie-

³ Por. T. Walczak, *Jak mierzyć stan i rozwój informatyki*, „Informatyka” 1978, nr 9, s. 7.

zbędne jest zastosowanie wielu różnych mierników, z których każdy charakteryzowałby pewien aspekt badanego zjawiska, przy czym rzeczą najważniejszą jest zapewnienie ich jednoznacznej interpretacji oraz zagwarantowanie pełnej porównywalności badań.

Do najbardziej istotnych mierników, jakimi obecnie charakteryzuje się stan i rozwój informatyki należą:

- a) liczba ośrodków obliczeniowych oraz ich struktura organizacyjna i rodzaj działalności,
- b) liczba i wykorzystanie komputerów,
- c) wartość oraz koszty usług informatycznych,
- d) zatrudnienie w informatyce,
- e) nakłady inwestycyjne.

Problemem doboru mierników będziemy zajmować się w części dotyczącej analizy kierunków rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania na tle tendencji światowych.

Podstawową formą organizacyjną stosowania informatyki są według terminologii GUS⁴ ośrodki informatyki. Kryterium uznania jednostki organizacyjnej za ośrodek informatyki jest jego działalność. Powinien on prowadzić co najmniej jeden z następujących rodzajów działalności: projektowanie i programowanie systemów przetwarzania danych, tworzenie maszynowych nośników danych, świadczenie usług instalacyjnych, konserwacyjnych i remontów ośrodków informatyki, szkolenie kadr dla informatyki, doradztwo organizacyjne w dziedzinie informatyki itp.

Dane dotyczące liczby ośrodków i ich wyposażenia podajemy w tablicy 3. Z danych tablicy 3 wynika, że w ogólnej liczbie ośrodków informatyki 1/3 przypada na ośrodki bardzo małe, podstawowe komórki organizacyjne, w których pracuje poniżej 5 osób. Prawie tyle samo stanowią ośrodki, w których pracuje 5 do 10 osób. 54% istniejących ośrodków ma sprzęt komputerowy (komputery i minikomputery), pozostałe — maszyny licząco-analityczne. Spośród ośrodków posiadających sprzęt komputerowy — 14% przypada na ośrodki uczelniane, których zadania różnią się istotnie od pozostałych.

⁴ Por. Instrukcja 255 Głównego Urzędu Statystycznego do rocznej sprawozdawczości statystycznej ośrodków informatyki, GUS, Warszawa 1976.

Zajmiemy się ośrodkami, wyposażonymi w duże i średnie komputery, ze względu na ich możliwość samodzielnego obsługiwania zautomatyzowanych systemów zarządzania. Rzadziej tę funkcję pełnią ośrodki wyposażone w minikomputery. W 1977 r. było 457 ośrodków wyposażonych w duże i średnie komputery, a zainstalowanych w nich było 708 maszyn. Według przyjętego w Polsce kryterium podziału, do komputerów dużych i średnich⁵ zalicza się maszyny, których pojemność pamięci wewnętrznej jest równa lub większa od 256 tys. bitów. Sprzęt ten pochodzi od kilku producentów i jest znacznie zróżnicowany.

TABLICA 3

Liczba ośrodków informatyki według ich wielkości i wyposażenia

Rodzaj ośrodka	1976	1977	1977 w stosunku do 1976
Ogółem:	1580	1656	104,8
w tym ośrodki zatrudniające:			
poniżej 5 osób	540	481	89,1
od 5 do 10 osób	319	414	129,8
od 11 do 20 osób	239	254	98,1
od 21 do 50 osób	240	257	107,1
od 51 do 100 osób	113	134	118,6
od 101 do 200 osób	67	67	100,0
od 201 do 500 osób	37	44	118,9
powyżej 500 osób	5	5	100,0
w tym ośrodki			
bez maszyn	821	762	92,8
wyposażone w minikomputery	359	437	121,7
wyposażone w komputery			
duże i średnie	400	457	114,3
w tym ośrodki wyższych			
uczelni	55	64	116,4

Źródło: T. Walczak, op. cit.

W Polsce zainstalowanych jest około 50 typów dużych i średnich komputerów, z tym że większość, bo około 50%, stanowią maszyny typu ODRA serii 1300, a około 10% maszyny Jednolitego Systemu.

⁵ W innych krajach stosuje się inne kryteria podziału i jest on bardziej złożony.

Prawie dwie trzecie parku maszynowego to komputery należące do 6 najbardziej rozpowszechnionych typów, a mianowicie: Odra serii 1300, Jednolity System, MIŃSK 32, ICL serii 1900, IBM serii 360 i IBM 370. W związku z tym różnorodność typów nie ma istotnego wpływu na ogólny poziom informatyki.

Miernikami powszechnie stosowanymi w celu porównywania poziomu rozwoju informatyki w różnych krajach są liczby eksploatowanych komputerów ogółem i w przeliczeniu na określoną

TABLICA 4

Liczba eksploatowanych komputerów w niektórych krajach świata

(w szt.)

Lp.	Kraj	Liczba komputerów			
		1966	1970	1973	
				ogółem	na 1 mln mieszkańców
1	Austria	130	460	625 ^a	84
2	Belgia	300	900	1 420 ^b	141
3	Czechosłowacja	84	235	515	35
4	Dania	140	350	390 ^b	78
5	Finlandia	64	150	255 ^b	55
6	Francja	1 578	4 695	13 064 ^c	210 ^c
7	Grecja	80	200	.	23
8	Hiszpania	47	200	1 150	33
9	Holandia	350	1 140	1 680 ^b	127
10	Japonia	1 620	6 700	30 095 ^c	300
11	Kanada	800	2 250	4 400	201
12	RFN	2 250	6 350	20 860 ^c	300 ^c
13	Norwegia	132	250	270 ^b	69
14	Stany Zjednoczone AP	20 500	70 000	168 800 ^c	700 ^c
15	Szwajcaria	330	960	1 800	280
16	Szwecja	290	700	800 ^b	99
17	Węgry	18	86	184	18
18	Wielka Brytania	704	4 319	15 520 ^c	280 ^c
19	Włochy	920	2 550	4 180	76
20	Polska	57	191	528	16
21	ZSRR	.	.	12 500 ^c	50 ^c

^a 1971, ^b 1972 ^c 1974.

Źródło: Rocznik Statystyczny GUS, Warszawa 1976; „Computer Weekly International” 1977, nr 40, s. 30.

liczbę mieszkańców, najczęściej na 1 milion. Jednak nie są one precyzyjne, ponieważ nie uwzględniają struktury eksploatawanego sprzętu — jego wielkości, generacji, oraz stopnia wykorzystania posiadanych maszyn.

Biorąc pod uwagę ograniczoną przydatność tego typu mierników, przyjrzyjmy się danym zawartym w tablicy 4. Pod względem wyposażenia w sprzęt komputerowy Polska zajmuje jedno z ostatnich miejsc wśród przedstawionych krajów. Liczba komputerów na 1 mln mieszkańców stawia nas w tym gronie na ostatnim miejscu. Nadrobienie tego dystansu do czołówki światowej jest niezmiernie trudne.

W tablicy 5 przedstawiono dynamikę wzrostu parku komputerowego. Analiza zamieszczonych w tej tablicy danych potwier-

TABLICA 5

*Szacunek liczebności światowego parku komputerowego
w latach 1960—1982
(w szt.)*

Kraj	Liczba komputerów eksploatowanych pod koniec				
	1960	1965	1970	1975 ^a	1980 ^a
Stany Zj. AP	4 500	29 000	70 000	170 000	250 000
Europa Zachodnia	800	7 600	29 000	112 000	200 000
w tym:					
RFN	200	2 000	6 350	19 000	29 000
Francja	150	1 500	4 695	12 000	28 000
Wielka Brytania	220	700	4 319	9 000	.
Japonia	100	1 600	6 700	40 000	100 000
Kraje socjalistyczne	500	1 200	7 000	18 000	97 000
w tym:					
ZSRR	490	1 000	6 000	15 000	35 000
CSRS	5	55	235	650	1 500
NRD	3	45	300	800	1 800
Polska	2	55	191	700	1 200
Inne kraje	100	600	4 000	10 000	.

^a Dane szacunkowe i prognostyczne.

Zródło: Program Rozwoju Informatyki na lata 1971—1975, Rocznik Statystyczny GUS, Warszawa 1975; szacunki własne.

ne
a-
y-
ni-
ę-
no
n-
a-
a-
u-
r-
dza wnioszek o wyraźnym opóźnieniu naszego kraju w zakresie wyposażenia w sprzęt komputerowy w stosunku do uprzemysłowionych państw Europy, czy Stanów Zjednoczonych AP i Japonii. Przy przyjęciu uprzednio zgłoszonych zastrzeżeń, dotyczących adekwatności stosowanych mierników, można z pewnym uproszczeniem stwierdzić, że przedstawione pod względem wyposażenia w sprzęt komputerowy państwa dzielą się na trzy grupy:

1) o największym nasyceniu sprzętem: Stany Zjednoczone Ameryki Północnej,

2) o średnim nasyceniu: Japonia i rozwinięte kraje Europy Zachodniej,

3) o małym nasyceniu sprzętem komputerowym, do której m.in. zaliczyć można Polskę.

Powstaje pytanie, czy sprzęt, który posiadamy, jest dobrze i w pełni wykorzystany? Możemy to zbadać za pomocą miernika wykorzystania komputerów. Miernik ten ma ograniczoną wartość, ponieważ charakteryzuje wykorzystanie sprzętu tylko w aspekcie ekonomicznym, natomiast nie uwzględnia zagadnienia ważniejszego⁶, jakim jest celowość przetwarzania danego systemu. Jest on miernikiem wykorzystania ekstensywnego, nie dotyczy bezpośrednio ilości i jakości wykonanej pracy

W odróżnieniu od wielu rodzajów maszyn wytwarzających produkty przemysłowe, których wydajność wyrażamy w konkretnych jednostkach fizycznych, dla komputerów nie udało się dotychczas opracować mierników określających ich wydajność w jednostkach określonych produktów.

Wykorzystanie komputerów można scharakteryzować za pomocą dwóch wielkości: wykorzystania kalendarzowego W_k i roboczego czasu pracy — W_r , które oblicza się za pomocą następujących wzorów

$$W_k = \frac{P_f}{P_{no}} \cdot 100,$$

$$W_r = \frac{P_t}{P_{nr}} \cdot 100,$$

⁶ Hierarchię problemów decyzyjnych związanych z zastosowaniem zautomatyzowanych systemów zarządzania będziemy bardziej szczegółowo omawiać dalej.

gdzie:

P_f — czas faktycznie przepracowany,

P_{no} — czas nominalny.

W badaniach stopnia wykorzystania komputerów w Polsce nominalny czas pracy ustala się dwiema metodami. W pierwszej z nich, do obliczenia czasu nominalnego przyjmuje się pełną liczbę dni, w czasie których komputer znajdował się w eksploatacji w danym okresie, np. roku. W drugiej metodzie uwzględnia się wyłącznie dni robocze (od ogólnej liczby dni uzyskanych pierwszą metodą odejmuje się liczbę dni eksploatacyjnych i mnoży się przez 24, uzyskując w ten sposób nominalny czas pracy w godzinach P_{no} w metodzie pierwszej, P_{nr} w metodzie drugiej).

TABLICA 6

Mierniki W_k i W_r wyrażone w godzinach pracy dużych i średnich komputerów na 1 dzień kalendarzowy i na 1 dzień roboczy

Miernik	Wartość w godzinach		
	1975	1976	1977
Wykorzystanie czasu kalendarzowego W_k	8,9	10,7	11,1
Wykorzystanie czasu roboczego W_r	10,6	12,7	13,2

Źródło: T. Walczak, op. cit.

Z danych tablicy 6 wynika, że stopień wykorzystania sprzętu jest niski. Przyczyny takiego stanu mogą być różne i dotyczyć mogą: stanu technicznego i stopnia awaryjności sprzętu, kwalifikacji obsługi technicznej, poziomu usług serwisowych, stanu zaopatrzenia materiałowo-technicznego.

Według szacunku T. Walczaka ogólny czas pracy dla dużych i średnich komputerów, obejmujący rzeczywisty czas pracy oraz przestoje z przyczyn technicznych i organizacyjnych, wyrażany przeciętną liczbą godzin na dzień roboczy, wynosił w latach 1976—1977 okóło 16,5 godziny na dzień⁷.

W rzeczywistości, na skutek niezadowalającego stanu technicznego maszyn oraz różnego rodzaju mankamentów organizacyj-

⁷ Por. T. Walczak, op. cit.

nych, każdego dnia notowano 3,2 godz. przestoju, w tym 1,7 godz. z przyczyn technicznych. Wielkości te sygnalizują istnienie 20% rezerw, które można wykorzystać w wyniku poprawy organizacji pracy oraz stanu technicznego sprzętu, a więc bez zwiększenia zatrudnienia oraz bez dodatkowych nakładów inwestycyjnych.

W celu poprawienia efektywności zastosowań informatyki w gospodarce narodowej został w lutym 1974 r. przedstawiony na posiedzeniu Prezydium Rządu oraz aprobowany przez Biuro Polityczne KC PZPR program „Kierunki rozwoju informatyki w Polsce na lata 1974—1980”. Podstawowym założeniem programu było ustalenie priorytetowych kierunków zastosowań informatyki. Oparto się na całościowym programie społeczno-ekonomicznego rozwoju kraju, przy uwzględnieniu ścisłej współpracy z krajami socjalistycznymi, zwłaszcza w zakresie realizacji wspólnego programu tworzenia Jednolitego Systemu EMC.

Nakłady inwestycyjne na informatykę rozumiane jako nakłady przeznaczone na rozwój przemysłu informatyki, gałęzi współpracujących oraz zakup i instalację sprzętu, wyniosły w latach 1970—1974 ponad 1,3% łącznej wartości inwestycji w gospodarce narodowej. Okres ten charakteryzował się wysoką dynamiką zakupów i instalacji środków technicznych informatyki⁸.

Nie zawsze jednak środki na rozwój informatyki wydatkowane były w sposób prawidłowy. W latach 1971—1975 sterowanie rozwojem informatyki było okresowo powierzone Pełnomocnikowi Rządu d/s ETO, Krajowemu Biuru Informatyki. Część uprawnień w zakresie sterowania rozwojem informatyki przekazano zainteresowanym resortom. W związku z tym nie było jednolitej i właściwej polityki w sprawach wykraczających poza zakresy działania pojedynczych resortów, takich jak produkcja i import sprzętu oraz oprogramowania, kierunki i priorytety zastosowań, przygotowanie kadr, kierunki prac badawczych i rozwojowych, stworzenie infrastruktury zapewniającej prawidłowy rozwój informatyki w kraju.

Stąd też w maju 1975 r. uchwałą Rady Ministrów został powołany Komitet Informatyki, organ zarówno sterujący rozwojem informatyki i jej zastosowań w skali całego kraju, jak i po-

⁸ Por. *Informatyka na nowym etapie*, „Informatyka” 1975, nr 12, s. 1.

siadający kompetencje i możliwości niezbędne do wykonania tego zadania. Zadania Komitetu były następujące:

- 1) ustalanie wytycznych wszechstronnego rozwoju informatyki w naszym kraju,
- 2) koordynowanie rozwoju informatyki i jej zastosowań, a przede wszystkim koordynacja międzyresortowa,
- 3) nadzorowanie całokształtu rozwoju informatyki i jej zastosowań.

Komitet Informatyki określa, iż w najbliższym czasie należy preferować te zastosowania, które przyniosą największe efekty, bądź mają istotne znaczenie dla dalszego rozwoju kraju. Za pożądane zostały uznane takie zastosowania przemysłowe, które przynoszą największe efekty gospodarcze, a w szczególności:

- a) zastosowanie informatyki w sterowaniu procesami technologicznymi,
- b) przetwarzanie danych dla zarządzania i projektowania,
- c) rządowe systemy informatyczne.

Priorytetowość prac nad systemami rządowymi wynika z konieczności doskonalenia procesu sterowania gospodarką i państwem oraz prowadzenia eksperymentów i uzyskiwania doświadczeń z zastosowań informatyki na szczeblu centralnym⁹.

Właściwa organizacja rozwoju informatyki obejmuje następujące zadania:

- a) organizację kompleksowych dostaw sprzętu informatyki,
- b) organizację serwisu sprzętu i oprogramowania,
- c) rozwój produkcji oprogramowania oraz obrotu sprzętem i oprogramowaniem,
- d) usprawnienie zaopatrzenia w materiały eksploatacyjne,
- e) rozwój usług informatycznych.

Obecnie dążyć się będzie do koordynowania przedsięwzięć w resortach i współpracy międzyresortowej na wszystkich szczeblach oraz do tworzenia ośrodków dostępnych dla wielu użytkowników. Konieczna jest jednak poprawa asortymentu i znaczna poprawa jakości sprzętu informatycznego oraz podjęcie prac badawczych i wdrożeniowych, które będą wspomagały i przyspieszały rozwój

⁹ Zadania i funkcje systemów rządowych zostaną omówione dalej.

produkcji sprzętu informatycznego w kraju. Równolegle rozwijać i optymalizować należy dostawy kompleksowe i serwis.

2. Podział kierunków zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania — mapa problemu

Efektywne i skuteczne wprowadzenie zautomatyzowanych systemów zarządzania do praktyki gospodarczej jest możliwe, jeżeli cały czas będziemy sterowali tym procesem, przeznaczając nakłady na te zastosowania, które są najbardziej istotne z punktu widzenia gospodarki narodowej. Ważne jest niedopuszczenie do wielokrotnego powielania rozwiązań i łączącego się z tym marnotrawstwa środków.

Na zautomatyzowane systemy zarządzania możemy patrzeć z różnych stron, stosując odmienne kryteria. T. Wierzbicki jako kryteria charakteryzujące zakres zastosowania komputerów w zarządzaniu wyróżnia: szczebel zarządzania, funkcje zarządzania, ukierunkowania branżowe systemów informatycznych, dziedziny tematycznej działalności, stopnie doskonałości systemów¹⁰. Te ostatnie określane są jako: odcinkowe kompleksowe i zintegrowane systemy automatycznego przetwarzania danych oraz systemy informowania kierownictwa i zintegrowane systemy informowania kierownictwa. W literaturze specjalistycznej wyróżnia się bardzo często następujące klasy zautomatyzowanych systemów zarządzania: systemy cząstkowe, systemy dziedziny, systemy kompleksowe.

Systemy cząstkowe funkcjonują w jednej dziedzinie zastosowań, a swoim zakresem obejmują wybrane funkcje zarządzania lub niektóre wchodzące w jej skład przedsięwzięcia. Są one w zasadzie systemami ewidencyjnymi, tzn. zajmują się ewidencjonowaniem wielkości planowych i zaszczości gospodarczych. Mogą jednak być stosowane w zakresie decyzji zrutynizowanych.

Systemy dziedziny funkcjonują również w jednej dziedzinie zastosowań i obejmują wszystkie funkcje istotne dla zarządzania.

¹⁰ Por. Praca zbiorowa (pod red. T. Wierzbickiego), *Komputery w gospodarce socjalistycznej*, Warszawa 1974, s. 46.

Systemy kompleksowe, często zwane systemami zintegrowanymi, działają w obszarze wszystkich istotnych dla danego obiektu zastosowań, zakresem swym obejmują kompleks wybranych funkcji zarządzania i są systemami typu ewidencyjno-decyzyjnego.

Zgodnie z programem rozwoju informatyki i praktyką gospodarczą ukształtował się podział zautomatyzowanych systemów zarządzania na trzy sfery: rządowe, resortowe i obiektowe.

Systemy rządowe spełniają rolę środka wspomagającego jednostki szczebla centralnego w procesach planowania i zarządzania gospodarką narodową. Zadania tych systemów polegają również na gromadzeniu i przetwarzaniu informacji masowej o procesach społeczno-gospodarczych dla potrzeb wydzielonej liczby użytkowników szczebla centralnego i administracji terenowej. Rządowe systemy informatyczne docelowo obejmować będą nie tylko jednostki sztabowe instytucji szczebla centralnego, takie jak Komisja Planowania przy Radzie Ministrów, ale i resorty funkcjonalne, jak: Ministerstwo Finansów, Ministerstwo Pracy, Płac i Spraw Socjalnych.

Z punktu widzenia efektywności zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania rozwój systemów rządowych powinien być skorelowany z rozwojem poszczególnych działów gospodarki narodowej. Ograniczoność środków powoduje, że ze zbioru potrzebnych makrosystemów, jakimi są systemy rządowe, należy wybrać te, których brak odczuwa się najbardziej i przy realizacji których uzyskane zostaną doświadczenia pozwalające na przyspieszenie tempa budowy dużych zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Ze względu na potrzeby gospodarki narodowej rangę systemów rządowych nadano:

- 1) Systemowi Państwowej Informacji Statystycznej (SPIS),
- 2) Systemowi Informatycznemu Planowania Centralnego (CENPLAN),
- 3) Państwowemu Systemowi Ewidencji Ludności (PESEL),
- 4) Krajowemu Systemowi Informacji Naukowo-Technicznej (SINTO),
- 5) Systemowi Ewidencji Informacji Finansowej (SEIF).

Omówimy zadania każdego z tych systemów ¹¹.

SPIS — jest ogólnopaństwowym systemem, którego zadaniem jest dostarczenie informacji o masowych zjawiskach i procesach społecznych i gospodarczych, niezbędnych do podejmowania decyzji w zakresie planowego kształtowania rozwoju społeczno-gospodarczego kraju. System ten powinien dostarczyć informacji do badań naukowych oraz do prowadzenia działalności oświatowej i praktycznej. SPIS ukierunkowany jest na zaspokojenie potrzeb informacyjnych szerokiego kręgu użytkowników, a zwłaszcza poszczególnych organów władzy i administracji, i to zarówno centralnych, jak i terenowych oraz jednostek społeczno-gospodarczych. Jest to system o charakterze ewidencyjnym, o bardzo szerokim przeznaczeniu. Przetwarza informacje pochodzące ze wszystkich organizacji działających na terenie kraju oraz korzysta z bardzo szerokiej gamy informacji zagranicznych.

CENPLAN — ma na celu przyczynić się w istotny sposób do wzmocnienia funkcji planowania centralnego. Obejmuje proces opracowania planów gospodarczych, kontroli i prognoz ich wykonania oraz zapewnia dopływ informacji potrzebnych do bieżącego sterowania gospodarką. Jest to typowy system decyzyjny, o wąskiej grupie użytkowników, ale korzystający z informacji pochodzących z szerokiego kręgu źródeł.

PESEL — zadaniem tego rządowego systemu jest z kolei gromadzenie, przetwarzanie i udostępnianie informacji o ludności kraju. Zakres jego działania obejmuje podstawowe cechy demograficzne, które są wykorzystane do gospodarowania kadrami, planowania zatrudnienia i usprawnienia procesów administracyjnych. PESEL można określić jako system problemowy, dotyczący każdego człowieka żyjącego na terenie kraju. W związku z tym istnieje tu bardzo dużo źródeł informacji i znaczna liczba użytkowników.

SINTO — jest to system, który został zaprojektowany w celu gromadzenia, przetwarzania i udostępniania informacji z zakresu prac naukowo-badawczych postępu technicznego i organizacyjnego. Użytkownikami i dostarczycielami danych dla systemu jest bardzo szerokie grono organizacji i poszczególnych osób.

¹¹ Por. *Zarys programu rozwoju informatyki*, Komitet Informatyki i materiały seminarium SPIS-77 i SPIS-78, GUS, Warszawa 1978 i SPIS-1979, Warszawa 1979, SPIS-1980, Warszawa 1980.

SINTO jest zatem systemem problemowym, o szerokim przeznaczeniu, który korzysta z bardzo dużej ilości materiałów źródłowych z terenu całego kraju.

Z tej bardzo krótkiej charakterystyki rządowych systemów informatycznych można wyciągnąć wnioski o różnorodności zakresów i problemów, które są przedmiotem ich działania. Systemom rządowym poświęciliśmy nieco więcej miejsca, ponieważ straty poniesione na skutek nieprawidłowych decyzji są na szczęblu najwyższym — największe.

Systemy resortowe są określane jako problemowe i strukturalne podsystemy rządowe, które wspomagają i usprawniają funkcje działania central resortów i urzędów centralnych. Za generalne cele systemu resortowego można uznać: prognozowanie rozwoju tej części gospodarki narodowej, za którą dany resort odpowiada; planowanie wieloletnie i roczne; kontrola wykonania planów oraz ocena i analiza wyników gospodarowania. Obecnie mają one w większości charakter systemów informacji kierownictwa i systemów ewidencyjnych.

W niektóre resortowe systemy wbudowane są modele optymalizacyjne lub symulacyjne, które przyczyniają się do podejmowania najlepszych decyzji w danych warunkach. Są to przede wszystkim decyzje w zakresie planowania, kontroli realizacji planów produkcji, transportu, gospodarki materiałowej, inwestycji, eksportu i importu itp.

Z punktu widzenia rozwoju gospodarki narodowej szczególnie istotne są systemy dla: Ministerstwa Przemysłu Maszynowego, Ministerstwa Górnictwa i Przemysłu Naftowego, Ministerstwa Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych, Ministerstwa Komunikacji, Ministerstwa Handlu Zagranicznego i Gospodarki Morskiej, Ministerstwa Przemysłu Chemicznego.

Systemy obiektowe — są to podstawowe zautomatyzowane systemy zarządzania, projektowane dla konkretnego obiektu — zjednoczenia, przedsiębiorstwa lub kombinatu. Zakres systemu obiektowego może być bardzo szeroki i obejmować m.in.: gospodarkę materiałową, gospodarkę kadrową, techniczne przygotowanie produkcji, finanse i koszty, planowanie produkcji, gospodarkę środkami trwałymi, obliczenia inżynierskie.

- Sterowanie rozwojem zautomatyzowanych systemów zarządzania oraz konieczność stałego kontrolowania tego rozwoju wymagają bardziej szczegółowej analizy omówionych kierunków zastosowań. W tym celu przedstawiona zostanie tzw. „mapa systemu”, która może być pomocna, m.in. w celu przeciwstawienia się tendencji projektowania tych systemów, które są najłatwiejsze, ale nie najpotrzebniejsze gospodarce narodowej. Jak piszą W. Askanas i M. Bratnicki — im wyższy poziom zarządzania i im większą strukturalizację problemów chcemy osiągnąć, tym większa trudność zbudowania efektywnego systemu¹². W związku z tym można zaobserwować tendencję tworzenia przez organizacje systemów informacyjnych łatwiejszych do realizacji, ale mniej opłacalnych. Stąd też nowe rozwiązania w zakresie zautomatyzowanych systemów informatycznych stosuje się przede wszystkim do zagadnień najłatwiejszych, w których: występuje niski poziom systemu podejmowania decyzji, ustrukturalizowane problemy i niski poziom systemu informacyjnego. W konsekwencji okazuje się często, że są one nieopłacalne.

Nie zawsze precyzyjne sterowanie rozwojem powoduje powstawanie licznych systemów o podobnych zadaniach i rozwiązaniach technologicznych. W kraju co roku angażuje się znaczny potencjał fachowców, którzy często powtarzają prace już przez innych wykonane i tworzą od podstaw systemy, które w innych przedsiębiorstwach są już oddane do eksploatacji¹³.

Rozpatrzmy obecnie zautomatyzowane systemy zarządzania biorąc pod uwagę następujące trzy kryteria:

1. KTO jest użytkownikiem systemu?
2. JAKI rodzaj problemów jest przedmiotem jego zainteresowań?
3. DO JAKICH realizowanych przez użytkownika funkcji system ma dostarczyć informacji?

Istotnym kryterium jest także dział gospodarki narodowej, dla którego system jest przeznaczony. Ponieważ jednak w praktyce gospodarczej za poszczególne działy i branże odpowiadają odpo-

¹² Por. W. Askanas, M. Bratnicki, *Wykorzystanie elektronicznej techniki obliczeniowej w zarządzaniu*, TNOiK, Warszawa 1976.

¹³ Por. J. Ilczuk, *Rola kadry kierowniczej w tworzeniu systemu informatycznego*. W: *Przegląd zastosowań informatyki w planowaniu i zarządzaniu*, PTE, Warszawa 1977.

wiednie jednostki organizacyjne, takie jak ministerstwa, zjednoczenia, kombinaty itp., to aby nie zaciemniać problemu, podziału tego nie uwzględniamy.

Określmy bliżej zbiory związane z wymienionymi kryteriami.

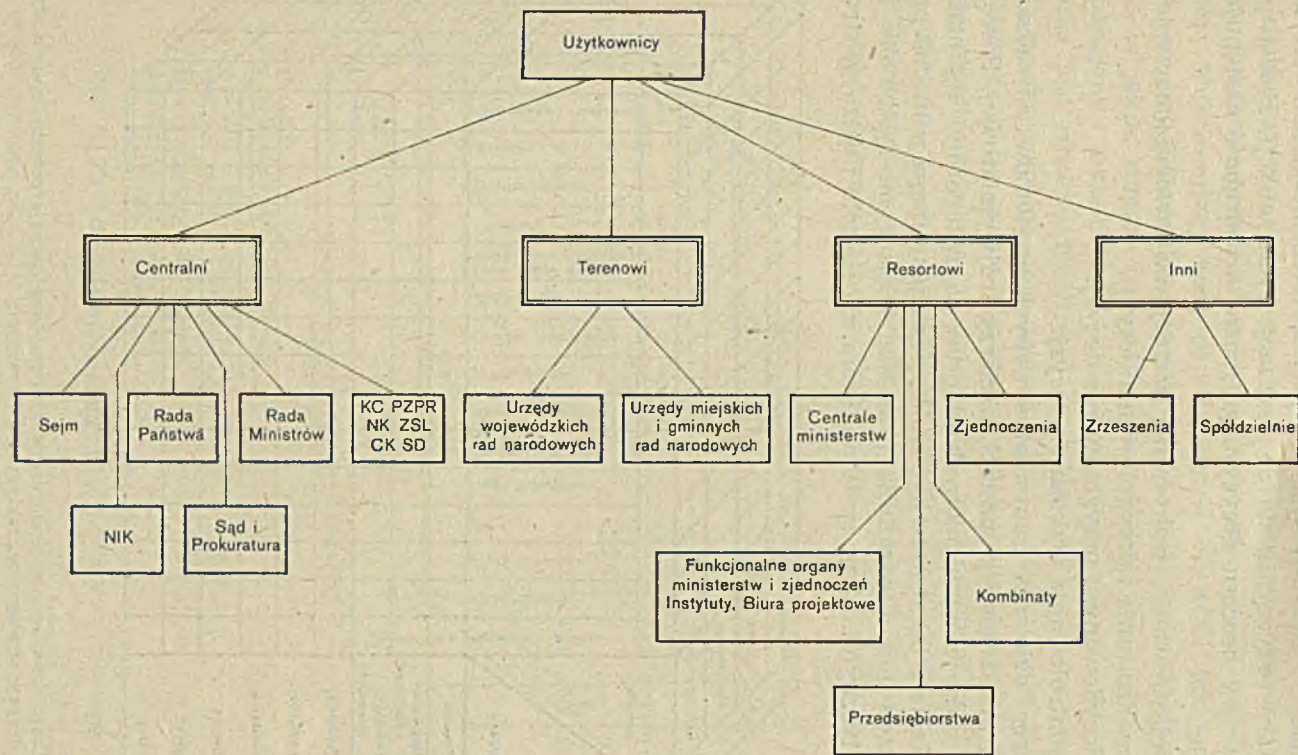
1. *Użytkownicy*. Każdy z projektowanych i eksploatowanych systemów powinien być ukierunkowany na zaspokojenie potrzeb użytkowników systemu. Na rysunku 7 podział użytkowników systemu przedstawiony jest zgodnie z administracyjnym i gospodarczym podziałem kraju.

2. *Problemy*. Problemy dotyczące użytkowników systemów informatycznych możemy wyodrębnić na podstawie analiz głównych makroekonomicznych wielkości występujących w skali całej gospodarki narodowej. Ich podział został przeprowadzony zgodnie z zagadnieniami: człowiek, jego otoczenie i jego działalność. Lista problemów jest następująca:

- 1) człowiek,
- 2) otoczenie,
 - a) otoczenie społeczno-polityczne,
 - b) ochrona środowiska naturalnego,
 - c) zasoby (w tym zasoby: finansowe, materiałowe i towarowe, środków trwałych, naturalne, informacyjne),
- 3) działalność człowieka,
 - a) produkcja (w tym zużycie produkcyjne, produkcja dóbr inwestycyjnych oraz przyrost zapasów),
 - b) konsumpcja (w tym: indywidualna i społeczna),
 - c) inwestycje (w tym inwestycje produkcyjne i nieprodukcyjne),
 - d) eksport,
 - e) import,
 - f) usługi (w tym: usługi materialne i niematerialne).

Zautomatyzowane systemy zarządzania dla poszczególnych użytkowników mogą być łączone. Powstałe w wyniku połączenia systemy są systemami zorientowanymi problemowo. Obsługują one danego użytkownika w zakresie całej problematyki niezależnie od zakresu działania poszczególnych podmiotów gospodarczych.

3. *Funkcje*. W celu realizowania poszczególnych funkcji, użytkownicy systemu potrzebują odpowiednio dobranego zestawu



Rys. 7. Użytkownicy rządowych systemów informatycznych

informacji. Zadaniem systemu jest dostarczenie takich informacji, które przyczynią się do realizacji tych funkcji. Biorąc pod uwagę fazy procesu decyzyjnego można wyodrębnić następujące funkcje:

- 1) rejestrowania, traktowaną szerzej niż ewidencjonowanie,
- 2) analizowania i przygotowania decyzji,
- 3) decydowania i przygotowania decyzji ¹⁴,
- 4) kontrolowania wykonania decyzji.

Zakres działania zautomatyzowanych systemów zarządzania można przedstawić w postaci macierzy trójwymiarowej. Poszczególne rodzaje wymienionych zbiorów są wymiarami tej macierzy. Macierz taka może być traktowana jako mapa pomocna przy projektowaniu i wdrażaniu prac nad rządowymi systemami informatycznymi. Mapę systemu, która ma na celu ilustrację struk-

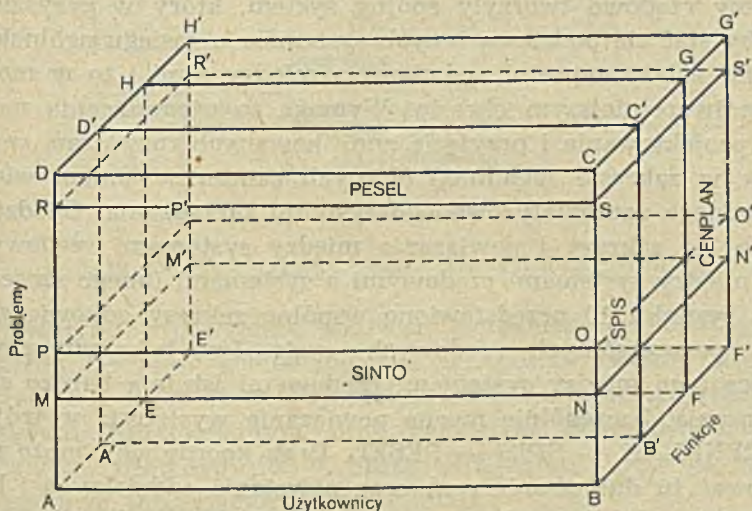
		Funkcja											
		Rejestrowanie				Analizowanie				Kontrola			
Użytkownicy systemu	Problemy	centralni				terenowi				narodowi			
		Sejm	Rada Państwa	Rada Ministrów	NIK	KC PZPR, NK ZSL, CK SD	Urzędy wojewódzkie	Urzędy gminne	Centrale, Ministerstwa	Zjednoczenia	Funkcjonalne organy ministrów i zjednoczeń	Kombinaty	Przedsiębiorstwa
Działalność	Człowiek												
	Opczenie												
	Społeczno-polityczne												
	Ochrona środowiska												
	Produkcja												
	Konsument												
	Import												
Usługi	Import												
	Usługi												

Rys. 8. Mapa systemu

¹⁴ W zależności od przedziału czasu, którego dana decyzja dotyczy, można wyodrębnić decyzje strategiczne, taktyczne i operacyjne.

tury zautomatyzowanych systemów zarządzania przedstawiamy w układzie użytkownik — problem — funkcja, na rysunku 8.

Na podstawie przedstawionej mapy systemu (która jest modyfikacją wcześniejszej koncepcji¹⁵⁾ można określić, jaki zakres systemu jest już zrealizowany, a jaki przewidziany do dalszych prac, w jakim stopniu potrzeby informatyczne użytkowników są zaspokajane i jakie pola są puste, czyli gdzie brak jest systemów. Istotna jest również możliwość zbadania, czy tworzone systemy mają pewne wspólne pola działań. Mapa systemu może być też wykorzystana do prac prognostycznych w celu określenia przyszłego zapotrzebowania na zautomatyzowane systemy zarządzania, oraz wyznaczenia hierarchii ważności i efektywności poszczególnych systemów. Prowadzenie takich badań jest na obecnym etapie rozwoju informatyki konieczne, ze względu na fakt,



Prostopadłościan	System
A B C D A' B' C' D'	SPIS
M F G H M' F' G' H'	CENPLAN
M N O P M' N' O' P'	SINTO
R S C D R' S' C' D'	PESEL

Rys. 9. Zakres działania rządowych systemów informatycznych

¹⁵ Por. J. Kisielnicki, *Krajowy System Informatyczny i jego struktura*, „Przegląd Organizacji” 1973, nr 1, s. 13.

że systemy projektowane są oddzielnie i w różnych zakresach tematycznych. Wykorzystując mapę przedstawioną na rysunku 8, na rysunku 9 przedstawiamy usytuowanie rządowych systemów informatycznych.

Dla większej jasności na rysunku nie zaznaczono, że:

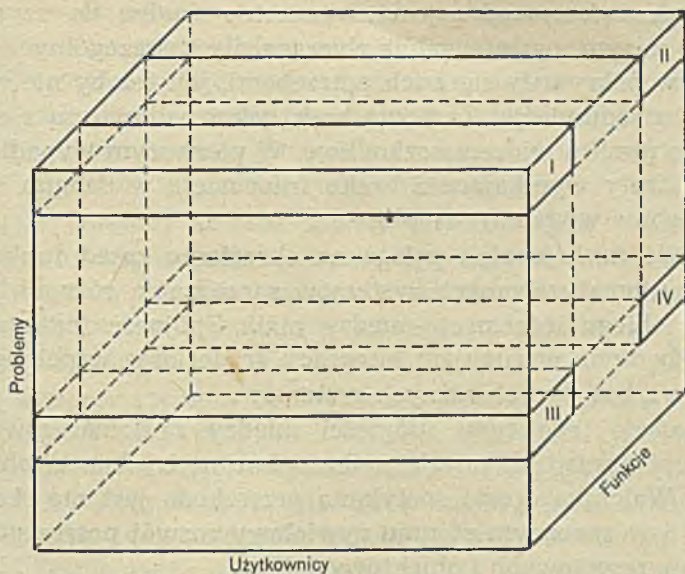
- system CENPLAN zainteresowany jest informacjami o dużej skali agregacji,

- system SINTO obejmuje swym zasięgiem tylko pewną klasę zasobów, a mianowicie te zasoby informacyjne, które dotyczą informacji naukowej, technicznej i organizacyjnej.

Powodzenie prac nad realizacją tworzenia rządowych systemów informatycznych, które powinny być podstawą zautomatyzowanych systemów zarządzania resortami i innymi jednostkami organizacyjnymi, jest uzależnione od ich koordynacji. Aby systemy rządowe tworzyły spójny system, który w przyszłości mógłby stać się podstawą innych systemów o zasięgu ogólnokrajowym, należy zapewnić powiązania między nimi i to w możliwie najwcześniejszym okresie. Wymaga to ujednolicenia metodyki projektowania i przyjęcia zunifikowanych rozwiązań, szczególnie w zakresie zagadnień objętych zainteresowaniem więcej niż jednego zautomatyzowanego systemu zarządzania. Chodzi tu o wspólne zakresy i powiązania między systemami rządowymi oraz między systemami rządowymi a systemami innego szczebla.

Na rysunku 10 przedstawiono wspólne zakresy odpowiedzialności poszczególnych rządowych systemów informatycznych. Oprócz tego między systemami rządowymi istnieją bardzo silne powiązania. Szczególnie mocne powiązania występują w trójkacie CENPLAN — SPIS — PESEL. Brak koordynacji może spowodować tu dublowanie prac oraz powstanie oddzielnych i hermetycznie działających systemów. Takie systemy tworzone w izolacji mogłyby zaspokajać potrzeby tylko jednego użytkownika i ujmować określone wycinki problemów, bez możliwości przeprowadzenia całościowej analizy. Prowadzi to do wielokrotnego ponoszenia nakładów na realizację jednego celu, co jest poważnym marnotrawstwem zarówno ograniczonych środków ludzkich, jak i rzeczowych.

W celu zapewnienia właściwego rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania należy stworzyć takie warunki, które za-



Prostopadłościan	Wspólny zakres systemów
I	PESEL/SPIS
II	PESEL/CENPLAN
III	SPIS/SINTO
IV	CENPLAN/SINTO

Rys. 10. Wspólne zakresy rządowych systemów informatycznych

pewniłyby odpowiednią spójność metodologiczną między systemami. Spójność metodologiczna w sposób bardziej konkretny przejawia się m.in. w spójności na odcinku: informacyjnym, językowym, funkcjonalnym, organizacyjnym, technicznym, programowym, prawnym itd.¹⁶ Szczególnie istotna jest tu: spójność językowa, informacyjna i funkcjonalna.

Spójność językowa polega na ustaleniu treści badanych kategorii społeczno-ekonomicznych, określeniu jednolitych pojęć, klasyfikacji, nomenklatur, algorytmów przekształcania danych oraz zastosowaniu wspólnych systemów identyfikacji przedmiotów, obszarów, okresów itp.

¹⁶ Szerzej na ten temat piszą: T. Walczak i W. Flakiewicz. Por. T. Walczak, *Powiązania informacyjne systemu państwowej informacji statystycznej z innymi systemami informatycznymi*, GUS, Puławy 1978; W. Flakiewicz, *Próba formalizacji pojęcia «Spójność»*, GUS, Puławy 1978.

Spójność informacyjna jest niezmiernie trudna do uzyskania i polega na tym, by informacje zbierane dla poszczególnych użytkowników pokrywały się z ich potrzebami, jak też by nie występowała tu redundancja. Zarówno brak, jak i nadmiar są z ekonomicznego punktu widzenia szkodliwe. W pierwszym wypadku ponosimy straty wynikające z braku informacji, w drugim zaś — niepotrzebnie wydajemy środki.

Spójność funkcjonalna polega na określeniu zasad funkcjonowania zautomatyzowanych systemów zarządzania różnych szczebli oraz obiegu informacji między nimi. Spójność funkcjonalna jest niezbędnym warunkiem integracji źródeł oraz wspólnego korzystania z baz danych różnych systemów.

Osiągnięcie tego typu spójności między zautomatyzowanymi systemami zarządzania należy do zadań najtrudniejszych. Według T. Walczaka często spotykaną przeszkodą jest nie skoordynowany i w znacznym stopniu żywiołowy rozwój poszczególnych systemów resortowych i obiektowych¹⁷.

Mapa systemu może służyć do oceny aktualnego stanu i kierunków rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania. Za jej pomocą można określić priorytety rozwoju dla poszczególnych użytkowników; to samo można osiągnąć posługując się metodą planowania problemowego. Na podstawie określonych priorytetów można zbadać, jak są one skorelowane z analogiczną mapą ujmującą wskaźniki charakteryzujące stan rozwoju informatyki. Tę samą metodę można zastosować, aby określić stan rozwoju informatyki. Na podstawie analizy porównawczej można zbadać, w jakich kierunkach powinno nastąpić przegrupowanie środków i gdzie należy, z punktu widzenia gospodarki narodowej, zintensyfikować proces wdrożenia zautomatyzowanych systemów zarządzania. Można więc dla poszczególnych „klocków”, z których zbudowana jest mapa problemu określić za pomocą takich mierników jak: ilość ośrodków obliczeniowych, ilość zainstalowanych komputerów, ilość pracowników pracujących przy zautomatyzowanych systemach zarządzania, wielkość środków wydatkowanych na zautomatyzowane systemy zarządzania itd. Należy pamiętać o ograniczoności i wadach poszczególnych mierników.

¹⁷ Por. T. Walczak, *Powiązania informacyjne systemu państwowej informacji statystycznej z innymi systemami informatycznymi*, wyd. cyt., s. 15.

Ponadto za pomocą metod rachunku ekonomicznego można zbudować tzw. macierz efektywności zastosowania zautomatyzowanych systemów informatycznych, a następnie skonfrontować otrzymane wyniki z mapą problemu, na której zapisane zostały wielkości przewidywanych nakładów na rozwój informatyki oraz wartość środków zaangażowanych w informatykę.

Stosując „metody analizy potrzeb użytkowników” można zbadać stopień zaspokojenia potrzeb dotyczących zautomatyzowanych systemów w poszczególnych „klockach”, po czym skonfrontować je z zamierzeniami w zakresie rozwoju kraju i planów rozwoju informatyki.

Dużym uproszczeniem byłoby przeprowadzenie prostej analizy porównawczej map problemu. Między systemami informatycznymi dla poszczególnych użytkowników występują określone relacje, które należy brać pod uwagę w czasie projektowania. Nieuwzględnienie tych zależności powoduje w konsekwencji wzrost kosztów eksploatacji systemu, a nawet, w pewnych wypadkach duże straty.

Zilustrujmy to na przykładzie. Mamy daną macierz A , która odwzorowuje przepływ produkcji między poszczególnymi rozpatrywanymi użytkownikami systemu. Przyjmijmy tu założenie, że za produkcję danej gałęzi lub branży odpowiedzialna jest konkretna jednostka gospodarcza. Założenie to jest zgodne z praktyką gospodarczą, a mianowicie z tzw. porozumieniami międzybranżowymi i zjednoczeniami oraz resortami wiodącymi.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_{13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Każdy z elementów a_{ij} tej macierzy, który jest większy od zera oznacza bezpośrednie istnienie związków między użytkownikiem (podmiotami gospodarczymi) i -tym oraz j -tym. Nazwijmy te związki zależnością pierwszego stopnia. Elementy zerowe oznaczają brak odpowiednich zależności. Projektując system obiektowy j -ty użytkownik powinien się starać o zapewnienie w jak najszerszym stopniu spójności z innymi użytkownikami, z który-

mi istnieją związki bezpośrednie. Również pozostałe podmioty powinny znajdować się w jego strefie zainteresowań. Budując macierze A^2 , A^3 itd. można wyznaczyć kolejne powiązania.

Macierz A^2 ma następującą postać:

$$A^2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & a_{12} & a_{23} & 0 \\ 0 & 0 & & 0 & a_{23} & a_{34} \\ 0 & 0 & & 0 & 0 \\ 0 & 0 & & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Oznacza to, że oprócz zależności pierwszego stopnia występują zależności drugiego stopnia: między użytkownikami 1 a 3 przez użytkownika 2 oraz między użytkownikami 2 a 4 przez użytkownika 3. Obliczając:

$$A^3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & a_{12} & a_{23} & a_{34} \\ 0 & 0 & 0 & & 0 \\ 0 & 0 & 0 & & 0 \\ 0 & 0 & 0 & & 0 \end{bmatrix}$$

uzyskujemy informacje o powiązaniu użytkowników 4 i 1 pośrednio przez 3 i 2 użytkownika. Jeżeli nasze obliczenia przeprowadzimy dalej, to otrzymamy macierz zerową, czyli nie ma zależności czwartego stopnia między rozpatrywanymi jednostkami.

Pomocna dla projektantów systemów oraz instytucji sterujących rozwojem informatyki będzie tzw. macierz rzędu R , w której określone są powiązania między użytkownikami.

Rozpatrywana przez nas przykładowa macierz będzie miała następującą postać:

$$R = \begin{bmatrix} \infty & 1 & 2 & 3 \\ \infty & \infty & 1 & 2 \\ \infty & \infty & \infty & 1 \\ \infty & \infty & \infty & \infty \end{bmatrix}$$

- 1 — zależność pierwszego stopnia,
- 2 — zależność drugiego stopnia,
- 3 — zależność trzeciego stopnia,
- ∞ — brak powiązań.

Obliczenia można rozszerzyć przez obliczenie tzw. funkcji zależności pośrednich i bezpośrednich oraz dokonanie porównań struktur między rozwojem zautomatyzowanych systemów zarządzania w różnych krajach. Analiza ta jednak jest utrudniona ze względu na nieporównywalność mierników. Zainteresowanemu czytelnikowi polecamy odpowiednią literaturę, w której podany jest dokładny algorytm obliczeń¹⁸.

3. Analiza kierunków rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania w Polsce. Tendencje światowe

Analizę kierunków rozwoju tego typu systemów można przeprowadzać w wielu płaszczyznach. Dla nas sprawą istotną jest przedstawienie ekonomicznego aspektu tej analizy.

Tendencje te możemy rozpatrywać dwojako: po pierwsze z pozycji makroanalizy, jeśli chcemy określić, w jakich kierunkach rozwijane są w Polsce zautomatyzowane systemy zarządzania i porównać z kierunkami rozwoju w tych krajach, w których informatyka znajduje się na wyższym poziomie, po drugie z pozycji mikroanalizy, jeśli pragniemy ocenić nowoczesność poszczególnych jednostkowych systemów.

Analiza kierunków rozwoju przeprowadzana w aspekcie ekonomicznym jest zadaniem trudnym, m.in. ze względu na brak prac prowadzonych w tym zakresie i to zarówno za granicą, jak i w Polsce¹⁹. Większość prac na ten temat dotyczy tylko fragmentu problemu. Trudności w przeprowadzaniu analizy wynikają też z tego, że mierników ekonomicznych nie można w zasadzie wprost porównywać i trzeba prowadzić w tym celu odpowiednie rachunki. Ponadto większość wskaźników, zwłaszcza za granicą, nie jest publikowana w oficjalnych materiałach.

Na konieczność prowadzenia takich prac zwracają uwagę m.in. Z. Knyziak i W. Lissowski, którzy proponują do oceny kierunków rozwoju przemysłu stosowanie metody wskaźników progra-

¹⁸ Por. Chlon Shuang Yan, E. Ames, *Economic Interrelatedness*, „The Review of Economic Studies” 1985, nr 4, s. 30.

¹⁹ Prace takie były rozpoczęte pod kierunkiem J. Kisielnickiego w Ośrodku Badańczo-Rozwojowym Informatyki, a obecnie są kontynuowane w Centrum Projektowania i Zastosowań Informatyki.

mowania rozwoju i rozmieszczenia przemysłu²⁰. W zależności od sposobu wyrażania wskaźników (w jednostkach naturalnych lub wartościowych) występują w tej ocenie cztery typy wskaźników, a mianowicie: w jednostkach fizycznych — fizyczne, w jednostkach fizycznych — wartościowe, w jednostkach wartościowych — wartościowe, w jednostkach wartościowych — fizyczne²¹.

Zautomatyzowane systemy zarządzania wymagają oprócz miar o charakterze uniwersalnym, które mogą być stosowane dla wszystkich kierunków rozwoju poszczególnych elementów gospodarki narodowej, także wskaźników specyficznych.

Ocenę poszczególnych kierunków, jak też rozwoju całości zautomatyzowanych systemów zarządzania można przeprowadzić na podstawie specjalnego zestawu wskaźników tzw. zestawu ABC.

Grupa A to wskaźniki umożliwiające przeprowadzenie porównań międzygałęziowych; traktujemy tu informatykę jako określoną gałąź gospodarki narodowej w celu określenia miejsca analizowanej gałęzi na tle innych, czyli miejsca informatyki w gospodarce narodowej.

Grupa B to wskaźniki do przeprowadzania porównań typu technicznego w poszczególnych zautomatyzowanych systemach zarządzania, zarówno w kraju, jak i za granicą.

Grupa C to wskaźniki specjalistyczne dla zautomatyzowanych systemów zarządzania, umożliwiające przeprowadzenie porównań typu ekonomicznego.

Podział wskaźników w zestawie ABC na poszczególne grupy jest umowny, a liczba mierników zależy od konkretnej sytuacji. Zestaw ABC należy analizować nie tylko statycznie, ale i dynamicznie, aby uchwycić kierunki rozwojowe. Porównanie w czasie umożliwia wyjaśnienie tendencji wzrostu czy zachwiania równowagi.

Informacje w grupie A i C mogą być wyrażone w jednostkach naturalnych i wartościowych, natomiast wskaźniki grupy B, w celu uniknięcia deformującego wpływu cen przy porównaniach międzynarodowych, podaje się w jednostkach naturalnych.

²⁰ Por. Z. Knyziak, W. Lissowski, *Ekonomika i programowanie inwestycji przemysłowych*, Warszawa 1969.

²¹ Tamże.

Wskaźniki zawarte w poszczególnych grupach rozpatrywać można w następujących ujęciach:

a) analiza wskaźników charakteryzujących informatykę w Polsce oraz w krajach wysoko rozwiniętych w celu ustalenia pozycji informatyki w skali kraju; próbę takiej analizy przeprowadziliśmy w części dotyczącej miejsca informatyki w gospodarce narodowej,

b) porównanie tzw. systemów podstawowych, czyli zautomatyzowanych systemów zarządzania, które uznajemy za nowoczesne w stosunku do systemów projektowanych i eksploatowanych za granicą, w celu określenia poziomu technicznego systemów już eksploatowanych w kraju.

Na mapie problemowej na rysunku 9 zaznaczono kierunki działań w zakresie rządowych systemów informatycznych. W rzeczywistości ze względu na ograniczoność środków, będą one miały nieco węższy zasięg niż wynika to z mapy. W rozwoju dużych systemów informatycznych możemy wydzielić następujące kierunki:

1. W ramach Systemu Państwowej Informacji Statystycznej — SPIS działają:

a) Centralny Bank Danych Statystycznych ROZWÓJ, który służy informacjami z zakresu podstawowych strategicznych informacji społecznych, demograficznych i gospodarczych, dotyczącymi następujących bloków informacyjnych: Polska, przemysł, rolnictwo, leśnictwo, transport i łączność, handel zagraniczny, budownictwo,

b) ewidencja jednostek gospodarczych i ich charakterystyka,

c) Międzywojewódzkie Banki Danych (pilotujący jest Kato-wicki Bank Danych — KBD).

Trzeba podkreślić, że budowa regionalnych banków danych typu KBD wyznacza rozwój informatyki w regionach. Zaawansowanie prac w tym zakresie niewątpliwie przyczyni się do wzrostu efektywności decyzji podejmowanych w regionach²².

2. W systemie informatycznym planowania centralnego CENPLAN można wymienić główne kierunki rozwoju:

²² Por. J. Kisielnicki, P. Dąbrowski, *Analiza informacyjna danych w bankach SPIS*. W: *Identyfikacja informacji standardowych metod opisu wybranych procesów ekonomicznych w makroskali*, Uniwersytet Warszawski, Warszawa 1977.

- a) analiza ogólnogospodarczych proporcji rozwojowych,
- b) budowa instrumentów dla planowania perspektywicznego w skali całej gospodarki narodowej,
- c) ocena przebiegu realizacji Narodowego Planu Społeczno-Gospodarczego oraz prognozy krótkookresowe,
- d) wspomaganie bieżącego sterowania procesami społecznymi systemu, w tym informowania centralnego kierownictwa,
- e) analiza i planowanie takich problemów jak: zatrudnienie i płace, handel zagraniczny i współpraca międzynarodowa, inwestycje.

3. W Państwowym Systemie Ewidencji Ludności PESEL kierunki rozwoju dotyczą m.in.:

- a) analizy kadr z wyższym wykształceniem,
- b) uruchomienia zbiorów danych dostosowanych do nowej struktury administracji w zakresie spraw prowadzonych przez urzędy stanu cywilnego, biura meldunkowe.

4. W krajowym Systemie Informacji Naukowo-Technicznej SINTO, możemy wyodrębnić takie główne kierunki dotyczące następujących rodzajów informacji:

- a) o patentach,
- b) normalizacyjnej i metrologicznej,
- c) bibliograficznej i bibliotechnicznej,
- d) prawniczej.

Rozwój zautomatyzowanych systemów informatycznych w Polsce dotyczy szczególnie takich przemysłów, jak: przemysł metali nieżelaznych, hutnictwo żelaza i stali, przemysł okrętowy, motoryzacyjny, ciągnikowy, maszyn rolniczych, budowy aparatury chemicznej, petrochemiczny, spożywczy, włókienniczy, budowy maszyn ciężkich, automatyki i pomiarów.

Dla tych przemysłów rozwijane są podsystemy, które mają wpływ na usprawnienie planowania w zakresie: programowania i prognozowania rozwoju parametrów sterowania, bilansowania zamówień, alokacji produkcji i kooperacji, planowania produkcji, prowadzenia inwestycji, rachunku kosztów.

Jako samoistne kierunki rozwoju możemy wydzielić zastosowanie zautomatyzowanych systemów zarządzania w handlu i jednostkach zbytu i obrotu towarowego, a w szczególności w zakresie bilansowania alokacji zamówień, sterowania dostawami, ma-

gazynowania, gospodarki częściami zamiennymi, rozliczeń finansowych.

Ciekawe badania, dotyczące m.in.: kierunków zastosowań komputerów w przedsiębiorstwach państwowych, przeprowadził W. Woźnica²³. Ankieta ta ograniczona do regionu Śląska, a więc regionu uprzemysłowionego, może być uznana za próbę, charakteryzującą obecny stan zastosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania. Jeżeli przyjąć za 100% liczbę badanych przedsiębiorstw, to główne kierunki zastosowań przedstawiają się następująco:

- 1) w gospodarce materiałowej — 75% stosuje zautomatyzowane systemy zarządzania,
- 2) w księgowości — 46% badanych przedsiębiorstw,
- 3) w planowaniu produkcji — 36% badanych przedsiębiorstw,
- 4) w technicznym przygotowaniu produkcji — 29% badanych przedsiębiorstw,
- 5) w zatrudnieniu — 25% badanych przedsiębiorstw,
- 6) w gospodarce wyrobami gotowymi — 19% badanych przedsiębiorstw,
- 7) w zbycie — 7% badanych przedsiębiorstw.

Pozostałe działy są mniej zaawansowane i zautomatyzowane systemy zarządzania są stosowane w około 5—10% przedsiębiorstw.

Z tego bardzo syntetycznego przeglądu głównych kierunków rozwoju wyłania się złożoność problemów, które stoją przed decydentami i projektantami systemów.

Przegląd ten uzupełnimy krótką charakterystyką kierunków rozwoju zautomatyzowanych systemów za granicą, w innych krajach socjalistycznych i niektórych kapitalistycznych.

W Stanach Zjednoczonych AP, które mają największe nasycenie sprzętem komputerowym na świecie, od 1968 r. w większości organizacji całkowicie zmechanizowano procedury urzędnicze i księgowe. Z literatury fachowej wynika, że przyszłością zautomatyzowanych systemów zarządzania jest zastosowanie ich do wspomagania zarządzania na najwyższym szczeblu, co polega na wmontowaniu ich w proces planowania strategicznego. Jednocześnie, dzięki zastosowaniu rozproszonych banków danych i roz-

²³ Por. W. Woźnica, *EPD w przedsiębiorstwie przemysłowym w świetle badań ankietowych*, „Informatyka” 1976, nr 9, s. 7.

woju transmisji danych, nastąpi przybliżenie systemu zarówno do poszczególnych podstawowych stanowisk pracy, jak i do najwyższego szczebla decyzyjnego. O kierunkach rozwoju informatyki może świadczyć struktura zainstalowanych komputerów według działów gospodarki narodowej podana w tablicy 7.

TABLICA 7

Wartość zainstalowanych komputerów według działów gospodarki narodowej w Stanach Zjednoczonych AP (w %)

Dział gospodarki	Lata	
	1970	1975 (prognoza)
Przemysł	33	35
Administracja państwowa	17	13
Banki	8	9
Ubezpieczenia	7	7
Oświata	5	5
Handel	5	6
Ochrona zdrowia	1	3
Inne	24	21

Z r ó d ł o: J. Kanter, Management Oriented Information System, Prentice Hall Inc., New Jersey 1972, s. 33.

Uzupełnieniem danych zamieszczonych w tablicy 7 jest tablica 8, w której przedstawiono procentowy udział nakładów na zautomatyzowane systemy zarządzania zależnie od kierunków działania organizacji. Dane te wskazują na wzrost wydatków na systemy zarządzania na coraz wyższym szczeblu kierowania gospodarką.

Na Węgrzech przeprowadzono ciekawe porównanie dotyczące dziedzin zastosowania informatyki. Wyniki tych badań zamieszczono w tablicy 9.

Dane te wskazują na wyraźnie priorytetowe kierunki zastosowań informatyki w przemyśle oraz handlu, bankach i instytucjach finansowych. Na te dwa kierunki przeznaczane jest łącznie około 60% całości potencjału komputerowego. Cechą charakterystyczną jest dość duże zaangażowanie sprzętu komputerowego w organach rządowych Stanów Zjednoczonych AP, Japonii i RFN.

TABLICA 8

Udział nakładów na zautomatyzowane systemy zarządzania
w Stanach Zjednoczonych AP według kierunków działania organizacji
(w %)

Kierunek działalności	Lata		
	1966	1968	1973 (prognoza)
Finanse i księgowość	47	44	29
Produkcja (gospodarka materiałowa, sterowanie jakością itp.)	16	19	24
Marketing (badania rynku itp.)	12	13	15
Dystrybucja (gospodarka zapasami)	11	10	12
Badania i studia oraz technologiczne przygotowanie produkcji	8	11	13
Planowanie i zarządzanie (alokacja zasobów, analiza nakładów inwestycyjnych itp.)	6	3	7

Zródło: N. Dean, *The Computer Comes of Age*, „Harvard Business Review” 1968, January–February, s. 83.

TABLICA 9

Udział sprzętu komputerowego według zastosowań w różnych dziedzinach
(w %)

Dziedzina	Kraje				
	Stany Zjednoczone AP	Japonia	RFN	Francja	Węgry
Przemysł	39,0	41,7	38,0	42,0	20,6
Handel, banki i instytucje finansowe	18,7	25,4	22,5	21,6	3,8
Instytucje naukowe i szkoleniowe	8,1	5,8	8,0	7,8	38,6
Przedsiębiorstwa usługowe	9,5	7,5	12,0	7,0	21,8
Transport, komunikacja	2,7	4,6	2,0	2,8	4,9
Organy rządowe	12,0	10,8	12,0	7,0	3,8
Inne	10,0	6,7	6,5	6,0	6,5

Zródło: T. Pongracz, *Informatyka na Węgrzech*. W: *Informatyka w krajach RWPG*, Warszawa 1977.

TABLICA 10

Stosunek między produktem narodowym brutto a inwestycjami na rozwój społeczeństwa informacyjnego w Japonii

	Lata			
	1970	1975	1980	1985
	w mld dolarów			
Produkt narodowy brutto	338	419	738	1301
Inwestycje ze skarbu państwa	20	42	89	186
Udział procentowy inwestycji na komputeryzację	1,6%	5%	10%	15%
Kwota inwestycji na komputeryzację	0,3	2	9	28
Kumulatywna suma inwestycji na komputeryzację	0,6	6	34	128
W tym udział planu rozwoju społeczeństwa informacyjnego		50,3%		50,6%
Kumulatywna wartość inwestycji w ramach planu rozwoju społeczeństwa informacyjnego		3,2 (w 1976)		64,9

Źródło: Plan utworzenia społeczeństwa informacyjnego — cel narodowy na rok 2000, Europejski Program Badawczy Diebolda, z. 59, wyd. cyt.

Za najbardziej śmiały długoterminowy program rozwoju systemów zarządzania należy uznać projekt opracowany przez Komitet Komputeryzacji Japońskiego Instytutu Rozwoju pod kierunkiem K. Kitagawy. Realizacja tego planu ma doprowadzić do utworzenia „społeczeństwa informacyjnego”. Jest ona bardzo kosztowna i, jak przedstawiono w tablicy 10, wymaga przegrupowania środków w kierunku ich przeznaczenia na inwestycje komputerowe. Kwota wydatkowana na inwestycje komputerowe, wzrosła z 0,3 mld dolarów w 1970 r. do przewidywanej wysokości 28 mld dolarów w 1985 r. W rezultacie powinno powstać takie „społeczeństwo, które przyniesie ze sobą ogólny stan rozwoju ludzkiej twórczości intelektualnej”²⁴.

Twórczość intelektualną określa się jako proces rozpoznawania przyszłych możliwości przez pełne zaangażowanie informacji i wiedzy w celu urzeczywistnienia tych możliwości.

²⁴ Por. Plan utworzenia społeczeństwa informacyjnego — cel narodowy na rok 2000, Europejski Program Badawczy Diebolda, OBRI, Warszawa 1974.

Realizacja takiego programu ma, zdaniem projektodawców, przynieść znaczne korzyści społeczne i gospodarcze, a m.in.:

- a) stworzenie podstaw przemysłu informatycznego,
- b) rozwiązanie wielu problemów ochrony zdrowia i ochrony środowiska, które m.in. pozwolą na 30% spadek zachorowalności i umieralności, obniżenie do jednej trzeciej stopnia zanieczyszczenia atmosfery i rzek, likwidację mgły fotochemicznej i zanieczyszczenia powietrza spalinami,
- c) centralizowanie dystrybucji artykułów konsumpcyjnych, co spowoduje zmniejszenie odpowiednich kosztów o 50%,
- d) odnowienie systemów społecznych i gospodarczych, które przejawia się np. w udziale społeczeństwa w polityce.

Jednak projektanci liczą się również ze skutkami ujemnymi, takimi jak:

- a) możliwość wytworzenia się społeczeństwa kontrolowanego przez ingerowanie w życie prywatne, centralizację i monopolizację informacji,
- b) powiększenie się dystansu między elitą umysłową a resztą społeczeństwa i możliwość powstawania elity intelektualnej, która będzie przewodzić społeczeństwu posługując się skomputeryzowaną informacją i wysoką techniką,
- c) zanik etyki i humanizmu.

W celu przezwyciężenia ujemnych skutków zaproponowano wiele rozwiązań często z zakresu organizacji i prawa.

W krajach socjalistycznych ze względu na niższy stopień zaspokojenia potrzeb informatycznych, programy nie są tak szerokie, jak np. japoński. Jednak zautomatyzowanym systemom zarządzania przypisuje się znaczną rolę w rozwoju społeczno-gospodarczym kraju.

Szczególnie dużą wagę przywiązuje się do zautomatyzowanych systemów zarządzania w Związku Radzieckim²⁵. Systemy te mają za zadanie przyczynienie się do intensyfikacji produkcji i wzrostu jej efektywności. Kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania w ZSRR, podobnie jak w Polsce klasyfikuje się przede wszystkim według szczebli zarządzania. Do priorytetowych kierunków należą:

²⁵ Por. A. T. Bielewcew, *Technika obliczeniowa w Związku Radzieckim*. W: *Informatyka w krajach RWPG*, Warszawa 1977; J. Czerniak, op. cit.

1. Ogólnopaństwowy zautomatyzowany system zbierania i przetwarzania informacji w celach ewidencji, planowania i zarządzania gospodarką narodową dla doskonalenia tych procesów przy użyciu matematyczno-ekonomicznych modeli i nowoczesnych technik zarządzania. System ten ma na celu obsługę takich użytkowników, jak Państwowy Komitet do spraw Planowania, Państwowy Komitet do spraw Nauki i Techniki, Centralny Urząd Statystyczny, Państwowy Komitet do spraw Budownictwa, Państwowy Komitet do spraw Cen, Ministerstwo Finansów.

2. *Branżowe zautomatyzowane systemy zarządzania* prezentują całokształt metod administracyjnych i matematyczno-ekonomicznych środków techniki obliczeniowej oraz łączności, dzięki którym odpowiednie organy zarządzania ministerstw i resortów będą mogły w optymalny sposób zarządzać daną branżą. Należy dodać, że termin branża jest tu rozumiany szerzej niż w Polsce. Systemy tego rodzaju projektowane są dla branż przemysłowych i sfery nieprzemysłowej, szczególnie dla transportu, rolnictwa, budownictwa, handlu, gospodarki miejskiej.

3. *Zautomatyzowane systemy zarządzania przedsiębiorstwem* praktycznie projektuje się dla każdego rodzaju przedsiębiorstwa. W zakresie dziedzin zastosowania wyróżnia się tu takie kierunki jak: zbyt i realizacja produkcji, planowanie ekonomiczno-techniczne, operatywne zarządzanie produkcją, zaopatrzenie materiałowo-techniczne, księgowość, techniczne przygotowanie produkcji.

W zakresie metody projektowania systemów wyróżnia się w ZSRR szczególnie kierunek budowy zautomatyzowanych systemów zarządzania na podstawie typowych elementów. W konsekwencji powinno to wpłynąć na:

a) uniknięcie dublowania prac, skrócenie czasu i zmniejszenie kosztów projektowania jak też wcześniejsze uzyskanie efektów dzięki wdrożeniu systemów,

b) zmniejszenie wydatków na prace naukowo-badawcze i projektowe dla każdego podsystemu i dla całego systemu,

c) możliwość wielokrotnego korzystania z typowych rozwiązań projektowych²⁶.

²⁶ Kierunek ten jest również reprezentowany w Polsce, ale w nieco innej wersji; ze względu na efektywność projektuje się tzw. systemy powtarzalne.

Specyficzny kierunek rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania w krajach socjalistycznych dotyczy budowy systemów informatycznych planowania centralnego. Systemy te budowane są w Polsce, ZSRR, a od wielu lat prowadzone są nad nimi prace w Czechosłowacji i NRD. Obecnie prace takie są realizowane również na Węgrzech, w Bułgarii i Rumunii²⁷.

Realizacja tego kierunku wymaga zaangażowania znacznych środków, dlatego też konieczne jest staranne przygotowanie pod względem metodycznym, organizacyjnym i technicznym.

Z przedstawionego materiału trudno jest wyciągnąć jednoznaczne i precyzyjne wnioski co do zgodności lub niezgodności szczegółowych kierunków rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania. W tym celu potrzebne są specjalistyczne badania, o których słusznosci wypowiada się wielu specjalistów. Jednak można zaobserwować dużą zgodność ogólnych kierunków rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania w różnych krajach.

Generalną tendencją jest wzrost zastosowań systemów na szczeblach decyzyjnych, które podejmują decyzje strategiczne dotyczące rozwoju gospodarki. Skala i rozmach projektowania zależy tu od środków, jakimi dany kraj dysponuje. Pewne różnice występują w dziedzinach zastosowań. W krajach kapitalistycznych część środków przeznaczana się na systemy informatyczne dla obsługi banków i innych organizacji finansowych. W Polsce, i podobnie w innych krajach socjalistycznych, na ten cel wydatkuje się o wiele mniej środków. Kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania w Polsce w wypadku ich konsekwentnej realizacji, powinny być zgodne z zasadą, którą w skrócie można określić jako „wyprzedzenie bez dogonienia”.

Zasada taka oznacza, że punkt docelowy zostanie osiągnięty nieco inną drogą niż w krajach kapitalistycznych, które na skutek swych cech ustrojowych wydatkują środki nie zawsze w zgodzie z zasadami efektywności w skali całej gospodarki narodowej.

W konsekwencji za osiągnięcie punktu docelowego powinniśmy zapłacić niższą cenę niż te kraje.

²⁷ Analiza doświadczeń w Polsce i niektórych krajach socjalistycznych przeprowadzona jest w pracy J. Eysymontta. Por. J. Eysymontt, *Informatyka w planowaniu centralnym*, Instytut Planowania, Warszawa 1977.

Podstawowym zadaniem jest jednak wyznaczenie tego punktu, co wiąże się z pracami nad systemem zarządzania całą gospodarką.

4. Uwarunkowania ekonomiczne centralizacji i decentralizacji zarządzania gospodarką narodową przy wykorzystaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania

Zautomatyzowane systemy zarządzania nie mają bezpośredniego wpływu na rozwiązania systemowe w zakresie sterowania gospodarką, ale mają wpływ pośredni na:

- 1) podniesienie jakości podejmowania decyzji na poszczególnych szczeblach zarządzania,
- 2) empiryczną weryfikację procesów zarządzania gospodarką,
- 3) utrwalanie struktur organizacyjnych.

Mimo że drugie stwierdzenie mieści się w zasadzie w pierwszym, to ze względu na znaczenie postanowiono je wydzielić.

Szczególnie istotna jest teza o utrwalaniu struktur organizacyjnych. Zastosowanie zautomatyzowanych systemów zarządzania, często przeciwdziała zmianom w strukturach i powoduje ich usztywnienie. Hipoteza ta jest dyskusyjna, ale z doświadczenia wynika, że z takim negatywnym wpływem zautomatyzowanych systemów powinniśmy się liczyć.

Z centralizacją mamy do czynienia wtedy, kiedy większość decyzji gospodarczych jest podejmowana na najwyższym szczeblu zarządzania, zwanym dalej poziomem Centralnego Decydenta. Dla uproszczenia przyjmujemy dwa poziomy zarządzania: Centralnego Decydenta i Działalności Podstawowej. Ze względu na temat nie interesuje nas w zasadzie jakość decyzji, ale ilość informacji, która jest przesyłana ze szczebla Działalności Podstawowej na szczebel Centralnego Decydenta i odwrotnie.

Miernikiem stopnia centralizacji informacji w gospodarce może być stosunek ilości informacji przesyłanych między rozpatrywanymi szczeblami do całkowitej wielkości informacji generowanych na obu szczeblach mierzonych współczynnikiem:

$$\alpha = \frac{i_p}{i_a + i_b},$$

gdzie:

α — współczynnik centralizacji informacji w gospodarce,

i_p — liczba informacji przesłana między szczeblami,

i_a — liczba informacji generowanych na szczeblu Centralnego Decydenta,

i_b — liczba informacji generowanych na szczeblu Działalności Podstawowej.

Miernik centralizacji informacji z dużym uproszczeniem charakteryzuje stopień centralizacji decyzji. Elementy miernika mogą być podawane w różnych jednostkach.

Dla projektantów systemów informatycznych interesujące są też współczynniki takie jak:

$$\alpha_1 = \frac{i_p}{i_a} \quad \text{ i } \quad \alpha_2 = \frac{i_p}{i_b},$$

które charakteryzują potrzeby informatyczne poszczególnych szczebli zarządzania.

Współczynniki te, uzupełnione cechami i wymaganiami jakościowymi pod adresem systemu (przykłady takich wymagań podane są w tablicy 1), pozwalają na określenie takich systemów informatycznych, które powinny zaspokajać potrzeby poszczególnych szczebli zarządzania.

Do takiego traktowania problemu centralizacji upoważnia nas fakt, że przesyłanie informacji między szczeblami wywołane jest bezpośrednio lub pośrednio przez Centralnego Decydenta. W praktyce gospodarczej nie mamy do czynienia z tzw. systemami całkowicie zdecentralizowanymi lub scentralizowanymi i najczęściej stosujemy warianty pośrednie z przewagą jednego z systemów.

Problemem nadrzędnym jest próba odpowiedzi na pytanie: czy zastosowanie zautomatyzowanych systemów informacyjnych wpływa na większą centralizację decyzji, czy odwrotnie, na jej decentralizację?

Z tą podstawową kwestią związane są zagadnienia bardziej szczegółowe: chodzi o określenie wpływu zautomatyzowanych systemów zarządzania na podejmowanie decyzji na różnych szczeblach zarządzania oraz określenie warunków centralizacji decyzji przy wykorzystaniu informatyki.

Zanalizujemy te problemy nieco szczegółowiej. W literaturze przedmiotu jest dość przykładów i prezentują one różne stanowiska; przedstawimy dwa skrajne poglądy.

Zwolennicy pierwszego z nich twierdzą, że zastosowanie zautomatyzowanych systemów zarządzania przyczyni się do centralizacji decyzji i przyniesie znaczne efekty, szczególnie dzięki zmniejszeniu strat, które wywołane są nieprawidłowymi decyzjami niższych szczebli (te bowiem często kierują się zamiast interesami gospodarki narodowej, interesami partykularnymi i nie znają celów wyższych szczebli zarządzania, jak też korzystają z tzw. luk w przepisach i wad stosowanego systemu). Skrócony zostanie czas przekazywania informacji, które będzie otrzymywać Centralny Decydent. W konsekwencji będą mogły być podejmowane i takie decyzje, które, ze względu na barierę czasową i informacyjną, do tej pory nie były podejmowane w ogóle.

Zwolennicy drugiego kierunku sądzą, że właśnie zastosowanie nowoczesnych zautomatyzowanych systemów zarządzania wpłynie na decentralizację decyzji. Centralny Decydent będzie miał w takich warunkach pełną, szybką i wiarygodną informację o najbardziej istotnych poczynaniach niższych szczebli i bez obawy wypaczenia celów nadrzędnych będzie mógł delegować na nie decyzje, które bez zastosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania byłyby dla niego zastrzeżone.

W Polsce, jak i w innych krajach socjalistycznych, brak jest takich materiałów empirycznych, które pozwoliłyby na weryfikację tezy o wpływie zautomatyzowanych systemów zarządzania na centralizację (lub decentralizację) decyzji. Pewne odcinkowe prace są prowadzone w różnych ośrodkach w kraju, lecz stan ich zaawansowania nie upoważnia do uogólnień.

Badania w tym zakresie prowadzone były także w krajach zachodnich²⁸, a z krajów socjalistycznych w Polsce i NRD. Z badań tych wynika, że nie sprawdziły się przewidywania teoretyków i praktyków gospodarczych.

Zmiany nastąpiły jedynie na szczeblach operacyjnych, gdzie zautomatyzowano takie dziedziny, jak rezerwacja miejsc, czy zarządzanie zapasami.

²⁸ Por. Program Badawczy Diebolda. *ADP Impaction the Organization and Decision Structure*, Doc E 94 1972.

Zautomatyzowane systemy zarządzania w wielu wypadkach przyczyniły się do podniesienia tzw. jakości zarządzania, ze względu na stosowanie metod modelowania dla sprawdzenia konsekwencji różnych wariantów decyzyjnych. Metody te nie są bezpośrednio uzależnione od zautomatyzowanych systemów zarządzania, ale stanowią bodziec do ich zastosowania i umożliwiają szerokie ich rozpowszechnienie.

Przewidywano, że zautomatyzowane systemy zarządzania spowodują szczególnie duże zmiany w procesie podejmowania decyzji na szczeblu Centralnego Decydenta. Optymistyczne przewidywania nie sprawdziły się, w rzeczywistości na tym odcinku osiągnięto stosunkowo niewiele. Można jednak przypuszczać, że w przyszłości sytuacja ta ulegnie istotnym zmianom.

W tablicy 11 przedstawiono w sposób syntetyczny możliwości zautomatyzowanych systemów zarządzania w realizację jednej z ważniejszych funkcji Centralnego Decydenta, jaką jest określenie długofalowej polityki rozwoju złożonych organizacji (resortów, zjednoczeń, województw, kombinatów itp.). Wynika z niej, że zautomatyzowane systemy zarządzania mogą przyczynić się do wzrostu roli Centralnego Decydenta w analizowanym zakresie jego działalności.

Jeżeli całość decyzji, zgodnie z praktyką gospodarczą, podzielimy — ze względu na ich wagę, horyzont czasu oraz podmiot — na decyzje: strategiczne, taktyczne i operacyjne, to w zależności od stopnia złożoności zautomatyzowanego systemu zarządzania możemy określić ogólne możliwości wykorzystania tego systemu do podejmowania poszczególnych typów decyzji (tablica 12).

Przyjęto umownie następujące trzy stopnie złożoności zautomatyzowanych systemów zarządzania:

1) tradycyjne, w których realizuje się proste przetwarzanie danych — sortowanie, sumowanie, porównywanie itp.,

2) oparte na bazie danych,

3) z modułami optymalizacyjnymi i symulującymi, tzn. takie systemy, w których występują procedury umożliwiające zastosowanie modeli matematycznych (za ich pomocą decydent może analizować skutki podejmowania różnych wariantowych decyzji oraz optymalizować je).

TABLICA 11

*Potencjalny wkład zautomatyzowanych systemów zarządzania
w politykę rozwoju*

Przewycięlenie bariery	Potencjalny wkład zautomatyzowanych systemów zarządzania w rozwiązywanie problemu		Potencjalny efekt w zarządzaniu
	możliwości	stymulacja	
Złożoności planowania	rozważenie większej liczby czynników (w dłuższym okresie)	rozważania na temat założeń planu i kryteriów oceny	umożliwienie ilościowego podejścia w decyzjach strategicznych oraz stosowanie planowania . kroczącego
Wariantowości planów	porównania i ocena większej liczby wariantów	szersze poszukiwania nowych wariantów rozwoju i ocena wariantów	więcej czasu można poświęcić planowaniu w dalekim horyzoncie czasu
Stochastycznego charakteru parametrów planu	ilościowa analiza parametrów	analiza założeń przyjętych w planie	ograniczenie zakresu niepewności
Braku integracji poszczególnych części planu	integracja procesów planowania	analiza wewnętrznych relacji różnych zagadnień planowania	większe powiązanie między decydentami; wzrost funkcji planowania: problemowego, międzyresortowego i gałęziowo-regionalnego
Kontroli i weryfikacji planu	szybsza, częściej stosowana rewizja planu	systemowe podejście do polityki rewizyjnej i zmiany planu	większa skłonność do analizowania i korygowania

Z r ó d ł o: J. Kisielecki, *System informatyczny programowania rozwoju gałęzi przemysłu*, wyd. 1971; R. Stewart, *How Computers Affect Management*, The Mc Millan Press Ltd, London 1971.

TABLICA 12

*Rola zautomatyzowanego systemu zarządzania w podejmowaniu
poszczególnych typów decyzji*

Typ decyzji	Stopień złożoności systemu		
	tradycyjny	oparty na bazie danych	z modułami optymalizacji i symulacji
Strategiczny	wspomaga w ograniczonym zakresie przez wyszukiwanie informacji	wspomaga przez wyszukiwanie informacji i zestawiania danych	wpływa na przeniesienie uprawnień
Taktyczny	pozwala na wyszukiwanie informacji, zestawianie itp.	umożliwia zestawienia danych i pozwala na ocenę różnych wariantów postępowania	wspomaga układanie planów produkcji w średnim horyzoncie czasu, określenie wielkości zapasów, optymalizację i dystrybucję
Operacyjny	w większości nie mają zastosowań	wspomaga szeroko w działaniach w zakresie technicznego przygotowania produkcji, gospodarki magazynowej, analizy kosztów, systemów rezerwacji miejsc itd.	umożliwia harmonogramowanie produkcji, optymalizację przewozów, analizę i kontrolę procesów inwestycyjnych i remontowych

Zautomatyzowany system informacyjny oparty na bazie danych i wspomagany odpowiednimi modułami optymalizacyjnymi i symulacyjnymi wpływa na to, aby uprawnienia szezebla strategicznego przejmowały w części niższe szezeble zarządzania. Jeżeli bowiem procedury planowania i zarządzania są już w dostateczny sposób zalgorytmizowane, to bardziej opłaca się przetwarzanie danych bliżej źródeł zasilania. Uzyskuje się wtedy efekt, polegający na przyspieszeniu procesu decyzyjnego i zmniejsze-

niu kosztów transmisji danych. Tradycyjne systemy wspomagają decydentów w bardzo ograniczonym zakresie, który sprowadza się do realizacji funkcji ewidencyjnych.

Na podstawie analizy dotychczasowego materiału empirycznego i przeprowadzonych rozważań teoretycznych można wyciągnąć następujące wnioski:

1) zautomatyzowane systemy zarządzania wspomagają zarówno scentralizowane, jak i zdecentralizowane systemy zarządzania²⁹,

2) przeniesienie decyzji na szczebel niższy jest efektywne tylko wtedy, kiedy zarówno Centrum Decyzyjne, jak i jednostki działalności podstawowej wyposażone są w odpowiedni sprzęt komputerowy.

- Zapomina się często, że wzrost centralizacji powoduje bardzo duży wzrost kosztów całej bazy informacyjno-technicznej, a zwłaszcza kosztów dotyczących zautomatyzowanego systemu zarządzania.

Hipotetyczną zależność między współczynnikiem centralizacji (α) a kosztami projektowania, instalacji i eksploatacji zautomatyzowanego systemu zarządzania (K_s), wspomagającymi odpowiedni stopień centralizacji, oraz kosztami błędnych decyzji (K_b) wywołanych m.in. brakiem rozpoznania jednostek działalności podstawowej celów jednostek nadrzędnych, przedstawiono na rysunku 11. Straty wywołane są również tym, że suma optimumów lokalnych (jednostek działalności podstawowej) jest niższa od optimum globalnego (Centrum Decyzyjnego).

Oba elementy kosztów: K_s i K_b zaznaczono w postaci wstęg tak, że indywidualne funkcje kosztów mieszczą się w poszczególnych wstęgach. Funkcje wypadkowe $\bar{K}$ zawarte są we wstędze sumarycznej, która jest wypadkową wstęg K_s i K_b .

Zadaniem rysunku 11 jest odzwierciedlenie przeprowadzonych rozważań, natomiast brak jest materiałów empirycznych dla ich weryfikacji.

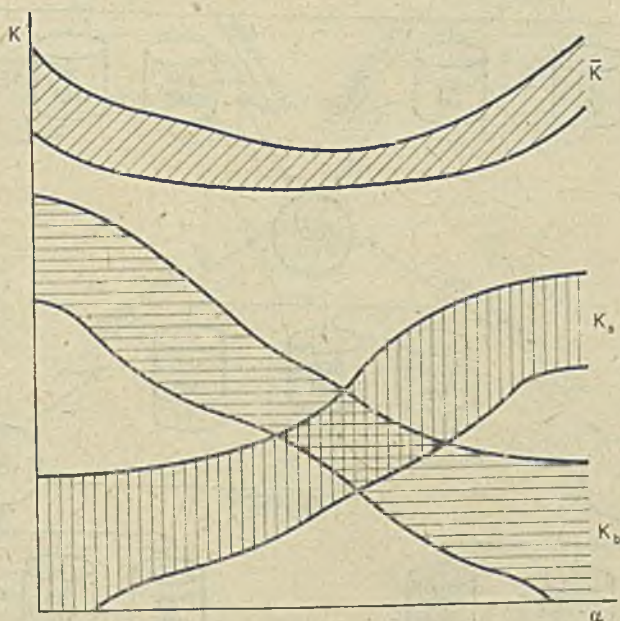
W wypadku zastosowania dużego stopnia centralizacji (współczynnik α wzrośnie) Centralny Decydent musi się liczyć z koniecznością poniesienia znacznych nakładów na:

²⁹ Podobne zdanie w tej sprawie reprezentuje m.in. K. Piotrowski. Por. K. Piotrowski, *Informacje w procesie decyzyjnym*, „Ekonomista” 1975, nr 5, s. 1057.

a) budowę sieci transmisji danych o wysokich parametrach niezawodności i dużej szybkości przesyłania informacji,

b) instalowanie komputerów o dużych mocach obliczeniowych w ośrodkach centralnych oraz w jednostkach działalności podstawowej (ze względu na konieczność zapewnienia niezawodności pracy powinny być to w zasadzie ośrodki co najmniej dwukomputerowe),

c) instalowanie dużych pamięci masowych o bezpośrednim dostępie, najlepiej dysków stałych o dużej pojemności.



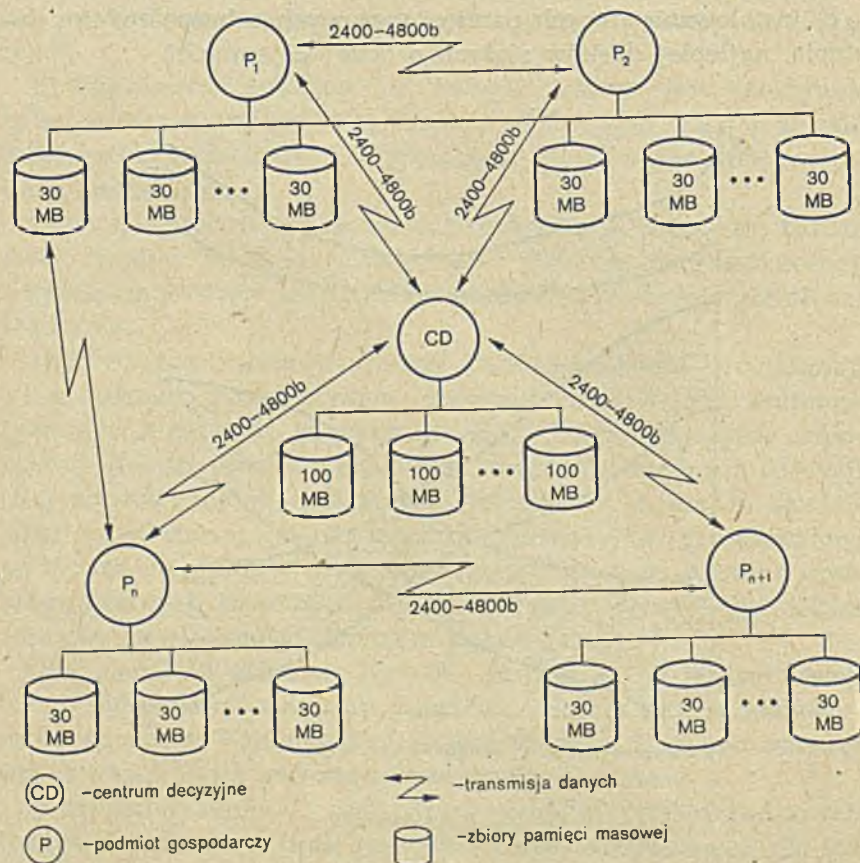
K – koszty w jednostkach wartościowych, np. w tys. zł
 α – współczynnik centralizacji w jednostkach umownych
 $\bar{K}$ – koszt sumaryczny
 K_s – koszt projektowania, inwestycji i eksploatacji
 K_b – koszt błędnych decyzji

Rys. 11. Zależność kosztów projektowania, inwestycji i eksploatacji zautomatyzowanych systemów zarządzania oraz kosztów błędnych decyzji od współczynnika centralizacji

Załóżmy, że mamy do wyboru dwie decyzje dotyczące budowy zautomatyzowanego systemu zarządzania:

1) wspomagającego centralizację decyzji, czyli przy wysokim współczynniku α (por. rys. 12),

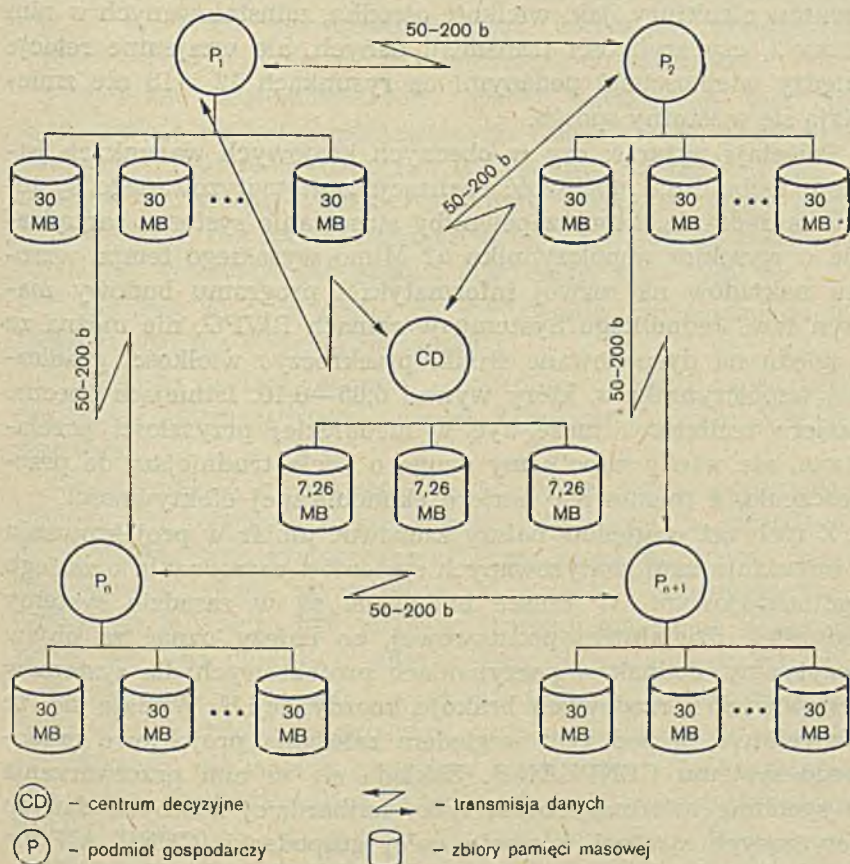
2) wspomagającego decentralizację decyzji, przy jednoczesnym zagwarantowaniu Centralnemu Decydentowi możliwości realizacji funkcji centralnego planowania, czyli przy niskim współczynniku α (rys. 13).



Rys. 12. Hipotetyczna struktura zautomatyzowanego zarządzania ukierunkowanego na wzrost centralizacji

W wypadku wariantu o wysokim współczynniku centralizacji konieczne jest ponoszenie kosztów na budowę dużego ośrodka obliczeniowego dla Centralnego Decydenta oraz na instalację sie-

ci transmisji danych, która integruje sieć ośrodków biorących udział w przekazywaniu danych Centrum; jeśli natomiast współczynnik ten jest niski, wtedy ośrodek budowany przez Centralnego Decydenta może być mniejszy, jak też mniejsze są kwoty poniesione na instalację sieci transmisji danych. Analiza dotyczy obecnego okresu i lat najbliższych. Zastrzeżenie to jest koniecz-



Rys. 13. Hipotetyczna struktura zautomatyzowanego zarządzania ukierunkowanego na decentralizację decyzji przy zapewnieniu Centralnemu Decydentowi nadzoru nad działalnością jednostki podstawowej

ne ze względu na postęp techniczny, który szczególnie w zakresie elektroniki i środków łączności jest na tyle szybki, że

w przyszłości obecne uwarunkowania ekonomiczno-techniczne mogą okazać się nieistotne.

Struktury sprzętu komputerowego dla obu typów systemów przedstawione na rysunkach 12 i 13 mają charakter hipotetyczny i są ilustracją twierdzenia, że potrzeby sprzętowe i koszty są wyższe przy budowie systemów zarządzania wspomagających centralizację. Można wnieść zastrzeżenia dotyczące takich elementów struktury, jak: wielkość ośrodka, zainstalowanych w nim pamięci, czy szybkości transmisji danych, ale wzajemne relacje między wielkościami podanymi na rysunkach 12 i 13 nie zmieniają się w istotny sposób.

Powstaje pytanie: czy w obecnych krajowych warunkach istnieje techniczna możliwość realizacji zautomatyzowanego systemu zarządzania, który zapewniłby stosowanie systemu zarządzania o wysokim współczynniku α ? Mimo wysokiego tempa wzrostu nakładów na rozwój informatyki i programu budowy maszyn tzw. Jednolitego Systemu w ramach RWPG, nie można ze względu na dysponowane środki przekroczyć wielkości granicznej współczynnika α , który wynosi 0,05—0,10. Istniejąca obecnie bariera techniczna może być w niedalekiej przyszłości przełamana, ale wtedy napotkamy drugą o wiele trudniejszą do przekroczenia, a mianowicie barierę ekonomiczną efektywności.

Z tych też względów należy zachować umiar w projektowaniu i wdrażaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania o zasięgu ogólnokrajowym. W Polsce budowane są w zasadzie systemy jednostek działalności podstawowej, co należy uznać za objaw pozytywny. Jednak w poczynaniach projektowych dla systemów resortowych i rządowych brakuje koordynacji³⁰. Wydaje się, że prawidłowe są pod tym względem założenia projektowe rządowego systemu CENPLAN³¹. Zakłada się w nim przetwarzanie w systemie informatycznym tylko najbardziej istotnych danych dotyczących strategii rozwoju całej gospodarki. CENPLAN ma być wdrażany stopniowo do obsługi podstawowych zadań planowania centralnego, tj. wytyczania strategii planu, bilansowania nakładów i środków dla zapewnienia realizacji najefektyw-

³⁰ Por. referat J. Kisielewskiego, *Organizacyjne problemy projektowania wielkich systemów informatycznych*, Seminarium SPIS-77, Białeżyńskie 1977.

³¹ *Materiały seminarium CENPLAN a inne systemy*, PTE, Warszawa 1980.

niejszych w danych warunkach celów społecznych i utrzymania bieżącej równowagi ekonomicznej.

Inny typ systemu przedstawia koncepcja projektowanego w ZSRR systemu ASPR (*Automatizирована Система Плановых Расчетов*). Według niej zastosowanie zautomatyzowanych systemów zarządzania spowoduje wzrost centralizacji decyzji. Wydaje się jednak, że w fazie realizacji nastąpiła pewna modyfikacja w kierunku zmniejszenia ilości faktycznie przesyłanych i przetwarzanych informacji w stosunku do zamierzeń.

Oczywiście, zautomatyzowany system zarządzania jest tylko środkiem do realizacji postawionych celów i jego budowa jest pochodną przyjętych rozwiązań w systemie funkcjonowania gospodarki narodowej. Jednak Centralny Decydent, który chciałby zwiększyć stopień centralizacji decyzji za pomocą zautomatyzowanych systemów zarządzania musi liczyć się z tym, że:

- 1) poniesie znaczne koszty na zbudowanie odpowiedniego zautomatyzowanego systemu zarządzania,

- 2) napotka barierę techniczną, która nie pozwoli na zwiększenie ilości informacji uzyskiwanych z jednostek działalności podstawowej.

Zapominanie o tych uwarunkowaniach powoduje powstawanie nierealnych koncepcji wykorzystania informatyki w zarządzaniu. Zautomatyzowane systemy zarządzania mogą przyczynić się do podniesienia jakości zarządzania na szczeblu Centralnego Decydenta, ale muszą to być zarówno systemy oparte na banku danych, jak i na modułach optymalizacyjnych i symulacyjnych.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na fakt, że zautomatyzowane systemy zarządzania mogą służyć zarówno centralizacji, jak i decentralizacji, ale należy pamiętać, że struktura tych systemów jest różna. Stąd też istotna jest decyzja, jaki system zarządzania będzie stosowany w najbliższej perspektywie, albowiem reorientacja w czasie budowy zautomatyzowanego systemu zarządzania jest niezmiernie kosztowna i opóźnia otrzymanie spodziewanych efektów. Zautomatyzowane systemy zarządzania, o ile są rozsądnie zaprojektowane, pozwalają na pełniejszą realizację podstawowych kierunków ewolucji systemu zarządzania:

- 1) wzmacniania centralnego kierowania gospodarką,

2) poszerzania ekonomicznej samodzielności organizacji gospodarczych³².

Systemy te są również niezbędne dla wzmocnienia bazy informacyjnej, która jest, według K. Porwita³³, jednym z podstawowych problemów planowania centralnego.

³² Por. J. Mujżel, *Mechanizm funkcjonowania a równowaga gospodarcza*, „Gospodarka Planowa” 1977, nr 12, s. 587.

³³ Por. K. Porwit, op. cit.

III. Efektywność zastosowań i czynniki na nią wpływające

1. Problemy określenia efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania

Przez pojęcie *efektywność* rozumie się najczęściej stosunek całkowitych efektów do całkowitych nakładów. Efektywność służy do oceny działalności poszczególnych podmiotów gospodarczych. Przedmiotem analizy jest ocena zautomatyzowanych systemów zarządzania za pomocą miernika lub mierników efektywności.

W celu oceny działalności związanej z projektowaniem, wdrażaniem i eksploatacją zautomatyzowanych systemów zarządzania trudno jest posługiwać się klasyczną formułą efektywności. Często mówi się o racjonalności lub użyteczności działań w tym zakresie, traktując te pojęcia jako szersze od efektywności. Ze względu na różnorodność efektów i nakładów, nie można ich bezpośrednio sumować, co w konsekwencji powoduje niedokładność rachunku.

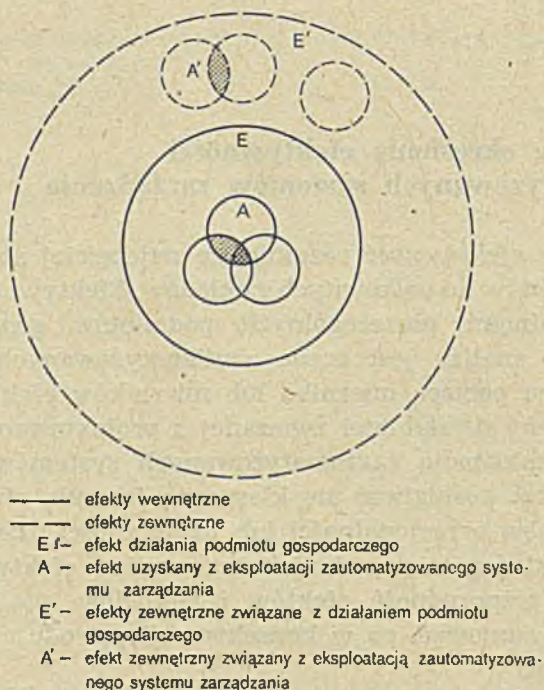
Trudności wyceny poszczególnych elementów „efektywności” wynikają przede wszystkim z następujących powodów:

1) określenia, jaka część całkowitego efektu jest wynikiem eksploatacji zautomatyzowanych systemów zarządzania, a jaka część tych efektów jest związana, lub nawet wspólna, z wdrożeniem innych form postępu ekonomiczno-technicznego,

2) oszacowania samego efektu, co w konsekwencji powoduje nadużywanie określenia — „niewymierne efekty”. Trudności te dotyczą zarówno jego szacowania w badanym obiekcie, jak i w jego otoczeniu.

Efekty działalności poszczególnych podmiotów gospodarczych (obiektów) wynikają z działania kompleksowego. Jeżeli sumaryczny efekt działalności danego obiektu w określonym przedzia-

le czasu przedstawimy w postaci koła (por. rys. 14), to składają się na nie określone efekty cząstkowe. Wynikają one z różnorodnej działalności podmiotu. Przedstawienie problemu w ten sposób jest pewnym uproszczeniem, ponieważ zakłada się (na razie), że efekty cząstkowe są homogeniczne i współmierne.



Rys. 14. Efekty zewnętrzne i wewnętrzne zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania

Małymi kołami zaznaczono efekty uzyskane przez jednostkowe działania podmiotu, jak np. wprowadzenie nowej technologii produkcji, poprawa organizacji pracy. Część efektów (zakreskowane pole) jest wspólna, co wynika z interakcji poszczególnych jednostkowych działań. Często zależności są tego typu, że w razie zaniechania jednego z działań, nie uzyskamy spodziewanych efektów mimo realizacji działań pozostałych. Następuje potęgowanie i osłabienie efektu, co jest cechą charakterystyczną zautomatyzowanych systemów zarządzania. Łączne efekty będziemy nazywać efektami sprzężonymi, a ich rozgraniczenie w praktyce

jest najczęściej niemożliwe. Rozgraniczenie przeprowadzone dla celów rachunku ekonomicznego i przy zastosowaniu złożonego aparatu badawczego (jak np. analiza czynnikowa, symulacja) ma charakter szacunków. Obliczenia są jeszcze trudniejsze, jeżeli analizy nie ogranicza się do obiektu, ale rozpatruje także jego otoczenie. Efekty wywołane działalnością obiektu powodują powstanie w otoczeniu tzw. efektów zewnętrznych: należą do nich tzw. efekty społeczne, zaznaczone linią przerywaną (por. rys. 14).

W literaturze przedmiotu, efekty uzyskane dzięki zastosowaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania dzieli się zwykle na dwie grupy: wymierne i niewymierne. Do efektów wymiernych można zaliczyć: zmniejszenie zatrudnienia, wzrost produkcji, skrócenie czasu zamrożenia zapasów materiałowych itd., do niewymiernych zaś: przyspieszenie czasu dostarczenia informacji decydom, uporządkowanie dokumentacji, zmniejszenie ilości dokumentów źródłowych itd.

Przedstawiony podział efektów jest niewątpliwie dużym uproszczeniem problemu co w konsekwencji prowadzi do tezy, że informatyka przynosi w zasadzie korzyści niewymierne. Wpływa to na projektowanie i eksploataowanie systemów nieopłacalnych, utrudnia kierowanie rozwojem¹ zastosowań informatyki i powoduje:

- a) niezajmowanie się sferą występowania efektów,
- b) rezygnację z prób ustalenia lub szacowania efektów „niewymiernych”.

Wydaje się, że bardziej adekwatny jest podział na efekty ilościowe i jakościowe. Ilościowe są to takie efekty, które można określić za pomocą jednostek wartościowych, fizycznych lub umownych. Do jakościowych natomiast zaliczymy te efekty, które przy obecnym stanie wiedzy możemy tylko opisać. Przykładowo, w literaturze za efekt niewymierny jest określane przyspieszenie szybkości dostarczania informacji decydentowi konkretnego systemu. Decydent powinien wiedzieć, że zastosowanie zautomatyzowanego systemu zarządzania o określonej charakterystyce pozwoli na przyspieszenie otrzymywania informacji

¹ Na temat „niewymiernych efektów” por. J. Surdykowski, *Informatyka bez złudzeń*, „Życie Gospodarcze” 1978, nr 15.

i określenia go w jednostkach czasu. Jest to więc w tym ujęciu efekt ilościowy.

Efekty jakościowe w miarę możliwości powinny być przedstawione nie tylko w formie opisowej, ale kwantyfikowane przy wykorzystaniu technik symulacyjnych, analizy czynnikowej itd.

Działanie zautomatyzowanych systemów zarządzania powoduje powstanie określonych efektów w otoczeniu. Mimo iż niemal wszyscy zdają sobie z tego sprawę, to jednak w literaturze i pracach badawczych problem ten zawęża się tylko do samego obiektu, dla którego system jest projektowany.

Efekty zautomatyzowanych systemów zarządzania powinny być rozpatrywane ze względu na:

- 1) rodzaj efektów (techniczny, ekonomiczny, organizacyjny, socjologiczno-psychologiczny),

- 2) sferę działania (obiekt i jego otoczenie).

Z takiego określenia efektów wynika całościowa ich analiza, dzięki której będzie można wypełnić mapę problemu odpowiednimi wielkościami (por. rys. 8) oraz scharakteryzować system z różnych punktów widzenia; co jest istotne w początkowym etapie wdrażania nowych technik, przez wczesne zwrócenie uwagi na zagadnienia organizacyjne oraz socjo-psychologiczne.

Próbę takiego ujęcia efektów przedstawiamy w tablicy 13.

Pewnym uzupełnieniem naszych rozważań są tablice 16 i 17, w których przedstawiono najbardziej istotne efekty otrzymane w wyniku eksploatacji zautomatyzowanych systemów zarządzania w różnych sferach działalności gospodarczej. W tablicach 14 i 15 przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w Polsce, USA, Wielkiej Brytanii, Szwecji. Nie przedstawiono efektów typu technicznego ze względu na brak materiałów.

Lista wymienionych w tablicach efektów dzięki zastosowaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania, o czym pisali autorzy badań, nie jest kompletna z następujących powodów:

- 1) brak jest kompleksowych badań w zakresie efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania²,

- 2) zakres działania systemu, jak i efekty określane są w sposób zbyt ogólny,

- 3) zastrzeżenia budzą metody określania efektów, które czę-

² Pewne badania tego typu przeprowadzał Sekretariat Komitetu Informatyki.

TABLICA 13

*Efekty zautomatyzowanych systemów zarządzania w podziale
na rodzaje i sfery ich działania*

Rodzaj efektów	Sfera	
	obiekt	otoczenie
1	2	3
Techniczny	zwiększenie szybkości, dokładności, szczegółowości informacji i zapewnienie jej poufności, dostosowanie formy wydruków do wymagań indywidualnych użytkowników	jak w obiekcie
Ekonomiczny	poprawa wyników działalności ekonomicznej obiektu m.in. przez systemy wyszukiwania danych, stosowanie modeli optymalizacyjnych i symulacyjnych	wzrost efektów w makroskali, m.in. dzięki możliwości szybszego i skuteczniejszego sterowania obiektem, jak też możliwość optymalizacji działalności wielu obiektów łącznie
Organizacyjny	usprawnienie struktury organizacyjnej, obiegu dokumentacji, eliminacja niepotrzebnych operacji organizacyjnych	usprawnienie przepływu informacji na łączu obiekt-użytkownik, co w konsekwencji pozwoli na pełniejsze oddziaływanie otoczenia na obiekt
Socjologiczno-psychologiczny	lepsze poznanie potrzeb społecznych pracowników, ich odczuć, możliwości lepszej realizacji zadań samorządu robotniczego i organizacji społeczno-politycznych; integracja pracowników obiektu	pełniejsze poinformowanie otoczenia o sukcesach i potrzebach obiektu; lepszy klimat wokół działalności obiektu

TABLICA 14

Efekty uzyskane przez zautomatyzowane systemy zarządzania
w przedsiębiorstwach przemysłowych

Zakres, główne funkcje realizowane w systemie	Sfera efektów	Jakościowe	
		Ilościowe	
		organizacyjne	socjologiczno- psychologiczne
1	2	3	4
1. Techniczne przygotowanie produkcji: rozwiniecie i zwiniecie wyrobów, normy materiałowe jednostkowe, normy pracochłonności, katalogi maszyn, urządzeń i narzędzi	zmniejszenie ilości braków dzięki stosowaniu materiałów i narzędzi przewidzianych technologią, obniżka jednostkowych kosztów produkcji	uporządkowanie technologii produkcji w zakresie przestrzegania norm materiałowych, pracochłonności	wprowadzenie atmosfery „porządku”, stworzenie potencjalnych możliwości utworzenia bazy dla wykorzystania systemów komputerowych w tworzeniu technologii produkcji
2. Planowanie i ewidencja produkcji: normatywna i wykonywana pracochłonność, plan produkcji części, wyrobów na wydziały, zakład, obciążenie stanowisk roboczych, planowane i faktyczne zużycie materiałowe, koszty normatywne i wykonane w układzie rodzajowym i kalkulacyjnym na wydziały i zakład oraz wyroby,	wzrost produkcji dzięki: obliczeniom optymalizacyjnym, zwiększeniu rytmiczności produkcji, zwiększeniu możliwości zbilansowania planu, likwidacja „wąskich gardeł”, zmniejszenie ilości godzin postojowych, wydłużenie serii produkcyjnych, zmniejszenie kar umownych dzięki zwiększeniu terminowości produkcji,	skrócenie cyklu produkcyjnego, skrócenie cyklu planowania, zwiększenie elastyczności planu przez możliwość szybkiej jego zmiany, przyspieszenie reakcji zakładu na zmienne żądanie (zamówienia) odbiorców, stworzenie możliwości kompleksowej analizy dla: — zmniejszenia pracochłonności,	

TABLICA 14 (cd.)

1	2	3	4
rachunek optymalizacji produkcji, sprawozdawczość, planowanie operatywne na wyroby i stanowiska	zmniejszenie pracy w godzinach nadliczbowych, zmniejszenie stanów w magazynach	— zmniejszenia zużycia materiałów, stworzenie możliwości szybszego informowania o przewidywanym terminie dostawy produkcji	
3. Gospodarka materiałowa, ewidencja materiałów, programowanie zapotrzebowania na materiały, sprawozdawczość	zmniejszenie stanów materiałowych w magazynach, zmniejszenie ilości nie zrealizowanych dostaw, obniżka zużycia materiałów, właściwy i sprawny dobór narzędzi, skrócenie czasu pobierania materiałów z magazynów	zwolnienie zaopatrzeniowców z mechanicznych prac biurowych, spadek braku zapotrzebowanych pozycji asortymentowych, wzrost stopnia standaryzacji wyrobów u dostawców, polepszenie jakości i szybkości sporządzanych statystyk	zaopatrzeniowcy mają więcej czasu na podnoszenie kwalifikacji, analizy stanu magazynowego oraz źródeł zaopatrzenia
4. Zatrudnienie i płace: ewidencja pracowników, statystyka pracowników, obliczenie wynagrodzeń, sprawozdawczość		stworzenie możliwości wyeliminowania powstałych z tradycji błędów katalogów stawek jednostkowych robocizny (norm)	zwiększenie możliwości zatrudnienia pracowników o potrzebnych cechach i kwalifikacjach, pewność pracowników otrzymania prawidłowo obliczonych wynagrodzeń

TABLICA 14 (ed.)

1	2	3	4
5. Obrót towarowy: ewidencja przychodów, rozchodów stanu asortymentów, prognozowanie popytu, sprawozdawczość	zmniejszenie stanów magazynu towarów i wyrobów, zwiększenie rotacji towarów, uniknięcie wydatków na budowę lub najem magazynu, zwiększenie wielkości sprzedaży z tytułu lepszego dostosowania struktury podaży do struktury popytu		zwiększenie zadowolenia odbiorców z tytułu zwiększenia stopnia dostosowania struktury podaży do struktury popytu.

TABLICA 15

Efekty uzyskane dzięki systemom zarządzania w sferze nieprzemysłowej w firmach USA, Wielkiej Brytanii, Szwecji

Efekty Zakres systemu	Ilościowe	Jakościowe		Uwagi (obiekt)
		organizacyjne	socjologiczno-psychologiczne	
1	2	3	4	5
1. Ewidencja abonentów telefonicznych, teleksowych i komórek emc, druk książek telefonicznych, rejestracja opłat		bieżąca ewidencja zmian i stanu abonentów (40 tys. dokumentów tygodniowo)	dla Londynu do 1 roku, a dla pozostałych części W. Brytanii do 1,5 roku są aktualne książki telefoniczne dla 7 mln. abonentów + średni przyrost roczny od 10 do 15%	U. K. Post Office

TABLICA 15 (ed.)

1	2	3	4	5
2. Stan, ruch i wykorzystanie (obciążenie) wagonów kolejowych (75 tys. szt. w czasie rzeczywistym)	zmniejszenie wydatków na pensje dla urzędników z 46 centów do 33 centów z każdego 1% wpływów	pewność posiadania kompletnej i bieżącej informacji o podstawowej działalności firmy	zwiększenie pewności obsługi klientów	Southern Railway System Atlanta Georgia (USA)
3. System oszczędnościowo-pożyczkowy w <i>real-time</i>	obróć z 21 stanowisk płatniczych jest większy niż z 45 pracujących w starym systemie	skrócenie o połowę dziennego czasu bilansowania placówek, skrócono czas sporządzania różnego rodzaju sprawozdań, można sporządzać szybko próbne bilanse, można prowadzić badania nad optymalnymi planami obsługi klientów	klienci szybciej są obsługiwani	Twin -City Federal Savings and Lond.
4. System ubezpieczeniowy w znacznym stopniu w podziale czasu 121 rejonów obsługi	wewnętrzny koszt przetwarzania 1-ej transakcji ubezpieczeniowej obniżono o 25%, ogólne obniżenie kosztów biurowych i administracyjnych, obniżo-	większa dokładność, sprawozdania dla kierownictwa sporządza się w ciągu 5 dni — a poprzednio — w 30 dni	według słów „kierownictwa” system informacji odegrał ważną rolę w formalnym rozwoju firmy w okresie powojennym	State Farm Insurance

TABLICA 15 (cd.)

1	2	3	4	5
	no koszty za- łatwiania funduszy ubezpiecze- niowych			
5. System zbierania i przetwarzania danych dla przedsiębiorstw zajmujących się rozprowadzaniem ropy naftowej, przesyłające i na żądanie informacje o stanie benzyny na stacjach benzynowych		można lepiej oceniać skuteczność reklamy, usług pracy biurowej		Przedsiębiorstwo „Motorola”
6. System kontroli stanów zapasów obsługujących około 85% stanu zapasów	zmniejszono zapotrzebowanie na dodatkowe zatrudnienie z 194 do 168 osób	przemysł odniósł korzyści ze standaryzacji narzuconej przez nowy system, zaopatrzeniowcy są zwolnieni z 85% pracy biurowej, dostępna ilość części zamiennych wzrosła z poniżej 90% do powyżej 98%, spadła ilość nie zrealizowanych zamówień na części		American Airlines

sto uzyskiwane są w sposób, który może powodować tendencyjność ich ujęcia.

4) efekty podawane są agregatowo i brak jest metody pozwalającej na analizę poszczególnych elementów.

Przykładowo, w badaniach przeprowadzanych w ramach Europejskiego Programu Badawczego Diebolda nie rozdzielono efektów na poszczególne podsystemy, lecz potraktowano je zbiorczo w następujących grupach:

1) redukcja kosztów:

- oszczędności na płacach urzędników,
- kontrola wielkości zapasów i ich obrotu,
- zmniejszenie nieprawidłowych zobowiązań,
- zmniejszenie kosztów dystrybucji produkcji,
- zmniejszenie kosztów planowania produkcji,

2) wzrost zysków:

- efektywniejsze wykorzystanie zasobów finansowych,
- wzrost wielkości przedsiębiorstwa dzięki lepszej obsłudze klientów i szybszej realizacji zamówień i żądań klientów,
- polepszenie pozycji konkurencyjnej przez szybsze i dokładniejsze rozpoznanie otoczenia,
- ogólne polepszenie jakości zarządzania,

3) powstanie nowych możliwości:

- zróżnicowania działalności obiektu,
- ekspansji na nowe rynki,
- modyfikacji linii produkcyjnych.

Ponadto zwrócono tam uwagę, że jeśli chodzi o wiele efektów, to trzeba oprzeć się na „akcie wiary” (*act of faith*) ich uzyskania.

W Polsce badania nad głównymi efektami stosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania przeprowadził metodą ankietową W. Woźnica³. Na ich podstawie stwierdził, że 76% jednostek gospodarczych, które korzystały z zautomatyzowanych systemów zarządzania, było w stanie określić wymierne i niewymierne efekty, jakie dzięki tym systemom osiągnięto. Przy czym 43% przedsiębiorstw przytoczyło konkretne efekty wymierne, a 33% ograniczyło się do podania jedynie efektów niewymier-

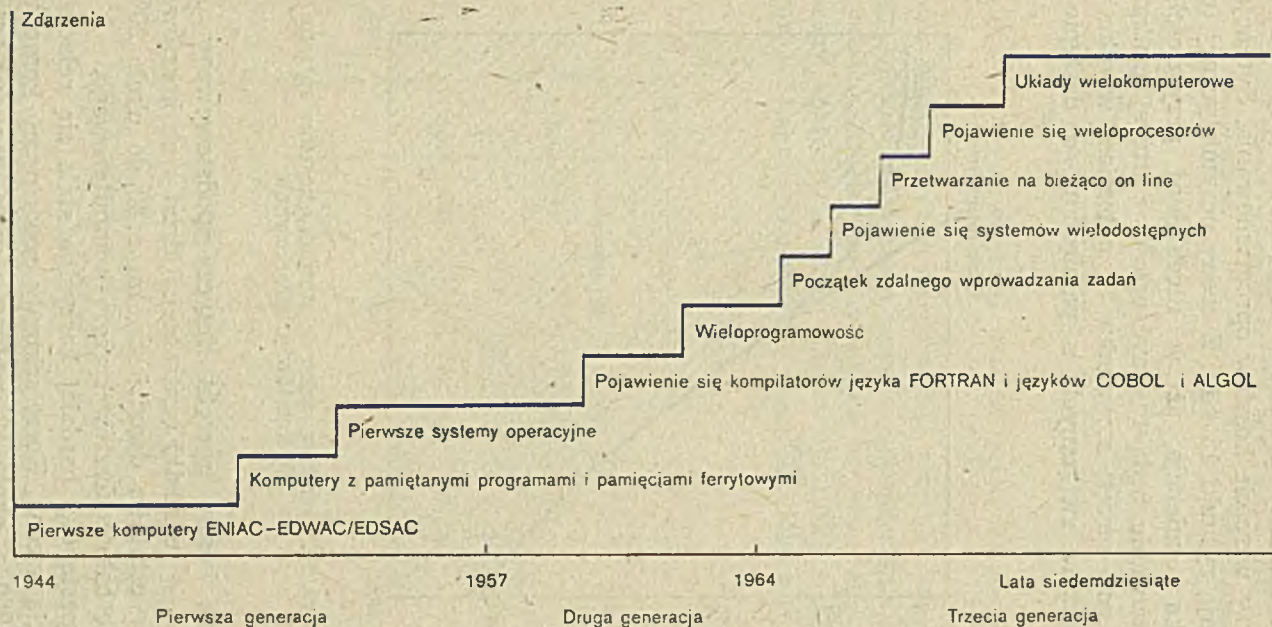
³ Por. W. Woźnica, op. cit.

nych. Pozostałe jednostki nie umiały określić efektów. Spośród wymienionych efektów przedsiębiorstwa podawały najczęściej: obniżenie stanu zatrudnienia (32%), obniżenie kosztów własnych (21%), poprawę jakości produkcji (5%), skracanie czasu trwania remontów (2%). Około 7% respondentów wykorzystało systemy do optymalizacji odpowiednich odcinków działalności gospodarczej. Zagadnienie możliwości otrzymania informacji dotyczących wysokości efektów przez ankiety jest złożone. Na podstawie doświadczenia należy sądzić, że ankiety są metodą uzyskiwania potrzebnych informacji, która powinna być poparta innymi metodami.

2. Analiza czynników wpływających na ekonomiczną efektywność zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania

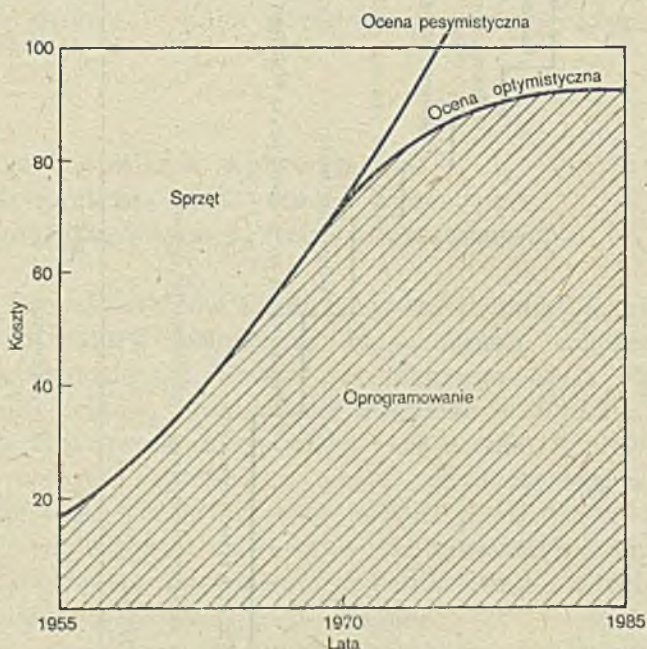
Wielkość i rodzaj efektów zależą od wielu czynników, takich jak rozwiązania natury technicznej, ekonomicznej, organizacyjnej i socjo-psychologicznej. Podział ten pokrywa się z rodzajami uzyskanych efektów, które można otrzymać w wyniku zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania. Ponieważ analizujemy nie tylko skutek, lecz i przyczynę, nadajemy im szerszą niż zwykle treść. Omówimy więc kolejno poszczególne czynniki pod kątem ich wpływu na efektywność zautomatyzowanych systemów zarządzania. Zagadnienie to jest szerokie i z tego względu analiza dotyczy wybranych problemów.

Czynniki techniczne. Komputer uważany jest powszechnie za jeden z największych wynalazków naszych czasów. Rozwój komputerów dzielony jest na poszczególne okresy zwane generacjami. Obecnie korzystamy niemal wyłącznie ze sprzętu trzeciej i czwartej generacji, które, w porównaniu z wcześniejszymi generacjami, charakteryzują się przede wszystkim o wiele większymi możliwościami przetwarzania. Maszyny te są mniej zawodne, tańsze, łatwiejsze w obsłudze. Rozwój historyczny wydarzeń, które wpłynęły na obecną tendencję decentralizacji mocy obliczeniowej, a której rozwinięciem jest przetwarzanie rozproszone, przedstawimy na rysunku 15.



Rys. 15. Zdarzenia historyczne prowadzące do rozproszonego przetwarzania

Postęp techniczny powoduje względne zmniejszenie kosztów sprzętu przy wzroście kosztów oprogramowania. Sytuację tę odzwierciedlają rysunki 16 i 17. Z oceny pesymistycznej (por. rys. 16) wynika tendencja, iż w niedalekiej przyszłości sprzęt i oprogramowanie będą tworzyć całość, z której trudno będzie wydzielić sam sprzęt; z rysunku 17 natomiast wynika znaczny spadek kosztów związanych z pamięciami o dostępie bezpośrednim.



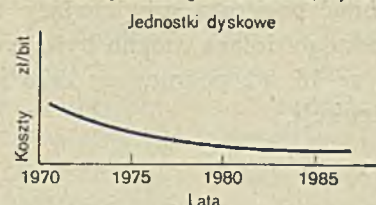
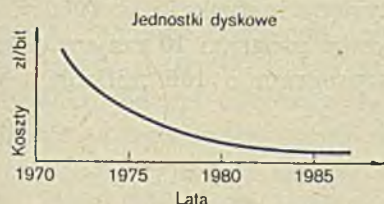
Rys. 16. Trendy w zakresie stosunku kosztów sprzętu do kosztów programowania

Obniżenie kosztu sprzętu dotyczy podstawowego elementu komputera — jednostki centralnej. Udział tych kosztów zmniejszył się w ostatnim dwudziestoleciu z 80 do około 20% biorąc pod uwagę całość kosztów sprzętu komputerowego.

Dzięki postępowi bardziej korzystna stała się relacja między wydajnością a ceną. Koszt sekundy czasu pracy komputera wynosił w 1960 r. około 10 centów, a w 1970 r. już tylko około

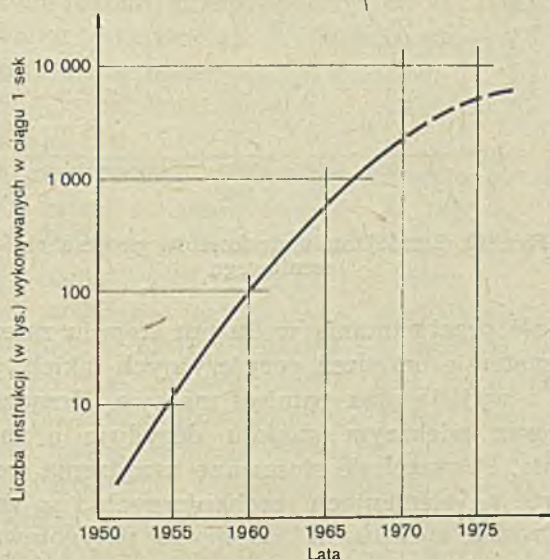
a/ Pamięci dyskowe i bębnowe z głowicą nieruchomą

b/ Pamięci dyskowe z głowicą ruchomą, wymienne



Rys. 17. Trendy w zakresie kosztów sprzętu informatycznego

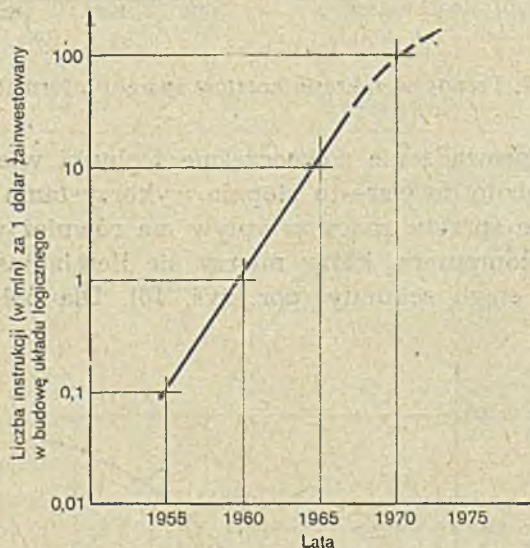
0,5 centa. Wprowadzenie równocześnie techniki wieloprogramowej doprowadziło do wzrostu stopnia wykorzystania sprzętu. Na wykorzystanie sprzętu znaczny wpływ ma również wzrost szybkości pracy komputera, który mierzy się ilością instrukcji wykonanych w ciągu sekundy (por. rys. 18). Dla pełniejszej ilu-



Rys. 18. Wzrost szybkości pracy komputera (mierzone ilością instrukcji wykonywanych w ciągu jednej sekundy)

stracji problemu na rysunku 19 przedstawiono zniżkową tendencję kosztu wykonania jednej instrukcji. Za jednego dolara zain-

westowanego w sprzęt komputerowy można było w 1955 r. wykonać program, zawierający 100 tysięcy instrukcji; w 1960 r. za jednego dolara można było zrealizować program 10 razy większy, a w 15 lat później w 1970 r. — program o 100 milionach instrukcji.



Rys. 19. Zmniejszenie się kosztów procesu obliczeniowego

Efektywność przetwarzania w dużym stopniu zależy od stosowanych w systemie urządzeń peryferyjnych takich, jak urządzenia wejścia i wyjścia oraz pamięci masowe. Urządzenia peryferyjne w coraz większym stopniu decydują o możliwościach przetwarzania. Powszechnie stosowane urządzenia wejścia i wyjścia są oparte na elementach mechanicznych i są znacznie wolniejsze niż reszta sprzętu. Wśród metod przygotowania danych przeważa technika kart perforowanych pochodząca jeszcze z XIX w. W tabelicy 16 przedstawiamy wykaz urządzeń wejścia i wyjścia oraz szybkości ich działania. Z porównania tych szybkości z szybkością jednostek centralnych wynika, że w celu zwiększenia stopnia wykorzystania komputera i wzrostu efektywności należy dążyć do zmniejszenia hamującego wpływu

urządzeń wejścia i wyjścia. Z tego względu można zaobserwować szybki rozwój innych technik wprowadzania i wyprowadzania danych, jak sieć abonencka wraz z końcówkami komputerowymi, zapis bezpośredni na urządzeniach pamięci masowej taśmach i dyskach, odczyt optyczny, technika mikrofilmowa. Szczególnie ciekawe są wyniki otrzymane w zakresie techniki mikrofilmowej. Urządzenie wyjścia z komputerów na mikrofilm osiąga wydajność około 20-krotnie większą od szybkich drukarek. Technika mikrofilmowania jest szczególnie przydatna tam, gdzie liczba wydawnictw jest duża; na filmie o długości 300 m zmieścić można 20 tys. stron druku.

Posługiwanie się wielkimi zbiorami danych wymaga stosowania pamięci masowych o dużej pojemności i szybkim czasie dostępu. Stosowane obecnie pamięci masowe typu pamięci dyskowych mają pojemność 30—200 mln bitów o przeciętnym czasie dostępu od 30 do 50 milisekund.

Na podstawie badań przeprowadzonych w ramach Europejskiego Programu Badawczego Diebolda postęp w technice pamięci spowoduje następujące obniżki kosztów:

— pamięci głównej komputera z 2 centów za bit spadnie do około 1/2 centa za bit,

— pamięci zewnętrznej o szybkim dostępie obniży się z 20 centów za 100 bitów do około 3 centów w 1985 r.,

— pamięci dyskowej z ruchomą głowicą z pół centa za 100 bitów spadnie poniżej 1/10 centa za 100 bitów⁴.

Do sprzętu, w sensie technicznym, współczesnych systemów cyfrowych — należą oprogramowanie i transmisja danych. Właśnie dzięki transmisji danych można wykorzystywać systemy rozproszone typu sieci polikomputerowe i sieci abonenckie. Transmisja danych jest szczególnie przydatna wtedy, gdy niezbędne jest szybkie przetwarzanie informacji między poszczególnymi elementami łańcucha: decydujący, ośrodek obliczeniowy i źródło informacji. Tradycyjny system przesyłania informacji już nie wystarcza. Problem efektywności ekonomicznej transmisji danych nabiera szczególnego znaczenia w miarę rozwoju wielodostępnych systemów komputerowych. W tablicy 17 przedstawiamy,

⁴ Por. *Prognoza na lata 1980—1989. Europejski Program Badawczy Diebolda*, z. 95, OBRI, Warszawa 1978.

TABLICA 16

CHARAKTERYSTYKA NOŚNIKÓW I URZĄDZEŃ WEJŚCIA I WYJŚCIA

Nośniki	Urządzenie	We/Wy		Jednostka miary	Szybkość		
					niska	średnia	wysoka
Karta dziurkowana	czytnik kart	x		kart/min	300	600	2000
	perforator kart		x	kart/min	100	300	500
Taśma papierowa	czytnik taśmy	x		znak/s	50	500	1800
	dziurkarka taśmy		x	znak/s	20	100	300
Papier	drukarka		x	lini/min	300	600	1500
	maszyna elektryczna do pisanja	x	x	znak/s	6	8	30
Atrament magnetyczny	czytnik dokumentów	x		dokument/min	100	300	1500
	czytnik	x		dokument/min	800	1200	1600
Ekran	monitor ekranowy	x	x	znak/s	200	1000	10000
Mikrofilm	COM		x	10 ³ znak/s	30	60	50

Z r ó d ł o: J. Bańkowski, K. Flakowski, *Wprowadzenie do informatyki*, Warszawa 1978.

jakie środki transmisji danych (według badań przeprowadzonych w RFN) należy stosować w zależności od liczby przesyłanych danych.

TABLICA 17

Ekonomiczna opłacalność poszczególnych środków transmisji danych w zależności od liczby ich przesyłania

Optymalna liczba znaków do przesyłania w ciągu miesiąca	Ekonomicznie opłacalny środek transmisji danych	
	rodzaj środka transmisji	szybkość (w bit/sek.)
100—200 tys.	sieć dalekopisowa	50
do 5 mln	sieć dalekopisowa	200
5—10 mln	publiczna sieć telefoniczna	200
50—150 mln	specjalne linie telefoniczne	1200

Z r ó d ł o: Datennetze und ihre Kosten, „Das Rationelle Büro” 1972, nr 7, s. 17.

Jeśli istnieje możliwość korzystania z komputera przez większą liczbę użytkowników posługujących się końcówkami, to o opłacalności transmisji danych nie decyduje sama sieć, lecz wykorzystanie łączne komputera z siecią transmisji lub fakt niewykorzystania komputera u każdego z użytkowników.

W obecnym stanie techniki nie zawsze system transmisji danych jest szybszy od środków tradycyjnych. Świadczą o tym dane z badań francuskich zamieszczone w tablicy 18. Z danych tych wynika, że gdyby pojemność kabla transmisji danych była 3000 razy większa, to i tak dla dużych zbiorów informacyjnych przesyłka doszłaby tradycyjną drogą szybciej i taniej.

Nie poruszamy tu wielu zagadnień natury technicznej⁵ wpływających jeszcze na ekonomiczną efektywność zautomatyzowanych systemów zarządzania. Należy jednak zwrócić uwagę na:

- 1) duże możliwości techniczne sprzętu komputerowego,
- 2) nieproporcjonalny rozwój sprzętu komputerowego, co przyczynia się do niepełnego wykorzystania możliwości sprzętu,

⁵ Jednym z ciekawszych w tym zakresie problemów są zagadnienia związane z minikomputerami i mikrokomputerami. Por. *Europejski Program Badawczy Diebolda, Trendy rozwojowe w dziedzinie minikomputerów i mikrokomputerów*, z. 98, ZI OBRI, Warszawa 1978.

3) ograniczenia, spowodowane tym, że nie zawsze sprzęt komputerowy w jego obecnym stanie może wyeliminować tradycyjne techniki przetwarzania i przesyłania danych.

TABLICA 18

*Prędkość przesyłania informacji na odległość 160 km
i wysokość związanych z nią opłat*

Długość komunikatu (liczba znaków)	Transmisja danych o szybkości 2400 bit/sek.		Łączność pocztowa i telegraficzna
	koszt przesyłki w stosunku do opłaty pocztowej lub telegraficznej (w zł)	czas dostarczenia przesyłki w jed- nostkach czasu	czas dostarczenia przesyłki (w godz.)
100	0,3	0,33 sek	24
500 tys.	1,5	28 min	24
50 mln	500	2000 dni	5
			przy własnym transporcie samo- chodowym — pick up

Zródło: M. Laver, *Komputery, łączność, społeczeństwo*, Warszawa 1978, s. 123.

Czynniki ekonomiczne. Do czynników ekonomicznych należą m.in. cena, formuły rachunku opłacalności i poszczególne ich składniki (normatywy, system ekonomiczny funkcjonowania gospodarki).

Cena pełni funkcję nośnika dyrektyw w układzie rentowności⁸. Przez odchylenie ceny Centralny Decydent przekazuje polecenia, które mają na celu skłonienie przedsiębiorstw do zastosowania innego niż dotychczas sposobu użytkowania danego środka. Podwyższenie ceny może informować o tym, iż środek jest trudno dostępny i że istnieją trudności w jego uzyskaniu. Jest to parametr, który powinien wywołać określone skutki w gospodarce, m.in. wpływać na ocenę pracy poszczególnych jednostek gospodarczych. Sprzęt informatyczny, jak już mówiliśmy, relatywnie tanieje, co jest przede wszystkim skutkiem postępu technicznego.

⁸ Por. J. Więckowski, *Rola zysku w kierowaniu produkcją*, Warszawa 1965, s. 97.

Analizując ilość sprzętu i nasycenie nim poszczególnych działów gospodarki w Polsce na tle krajów wysoko rozwiniętych, można wysunąć pochopny wniosek, że w celu jego lepszego wykorzystania należy podnieść ceny usług informatycznych. Wniosek taki na obecnym etapie jest o tyle nieprawidłowy, ponieważ sprzęt komputerowy nie jest jeszcze u nas wykorzystany w dostateczny sposób, w związku z tym cena nie może być barierą, która przepuszcza najbardziej opłacalne zastosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania. Według opinii specjalistów, istnieje pewna dysproporcja między stosunkowo tanimi usługami projektowymi i programistycznymi a ceną płaconą za samo przetwarzanie. Nie chodzi tu o wartość bezwzględną, a o relacje między tymi elementami. W konsekwencji na sprzęcie komputerowym bardzo często przetwarza się nie najlepiej zaprojektowane systemy. Przy złym ustawieniu relacji cen ośrodki obliczeniowe zainteresowane są bardziej samym przetwarzaniem, a nie zastosowaniem, co ma decydujący wpływ na czas pracy sprzętu komputerowego i, co się z tym wiąże, na osiągnięcie lepszych wskaźników działalności ośrodka.

Istnieją też opinie, że użytkownik nie zawsze jest dobrze przygotowany do eksploatacji sprzętu. Do zagadnienia tego powrócimy przy omawianiu problemów organizacyjnych. Natomiast istotnym zagadnieniem ekonomicznym jest umożliwienie dzierżawy oprócz formy zakupu sprzętu komputerowego. Od dawna dzierżawa stała się przeważającą formą użytkowania sprzętu komputerowego w krajach wysoko rozwiniętych⁷. Użytkownicy dzierżawią u producentów całe zestawy, jak i elementy, np. jednostki centralne, pamięci masowe, urządzenia wejścia i wyjścia. Mimo że miesięczna opłata dzierżawna często wynosi około 1/50 ceny sprzedażnej sprzętu, dzierżawa jest dla użytkowników formą wygodniejszą i bardziej opłacalną niż zakup (por. tabl. 19). Wiąże się to z tym, że postęp techniczny w produkcji i zastosowaniach jest wyjątkowo szybki. Forma dzierżawy stwarza użytkownikom możliwość elastycznego dostosowania się do:

1) zmieniających się wymagań stale rozwijającej się organizacji, jak i otoczenia,

⁷ Por. J. Niedźwiedzki, *Kierunki zwiększenia efektywności ekonomicznej zautomatyzowanego przetwarzania informacji*. Problemy informatyki, OBRI, Warszawa 1972.

2) systematycznej wymiany sprzętu na najbardziej wydajny i nowoczesny.

TABLICA 19

Sposób nabycia komputerów przez użytkowników RFN

Sposób nabycia	Ogółem	Firmy produkujące sprzęt komputerowy						
		IBM	Siemens	Honeywell	Univac	Telefunken	CDC	Inne firmy
Zakup	21,1	6,3	33,6	20,8	25,6	86,9	63,6	68,7
Dzierżawa	76,9	92,7	64,6	78,1	73,6	2,2	27,3	24,8
Inne formy nabycia	2,0	1,0	1,8	1,1	0,8	10,9	9,1	6,5
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: „Bürotechnik” 1972, nr 4, s. 508.

W krajach rozwiniętych istnieje również rynek używanych komputerów. Używane komputery nabywane są po cenach znacznie niższych niż komputery nowe. Wydaje się, że w Polsce można by również wprowadzić sprzedaż starszych typów sprzętu po niższych cenach. W każdym razie prawidłowe ustanowienie cen w tym zakresie pozwoliłoby na lepsze wykorzystanie sprzętu, jak też jego szybszą rotację, ponieważ sprzęt mniej nowoczesny będzie można instalować w ośrodkach o niewielkich potrzebach przetwarzania, natomiast ośrodki rozwijające się dynamicznie będą mogły korzystać ze sprzętu najbardziej nowoczesnego.

Stosowany w Polsce system ekonomiczno-finansowy wymaga dostarczenia informacji, pochodzących z danych rachunkowości, a których ilość i jakość jest określona. Zdaniem T. Pechego, zaprojektowanie takiego zautomatyzowanego systemu zarządzania, który pozwalałby na rzetelny pomiar i obiektywny opis stanu faktycznego metodami bilansowymi, aż do szczybli gospodarki narodowej jako całości może dać wyraźne i znaczące efekty⁸.

Dane, których poważna część pochodzi z rachunkowości, dostarczane są na wyższe szczeble zarządzania w formie nadmier-

⁸ Por. T. Pechego, *Rachunkowość a informatyka*, „Życie gospodarcze” 1978, nr 18, s. 5.

nie zagregowanej. Wiąże się to z tradycyjnymi procedurami ewidencji księgowej. Mimo wysokiej agregacji, jest to, jak pisze T. Peche, potężne źródło bieżącej systematycznej informacji⁹. Stosowanie różnorodnej i zmieniającej się metodologii, o nieco rzemieślniczym charakterze nie przyczynia się do uzyskania zadowalających efektów. Warunkiem ich poprawienia jest przetwarzanie oparte na metodzie bilansowej w ramach jednego makro-systemu, tzn. że wszystkie dane z rachunkowości (ilościowe i wartościowe) przechodzą przez ujednolicony, zredukowany system sprawozdawczości okresowej. Można wówczas otrzymać co roku, lub nawet co kwartał: bilanse dochodu narodowego i jego podziału, przepływy rzeczowo-finansowe, międzygałęziowe i międzynarodowe, bilanse materiałowe, środków i zasobów oraz bilans płatniczy — wszystko w postaci elementów spójnej przejrzystej całości. I tu, podobnie jak poprzednio, (mimo że piszemy o problemach ekonomicznych i o systemie ekonomiczno-finansowym stosowanym w kraju) dochodzimy do zagadnień organizacyjnych.

Sprawy związane z formułą rachunku opłacalności będą przedmiotem dalszych rozważań.

Czynniki organizacyjne. Wpływ czynników organizacyjnych na efektywność ekonomiczną zautomatyzowanych systemów zarządzania jest ogromny i trudno problemy tego typu pominąć.

Wiele zautomatyzowanych systemów zarządzania zaprojektowanych na podstawie najnowszego sprzętu komputerowego nie zostało wprowadzonych do eksploatacji, ponieważ na przeszkodzie stanęły bariery organizacyjne. Omówimy je biorąc pod uwagę następujące układy problemowe: całość gospodarki narodowej; ośrodek lub jednostka zajmujące się problematyką zautomatyzowanych systemów zarządzania a użytkownik; ośrodek obliczeniowy lub inna specjalistyczna jednostka organizacyjna. Stąd w warunkach projektowania i eksploataowania systemów różnych typów istnieje niebezpieczeństwo marnotrawstwa środków ze względu na zaniedbania organizacyjne. Szczególnie ważnymi problemami organizacyjnymi są:

1) stopień, zakres oraz formy i metody koordynacji projektowania i wdrażania resortowych systemów informatycznych

⁹ Por. tamże.

(szczególnie istotne jest zwiększenie stopnia standaryzacji rozwiązań projektowych i programowych bez jednoczesnego nadmiernego krępowania inicjatywy i oryginalności rozwiązań uwzględniających specyficzne potrzeby poszczególnych użytkowników),

2) zasilanie systemów rządowych, które nie może ograniczyć się do wykorzystania informacji zagregowanych na szczeblu resortu (przyszłościowy system przepływu informacji między poszczególnymi zautomatyzowanymi systemami zarządzania powinien być uwzględniany jak najwcześniej, ze względu na niebezpieczeństwo równoległego opracowywania analogicznych danych w systemach rządowych, resortowych i obiektowych)¹⁰.

W okresie wprowadzania zautomatyzowanych systemów zarządzania pojawiają się konflikty organizacyjne, które niekiedy prowadzą do marnotrawstwa wydatkowanych środków. Przyjmijmy, zgodnie z sugestią W. Askanasa¹¹, następującą klasyfikację postaw uczestników procesu informatyzacji: aktywnie pozytywna, bierna oraz aktywnie negatywna. W tablicy 20 przed-

TABLICA 20

Zależność między postawami a prawdopodobieństwem wdrożenia zautomatyzowanego systemu zarządzania

Postawy		Informatycey		
		aktywnie pozytywna	bierna	aktywnie negatywna
Użytkownicy	aktywnie pozytywna	duże prawdopodobieństwo sukcesu	średnie prawdopodobieństwo sukcesu	małe prawdopodobieństwo sukcesu
	bierna	średnie prawdopodobieństwo sukcesu	poniżej średniego prawdopodobieństwa sukcesu	nie można liczyć na sukces
	aktywnie negatywna	małe prawdopodobieństwo sukcesu	nie można liczyć na sukces	nie można liczyć na sukces

Z r ó d ł o: opracowano na podstawie pracy W. Askanasa, op. cit.

¹⁰ Por. T. Walczak, *Powiązania informacyjne systemu państwowej informacji statystycznej z innymi systemami informatycznymi*, wyd. cyt.

¹¹ Por. W. Askanas, *Konflikty organizacyjne przy wdrażaniu etc.*, Warszawa 1978.

stawiamy szacunkowe prawdopodobieństwa osiągnięcia sukcesu, w formie wdrożenia zautomatyzowanego systemu zarządzania i uzyskanie przewidzianych efektów.

Z tablicy 20 wynika, że warunkiem osiągnięcia wysokiej ekonomicznej efektywności wdrażanych zautomatyzowanych systemów zarządzania jest wszechstronne przygotowanie nie tylko samego obiektu, ale też zespołów współdziałających w realizacji. W. Askanas uważa, że konflikty organizacyjne i ich likwidacja wpływa w decydujący sposób na powodzenie wprowadzenia zautomatyzowanych systemów zarządzania¹². Współpraca między użytkownikiem a zespołem projektującym jest szczególnie istotna w fazie precyzowania zadania projektowego. W zadaniu projektowym należy wziąć pod uwagę: wymagania względem systemu, przeznaczone środki i kryteria oceny realizacji zautomatyzowanego systemu zarządzania.

Sformułowanie zadania projektowego jest zwykle poprzedzone analizą obiektu. Efektywność ekonomiczna eksploatowanego systemu zależy w dużym stopniu od tego, w jaki sposób użytkownik określi zadanie projektowe. Jeśli użytkownicy nie biorą udziału w tych pracach, projekt najczęściej nie spełnia ich oczekiwań. W związku z tym w literaturze z zakresu organizacji i metod projektowania systemów informatycznych problemom współpracy użytkowników i projektantów poświęca się wiele miejsca.

Ciekawe badania, dotyczące rozpoznania najważniejszych zagadnień organizacyjnych decydujących o efektywnym prowadzeniu prac projektowo-wdrożeniowych, przeprowadził E. Kubica. Wydzielono w nich 56 elementów organizacyjnych i każdemu z nich została przypisana ocena ważności — ranga. Do najbardziej istotnych elementów organizacyjnych, mających bezpośredni wpływ na poziom i organizację procesu projektowania i wdrażania systemów informatycznych, a tym samym na ich ekonomiczną efektywność, zaliczono:

1) utworzenie zespołu projektującego wśród informatyków i pracowników użytkownika,

¹² Tamże, s. 211. W. Askanas podaje listę przewidywanych przyczyn sprzeciwu i akceptacji zautomatyzowanych systemów zarządzania.

- 2) doświadczenie personelu projektującego,
- 3) cechy inicjatora projektu (użytkownika),
- 4) wysoki wskaźnik udziału pracowników użytkownika w zespole projektującym,
- 5) poziom podstawowy softwaru komputera,
- 6) wszechstronne testowanie programów komputerowych przed wdrożeniem,
- 7) wyraźne określenie zadań personelu projektującego system,
- 8) energiczne usunięcie usterek systemu w okresie przejściowym wdrożenia systemu przez personel projektujący.

Do mniej ważnych zaliczono następujące czynniki:

- 1) udział kierownictwa niższych szczebli w projektowaniu systemu,
- 2) poziom organizacyjny naczelnego kierownictwa ośrodka obliczeniowego,
- 3) doświadczenie i umiejętności kierownicze projektantów,
- 4) swobodny dostęp do komputera podczas testowania programów,
- 5) wysoki poziom wykształcenia personelu projektującego,
- 6) zapoznanie lub przeszkolenie kierownictwa z nowymi systemami i wynikającymi stąd udogodnieniami lub ograniczeniami,
- 7) przygotowanie nowych procedur i zakresów obowiązków dla wszystkich komórek organizacyjnych,
- 8) zapewnienie warunków przekwalifikowania się personelu przedsiębiorstwa¹³.

Z analizy organizacyjnej samego zespołu projektującego wynika, że równie ważne oprócz kwalifikacji są narzędzia, jakimi się on posługuje, czy system jest projektowany na podstawie typowych elementów, czy jest to system powielarny i jaka metodyka jest stosowana przy jego projektowaniu.

Problemy te są omawiane dokładnie w podręcznikach z zakresu projektowania systemów zarządzania, w związku z czym, zrezygnujemy z ich analizy. Wydaje się jednak, że należy zwrócić uwagę Czytelnika na samo podejście do metodyki projektowania, ponieważ jak to wynika z doświadczenia już w tym momencie można rozstrzygnąć, czy w przyszłości osiągniemy efekty,

¹³ Por. E. Kubica, *Uwarunkowania organizacyjne efektywnego projektowania i wdrażania systemów informatycznych*, PTE, Katowice 1978.

czy też poniesiemy straty. W metodyce projektowania można wyróżnić dwa odmienne podejścia: prognostyczne i diagnostyczne. W literaturze specjalistycznej znane są głównie zasady obu metod¹⁴.

W metodzie diagnostycznej na podstawie analizy istniejącego stanu próbuje się znaleźć lepsze rozwiązanie. Posuwamy się więc od obrazu zastanego do kolejno ulepszanych. Metoda ta ma wiele wad. Jest ona w pewnym stopniu tendencyjna. Wychodząc od analizy stanu aktualnego, w którym jesteśmy skrepowani różnego rodzaju ograniczeniami, mamy trudności z uwolnieniem się od myślenia kategoriami przeszkód i niedomagań. Powoduje to respektowanie pozornych ograniczeń i obniża poziom efektów. Ponadto nie może być ona stosowana dla nowych dziedzin i do problemów unikalnych.

Metoda prognostyczna opiera się na opracowaniu wzorca (stanu idealnego) dla konkretnej organizacji. Następnie ustalamy, jakie przyczyny uniemożliwiają osiągnięcie takiego stanu idealnego przez poszczególne elementy i oznaczamy realne granice usprawnień. W tak określonych ramach poszukujemy rozwiązania najlepszego. Droga wiedzie od stanu wzorcowego do najmniej pogorszonego, uwzględniającego jedynie konieczne ograniczenia. Zwolennicy tego sposobu widzą w nim szansę eliminowania ograniczeń rzekomych i uzyskiwania rozwiązań bardziej nowatorskich.

Nowoczesne zautomatyzowane systemy zarządzania oparte są w przeważającej większości na bankach danych. Na ekonomiczną efektywność takiego systemu wpływa organizacja zbierania danych. R. L. Nolan przyjął następującą klasyfikację organizacji zbierania danych:

1) na siłę (*brute force*): wszystkie dane z pewnej dziedziny tematycznej są zbierane, a następnie po kodowaniu umieszczone na maszynowych nośnikach informacji,

2) skarbonka (*piggyback*): do danych z istniejących już zbiorów są dołączane nowe potrzebne informacje,

¹⁴ Por. J. Trzcieniecki, *Elementy teorii systemów i cybernetyki w organizacji i zarządzaniu*, TNOiK, Warszawa 1973; praca zbiorowa (pod red. E. Niedzielskiej), *Projektowanie systemów informatycznych*, Warszawa 1977.

3) kluczowe zadania (*Key-task*) — gromadzi się dane dotyczące spraw tylko najważniejszych dla użytkowników¹⁵.

W tablicy 21 przedstawiono wpływ organizacji zbierania danych i metody projektowania na ekonomiczną efektywność automatyzowanego systemu zarządzania.

Czynniki socjo-psychologiczne. Wprowadzanie zmian powoduje często powstawanie oporu. Zjawisko to jest czasem określane jako „przewyciężenie bariery immunologicznej”. W badaniach

TABLICA 21

Zależność efektywności ekonomicznej od organizacji zbierania danych i metody projektowania

Metoda projektowania (podejście) \ Organizacja zbierania danych	„Na siłę”	„Skarbonka”	„Kluczowe zadania”
Diagnostyczna	bardzo wysokie koszty, metoda pracochłonna; wymaga dużej ilości środków technicznych	wysokie koszty, metoda pracochłonna, choć w nieco mniejszym stopniu, a to ze względu na możliwość wykorzystania programów już istniejących	daje szybkie i doraźne efekty, stosunkowo niskie koszty w fazie projektowania i eksploatacji; wymaga przeprowadzenia wstępnych analiz
Prognostyczna	metoda nieopłacalna	metoda nieopłacalna	najbardziej efektywna, wymaga wysoko kwalifikowanych kadr oraz przeprowadzenia specjalnych badań prognostycznych z zakresu systemu zarządzania

¹⁵ Por. R. L. Nolan, *Computer Data Bases the Future is Now*, „Harvard Business Review” 1973, nr 5.

z zakresu socjologii dużo miejsca poświęca się tzw. kooperacji negatywnej. Wyraża się ona tym, że członkowie zespołu, w którym mają nastąpić zmiany, starają się je zdyskontować przez swoją działalność. Taka postawa i wynikające z niej zachowania, nacechowane jawną lub skrytą niechęcią, powodują w konsekwencji niepowodzenie całego przedsięwzięcia.

Taka negatywna kooperacja występuje często przy wprowadzeniu zautomatyzowanych systemów zarządzania. Powoduje to bowiem powstanie nowych stanowisk pracy, co narusza już istniejący w organizacji układ stosunków. Pewne zmiany w strukturach organizacyjnych stwarzają uczucie zagrożenia związane m.in. z wymaganiami wobec kwalifikacji zespołu, który będzie korzystał z systemu. Stąd wprowadzanie zautomatyzowanych systemów zarządzania nie może być rozpatrywane wyłącznie w kategoriach technicznych, ekonomicznych i organizacyjnych. Jest to w dużym stopniu problem społeczny. W celu przezwyciężenia oporu, a tym samym umożliwienia wzrostu efektywności wprowadzonego zautomatyzowanego systemu zarządzania, należy przede wszystkim:

- 1) starać się, aby inicjatywa wyszła od jednostki, dla której system ma być projektowany,

- 2) spowodować, by pracownicy organizacji czuli się współautorami sukcesu,

- 3) przygotować kadry tak, by przeprowadzane zmiany były: zrozumiałe, nie wymagały intensywnego uzupełnienia kwalifikacji, nie obniżały prestiżu zatrudnionych pracowników, nie zmniejszały ich wynagrodzenia oraz aby pracownicy, którzy będą musieli zmienić zakres swych obowiązków odczuli to jako pewien awans a nie degradację,

- 4) przeprowadzać, w miarę możliwości tylko te zmiany, które dotyczą reguł postępowania, procedur, schematów, dokumentów, a nie problemów personalnych,

- 5) zaprojektować taki mechanizm weryfikacyjny, który umożliwia jak najszybsze naprawienie popełnionych błędów.

Znane są próby operowania „współczynnikami oporu wobec zmian”, na który składają się następujące elementy:

C_1 — obawa jednostki przed wszelką zmianą,

C_2 — osobiste odczucie niebezpieczeństwa,

- Z_1 — nieokreślone obawy i ogólny stan niepewności w danej organizacji,
- Z_2 — niezgodność nowych norm z dotychczas obowiązującymi,
- Z_3 — uprzedzenia i obawy na podstawie dotychczasowych doświadczeń negatywnych,
- Z_4 — socjo-technicznie nieprawidłowy sposób wprowadzania zmian,
- N_1 — zaufanie do ludzi formułujących postulaty o konieczności zmian,
- N_2 — pozytywne doświadczenia oraz spełnione nadzieje w zakresie dotychczas podejmowanych zmian,
- N_3 — przekonanie o sukcesie wdrażanych zmian,
- N_4 — socjo-technicznie prawidłowy sposób wdrażania zmian.

Elementy te pozostają ze sobą w następującej relacji ¹⁶:

$$F = \frac{C_1}{C_2} \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4}{N_1 (N_2 + N_3 + N_4)}$$

A. K. Koźmiński ¹⁷ pisze, że mimo niekwantyfikowalności elementów tego wzoru, jest on swego rodzaju metaforą, której nie należy bagatelizować. Wzór ten przypomina bowiem o zjawiskach i zależnościach socjo-psychologicznych, które trzeba uwzględniać prowadząc badania systemowe w organizacjach i wdrażając postulaty sformułowane na ich podstawie.

Problemy socjo-psychologiczne powodują powstawanie konfliktów organizacyjnych. W. Askanas badał konflikty występujące podczas wprowadzania zautomatyzowanych systemów zarządzania i sformułował ogólne wnioski dotyczące tych sytuacji ¹⁸. Konflikty organizacyjne powodują zmniejszenie spodziewanych efektów ekonomicznych, a nawet zarzuty, że środki poniesione na zastosowanie zautomatyzowanych systemów zarządzania zostały wydatkowane niepotrzebnie.

Z badań W. Askanasa wynika, że konflikty organizacyjne wynikają, jeśli:

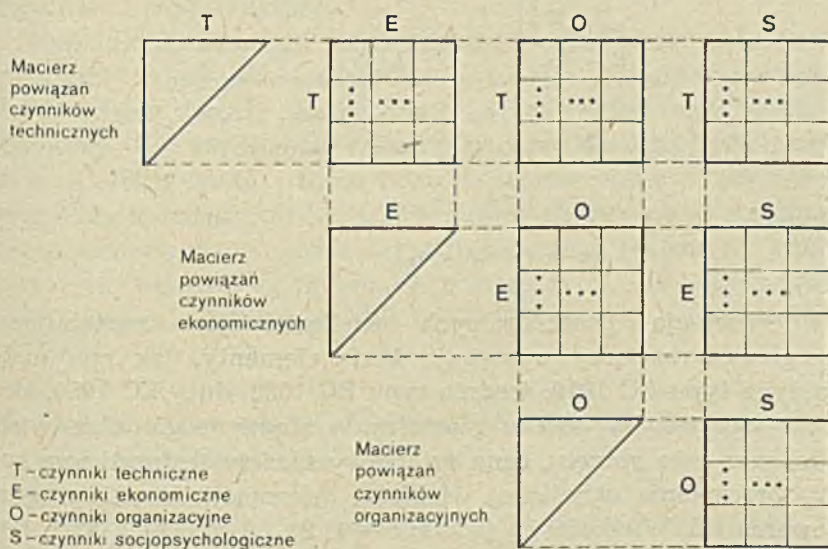
¹⁶ Por. A. M. Zawislak, *Metodologia systemowa w zarządzaniu*, „Wektory” 1974, nr 7.

¹⁷ Por. A. K. Koźmiński, *Analiza systemowa organizacji*, Warszawa 1976.

¹⁸ Por. W. Askanas, op. cit., s. 210.

- 1) cel systemu nie jest jasny i zrozumiały dla pracowników, których dotyczy,
- 2) realizowany system staje się elementem przetargowym,
- 3) członkowie organizacji będą poddawani silnym naciskom „za” i „przeciw” wdrożeniu systemu w toku jego realizacji,
- 4) pracownicy niewiele mają do powiedzenia w sprawie systemu i w miarę uwzględniania postulatów załogi możliwości występowania konfliktów będą miały tendencję malejącą,
- 5) zmiany dotyczą bardziej modyfikacji podsystemu społecznego niż technicznych aspektów funkcjonowania organizacji,
- 6) osoby realizujące system będą ignorować relacje ustalone wewnątrz organizacji lub wewnątrz poszczególnych grup pracowników,
- 7) nie spełni on oczekiwań członków organizacji.

Syntetyczna analiza czynników. Omówiliśmy wybrane elementy poszczególnych czynników wpływających na ekonomiczną efektywność zautomatyzowanych systemów zarządzania. Sygnalizowane więc były związki występujące między nimi. Zależności te można przedstawić za pomocą zespołu macierzy (por. rys. 20),



Rys. 20. Macierz powiązań czynników wpływających na efektywność zautomatyzowanych systemów zarządzania

które pełnią swoistą rolę mapy elementów ekonomicznej efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Rozważania nad ekonomiczną efektywnością poszczególnych czynników prowadzone są celowo, aby można było przedstawić strukturę problemów za pomocą macierzy powiązań. Mapa systemu przedstawiona na rysunku 20 składa się właśnie z pojedynczych macierzy powiązań. Do budowy takich macierzy należy określić:

1) zbiory elementów każdego czynnika:

a) T — zbiór czynników technicznych, $T = 1, 2, \dots, n$,

b) E — zbiór czynników ekonomicznych, $E = 1, 2, \dots, n$,

c) O — zbiór czynników organizacyjnych, $O = 1, 2, \dots, p$,

d) S — zbiór czynników socjo-psychologicznych, $S = 1, 2, \dots, r$,

2) cechy każdego elementu należącego do zbiorów T, E, O, S ,

3) relacje między elementami poszczególnych zbiorów:

$T \cdot E, T \cdot O, T \cdot S, E \cdot O, E \cdot S, O \cdot S$.

W poszczególnych macierzach otrzymamy wielkości charakteryzujące elementy ekonomicznej efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania.

1) Macierz czynników technicznych i ekonomicznych:

$E \backslash T$						
	1	2	.	.	.	n
1	a_{11}	a_{12}	.	.	.	a_{1n}
2	a_{21}	a_{22}	.	.	.	a_{2n}
.						
.						
m	a_{m1}	a_{m2}	.	.	.	a_{mn}

Interpretacja poszczególnych wielkości jest następująca: „w główce macierzy występują takie elementy, jak np.: mała maszyna typu EC 1010, średnia typu EC 1032, duża EC 1050, sieć abonencka itd.; w boczku macierzy wystąpić mogą takie wielkości jak: cena sprzętu, cena dzierżawy sprzętu, jednostkowe koszty przesyłania określonej wielkości informacji, koszt oprogramowania itd. Wielkości a_{ij} (gdzie: $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$) są relacjami charakteryzującymi pod względem ekonomiczno-technicznym zautomatyzowany system zarządzania, np. koszt

sprzętu, koszt przechowywania informacji, koszt dostarczania informacji, decydentów.

2) Macierz czynników technicznych i organizacyjnych:

O \ T	T					
	1	2	.	.	.	n
1	a_{11}	a_{12}	.	.	.	a_{1n}
2	a_{21}	a_{22}	.	.	.	a_{2n}
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
p	a_{p1}	a_{p2}	.	.	.	a_{pn}

Główka macierzy jest analogiczna jak w macierzy poprzedniej. Zmieni się natomiast boczek, w którym mogą wystąpić takie wielkości, jak: zatrudnienie informatyków ogółem, oraz liczba projektantów, liczba programistów, liczba analityków itd. Wielkości a_{ij} (gdzie $i = 1, 2, \dots, p$, $j = 1, 2, \dots, m$) mogą charakteryzować potrzeby kadrowe każdego z rozpatrywanych wariantów technicznych. Podobnie powiązania macierzy czynników organizacyjnych i ekonomicznych mogą nam określić konieczny fundusz płac i jego strukturę.

Wypełnienie macierzy odpowiednimi wielkościami charakteryzującymi zależy od konkretnej sytuacji i tu przedstawiliśmy tylko ogólną metodę postępowania. Możliwe jest wykorzystanie macierzy do określenia współczynników osłabiających ekonomiczną efektywność, i to zarówno po stronie efektów, jak i kosztów. Rolę tę mogą pełnić macierze powiązań czynników socjo-psychologicznych, które charakteryzują warunki realizacji systemu pod tym właśnie względem. Wyznaczenie takich współczynników wymaga specjalistycznych badań.

3. Ochrona danych a efektywność zautomatyzowanych systemów zarządzania

Na efektywność zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania poważnie wpływa sposób ochrony danych, w szerokim znaczeniu tego słowa. Problem ten, często nie doceniany, wyma-

ga specjalnego potraktowania ze względu na to, że nieuwzględnienie ochrony danych może spowodować ogromne straty mimo pozornej efektywności zautomatyzowanego systemu zarządzania. Na ochronę danych wpływają wszystkie już omówione czynniki: techniczne, ekonomiczne, organizacyjne i socjopsychologiczne. Konieczność zapewnienia właściwej ochrony danych powoduje wzrost kosztów projektowania, wdrażania i eksploatacji systemu, co może w istotny sposób zmienić relacje między efektami a kosztami.

Znaczenie ochrony danych we współczesnych systemach zarządzania wzrasta, ponieważ, w miarę rozwoju, zautomatyzowane systemy zarządzania wkraczają w coraz to nowe dziedziny życia gospodarczego oraz zwiększa się liczba problemów i liczba użytkowników. Powoduje to konieczność lepszego zabezpieczenia sprzętu, jak i samej informacji. Zabezpieczenie to powinno obejmować takie zagadnienia, jak: zapobieganie odczytaniu, niszczeniu i zmienianiu informacji, zarówno przypadkowemu, jak i celowemu. Dostęp do informacji powinni mieć tylko uprawnieni użytkownicy. Jednak zabezpieczenie informacji musi zapewniać ciągłą i niezawodną pracę systemu, co w zarządzaniu ma szczególne znaczenie. Zagrożenie danych może być spowodowane:

1) przypadkowo — np. przez błąd użytkownika lub wady systemu,

2) w wyniku pasywnej infiltracji polegającej na „podśluchu”, w szerokim sensie tego słowa, na liniach transmisji lub wykrywaniu impulsów,

3) w wyniku aktywnej infiltracji polegającej na przeglądaniu zbiorów danych w trybie *on line*, imitacji legalnego użytkownika, fizycznym przejęciu zbioru danych.

W celu zapewnienia odpowiedniej ochrony danych ponoszone koszty są niekiedy bardzo wysokie. W specjalnych systemach, np. wojskowych, ponosi się niekiedy dodatkowe nakłady rzędu 50% ceny całego normalnego sprzętu komputerowego, przy czym okazuje się niejednokrotnie, że i takie zabezpieczenie nie jest wystarczające¹⁹. Przykładowo urządzenie, które umożliwia porówna-

¹⁹ Por. K. Marclniak, Zapewnienie użytkownikom poufności informacji w procesie elektronicznego przetwarzania danych. W: Zapewnienie poufności informacji w procesie przetwarzania danych, TNOiK, Warszawa, 1978.

nie odcisku zgłaszającego się użytkownika z wzorcem linii papilarnych zapisanym w pamięci, kosztuje około 30% drożej od jednostki centralnej komputera. Jest to jedyne obecnie urządzenie, które gwarantuje dostęp do systemu tylko upoważnionym użytkownikom.

Ochrona danych może przebiegać w sferach zabezpieczenia: technicznego, programowego i organizacyjnego.

Zabezpieczenie techniczne jest w zasadzie najdroższym typem ochrony danych. Przez pojęcie zabezpieczenia technicznego A. Sokołowski rozumie stosowanie urządzeń technicznych i układów technicznych sprzężonych z komputerem, które mają możliwość skutecznego działania przeciw nieupoważnionej ingerencji²⁰.

Układy techniczne dzielą się na urządzenia identyfikujące dźwięk, identyfikujące obrazy, służące do procesu kodowania i dekodowania, oraz alarmujące. Są one powiązane z innymi urządzeniami typu: telewizja przemysłowa, sprzęt przeciwpożarowy itp. Ze względu na bezpośrednie koszty zakupu najtańsze są urządzenia do kodowania i dekodowania. Zasadniczym zarzutem, jeśli chodzi o to zabezpieczenie jest wydłużanie procesu przetwarzania, co w konsekwencji może zmniejszyć lub zniweczyć wręcz efekt związany z przewidywanym początkowo przyspieszeniem otrzymywania informacji.

Zabezpieczenie programowe polega na zaprojektowaniu specjalnych procedur weryfikujących prawo dostępu lub też uniemożliwiających zniszczenie danych. Stosowane procedury są jedno- lub wielostopniowe. Metody programowe umożliwiają częstą zmianę haseł i parametrów i są stosunkowo mało kosztowne. Wadą jednak jest wydłużenie czasu przetwarzania, a w razie zgubienia lub zapomnienia haseł i parametrów można nawet spowodować stratę danych.

Zabezpieczenie organizacyjne, będące w większości wypadków najtańszą metodą, jest często nie doceniane. Obejmuje ono zarówno organizację pracy jak organizację ośrodka obliczeniowego; zabezpieczenia tego dokonuje się przez: instrukcje, listy upoważnień, dokumentację, normy prawne. Zalety zabezpieczeń organi-

²⁰ Por. A. Sokołowski, *Ochrona zbiorów informacji w systemach informatycznych*, „Informatyka” 1973, nr 12.

zacyjnych oprócz wspomnianych niskich kosztów, są następujące: nie komplikują zasadniczego procesu przetwarzania danych, nie wydłużają czasu pracy komputera, łatwo są przyswajane zasady ochrony przez personel. W celu zwiększenia stopnia skuteczności ochrony danych stosujemy zestaw różnych metod.

W celu przedstawienia złożoności problemu i uzasadnienia konieczności ponoszenia wysokich kosztów zabezpieczania danych, omówimy działania, które należy podjąć, aby zachować ciągłość pracy dużego systemu typu resortowego lub rządowego.

1. Terytorialne rozproszenie danych wymaga poniesienia nakładów na budowę lub rozbudowę istniejących ośrodków obliczeniowych oraz instalowanie takiej sieci transmisji danych, w której nie będzie promienistych połączeń ośrodków lokalnych z ośrodkiem centralnym; w promienistych połączeniach istnieje duże prawdopodobieństwo awarii lub zniszczenia.

2. Zapewnienie takiej rezerwy mocy obliczeniowej, która umożliwia w każdej chwili przejęcie funkcji tych członów, które zostały z różnych powodów wyeliminowane z procesu przetwarzania. Należy tu więc ponieść dodatkowe nakłady inwestycyjne.

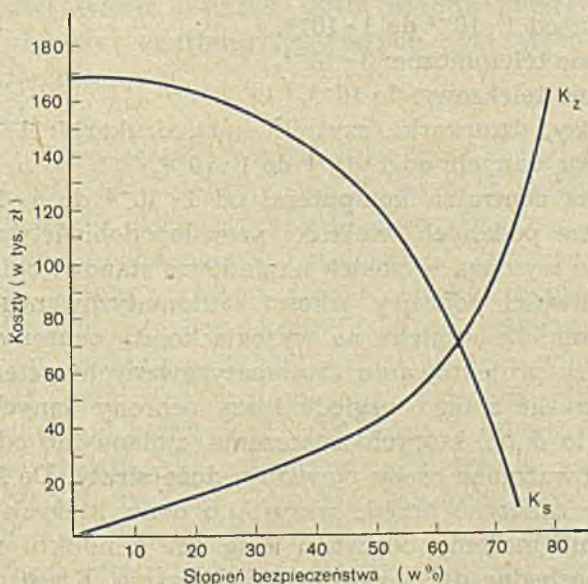
3. Okresowe tworzenie kopii zbiorów danych i programów na nośnikach przechowywanych równocześnie w odrębnym pomieszczeniu macierzystego ośrodka obliczeniowego oraz dodatkowo w innym terytorialnie odległym ośrodku. Przestrzeganie tej zasady wymaga wzrostu kosztów eksploatacyjnych.

4. Niezależne zasilanie energetyczne ośrodków, co wymaga wzrostu nakładów inwestycyjnych.

Wymienione działania i związane z nimi koszty dotyczą tylko zagadnień zapewnienia ciągłości pracy. Nie wymieniono tu takich działań, jak np. zabezpieczenie przeciwpożarowe, techniczna identyfikacja użytkownika, wielostopniowe „czyszczenie” danych źródłowych, programowa kontrola zbiorów.

Konieczność rozbudowy i modernizacji systemu ochrony danych w miarę rozwoju nowych technologii, a więc zautomatyzowanych systemów zarządzania ze zdalnym dostępem lub przetwarzaniem rozproszonym w warunkach sieci komputerów, obserwujemy w krajach, w których nasycenie sprzętem komputerowym jest wyższe niż w Polsce. Jeśli nawet stosowane metody ochrony nie grożą dziś poważniejszymi konsekwencjami, to już

jutro mogą się stać hamulcem wprowadzenia nowoczesnej technologii²¹. Dla uniknięcia tej sytuacji musimy ponieść odpowiednie koszty dla ukierunkowanych prac badawczych i nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Skuteczność metody zabezpieczenia danych zależy od kosztów wydanych na jej opracowanie. Na podstawie dotychczasowych badań można przypuszczać, że zależność ta, zilustrowana na rysunku 21, ma postać funkcji wykładniczej.



Rys. 21. Zależność między kosztami zabezpieczenia danych K_z a kosztami strat wywołanymi jego brakiem K_s

Oprócz kosztów należy też oszacować średnie straty, jakie poniosłaby organizacja w wyniku zniszczenia danych. Straty te można mierzyć jako koszty ponoszone na skutek konieczności odtworzenia danych lub poniesienia tzw. kosztów utraconej szansy²². Straty zależą od stopnia bezpieczeństwa. Na rysunku przedstawiono je w postaci stosunku liczby danych, które mogą zo-

²¹ Por. T. Jeagerman, S. Semczuk, *Ochrona danych w Głównym Urzędzie Statystycznym*, TNOiK, Warszawa 1978.

²² Przez koszty utraconej szansy rozumie się obniżenie efektów na skutek braku informacji o możliwych działaniach organizacji i w związku z tym niepodjęcia korzystnych dla niej działań.

stać zniszczone do wszystkich danych zawartych w rozpatrywanym zbiorze. Stosunek ten można wyrazić w procentach.

Istnieją jednak pewne techniczne granice związane ściśle ze stopniem bezpieczeństwa. Stopień ten określa prawdopodobieństwo wystąpienia błędu liczone jako stosunek liczby błędnych znaków do ogólnej liczby znaków przetworzonych (przesłanych). Według badań przeprowadzonych w NRD²³ prawdopodobieństwo to kształtuje się następująco:

- 1) człowiek: od $1 \cdot 10^{-2}$ do $1 \cdot 10^{-3}$,
- 2) połączenie telefoniczne: $3 \cdot 10^{-4}$,
- 3) połączenie teleksowe: $1 \cdot 10^{-4}$,
- 4) dalekopisy, dziurkarki, czytniki kart, drukarki: $1 \cdot 10^{-6}$,
- 5) transmisja danych: od $1 \cdot 10^{-6}$ do $1 \cdot 10^{-8}$,
- 6) jednostka centralna komputera: od $1 \cdot 10^{-8}$ do $1 \cdot 10^{-10}$.

Zmniejszenie podanych wielkości prawdopodobieństwa wystąpienia błędów wymaga wysokich nakładów i stanowi obiektywną granicę możliwości poprawy jakości zautomatyzowanego systemu zarządzania. Ze względu na wysokie koszty ochrony danych winno się przy projektowaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania określić z tego względu klasy ochrony danych. Klasa pierwsza — to dane, których zniszczenie, zmiana lub odczytanie przez nie upoważnione osoby powoduje duże straty. Do klasy tej powinny być zaliczone przede wszystkim dane, których w razie zniszczenia nie możemy odczytać, a są one z punktu widzenia decydenta niezbędne dla sprawnego zarządzania. Klasa druga — to dane potrzebne do zarządzania, których odtworzenie wymaga znacznych kosztów i czasu. Do klasy trzeciej należą te dane, których odtworzenie wymaga relatywnie niedużego wysiłku i kosztów.

Pozostałe dane mogą być wyeliminowane z systemu bez strat dla organizacji.

Proponowany podział jest umowny i w zależności od konkretnej sytuacji może nastąpić uściślenie granic priorytetu ważności danych pod kątem określenia klas ich ochrony.

Problematyka ochrony danych staje się w literaturze światowej coraz bardziej popularna. Prace z tego zakresu prezentują

²³ Por. D. Horn, N. Busch, *Datensicherung im System der EDV*, VEB Kombinat Robotron, Dresden 1970, s. 21.

coraz szerszy zakres wymagań dotyczących sposobów wielowarstwowego zabezpieczania zautomatyzowanego systemu zarządzania. W pracach tych powinno się zwrócić w większym niż dotychczas stopniu uwagę na problematykę ekonomiczną ochrony danych.

4. Wartościowanie technik jako metoda oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania

Efektywność zautomatyzowanych systemów zarządzania, zgodnie z tym co już powiedzieliśmy, jest to stosunek całkowitych efektów systemu do całkowitych nakładów poniesionych w fazach: projektowania, wdrażania i eksploatacji. Zarówno efekty, jak i nakłady, w celu przeprowadzenia pełnego rachunku, powinny być analizowane w całym okresie działania systemu. Wydaje się, że do oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania jest przydatne zastosowanie podejścia proponowanego przez *technology assessment*²⁴. W polskiej literaturze poświęconej temu zagadnieniu stosowany jest termin wartościowanie technik (WT)²⁵. Trafność tego sformułowania może budzić pewne wątpliwości. Jednak ze względu na to, że jest on już powszechny, będziemy go używać. Należy przy tym wyjaśnić, w jakim sensie używane jest tu pojęcie — technika. Odnosi się ono zarówno do produktów, procesów, jak i środków. Dotychczasowy dorobek WT dotyczy, m.in. następujących zagadnień:

- 1) oceny postępu technicznego, w sensie analizy poszczególnych technik,
- 2) analizy wpływu na społeczeństwo,
- 3) oceny technik wariantowych w celu ich porównania i wyboru,
- 4) zarządzania nauką i techniką.

²⁴ Termin ten został utworzony w ramach prac Komitetu d/s Nauki i Astronautyki Kongresu Stanów Zjednoczonych; Por. W. A. Hahn, *Science Policyans Technology Assessment*, IIASA, July 1977.

²⁵ Por. m.in.: L. Zacher, *Sterowanie procesami rewolucji naukowo-technicznej*, Wrocław 1978.

Wartościowanie technik dotyczących badań nad efektywnością systemów można określić jako proces analizy, przewidywania i oceny rozwoju systemu w przyszłości, w celu ustalenia i podjęcia odpowiednich decyzji. Wartościowanie technik rozwija się w kilku kierunkach. Szczególnie interesująca jest tendencja dotycząca wykorzystania ich do planowania rozwoju społeczno-gospodarczego. W tym znaczeniu procedura wartościowania technik służy do określenia systemu wartości, strategii rozwoju społeczno-gospodarczego, a następnie wyznaczania celów.

Przez długi okres postęp ekonomiczno-techniczny traktowany był wyłącznie pozytywnie. Biorąc pod uwagę wartościowanie technik problem ten ocenia się znacznie szerzej, i to zarówno od strony zalet, jak i wad. Dzięki już opracowanym procedurom i wytworzonym mechanizmom, łatwiej jest określić możliwości rozwoju zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania, a także wyjaśnić ich niekorzystne skutki. Następnie można odpowiednio zmodyfikować działania lub wręcz zahamować dany kierunek rozwoju. Przykładem mogą być takie kierunki zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania, które wymagają szczególnej ochrony danych. Kierunki te często z braku odpowiedniego sprzętu i metod muszą być odsunięte na dalszy plan realizacji. Środki oddziaływania i strategie służące tym celom powinny być na tyle elastyczne, aby nie hamowały pożądanego kierunku rozwoju w późniejszym okresie.

Obecnie wartościowanie technik wykorzystuje się w dwóch kierunkach:

1) nowo powstających technik, czyli np. nowo powstających zautomatyzowanych systemów zarządzania oraz nowego sprzętu komputerowego, czy też nowego oprogramowania,

2) nowo powstających problemów, czyli np. sposobów projektowania procesu zarządzania w nowym obiekcie.

Pierwsze zastosowanie jest częściej spotykane. Sytuacja taka wynika z natury historycznej, ponieważ pierwsze próby wartościowania technik miały na celu zbadanie wpływu nowych rozwiązań na środowisko.

Podejmujący decyzje muszą dbać o stworzenie takich mechanizmów, które pozwoliłyby na: identyfikowanie zapotrzebowania na zmianę techniki, doskonalenie wiedzy o potrzebach społeczeń-

stwa w zakresie nauki i techniki, dokonywanie wyboru między pożądanymi a społecznie dopuszczalnymi wariantami, jak też określanie odpowiednich środków działania i planowania odpowiednich faz ich stosowania.

TABLICA 22

Rodzaje oddziaływań istotne przy wartościowaniu techniki

Obszar skutków Stan oddziały- wania	Zautomatyzowany system zarządzania	Socjo-ekonomiczne aspekty otoczenia	Potrzeby społeczne, system wartości
Zautomatyzowany system zarządza- nia	istotne osiągnię- cia w informaty- ce	ograniczenia o charakterze ekonomicznym	zaspokojenie po- trzeb jako głów- ny motyw postę- pu w zakresie rozwoju zauto- matyzowanych systemów zarzą- dzenia
Systemy socjo- ekonomiczne Ochrona środo- wiska	nowe zautomaty- zowane systemy zarządzania przy- spieszają rozwój ekonomiczny; wy- wołują nowe pro- blemy społeczne, jak konflikty or- ganizatorskie	mechanizm wza- jemnych oddzia- ływań między społeczeństwem a zautomatyzo- wanymi syste- mami zarządza- nia	zaspokojenie po- trzeb jako głów- ny motyw rozwo- ju ekonomiczne- go, system wartości jako czynnik ste- rujący tym roz- wojem
Potrzeby społecz- ne System wartości	możliwości wyni- kają z nowych zastosowań zau- tomatyzowanych systemów zarzą- dzenia i rodzą nowe potrzeby i mogą przyczynić się do modyfiko- wania systemów wartości	podstawowe po- trzeby człowie- ka; potrzeby ge- nerowane przez społeczeństwo; system wartości określonych grup społecz- nych	idee, postawy

Źródło: adaptacja z pracy W. Raucha, Por. W. Rauch, op. cit.

W celu stworzenia takiego mechanizmu należy dokładnie poznać wzajemne oddziaływanie techniki i społeczeństwa. Ich schematyczne ujęcie przedstawiamy w tablicy 22, która jest adaptacją tablicy W. Raucha²⁶ (zmianie na zautomatyzowany system zarządzania uległa pozycja technika).

Ocena efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania przez wartościowanie technik polega m.in. na ścisłym i stałym powiązaniu z procesem podejmowania decyzji. Występuje ono w postaci zbieżnych interakcji, których celem jest ocena wpływu zmian automatyzacji systemu zarządzania na społeczeństwo oraz określenie kanałów oddziaływania społeczeństwa na przyszły kształt projektowanych systemów zarządzania.

Powiązania te są niezbędne dla pełnej oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania. F. Hetman traktuje je jako wynik zintegrowania procesów analizy, uzyskiwania i gromadzenia informacji oraz podejmowania decyzji, co przedstawiamy na rysunku 22²⁷. Ocena efektywności jest tu procesem iteracyjnym ze sprzężeniem zwrotnym. Analiza rozwoju techniki wiąże się z otrzymaniem nowych informacji o efektach i konsekwencjach rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania, a także o możliwościach nowych działań, które służą optymalizacji społecznych korzyści płynących z zastosowań informatyki w zarządzaniu.

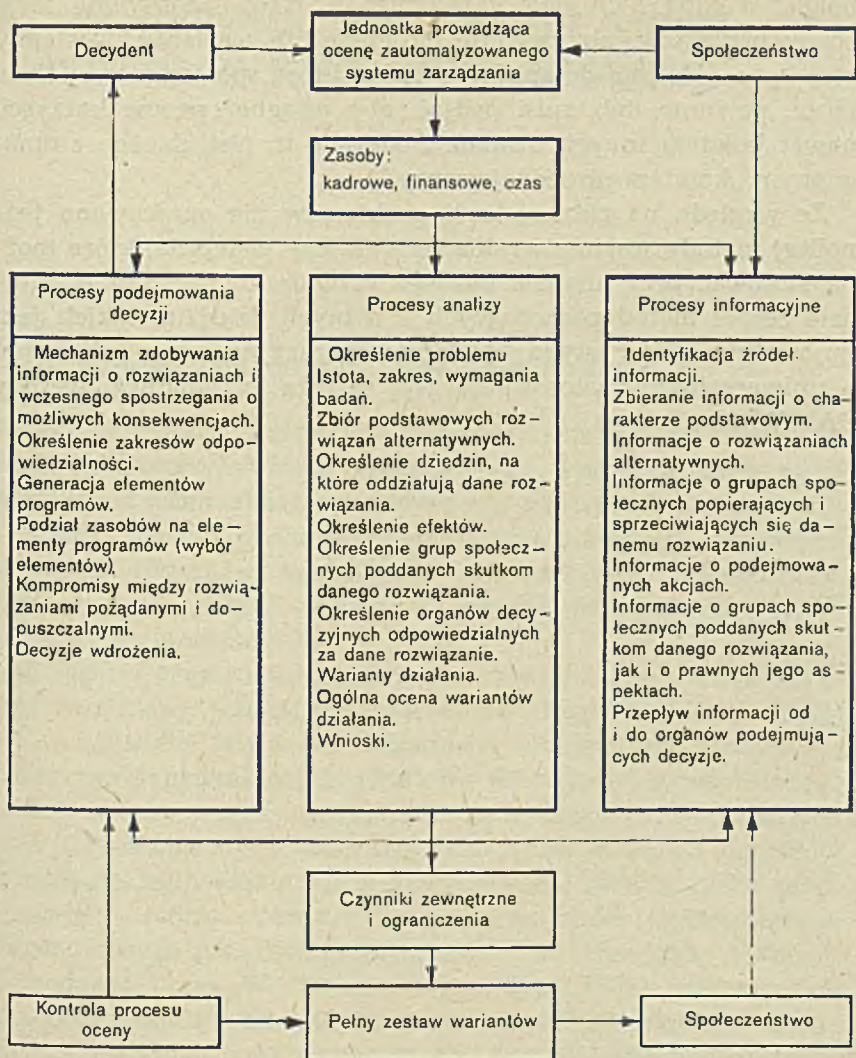
Z teoretycznego punktu widzenia należałoby określić pełen zbiór możliwych kierunków działań w zakresie zautomatyzowanych systemów zarządzania, jak też zbiór wszystkich konsekwencji wynikłych z ich wprowadzenia. W praktyce nie jest to jednak możliwe. Przewidywanie wszelkich dróg rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania jest zadaniem niezwykle trudnym. Obiecujące wydaje się podejście zaproponowane przez Wildarskiego, który w procesie wartościowania technik wyróżnia trzy stany: nieznajomość, niepewność, ryzyko²⁸.

Pierwsze działania wartościowania technik mają na celu obniżenie niewiedzy o kosztach i korzyściach płynących z danego roz-

²⁶ Por. W. Rauch, *Possibilities and Needs for Data Bases for Assessment of New Technologies*, IIASA, Luxemburg 1977.

²⁷ Por. F. Hetman, *Social Assessment of Technology and Some of its International Aspect*, IIASA, Luxemburg 1977.

²⁸ Wildarski powołuje się tu na J. Menkesa, Por. J. Menkes, op. cit.



Rys. 22. Powiązanie procesu badania efektywności według zasad procesu wartościowania techniki

wiązania do poziomu niepewności. Cel ten można osiągnąć na przykład przez prognozowanie. W jego wyniku otrzymuje się możliwe do przyjęcia scenariusze rozwoju danej techniki. Podejście to jest m.in. zgodne z propozycjami doradców z grupy Die-

bolda. Według nich należy organizować tzw. intensywne sesje oceny projektów, aby wybrać najlepsze ich warianty. Następny etap sprowadza się do analizy ryzyka, które społeczeństwo: chce, może, powinno, lub musi podjąć, aby osiągnąć pewne korzyści, nawet kosztem innych działań. Podejście to jest zbieżne z omówionym „kosztem utraconej szansy”.

Ze względu na różnorodność problemów nie opracowano jednolitej metody wartościowania technik, czy podejścia, które można stosować przy analizie każdego rozwiązania. Jest to w zasadzie zespół metod pochodzących z różnych dziedzin, takich jak: innowatyka, heurystyka, badania operacyjne, czy też metod o uniwersalnym zastosowaniu jak: analiza czynnikowa, metody PATTERN, sieciowe.

IV. Ocena efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania za pomocą rachunku ekonomicznego

1. Rachunek ekonomiczny, jego cele i zakres

Gospodarowanie w warunkach kwantyfikacji celów i środków polega na maksymalizacji efektów przy dysponowanych zasobach lub na minimalizacji kosztów przy założonych efektach. Narzędziem pomocnym dla dokonania wyboru i oceny zautomatyzowanych systemów zarządzania jest rachunek ekonomiczny, który obejmuje liczenie nakładów i efektów przy różnym podziale czynników produkcji.

W bogatej literaturze przedmiotu zakres rachunku ekonomicznego rozumiany jest bardzo szeroko. Według W. Wilczyńskiego jest to „System mierzenia nakładów i efektów działalności gospodarczej, zapewniający prawidłową ich wycenę ze społecznego punktu widzenia oraz sprzyjający podejmowaniu racjonalnych decyzji ekonomicznych zmierzających do minimalizacji nakładów i maksymalizacji efektów użytkowych”¹. A. Melich, który przeprowadził analizę różnych definicji rachunku ekonomicznego proponowanych przez różnych autorów pisze, że gdyby z definicji podanej przez W. Wilczyńskiego opuścić jej ostatni człon oraz poprzestać na określeniu, że rachunek ekonomiczny sprzyjać ma podejmowaniu racjonalnych decyzji ekonomicznych, to definicja ta odpowiadałaby w pełni zarówno intuicjom praktyki, jak i wymaganiom nauki². A. Melich zwraca też uwagę na fakt, że podstawowym zadaniem rachunku w gospodarce socjalistycznej, który nazywa „optymalizacyjnym rachunkiem

¹ W. Wilczyński, *Rachunek ekonomiczny a mechanizm rynkowy*, Warszawa 1965, s. 34.

² Por. A. Melich, *Rachunek ekonomiczny w socjalizmie*, Warszawa 1971, s. 131.

ekonomicznym”³, jest poszukiwanie rozwiązań optymalnych, a więc nie tylko lepszych od dotychczasowych, ale możliwie najlepszych. B. Minc określił cel rachunku jako wybór najlepszego rozwiązania spośród wielu możliwych⁴.

Rachunek ekonomiczny obejmuje więc: zestawienie nakładów i efektów dla każdego z wariantów, które są technicznie możliwe i ekonomicznie realne oraz porównanie tych wariantów i wybranie najlepszego z nich.

W naszych rozważaniach będzie to polegać na zestawianiu nakładów i efektów zbioru konkurencyjnych wariantów, z których w co najmniej jednym stosuje się zautomatyzowany system zarządzania, a następnie przeprowadza rachunek w celu wybrania wariantu najbardziej korzystnego. Trudności w tym zakresie polegają m.in. na tym, że właśnie zautomatyzowany system zarządzania często powinien pomagać w wycenie elementów rachunku przez dostarczenie potrzebnych informacji. Nieco łatwiejsza sytuacja jest wtedy, gdy rachunek ma być stosowany do wyboru jednego z wariantów informatyzacji. Jest tak np. jeśli zdecydowaliśmy się na projektowanie zautomatyzowanego systemu zarządzania, a otwartym problemem jest wybór sprzętu komputerowego potrzebnego do eksploatacji systemu. Podobnie jest, gdy zastanawiamy się czy adaptować już opracowany standardowy pakiet, czy też projektować indywidualny system.

Ograniczoność zasobów, i to zarówno kadr informatyków, jak i sprzętu, zmuszają do najlepszej ich alokacji. Akt wyboru wiąże się w pewnych wypadkach z rezygnacją z niektórych rozwiązań. Przykładowo wybór zautomatyzowanego systemu zarządzania opartego na pakiecie STEP⁵ powoduje, że nie będziemy kupowali systemu z pakietami SOPS. Może dojść do rezygnacji z projektowania zautomatyzowanego systemu zarządzania. W literaturze ekonomicznej taką sytuację określa się jako przeprowadzenie rachunku z użyciem tzw. kosztów możliwości (*opportunity or alternative cost*)⁶. Kosztem możliwości każdego wyboru jest

³ Tamże.

⁴ Por. B. Minc, *Ekonomia polityczna socjalizmu*, Warszawa 1967.

⁵ System STEP — opracowany w OBRI, a obecnie WCIPI i eksploatowany m.in. w wielu przedsiębiorstwach eksploatowany jest podobnie jak system SOPS opracowany w NRD przez Kombinat ROBOTRON — na maszynach Jednolitego Systemu serii RIAD.

⁶ Por. J. G. Zieliński, *Rachunek ekonomiczny w socjalizmie*, Warszawa 1967, s. 21.

strata poniesiona w wyniku zrezygnowania z innego określonego wariantu. W filozofii „kosztów możliwości” zwraca się uwagę na to, aby akt wyboru był jednocześnie elementem świadomej rezygnacji z innych, nie wybranych możliwości, jak np. rezygnacji z doraźnego efektu na rzecz przyszłych korzyści społecznych.

Wartość danego wariantu określa się najczęściej za pomocą współczynnika efektywności. Formalny zapis tego współczynnika bywa różny i zależy od konkretnej sytuacji. Przegląd niektórych formuł rachunku efektywności dotyczących informatyki przeprowadzimy dalej.

Najczęściej współczynnik efektywności wyraża się wzorem:

$$E = \frac{\Delta P}{\Delta I},$$

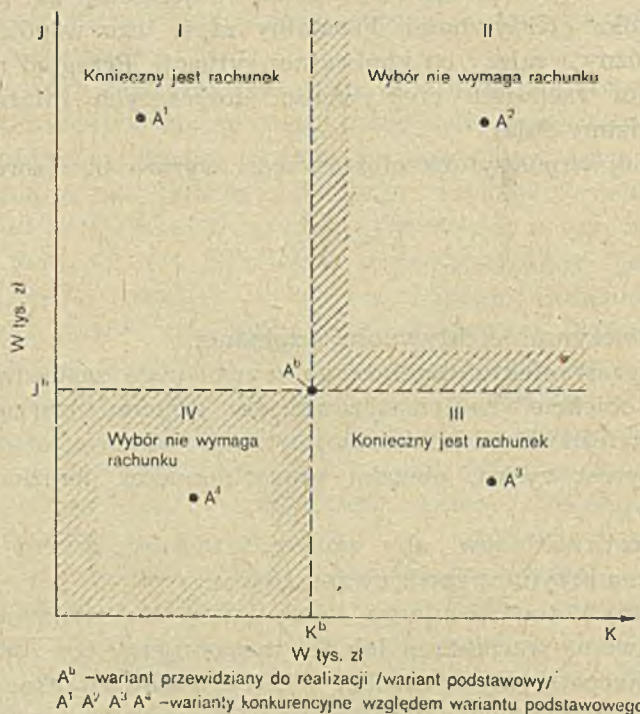
gdzie:

- E — współczynnik efektywności względnej,
- ΔP — przyrost efektu użytkowego wywołanego zastosowaniem w obiekcie zautomatyzowanego systemu zarządzania (w zależności od konkretnej sytuacji ma różną miarę, np. przyrost zysku, obniżka pracochłonności, obniżka kosztów),
- ΔI — wzrost nakładów, aby zautomatyzowany system zarządzania przyniósł spodziewane efekty.

Współczynnik ten stosujemy, kiedy mamy do czynienia z co najmniej dwoma wariantami lub też dysponujemy tzw. bazą odniesienia. Rozpatrzmy sytuację, w której rachunek ekonomiczny ma nam umożliwić wybór wyposażenia ośrodka obliczeniowego w odpowiedni zestaw sprzętu komputerowego. Dla uproszczenia założmy, że tylko dwa elementy są istotne przy dokonywaniu wyboru, a mianowicie nakłady na zakup i instalację sprzętu oraz koszty eksploatacyjne związane z jego zakupem. Zakładamy ponadto, że oba zestawy zaspokajają w jednakowym stopniu potrzeby przedsiębiorstwa. Pierwszy wariant A^1 można scharakteryzować za pomocą wskaźnika nakładów I^1 oraz wskaźnika kosztów eksploatacyjnych K^1 ; drugi wariant A^2 — odpowiednio wielkościami I^2 i K^2 .

Wariant A^1 jest lepszy tylko wtedy, gdy zachodzą następujące relacje: $I^1 < I^2$ oraz $K^1 < K^2$. Oznacza to, że wariant drugi wy-

maga zarówno większych nakładów, jak i ponoszenia wyższych kosztów eksploatacyjnych. Jeśli relacje będą odwrotne, wtedy wariant drugi jest zdecydowanie lepszy. W innych wypadkach, aby udzielić odpowiedzi na pytanie, który wariant trzeba preferować, należy przeprowadzić rachunek efektywności.



Rys. 23. Porównanie wariantów zautomatyzowanych systemów zarządzania pod względem nakładów inwestycyjnych (I) i kosztów (K)

Uogólniając sytuację (por. rys. 23) możemy powiedzieć, że każdy wariant reprezentowany przez punkt w obszarze II jest gorszy od wariantu podstawowego A^b . Natomiast każdy wariant należący do obszaru IV jest bardziej efektywny od wariantu podstawowego A^b . Dla kierunków reprezentowanych przez punkty leżące w obszarach I i III, ze względu na istniejące relacje między nakładami a kosztami, należy przeprowadzić rachunek efektywności.

Jeżeli natomiast rachunek nie polega tylko na porównaniu dwóch konkurencyjnych wariantów, a dotyczy problemu czy zastosować zautomatyzowany system zarządzania, wtedy miarą jest współczynnik efektywności bezwzględnej:

$$E' = \frac{P}{I},$$

gdzie:

- E' — współczynnik efektywności bezwzględnej,
- P — efekt użytkowy wynikający z zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania,
- I — pełny nakład poniesiony na projektowanie, wdrożenie oraz eksploataowanie zautomatyzowanego systemu zarządzania.

Zakres działania rachunku ekonomicznego jest jednak ograniczony. Wynika to z faktu, że decyzja podejmowana jest w zależności od różnych aspektów problemu. Możemy więc stwierdzić, iż rachunek ekonomiczny pełni rolę jednego z doradców w procesie podejmowania decyzji, a mianowicie rolę doradcy ekonomicznego.

Decydowanie, jak pisze J. Zieleniewski, jest to dokonanie niełosowego wyboru w działaniu, a wynikiem tego procesu jest decyzja⁷. P. Drucker rozróżnia sześć kroków, z których składa się proces decydowania:

- 1) zaliczenie problemu do określonej klasy zagadnień i stwierdzenie stopnia jego wyjątkowości,
- 2) „postawienie” problemu,
- 3) określenie okoliczności, które muszą być uwzględnione, aby odpowiedź na postawiony problem była prawidłowa,
- 4) wybór właściwej decyzji,
- 5) określenie działań, które trzeba podjąć,
- 6) sprzężenie zwrotne potwierdzające trafność i skuteczność podjętej decyzji⁸.

Decyzje dotyczące zastosowania informatyki są tym trudniejsze, iż sama informatyka jest nie tylko przedmiotem decydowania, ale też sama może być jego narzędziem. Rachunek ekono-

⁷ Por. J. Zieleniewski. *Organizacja i zarządzanie*, Warszawa 1969, s. 480.

⁸ Na P. Druckera powołuje się J. Zieleniewski, op. cit., s. 10.

miczny stosowany jest w celu określenia działań, które trzeba podjąć przy realizacji podjętej decyzji.

Sformułujemy dokładnie nasze zadanie. Ze zbioru działań prowadzących do podniesienia sprawności zarządzania należy wybrać taki podzbiór, który przyczyni się do zrealizowania postawionych celów, w sposób najbardziej efektywny. Ograniczamy się, jak już mówiliśmy, do rozpatrzenia takiego zbioru, w którym co najmniej jeden element związany jest z zastosowaniem zautomatyzowanego systemu zarządzania.

W celu podjęcia decyzji posłużymy się listą hierarchicznie powiązanych ze sobą pytań. Kolejne odpowiedzi będą stopniowo określać nam podzbiór możliwych wariantów (z punktu widzenia założonych celów).

1. Czy stosować zautomatyzowany system zarządzania?

2. W jakim zakresie go wykorzystywać? Czy projektowany system ma zawierać tylko jeden podsystem np. dla inwestycji? Czy ma objąć również drugi podsystem jak podsystem gospodarki materiałowej? A może powinien to być system kompleksowy? Co nowego wniesie system do rachunku optymalizacyjnego planów produkcyjnych? Jakie są możliwości i efekty zastosowania systemu do optymalizacji transportu? Do optymalizacji innych obszarów i funkcji?

3. Czy system powinien być eksploatowany we własnym ośrodku obliczeniowym? Jeśli nie mamy własnego ośrodka obliczeniowego, czy należy go zbudować? Czy bardziej opłaca się wynająć maszynę w innym ośrodku obliczeniowym i płacić za jej efektywny czas pracy (przy stosunkowo niewielkim czasie pracy naszego systemu cyfrowego)? Czy budować abonencką sieć? Czy przyłączyć własną końcówkę do sieci wielokomputerowej?

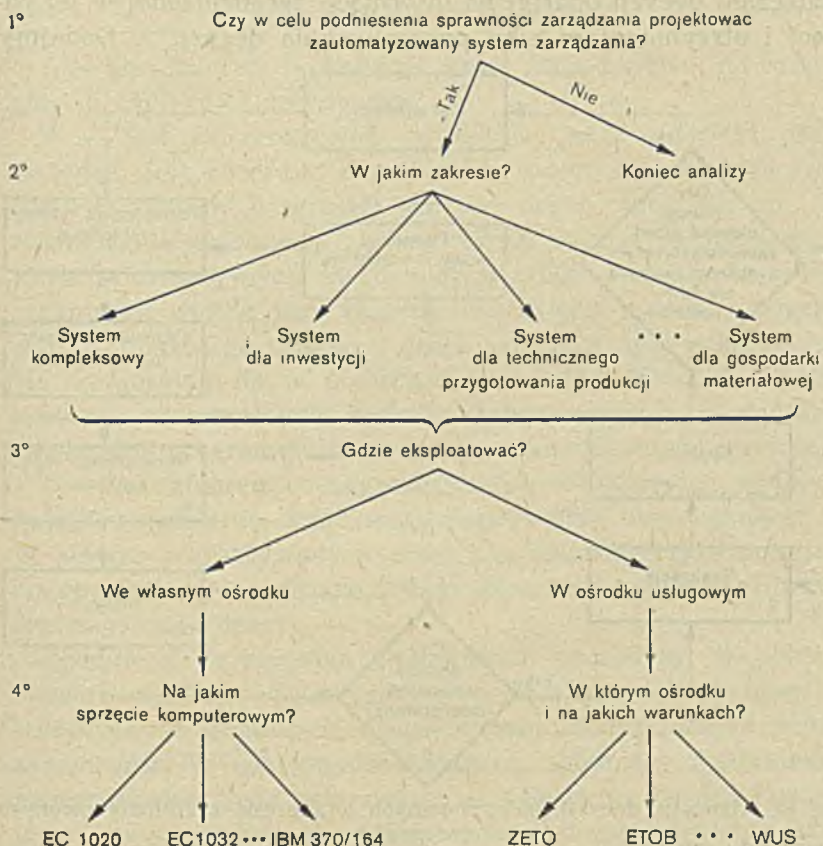
4. W zależności od odpowiedzi na poprzednie pytania, nastąpi wiele wariantowych pytań obejmujących bardziej specjalistyczne zagadnienia.

W razie stwierdzenia, że należy budować własny ośrodek obliczeniowy, padnie pytanie: jaka powinna być konfiguracja sprzętu komputerowego do realizacji postawionych zadań (zestaw jednoprosesorowy, wieloprosesorowy, sieć polikomputerowa i inne)?

Jeśli natomiast okaże się, że nasze zapotrzebowanie na czas pracy komputera jest niewielkie, to będzie nas interesowało

w jakim ośrodku i na jakich warunkach należy eksploatować system (korzystanie z sieci abonenckiej, własna stacja przygotowania danych, inne rozwiązania)? Hierarchię problemów do rozwiązania przez decydenta przedstawia rysunek 24. Przedstawione na nim drzewo można rozbudowywać na niższych poziomach, np. czy stosować przewijacze taśmowe PT-3 produkcji polskiej, czy przewijacze bułgarskie EC-5012, czy inne?; tak szczegółowe zagadnienia nas jednak tu nie interesują.

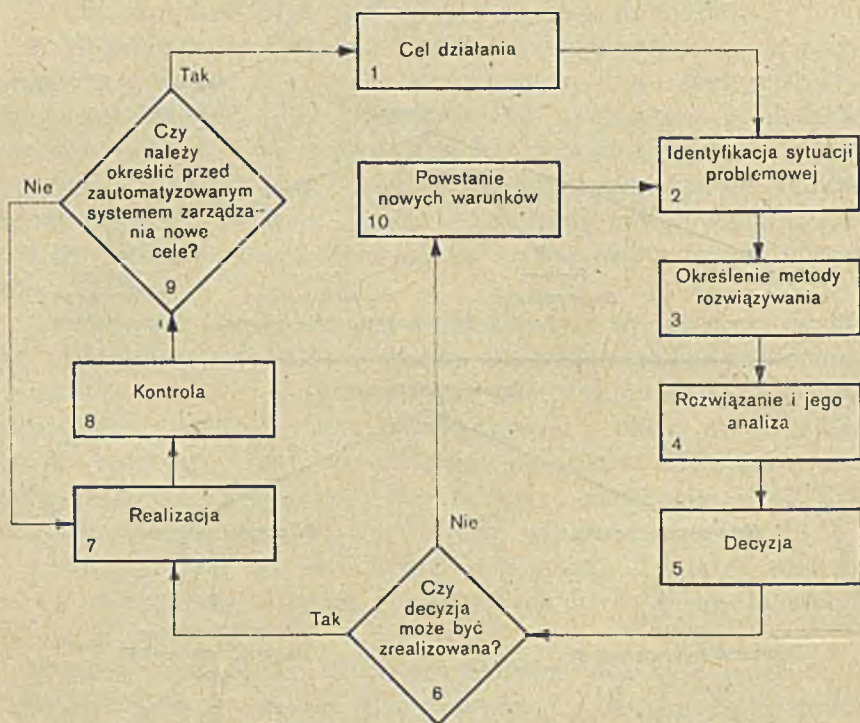
Decyzja wyboru konkretnego rozwiązania wymaga przeprowadzenia rachunku nakładów i efektów w każdym węźle drzewa decyzyjnego. Na podstawie tego rachunku wybieramy odpowied-



Rys. 24. Drzewo decyzji podejmowanych w zakresie wdrażania zautomatyzowanego systemu zarządzania

nią drogę postępowania. Niekiedy musimy wracać do poprzednio podjętej decyzji i przeprowadzać rachunek od nowa. Wynika to stąd, że mamy o wiele mniej informacji dotyczących pierwszego poziomu, i to o mniejszej pewności, niż dla drugiego poziomu. Ogólnie należy stwierdzić, że im niższe piętro decyzyjne, tym dokładniejszy może być przeprowadzony rachunek, ze względu na bardziej precyzyjne sformułowanie problemu.

Rysunek 25 przedstawia algorytm decyzyjny. Pojęcie algorytmu decyzyjnego rozumiemy tu podobnie jak J. Kornai, który pisze: „zespół reguł postępowania, jaki stosuje jednostka regulacyjna pewnej organizacji w przypadku kwestii p , aby dojść do ostatecznej decyzji opartej na informacji zgromadzonej w jej pamięci i otrzymanej w toku przygotowania decyzji”⁹. Dodajmy,



Rys. 25. Algorytm decyzji podejmowanych w zakresie zautomatyzowanych systemów zarządzania

⁹ J. Kornai, *Anti-equilibrium*, Warszawa 1973, s. 161.

że taką procedurę będziemy nazywać również *paraalgorytmem* lub *algorytmem heurystycznym*.

Zanalizujemy poszczególne kroki algorytmu oraz spróbujmy określić rolę rachunku ekonomicznego. Jest to procedura iteracyjna.

W pierwszym kroku określamy nasz cel działania. Rozpatrywanym przez nas celem jest podniesienie sprawności zarządzania, która została określona w postaci wektora wymagań względem zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Następnym krokiem jest identyfikacja sytuacji problemowej przez określenie elementów pięciu zbiorów:

$$\{L, W, D, P, H\}$$

L — jest zbiorem podmiotów, które mają problem do rozstrzygnięcia, czyli zbiór decydentów.

W — jest zbiorem celów, wyników, jakie decydent pragnie osiągnąć. Jest on często określany w sposób niekwantyfikowany, ujęty w formuły o zerowej wartości operacyjnej, jak np. „uporządkowanie organizacji”, „zwiększenie stopnia zaspokojenia potrzeb informacyjnych kierownictwa”. Dla projektanta rozwoju organizacji istotne jest znalezienie takiego sposobu wyrażenia celu, by można go zapisać w języku operacyjnym każdego szczebla zarządzania, np. za pomocą drzewa celów. Umożliwi to zastosowanie nowoczesnych technik programowania i dodatkowo powiązanie programowania rozwoju z zarządzaniem przez cele.

D — jest zbiorem co najmniej dwóch niejednakowo wydajnych sposobów działania, które mogą doprowadzić do osiągnięcia celu. W zbiorze rozpatrywanych przez nas działań przynajmniej jedno powinno być związane z zastosowaniem zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Zgodnie z iteracyjnym charakterem procedury, w pierwszej iteracji możemy rozpatrywać dwa działania: jedno oparte na tradycyjnych technikach, drugie na zautomatyzowanym systemie zarządzania. W następnych iteracjach, zgodnie z rysunkiem 25, zbiory działań będą skierowane na cele coraz bardziej szczegółowe i wyspecjalizowane. Najpierw więc rozpatrujemy zbiory działań zorientowanych na problemy ogólne, takie jak zakres działania systemu, a następnie działania związane ze sprzętem

komputerowym, jego architekturą i oprogramowaniem. Między poszczególnymi działaniami, będącymi elementami zbioru D , zachodzą różnego rodzaju relacje. Ponieważ w literaturze problemy te są często pomijane, to postaramy się uczynić je bardziej komunikatywnymi.

Relacja implikacji. Należy ją uwzględnić wtedy, kiedy między poszczególnymi działaniami zachodzi taki związek, że jeżeli realizujemy działanie d_1 , to trzeba również realizować działanie d_2 . Niekiedy występuje łańcuch zależności implikacyjnych typu: jeżeli będziemy realizować działanie d_1 , to musimy realizować d_2 , a jeżeli d_2 to i d_3 itp. Przykładowo, jeśli chcemy uzyskać szybko informacje z obiektu położonego daleko od centrum decyzyjnego, to jeśli zainstalujemy minikomputer — musimy wydzierżawić (lub zbudować) sieć transmisji danych, a następnie komputer w centrum decyzyjnym.

Relacja spójności. Uwzględnia się ją wtedy, gdy realizacja jednego działania pociąga za sobą realizację innego związanego działania. W porównaniu z poprzednią relacją ma ona charakter przechodni, czyli jeżeli realizujemy działanie d_1 , to musimy realizować d_2 oraz jeżeli d_2 , to d_1 . Kupując komputer musimy kupić do niego oprogramowanie. W rachunku ekonomicznym działania te agregujemy w jeden kierunek.

Relacja wykluczania. Poszczególne działania mogą się wykluczać; przyjęcie działania d_1 powoduje odrzucenie innych działań, np. d_2 , d_3 . Przykładowo, jeżeli decydujemy o instalowaniu jednego komputera, to wybierając określony typ rezygnujemy tym samym z pozostałych typów komputerów.

P — prezentuje zbiór stanów wątpliwości decydenta, który wybór jest najlepszy. W warunkach istnienia tzw. luki *software* upływa dość długi okres od momentu podjęcia decyzji o projektowaniu systemu do czasu jego wdrożenia. W tym okresie może nastąpić wiele zmian zarówno w analizowanej organizacji (inne, zwiększone potrzeby informacyjne), jak i w technicznych środkach systemów cyfrowych (gwałtowny wzrost możliwości zaspokojenia tych potrzeb).

Jest oczywiste, że te zmiany modyfikują zbiór wątpliwości, eliminują niepewność w jednych obszarach, otwierają i zwiększają

szają w innych. W celu określenia niepewności, jej pomiaru, sterowania jej zakresem decydenci wykorzystują rozmaite techniki¹⁰.

H — przedstawia zbiór hipotez o stanach otoczenia. Informatyka w zarządzaniu jest tylko środkiem. Powinny się do niej odnosić takie same zasady oceny, jak do innych form postępu techniczno-ekonomicznego.

Cele i parametry rachunku (procent, ceny) są dane z zewnątrz. Otoczenie dyktuje też ograniczenia zbioru działań, np. nie można kupić maszyn pewnego typu; należy uwzględnić wymagania, jakie systemom resortowym stawiają systemy rządowe oraz systemy resortów współpracujących i systemy regionalne.

Następnym krokiem procedury jest rozwiązanie sytuacji problemowej i analiza tego rozwiązania. Sposoby rozwiązania są różnymi formułami rachunku ekonomicznego. Niektóre z nich przedstawimy dalej.

Mając już zbiór pożądanych działań, wyznaczony metodami rachunku ekonomicznego, możemy zdecydować, jaki podzbiór tego zbioru będzie realizowany. Wybór przeprowadza się również w sposób iteracyjny.

W pierwszej iteracji problem jest często postawiony nieostro. Brakuje bowiem wielu ważnych informacji do przeprowadzenia rachunku. W odniesieniu do działań operujemy jedynie prawdopodobieństwem ich powstania lub mamy określone tylko pewne przedziały nakładów i efektów. Informacje napływające w następnych iteracjach modyfikują wyjściowe prawdopodobieństwo i czynią bardziej wiarygodnymi szacunki nakładów i efektów. Jeżeli się okaże, że decyzja nie może być zrealizowana, wówczas modyfikujemy zbiory składające się na sytuację problemową i ponownie rozwiązujemy tak przekonstruowany problem. Jeśli natomiast możliwe jest wykonanie decyzji, wówczas przekazujemy ją do realizacji i kontrolujemy jej przebieg. Kontrola ma na celu stwierdzenie, w jakim stopniu są otrzymywane zało-

¹⁰ Na ten temat piszą: por. Z. Hellwig, *Aproksymacja stochastyczna*, Warszawa 1965; T. Kasprzak (red.), *Badania operacyjne w nowoczesnym zarządzaniu*, Warszawa 1974; B. Minc, *O ekonomicznej niepewności*, „Gospodarka Planowa” 1974, nr 6, s. 367.

zione wyniki. Po każdym etapie kontroli należy podjąć jedną z możliwych decyzji: czy kontynuować realizację bez istotnych zmian czy też modyfikować uprzednio postawiony cel.

2. Ocena efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania

Od 1 stycznia 1975 r. obowiązują nowe zasady oceny ekonomicznej efektywności inwestycji i innych zamierzeń rozwojowych¹¹. Przedstawimy podstawowe problemy, które wiążą się z interesującą nas tematyką oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania. Obowiązująca metodyka dotyczy oprócz inwestycji produkcyjnych także zamierzeń z zakresu postępu technicznego i organizacyjnego. Zadaniem, tzw. Ramowych Wytycznych jest wzrost roli rachunku efektywności jako narzędzia decyzyjnego. Zasady i formy rachunku efektywności ustalone są w ten sposób, aby odpowiadały wprowadzanym obecnie w życie ramowym zasadom ustalania cen i systemowi finansowemu. Dokonano tego, jeśli chodzi o sposób wyznaczania okresu rozliczeniowego oraz przyjęty poziom stopy dyskontowej.

W wypadkach, gdy na podstawie analizy wytycznych okaże się, że potrzebne jest opracowanie bardziej szczegółowych metodyk dla całej problematyki (np. dla ekonomicznej efektywności zautomatyzowanych systemów decyzyjnych), które uwzględniałyby specyficzne cechy poszczególnych rodzajów zamierzeń rozwojowych, postanowienia wytycznych traktowane są jako ich jednolita podstawa metodologiczna.

W wytycznych stwierdza się, że rachunek efektywności nie może być wyłącznym instrumentem oceny efektywności zamierzeń rozwojowych, a do takich właśnie zaliczamy działania z zakresu informatyki. Rachunek powinien być uzupełniony następującymi elementami:

1) badaniem dopuszczalności danego zamierzenia z punktu widzenia warunków organizacyjnych (dysponowany sprzęt i oprogramowanie, kadry),

¹¹ Por. Uchwałę nr 173 Rady Ministrów z dnia 12 lipca 1974 r. oraz zarządzenie Przewodniczącego Komisji Planowania przy Radzie Ministrów z dnia 26 lipca 1974 r.

2) przeprowadzeniem analizy porównawczej polegającej na zbadaniu techniczno-ekonomicznych wskaźników charakteryzujących dane zamierzenie na tle osiągnięć krajów gospodarczo wysoko rozwiniętych oraz własnych najnowocześniejszych rozwiązań, a także wpływu danego zamierzenia na poprawę dotychczasowej sytuacji, np. w zakresie usprawnienia metod zarządzania.

Istotne z punktu widzenia problemów efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania, jest również uwzględnienie w ocenie efektów niemierzalnych wartościowo, jak np. inspirowanie przyszłego rozwoju resortu, czy też przedsiębiorstwa. Ocena wpływu ważniejszych elementów, których nie uwzględniono w rachunku powinna być włączona do analizy efektywności w formie opisowej.

Procedura rachunku postulowana w aktach normatywnych przebiega w dwóch etapach.

Etap 1. Działania przygotowawcze. Rachunek wymaga zebrania niezbędnych informacji i starannego przygotowania wszystkich jego elementów. Często też przed przystąpieniem do obliczeń należy przeprowadzić prace przygotowawcze w celu uwzględnienia przyszłych zmian w systemie zarządzania, opracowania programu rozwoju informatyki w resorcie i zjednoczeniu. W miarę potrzeby należy również zebrać informacje z zakresu technicznych możliwości realizacji, np. sieci zdalnego przetwarzania oraz ustalić okres obliczeniowy, tj. liczbę lat, którą należy objąć obliczeniem.

Etap 2. Sporządzenie właściwego rachunku i stwierdzenie na jego podstawie, czy analizowane zamierzenie rozwojowe spełnia minimalne wymagania stawiane przez „bezwzględną ocenę efektywności”? Minimalny rygor efektywności jest spełniony wtedy, gdy wskaźnik efektywności ujęty w formie ilościowej nie jest niższy od jedności. Jeżeli wskaźnik ten ma formę zróżnicowaną, to nie może być on z kolei niższy od zera. Następnie należy wybrać, który z rozpatrywanych wariantów jest najbardziej korzystny z punktu widzenia kryteriów rachunku, tj. względnej oceny efektywności. Wybór wariantów jest dokonywany według zasady maksymalizacji wielkości wskaźnika efektywności.

Należy też zwrócić uwagę na to, aby rachunek towarzyszył kolejnym fazom przygotowania decyzji. Rachunek efektyw-

ności spełnia swe zadania wówczas, gdy jest przeprowadzany już na etapie formułowania ogólnych założeń koncepcyjnych. Należy więc przewyciężyć trudności, jakie powstają wówczas, gdy istnieje znaczny stopień niepewności co do poszczególnych elementów rachunku.

Podejście to jest zgodne z niezależnie opracowanymi postulatami metodyki projektowania i wdrażania zautomatyzowanych systemów zarządzania na podstawie typowych elementów. Metodyka ta została opracowana w wyniku międzynarodowego współdziałania¹² w ramach MKETO (Międzyrządowa Komisja d/s Elektronicznej Techniki Obliczeniowej). Według tej właśnie metodyki obliczenie efektywności ekonomicznej zautomatyzowanych systemów zarządzania przeprowadza się na poszczególnych etapach realizacji systemu. Przy opracowaniu założeń technicznych dokonuje się zarówno szacowania nakładów na projektowanie, wdrożenie i eksploatację zautomatyzowanych systemów zarządzania, jak i oceny efektów spodziewanych z zastosowaniem systemu.

W następnym etapie prac projektowych, jakim jest sporządzenie projektu technicznego, analiza ekonomiczna powinna być już pogłębiona. Obliczając efektywność ekonomiczną należy ocenić efekt ekonomiczny oczekiwany w związku z realizacją systemu. Może to być np. zmniejszenie kosztów transportu, przestojów urządzeń, produkcji w toku i zapasów, zużycia materiałów, wydatków na personel administracyjny. Efekt ten porównuje się następnie z aktualnie planowanymi kosztami i oblicza roczną oszczędność oraz okres zwrotu nakładów na system informatyczny. Przy obliczaniu efektów wprowadzenia systemów opartych na elementach należy uwzględnić obniżkę kosztów projektowania tego typu systemu w odniesieniu do kosztów, które byłyby poniesione, gdyby projektowanie zostało oparte na indywidualnych nietypowych elementach.

Na etapie projektu roboczego oblicza się rzeczywiste koszty realizacji zautomatyzowanego systemu zarządzania i uściśla się przewidywaną efektywność systemu w warunkach jego funkcjo-

¹² Por. *Metodyka projektowania systemów informatycznych*, „Problemy Informatyki”, Warszawa 1975 (tłum. z jęz. ros.).

nowania. Bierze się tu pod uwagę rozwiązania przyjęte w tym projekcie.

Konsekwencją zasady uściślenia rachunku wraz z uzyskiwaniem pełniejszych informacji, jeśli chodzi o kształtowanie się poszczególnych elementów, jest zasada tzw. rachunku cząstkowego.

Najmniejszą strukturalną jednostką zautomatyzowanego systemu zarządzania, dla której opracowany byłby rachunek opłacalności jest podsystem¹³.

W zautomatyzowanym systemie zarządzania podsystem przeważnie obejmuje określoną tematyczną grupę zastosowań lub pewną dziedzinę, np. gospodarkę materiałową, planowanie produkcji. Podsystem można też wydzielić według zasady funkcjonalnej, to jest według funkcji zarządzania, takich jak planowanie, ewidencja, kontrola. W dowolnym układzie podsystem obsługuje określony obszar decyzyjny.

Jest niezmiernie ważne, aby w warunkach, w których zamierzenia tworzą wzajemnie powiązany układ gospodarczy, ocena efektywności była sporządzana nie tylko dla poszczególnych zamierzeń, ale również dla całego układu. Realizacja tego postulatu wymaga zbadania różnorodnych powiązań i analizy wpływu zautomatyzowanego systemu zarządzania na rozmaite sfery działalności obiektu. Są to inne jednostki gospodarcze działające w jego otoczeniu i z nim powiązane. Rachunek uwzględnia więc zewnętrzne efekty zastosowania informatyki w działalności gospodarczej.

W obliczeniach należy zwrócić uwagę na porównywalność poszczególnych elementów i wariantów jako całości. Zapewnienie porównywalności elementów rachunku oznacza w szczególności konieczność odzwierciedlenia ścisłego związku przyczynowo-skutkowego między nakładami a efektami. Zasada porównywalności wariantów z punktu widzenia rozłożenia nakładów i efektów w czasie wynika z faktu, iż warianty mogą różnić się:

¹³ Według metodyki projektowania obowiązującej w Ośrodkach Obliczeniowych Zjednoczenia Informatyki, przyjmuje się cztery poziomy (stopnie) struktury systemu informatycznego, a mianowicie: system, podsystem, jednostka funkcjonalna, moduł. Przy innej metodzie, jak np. projektowaniu strukturalnym, projekt dzieli się na funkcje i podfunkcje.

- 1) długością okresu projektowania lub wdrażania systemu,
- 2) długością okresu eksploatacyjnego,
- 3) rozkładem nakładów i efektów w obydwu wymienionych okresach.

Istnieje zatem potrzeba sprowadzenia do porównywalności wariantów o różnej charakterystyce czasowej. W wytycznych dokonuje się tego w ramach rozwiniętych formuł rachunku efektywności za pomocą dyskonta, które umożliwia określenie względnych strat i korzyści wskutek opóźnienia lub przyspieszenia efektów i ponoszonych nakładów.

Rachunek efektywności polega na porównaniu efektów z nakładami niezbędnymi dla ich realizacji. Ze względu na konieczność sporządzania rachunku efektywności w różnych fazach projektowania i wdrażania systemu i przy różnym stopniu posiadania szczegółowych informacji o przyszłym kształtowaniu się elementów rachunku, przyjmuje się dwie formuły wskaźnika efektywności¹⁴:

1) uproszczoną, która służy do oceny na etapie prac wstępnych,

2) rozwiniętą stosowaną już wtedy, gdy osiąga się dostateczny stopień szczegółowości informacji.

Podstawowa różnica między obiema formułami polega na tym, że rachunek w formie uproszczonej przeprowadza się dla okresu rocznego, natomiast w formule rozwiniętej, rachunek stosuje się dla całego okresu obliczeniowego. Składa się nań suma okresu realizacji przedsięwzięcia oraz jego eksploatacji. Elementy potrzebne do rachunku ustala się wtedy jako średnie z pięciu lat okresu eksploatacji. Właściwie dopiero w formule rozwiniętej mamy do czynienia ze stosowaniem stopy dyskontowej.

W rozpatrywanym zakresie eksploataowania i oddziaływania zautomatyzowanych systemów zarządzania wyodrębnia się dwa typy układów: przedmiotowy i podmiotowy. Do przedmiotowych zalicza się takie systemy, których zakres wykracza poza ramy określonej organizacji gospodarczej, a więc resortu, wielkiej organizacji gospodarczej, przedsiębiorstwa. Takim przedmiotem

¹⁴ Obie formuły zostały dokładnie opisane w wymienionej już Uchwale Rady Ministrów z dnia 12 lipca 1974 r.

zautomatyzowanego systemu zarządzania jest System Państwowej Informacji Statystycznej SPIS. Do podmiotowych zalicza się natomiast te systemy, których zakres dotyczy organizacyjnych ram podmiotów gospodarczych. Będą to więc tzw. systemy obiektowe, które przeznaczone są wyłącznie na zaspokojenie potrzeb określonej gałęzi lub przedsiębiorstwa.

W układzie przedmiotowym wybór najbardziej korzystnego rozwiązania przeprowadza się na podstawie obliczenia kryterium maksymalizacji sumy efektów. Jeżeli jednak system składa się z odpowiednich podsystemów (rachunek kosztów, techniczne przygotowanie produkcji, gospodarka środkami trwałymi), to w miarę możliwości należy przeprowadzić rachunek dla każdego z podsystemów oddzielnie.

Dla systemu podmiotowego, który jest na ogół bardziej złożony w porównaniu z systemem przedmiotowym, w wytycznych zaleca się analizę wyodrębnionych mniejszych systemów (podsystemów), zwłaszcza o charakterze przedmiotowym. W rachunku przeprowadzonym dla systemu podmiotowego za jednostkę realizacji zamierzenia przyjmuje się pierwszy rok projektowania tego zautomatyzowanego systemu zarządzania, nad którym najczęściej rozpoczynane są prace. Najbardziej korzystnym zbiorem działań jest taki, dla którego suma nadwyżek akumulacyjnych odnoszących się do układów cząstkowych oraz pojedynczych zamierzeń jest największa.

3. Podział metod oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania

3.1. Podstawy podziału metod .

Obserwowany obecnie znaczny wzrost ilości metod oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania nie wiąże się ze zwiększeniem ich skuteczności. Jak pisze R. Sherman metody te mają wiele wad i nadmierne zaufanie do nich spowodowało w Wielkiej Brytanii wypadki nieefektywnego zastosowania sprzętu komputerowego, co doprowadziło do strat milionów funtów¹⁵. W tablicy 23 przedstawiamy wybrane metody, które

¹⁵ Por. R. Sherman, *The People Problem*, „Data Processing” 1972, nr 2, s. 104.

TABLICA 23

Podział metod określenia efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania
Pole recepcji mierników

Hierarchia ważności decyzji w stopniach umownych	Mierniki syntetyczne		Mierniki cząstkowe		
	wartość miernika w jednostkach				
	ekonomicznych	umownych	ekonomicznych	umownych	mieszanych
I Czy stosować?	Uchwała nr 173 z dnia 21 lipca 1974 r. Rady Mi- nistrów, okres zwrotu, współ- czynnik normaty- wny, efektywno- ści, wewnętrzna stopa procentowa, ARS itd.	—	—	—	—
II W jakim zakresie?	jw. oraz metody opisane m. in. przez Z. Gackow- skiego, P.S. Miro- szowa, K.H. Schu- berta, H. Geigera, W.W. Lipajewa	różnego typu uniwersalne mieszanki punk- towe i oceny ekspertów takie, jak C.D. Hurta- do, Z. Ryznar oraz wielowy- miarowa analiza porównawcza	analiza kosztów cząstkowych i efektów itd.	—	—

TABLICA 23 (cd.)

Hierarchia ważności decyzji w stopniach umownych	Mierniki syntetyczne		Mierniki cząstkowe		
	wartość miernika w jednostkach				
	ekonomicznych	umownych	ekonomicznych	umownych	mieszanych
III Czy budować własny ośrodek	jw.	jw.	jw. oraz mier- niki przedsta- wione w anali- zie ekonomicz- nej przykłado- wo zestaw ABC	—	mierniki propo- nowane przez różne firmy kon- sultacyjne, jak np. L. Frieda, S. Mittelsacalta
IV Jaki zestaw kom- puterowy eksploa- tować lub gdzie dzierżawić?	jw.	jw. oraz takie metody, jak: mieszanka Gib- sona, zestaw Williamsa, meto- da SCERT	jw.	mierniki różne- go typu, np. pro- ponowane w ze- stawie Diebolda parametry eks- ploatacyjne (per- formance) oraz wydajność, ter- minowość, dys- pozycyjność	mierniki określo- ne za pomocą monitorów sprzę- towych i progra- mowych

mogą być użyteczne u nas. Podział ich opiera się na dwóch podstawowych kryteriach:

- 1) polu recepcji miernika lub mierników oceny,
- 2) hierarchii sytuacji decyzyjnej według zasad poprzednio przedstawionych.

W zależności od pola recepcji¹⁶ można wyróżnić:

- 1) mierniki syntetyczne o szerokim polu recepcji dotyczą analizy zarówno sfery nakładów, jak i sfery efektów,
- 2) mierniki cząstkowe o wąskim polu recepcji uwzględniają bezpośredni wpływ zautomatyzowanego systemu zarządzania na poszczególne części działalności obiektu lub dotyczą wzajemnych relacji poszczególnych wielkości ze sfery nakładów lub efektów.

Podstawowa różnica między miernikami syntetycznymi a cząstkowymi polega na tym, że pierwsze mają stosunkowo niewielkie martwe pole recepcji. Martwe pole recepcji występuje wówczas, gdy pole decyzji jest szersze od pola miernika. Wtedy część działań nie jest objęta przez miernik. Może zdarzyć się, że podjęte działania nie zawsze są zgodne z interesem ogólnospołecznym. Występuje wówczas to, co potocznie nazywamy luką w przepisach.

Różnica między miernikami syntetycznymi a cząstkowymi jest często sprawą umowną. Mierniki syntetyczne są samoistne i mogą być podstawą wyboru, natomiast miernikom cząstkowym przypada zwykle funkcja pomocnicza, uzupełniająca. Obydwa typy mogą być wyrażone w różnych jednostkach.

Za podstawę proponowanych podziałów przyjęto formułę miernika jako istotnego elementu rachunku efektywności. Stosownie do przyjętych dwóch kryteriów, tj. pola recepcji miernika i poziomu decyzyjnego umieszczono w poszczególnych kratkach tablicy 23 nazwy metod, które wydają się typowe i metodycznie interesujące. W razie braku nazwy autorskiej przyjęto dla niektórych metod nazwy umowne ze względu na wyróżniającą cechę lub podano nazwisko autora. Należy zwrócić uwagę na fakt,

¹⁶ Pole recepcji jest to zespół zdarzeń gospodarczych objętych przez wskaźnik. Szerokość pola recepcji miernika określamy przez jego czułość na określone zdarzenia gospodarcze. Jeżeli miernik reaguje na większą ilość zdarzeń, to jego pole recepcji jest szersze. Por. J. Więckowski, *Rola zysku w kierowaniu produkcją*, Warszawa 1965.

że poszczególni autorzy stosują podobne określenia do różnych metod lub też odmienne nazwy dla metod podobnych.

Przeprowadzając dalej analizę przedstawimy wybrane podstawowe formuły rachunku i opiszemy specyficzne cechy prezentowanych metod ¹⁷.

3.2. Mierniki syntetyczne wyrażone w jednostkach ekonomicznych

Mierniki te mają najbardziej uniwersalny charakter. Mogą być podstawą wyboru na wszystkich wymienionych szczeblach hierarchii decydowania. Są coraz szerzej wykorzystywane do oceny innych form postępu techniczno-ekonomicznego, takich jak automatyzacja, chemizacja. Do oceny efektywności informatyzacji muszą zostać odpowiednio przystosowane. Należy w tym celu zbudować szczegółowe specjalistyczne metodyki oceny.

Mierniki opracowane przez: K. Čapa, Z. Gackowskiego, A. Kierczyńskiego, Cz. Uhmy zostały już zanalizowane wcześniej ¹⁸. Od tego czasu zostały przedstawione przez różnych autorów nowe, ciekawe propozycje. Omówienie niektórych z tych metodyk ma na celu prezentację różnych wybranych kierunków poszukiwań teoretycznych i praktycznych w zakresie rachunku ekonomicznego, jeśli chodzi o ocenę zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Zasady zaproponowane przez ekspertów Europejskiego Programu Badawczego Diebolda ¹⁹ wynikają z analizy różnego typu zastosowań oraz przyjmowanych metod oceny. Podjęcie tych prac związane było z faktem, że obecnie użytkuje się więcej sformalizowanych systemów oceny niż to było możliwe w przeszłości. Podejście takie rozwinęło się na ogół w okresie ostatnich lat. Z badań przeprowadzonych w ramach Programu Diebolda wynika, że ilościowe mierniki wartości projektu są wciąż aktualne i stają się one bardziej finezyjne. Wymagają one jednak

¹⁷ Część ta jest uzupełnieniem metod oceny zautomatyzowanych systemów informatycznych przeprowadzonych w poprzedniej pracy autora. Por. J. Kislelnicki, *System informatyczny dla programowania rozwoju gałęzi przemysłu*, Warszawa 1976.

¹⁸ Por. tamże.

¹⁹ Por. *Efektywne metody wyboru zastosowań komputerowych*, EPB Diebolda, z. 87, OBRI, Warszawa 1977.

wciąż oszacowania kosztów oraz efektów projektu, a oba te czynniki są coraz trudniejsze do wymierzenia. Tam, gdzie metody ilościowe są nieadekwatne lub niewłaściwe, próżnię mogą wypełniać testy jakościowe. Wykorzystuje się dzięki nim tradycyjne instrumenty oceny: sprawy techniczne, implikacje organizacyjne, czynniki psychologiczne oraz problemy ekonomiczne. W związku z tym został zaproponowany tzw. kwestionariusz oceny zastosowań. Na podstawie odpowiedzi na poszczególne pytania zawarte w kwestionariuszu można ocenić zautomatyzowany system zarządzania. W kwestionariuszu znalazły się następujące pytania:

1. Czy koszty projektu mogą być oszacowane; z jakim stopniem dokładności?
2. Czy efekty projektu mogą być zaplanowane; z jakim stopniem ufności?
3. Czy okres życia projektu może być przepowiedziany; z jakim stopniem pewności?
4. Czy ilościowy miernik celowości projektu jest właściwy; jeśli tak, to jaki — spłata kosztu, zdyskontowany przepływ gotówki, okres zwrotu kosztów?
5. Czy rezultaty poszczególnych testów ilościowych wzajemnie się pokrywają; jeśli nie, to dlaczego?
6. Jaki jest, związany z projektem, czynnik ryzyka: ekstremalny, wysoki, średni, niski, nieistotny?
7. Czy ryzyko projektu wydaje się być w zgodzie z jego planowanym efektem?
8. Czy projekt dotyczy „głównego nurtu” działalności przedsiębiorstwa, tj. dotyczy on obszaru kluczowej działalności lub obszaru wysokich kosztów?
9. Jakie są wymagania techniczne zastosowania; czy są one współmierne z kwalifikacjami służby informatycznej?
10. Czy zastosowanie zgodne jest z celami organizacyjnymi korporacji odnośnie do funkcji zautomatyzowanego systemu zarządzania (np. przetwarzanie rozproszone)?
11. Czy zastosowanie zgodne jest z rozwojem sprzętu komputerowego?
12. Czy do projektu wbudowano odpowiednią liczbę punktów decyzyjnych oraz czy mogą one być modyfikowane odpo-

wiednio do zmieniających się wewnętrznie lub zewnętrznie warunków?

13. Jakie aspekty negatywne związane są z projektem (takie jak wysokie ryzyko, przerwanie więzi organizacyjnych czy złożoność techniczna); czy ryzyko zostało przeważone przez założone efekty systemu?
14. Czy w związku z dotychczas wymienionymi punktami może być racjonalnie zaplanowane pozytywne oddziaływanie projektu; czy projekt, w sposób bezpośredni lub pośredni, podniesie dochodowość przedsiębiorstwa przez zwiększenie wydajności lub obniżenie kosztów; czy w wystarczającym stopniu, aby warto to było zachodu?

Z przedstawionych pytań kwestionariusza wynika (nieco zmodyfikowanego ze względu na zachowanie spójności terminologicznej), że proces selekcji zastosowań polega, według propozycji Diebolda, na oszacowaniu efektywności zastosowania oraz związanego z nim ryzyka. Waga poszczególnych odpowiedzi w ostatecznej decyzji zależy od wielu czynników, jak np.: rozpatrywanego obiektu, decydentów, od możliwości technicznych i ekonomicznych oraz od innych elementów.

P. S. Mirosznikow dla określenia opłacalności zautomatyzowanych systemów zarządzania proponuje następujące wskaźniki całościowe:

- wzrost rentowności produkcji,
- opłacalność inwestycji, dzięki której uzyskano wzrost rentowności produkcji ²⁰.

Wzrost rentowności produkcji ΔR uzyskany w wyniku zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania oblicza się według następującego wzoru:

$$\Delta R = \frac{(T_1 + \Delta T) - S_1 \cdot f + \Delta S + \Delta P_f + \Delta P_k}{F' - F + K} + \frac{T_1 - S_1}{F'} \cdot 100,$$

gdzie:

- T_1 — wartość produkcji towarowej w okresie podstawowym,
 S_1 — koszt produkcji towarowej w okresie podstawowym,

²⁰ Por. P. S. Mirosznikow, *Basic Principles and Procedures for Determining the Economic Efficiency of Automated Systems of Industrial Production Control*, ECE Seminar on the Application of Computers as an Aid to Management, Geneva 1971, X.

- F' — wartość środków zaangażowana w produkcję w okresie podstawowym,
 ΔT — przyrost wartości produkcji towarowej w okresie obliczeniowym w stosunku do okresu podstawowego,
 K — wysokość nakładów na zakup i wdrożenie zautomatyzowanego systemu zarządzania,
 ΔF — zmiana wartości środków zaangażowanych w produkcję w okresie obliczeniowym w stosunku do okresu podstawowego,
 ΔP_f — zmiana kosztów związanych z oprocentowaniem środków zaangażowanych w produkcję,
 ΔP_k — zysk dodatkowy osiągnięty dzięki poprawie jakości produkcji,
 ΔS — zmniejszenie kosztów produkcji towarowej w okresie obliczeniowym w stosunku do okresu podstawowego,
 f — współczynnik wyrażający zmianę ilości produkcji w okresie obliczeniowym w stosunku do okresu podstawowego.

Zmniejszenie kosztów produkcji towarowej, w okresie obliczeniowym, w stosunku do okresu podstawowego, określa się według następującego wzoru:

$$S = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 - Z_e,$$

gdzie:

- E_1 — oszczędności uzyskane dzięki zmniejszeniu kosztów produkcji w wyniku wzrostu wydajności pracy i wzrostu produkcji,
 E_2 — oszczędności uzyskane w wyniku eliminacji i zmniejszenia nieprodukcyjnych wydatków,
 E_3 — oszczędności uzyskane dzięki zmniejszeniu zużycia surowców, materiałów, paliwa i energii,
 E_4 — oszczędności uzyskane przez zmniejszenie płac pracowników pomocniczych na jednostkę produkcji,
 E_5 — oszczędności uzyskane dzięki zmniejszeniu wydatków na administrację,
 Z_e — wysokość rocznych wydatków na eksploatację zautomatyzowanego systemu zarządzania.

H. Geiger proponuje dla każdego zastosowania następujące ze-

stawienia kosztów i efektów oraz kosztów stałych²¹. Zestawienie takie przeprowadza się dla sześciu lat podzielonych na dwie fazy: zakupu lub opracowania projektu oraz eksploatacji.

Analizowane są w poszczególnych grupach następujące elementy:

a) w zakresie kosztów zastosowań KZ:

- KZ 11 koszty osobowe,
- KZ 111 szkolenie,
- KZ 112 projekt i oprogramowanie,
- KZ 113 przygotowanie danych,
- KZ 12 koszty urządzeń,
- KZ 121 urządzenia wejścia i wyjścia,
- KZ 122 urządzenia łączności,
- KZ 123 pamięć zewnętrzna,
- KZ 13 koszty nośników,
- KZ 14 całkowite koszty zastosowań;

b) w zakresie efektów zastosowań:

- EZ 11 oszczędności na kosztach,
- EZ 111 osobowych,
- EZ 112 urządzenia,
- EZ 113 nośnikach,
- EZ 12 efekty pośrednie,
- EZ 13 całkowity efekt zastosowań (brutto),
- EZ 14 całkowity koszt zastosowań (brutto),
- EZ 14 nadwyżka kosztów lub nadwyżka efektów zastosowań,
- EZ 15 efekt netto;

c) w zakresie kosztów stałych:

- KS 1 koszty osobowe,
- KS 11 szkolenie,
- KS 12 płace,
- KS 2 koszty urządzeń,
- KS 21 jednostka centralna,
- KS 22 urządzenia we-wy,
- KS 23 urządzenia łączności,
- KS 24 pamięci zewnętrznej,
- KS 25 rachunkowości,

²¹ Por. H. Geiger, *Zur Wirtschaftlichkeit der Informationsverarbeitung*, „Industrielle Organisation” 1970, nr 10, s. 43.

- KS 26 pomieszczenia,
 KS 3 całkowite koszty stałe,
 KS 4 wartość całkowitych kosztów stałych.

Sumaryczna wielkość EZ 15 ze wszystkich zestawień i porównania z pozycją KS 4 daje obraz efektywności całego systemu.

Oryginalną koncepcję opartą na tzw. „dochodzie realnym” proponuje V. V. Lipajew²². Dochód realny D oblicza się jako różnicę między wartościowo ujętą „idealną efektywnością” E_o a sumą średnich kosztów opracowania i funkcjonowania systemu C_s :

$$D = E_o - C_s.$$

„Efektywność idealna” podlega ograniczeniom ze względu na:

- B — wydajność (produkcyjność),
 R — objętość pamięci operacyjnej,
 K — objętość listy rozkazów pamięci,
 Y — zbiór obiektów zarządzania $y_1 \in Y$,
 Z — strumienie zadań $Z_j \in Z$,
 C_o — koszty na realizację systemu algorytmów,
 t — czas.

W ten sposób E_o możemy przedstawić jako funkcjonal:

$$E_o = E_o(Y, Z, B, R, K, C_o, t).$$

Suma średnich kosztów C_s składa się z następujących elementów:

$$C_s = E_o(Y, Z, B, R, K, C_o, t),$$

gdzie:

C_o — początkowe wydatki na projektowanie i przygotowanie całości podprogramów systemu, aż do początków ich eksploatacji — C_3 i koszty „materializacji” (sprzętu) — C_4 ,

$$C_o = C_3 + C_4,$$

$$C_3 = C_{31} + C_{32}(Y, Z, O, X, t)N,$$

C_{31} — wydatki na przygotowanie kopii programów dla konkretnego modelu systemu przy jego seryjnej produkcji,

C_{32} — wydatki na przygotowanie kompleksowego programu, które zależą od:

²² Por. V. V. Lipajew, *Projektirowanie matematičeskogo obšeciecznija ASU*, Sowetskoe radio, Moskwa 1977.

- Y — zbioru obiektów zarządzania $y_i \in Y$,
- Z — strumienia zadań $z_i \in Z$,
- O — kwalifikacji kadr,
- X — materialnego zabezpieczenia technologii,
- t — czasu,

i rozkładają się na N modeli zarządzania,

C_4 — wartość zestawu komputerowego rozkładająca się na t_0 lat eksploatacji systemu,

C_1 — koszty związane z opóźnieniami i stratami informacji oraz z przedłużeniem cykli rozwiązywania okresowych zadań przy niedostatku czasu, zależą od:

- Y — zbioru obiektów zarządzania $y_i \in Y$,
- Z — strumienia zadań $z_j \in Z$,
- B — wydajności (produkcyjności),
- R — objętości pamięci operacyjnej,
- S — metody organizacji procesu obliczeniowego,
- t — czasu,

$$C_1 = C_1(Y, Z, B, R, S, t),$$

C_2 — koszty związane z wewnętrznymi i zewnętrznymi trudnościami w procesie przetwarzania informacji, np. pomyłek algorytmów i programów (niezawodnością systemu), zależące od takich elementów, jak:

- Y — zbiór obiektów zarządzania $y_i \in Y$,
- Z — strumień zadań $z_j \in Z$,
- Π_{ij} — prawdopodobieństwo fałszywości czy skażenia informacji wejściowej,
- P_{ij} — prawdopodobieństwo zakłóceń w funkcjonowaniu aparatury przy rozwiązywaniu i -tego zadania w j -tym obiekcie zarządzania,
- P_{ij} — prawdopodobieństwo pojawienia się nieujawnionej pomyłki w programach przy rozwiązywaniu i -tego zadania w j -tym obiekcie zarządzania,
- t — czas,

$$C_2 = C_2(Y, Z, \Pi_{ij}, p_{ij}, P_{ij}, t).$$

W ten sposób ogólna formuła efektywności Lipajewa przyjmuje postać:

$$D = E_0 - C_1 - C_2 - C_{31} - C_{32} (N_t - C_4) t_0.$$

Oprócz przedstawionego syntetycznego wzoru autor ten podaje jeszcze wiele formuł szczegółowych, dotyczących cząstkowych problemów, w ramach których oblicza się elementy rachunku.

3.3. Mierniki syntetyczne wyrażone w jednostkach umownych

Mierniki te charakteryzuje nieco niższy stopień uniwersalności niż już omówione. Składają się one z różnych niejednorodnych mierników. Przy ich ocenie istnieje znaczna możliwość subiektywnej wyceny elementów. Problemy metodyczne związane z wyceną elementów i doбором ekspertów omówimy dalej.

Mierniki tego typu mogą być stosowane jako:

- uzupełnienie syntetycznej oceny ekonomicznej,
- pomoc dla decydentów w zakresie preferowanych kierunków zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Ponieważ metody takie, jak metoda punktowa, ocena według Williamsa, Pernota, Weitzmana, Murrasy'a, mieszanka Z. Ryznara są znane z literatury, omówimy dla przykładu metodę proponowaną przez C. D. Hutrado²³ oraz metodę SCERT²⁴. C. D. Hutrado jest prezydentem doradczej firmy Cyberser International Co. w Kalifornii. Od 14 lat jest doradcą w zakresie doboru i oceny systemów informatycznych. Przedstawia trzyczęściowy „wskaźnik efektywności”, który analizuje powiązane ze sobą następujące dziedziny: działanie ośrodka obliczeniowego, proces projektowania systemu, zakres zastosowania systemu. W zależności od tych trzech obszarów podane są odpowiednie algorytmy obliczeniowe.

Algorytm oceny efektywności działania ośrodka obliczeniowego można zdefiniować według wzoru:

$$C = \frac{E}{90} (U - R) + \frac{T + V}{1 + up} - F + 70 + \frac{M}{3},$$

gdzie:

C — indeks efektywności ośrodka obliczeniowego (niższy wskaźnik jest mniej pożądany — przyjmuje wartość od 0 do 100),

²³ Por. C. D. Hutrado, EPD Effectiveness Evaluation, „Journal of Systems Management” 1978, nr 1, s. 18.

²⁴ Por. J. Ilczuk, SCERT — metoda racjonalnego doboru zestawu komputerowego, „Informatyka” 1978, nr 2.

- R* — wskaźnik (ocena) liczby błędów maszynowych (liczbowe oszacowanie możliwości wystąpienia błędów maszynowych; niższa wartość wskazuje mniejszą liczbę błędów — od 1 do 5),
- U* — ocena efektywności wykorzystania personelu (liczbowa ocena efektywności wykorzystania będącego w dyspozycji kierownictwa personelu; niski wskaźnik wskazuje słabe wykorzystanie personelu od 1 do 10),
- T* — liczba transakcji (operacji) wejściowych (liczbowa ocena aktualnej liczby operacji wejściowych porównana z ustaloną normą; niski wskaźnik wskazuje na wartość poniżej normy — od 1 do 10),
- V* — liczba rekordów wyjściowych (liczba zapisów wyjściowych porównanych z ustaloną normą; niska wartość wskazuje liczbę poniżej normy — od 1 do 10),
- F* — wskaźnik ponownych przebiegów komputerowych (ocena liczbowa częstotliwości ponownych przebiegów komputerowych; niższa wartość wskazuje mniejszą liczbę przebiegów — od 1 do 10),
- M* — ocena kierowania ośrodkiem obliczeniowym (wskaźnik ten jest rezultatem szacunków — bieżącej kontroli lub kontroli kierownictwa (zarządzania) bieżącą działalnością ośrodka obliczeniowego; niższa wartość wskazuje słabsze osiągnięcia w zarządzaniu ośrodkiem — od 1 do 100),
- E* — wskaźnik przeciętnej oceny użyteczności zastosowań systemu (liczbowa ocena różnych zastosowań; mniejszy wskaźnik wskazuje słabszą ocenę). Każde zastosowanie będzie szacowane według takiej formuły:

$$e = \frac{2d + S + 30}{1 + c},$$

gdzie:

- d* — ocena od 1 do 10 dla identyfikacji stopnia komplikacji zastosowania,
- s* — liczbowe oszacowanie od 1 do 10 dla identyfikacji poziomu satysfakcji użytkownika z usług ośrodka obliczeniowego dla realizacji określonego zastosowania,

c — ocena aktualnych kosztów końcowego efektu określonego zastosowania wyrażona jako procent ustalonego wzorcowego kosztu wyjścia.

Jeśli wartość każdego zastosowania jest wyprowadzona można określić E przez obliczenie średniej z wszystkich wartości c (od 0 do 60),

u — stopa przeciętnego wykorzystania komputera (dla wszystkich jednostek centralnych w ośrodku obliczeniowym wyrażona jako procent wykorzystania podczas normalnego cyklu okresów, np. procent wykorzystania podczas każdego 24-godzinnego cyklu),

p — przeciętna stopa wykorzystania urządzeń peryferyjnych (dla całego wyposażenia urządzeń peryferyjnych w ośrodku obliczeniowym, wyrażona jako procent wykorzystania podczas normalnego cyklu okresów, np. procent wykorzystania podczas 24-godzinnego cyklu).

Algorytm oceny efektywności projektów zautomatyzowanych systemów zarządzania. Algorytm jest zdefiniowany następująco:

$$S = U \cdot M + 60 \frac{I + E + D - 3}{27(I + PT)}$$

S — wskaźnik oceny efektywności projektu systemu (mniejszy wskaźnik jest mniej pożądany — od 0 do 100),

M — wskaźnik oceny wpływu funkcjonowania systemu (liczbowa ocena wpływu, jaki system ma na całą organizację, niska wartość wskazuje słaby wpływ — od 1 do 10),

I — ocena wewnętrznych walorów systemu (ocena znaczenia systemu dla głównego użytkownika w obrębie organizacji, niski wskaźnik wskazuje małą wartość systemu — od 1 do 10),

E — ocena zewnętrznej wartości systemu (liczbowa ocena znaczenia, jakie ma system dla innych organizacji lub dla drugorzędnych użytkowników w ramach organizacji, niski wskaźnik oznacza małą wartość — od 1 do 10),

D — ocena wydajności roboczej projektu systemu (liczbowa ocena efektywności podstawowego projektu systemu i wydajności roboczej systemu — od 1 do 10),

- F — wskaźnik kosztu wyjścia (koszt jednostki wyjścia z systemu wyrażony jako procent ustalonego wzorcowego kosztu wyjścia dla funkcjonującego systemu lub oszacowany odsetek od kosztu dla planowanego systemu),
- T — czas zwrotu nakładów na rozwój systemu (w przybliżeniu czas wymagany dla zwrotu kosztów rozwoju systemu mierzony w miesiącach i wyrażony w odsetkach od 24 miesięcy).

Algorytm oceny efektywności i zastosowań zautomatyzowanego systemu zarządzania określamy następująco:

$$U = \frac{a(E+70)(P-C+11)}{bA+34a},$$

gdzie:

- U — wskaźnik efektywności zastosowania E zautomatyzowanych systemów zarządzania przez użytkownika (niski wskaźnik mniej pożądany niż wyższa wartość wskaźnika — od 0 do 100),
- a — liczba istniejących systemów,
- b — liczba zaproponowanych dodatkowych systemów (systemów będących w toku rozwoju albo zaproponowanych przez oceniającego),
- E — średnia ocena istniejących systemów (średnia ocena otrzymana przez zastosowanie Algorytmu Oceny Efektywności Projektów Systemów do każdego systemu i następnie przez obliczenie średniej z tych wartości — od 0 do 100),
- A — średnia z cen planowanych systemów (otrzymana przez zastosowanie Algorytmu Oceny Efektywności Projektu Systemu do każdego z systemów będących w toku rozwoju lub proponowanych przez oceniającego — od 0 do 100),
- P — ocena stopnia wykorzystania personelu (liczbowa ocena efektywności wykorzystania pozostającego do dyspozycji personelu, niższe wskaźniki wskazują słabsze wykorzystanie — od 1 do 10),
- C — wskaźnik błędów maszynowych (liczbowe oszacowanie możliwości wystąpienia błędów maszynowych, niskie wartości wskazują mniejszą liczbę błędów — od 1 do 10).

Oszacowanie efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania w tych trzech dziedzinach wymaga zbadania wielu podstawowych (głównych) czynników. W obrębie tych głównych czynników oceniający musi przeprowadzić szczegółową analizę pewnych specyficznych, charakterystycznych elementów. Niektóre z nich mają postać od razu przystosowaną do oszacowania liczbowego. Na przykład oszczędności (w wydatkach), czy wykorzystanie urządzeń peryferyjnych mogą być obiektywnie ocenione i sklasyfikowane. Są też inne dziedziny oceny, które jednakże wymagają większej subiektywności w podejściu. Tak jest w dziedzinach o charakterze bardziej jakościowym, dlatego trzeba to wziąć pod uwagę przy ustalaniu wytycznych przez organizację. Dla każdej dziedziny musi być zdefiniowane dokładne znaczenie każdej możliwej wielkości oszacowania i to tak dokładnie, jak to jest tylko możliwe, aby zminimalizować wpływ subiektywnych ocen jednostki. W każdym wypadku najwyższy możliwy indeks efektywności wynosi 100. Jednakże sam indeks efektywności nie może być podstawą stwierdzenia dobrego lub złego funkcjonowania ośrodka obliczeniowego organizacji i dziedzin spokrewnionych z zautomatyzowanymi systemami zarządzania. Algorytmy powinny być używane przede wszystkim do porównań systemu jednej organizacji lub ośrodka obliczeniowego z innymi — w innych organizacjach.

Do tej samej klasy metod, lecz bardziej złożonych należy SCERT. Metoda SCERT jest jedną z najbardziej nowoczesnych metod doboru i oceny sprzętu komputerowego i realizowanych na nim systemów. Wykorzystywana jest m.in. w systemach rządowych Wielkiej Brytanii. Pakiet programów SCERT zawiera 31 tys. rozkazów, obejmujących około 5 tys. algorytmów. W bibliotece programów SCERT znajduje się około 100 tys. współczynników charakteryzujących parametry i własności około 50 różnych komputerów, języków i innych elementów oprogramowania podstawowego. W metodzie SCERT wyróżnia się etapy:

- 1) zdefiniowania systemu,
- 2) budowy modelu,
- 3) symulacji na modelu,
- 4) oceny,
- 5) podjęcia decyzji.

Głównym ekonomicznym kryterium oceny zautomatyzowanych systemów zarządzania i sprzętu komputerowego jest stosunek kosztu eksploatacji do wydajności (przepustowość) sprzętu. Oprócz tego SCERT emituje tabulogramy podające charakterystyki ekonomiczne oraz techniczne badanego systemu. Na ich podstawie użytkownik może podjąć decyzję, co do dalszego trybu postępowania.

3.4. Mierniki cząstkowe

Mierniki cząstkowe, jak podano w tabelicy 23, mogą być wyrażone w różnoraki sposób. Są one elementami mierników syntetycznych, a wyrażone w jednostkach umownych i mieszanych są użyteczne przy decyzjach III i IV stopnia. W wypadku mierników wyrażonych w jednostkach ekonomicznych, metoda ich obliczania nie różni się w istotny sposób od wielkości opisanych w literaturze z zakresu analizy działalności jednostek gospodarczych i postępu technicznego²⁵. Szczególnie mocno wielu autorów podkreśla konieczność badania takich mierników, jak analiza struktury kosztów i efektów.

Analiza kosztów. Szczególnie podkreśla się znaczenie kosztów opracowania systemu. Tu wydziela się następujące zasadnicze pozycje kosztów:

1) koszty osobowe, które obejmują wydatki osobowe poniesione we wszystkich fazach rozwoju projektu, a związane z pracą analityków, projektantów, programistów, operatorów, jak też personelu współpracującego w projektowaniu, wdrażaniu i eksploataowaniu systemu,

2) koszty oprogramowania, obejmują m.in. koszt pracy systemu cyfrowego potrzebnego na tłumaczenie i testowanie programów, koszt pracy w działach przygotowania danych, jak też koszty poniesione na zakup lub dzierżawę pakietów programowych lub systemów oprogramowania takich, jak np. programy modelujące, pakiety testowe,

3) koszty eksploatacji w zakresie sprzętu, materiałów itd.

²⁵ Por. J. Więckowski, *Metody analizy ekonomicznej w przemyśle*, Warszawa 1974; W. Spruch, *Ekonomiczna analiza efektywności postępu technicznego w przedsiębiorstwie przemysłowym*, Warszawa 1967.

Analiza efektów w ujęciu globalnym i w rozbiciu na poszczególne rodzaje.

Analiza relacji zachodzących między takimi wielkościami, jak przykładowo wydatki poniesione na przetwarzanie danych w stosunku do wielkości: produkcji, wartości majątku, zysku.

Obok mierników wyrażonych w jednostkach ekonomicznych stosowane są *mierniki wyrażone w jednostkach umownych*. Służą one do wyboru optymalnego sprzętu komputerowego oraz do analizy pracy ośrodka obliczeniowego. Z literatury specjalistycznej znane są różnego rodzaju specjalistyczne wskaźniki. Ciekawe w tym zakresie są propozycje firmy doradczej Diebolda ²⁶, a mianowicie oceny przez:

1) *parametry eksploatacyjne (performance)*, które określają tempo, z jakim sprzęt komputerowy może wykonać lub wykonuje prace z zakresu przetwarzania danych; mierzy się je w stosunkowo krótkich odcinkach czasu — od sekund do minut; badane są w tym zakresie:

a) *parametry eksploatacyjne nominalne (performance capability)*, które określają maksymalne wartości, jakie teoretycznie można uzyskiwać,

b) *uzyskane parametry eksploatacyjne (achieved performance)*, które oznaczają uzyskaną wydajność, co zostało stwierdzone na drodze specjalistycznych pomiarów.

2) *wydajność produkcyjną (productivity)*, która określa ilość prawidłowo wytworzonych użytecznych wyników wyjściowych w dłuższych okresach; w typowych wypadkach w ciągu miesiąca lub w ciągu roku,

3) *terminowość (timeliness)* będącą miarą liczby dostarczonych na czas wydruków maszynowych.

Przykładowy zestaw mierników częściowych w różnym ujęciu podajemy w tablicy 24.

W celu zaprezentowania metody oceny sprzętu komputerowego za pomocą mierników mieszanych przedstawiamy formułę rachunku kosztów wymiany informacji w układzie wieloprocesorowym. Metoda ta jest dobrą ilustracją nowego kierunku ba-

²⁶ Por. Kryteria oceny działalności ośrodka APD, Prace EPB Diebolda, z. 39, OBRI, Warszawa 1973.

Mierniki cząstkowe charakteryzujące obiektowe zautomatyzowane systemy zarządzania

Typy mierników (ze względu na ich ujęcie)

wartościowe	techniczne	pracochłonnościowo-czasowe	umowne
Nakłady inwestycyjne i ich elementy: — nakłady na maszyny i urządzenia peryferyjne, — nakłady na stacje przygotowania danych, — nakłady na zdalne przetwarzanie, — roboty budowlano-montażowe koszty przygotowania obiektu bez nakładów inwestycyjnych, w tym: — koszty przygotowania organizacyjnego, — koszty szkolenia kadr koszty prac: — projektowych, — wdrożeniowych, — eksploatacyjnych efekty cząstkowe zastosowania systemu: — w obiekcie, — w otoczeniu	wymagania w zakresie: — jednostki centralnej, — urządzeń peryferyjnych, — pamięci masowej, — zdalnego przetwarzania — urządzeń specjalnych języki programowe rodzaj maszynowych nośników informacji: dane wejściowe i wyjściowe oraz ich postać.	czas opracowania systemu w podziale na prace: — przygotowawcze, — projektowe, — programistyczne, — organizacyjne, — wdrożeniowe, — eksploatacyjne pracochłonność poszczególnych faz projektowania, wdrożenia i eksploatacji systemu w osobodniach czas przygotowania danych i przetwarzania, w tym: — założenia zbiorów stałych, — jednorazowego przetwarzania, — przetwarzania w skali miesięcznej, kwartalnej lub rocznej czas żywotności systemu.	elastyczność systemu, udział programów typowych, złożoność systemu, nowoczesność systemu, zaspokojenie potrzeb użytkownika.

dań²⁷. Polega ona na tym, że we współczesnych systemach cyfrowych, wspomagających system zarządzania, jest zbyt wiele czynników, aby można je było łącznie rozpatrywać. Stąd też należy wybrać najbardziej istotny czynnik. Według prezentowanej metody, ogólny wzór na obliczenie efektywności układu wielokomputerowego V oblicza się ze wzoru:

$$V = l \cdot V_0 \left(1 - \frac{T_p}{T} \right),$$

gdzie:

- l — liczba współpracujących komputerów,
- V_0 — produktywność jednego komputera,
- T_p — straty czasu związane z obniżeniem efektywności pracy oddzielnych komputerów przy prowadzeniu równoległych obliczeń,
- T — pełny czas jednorazowego rozwiązania.

Do obliczenia poszczególnych elementów formuły stosuje się odpowiednie wzory. Zebranie danych wymaga przeprowadzenia odpowiednich badań zautomatyzowanego systemu zarządzania.

3.5. Przydatność stosowanych metod

Metody badania opłacalności zastosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania można podzielić według różnych kryteriów. Przeprowadzona analiza dotyczyła przede wszystkim ważności problemu decyzyjnego i formalnej budowy miernika, która wpływa bezpośrednio na jego czułość i zakres. Istotnymi kryteriami są również problemy uwzględnienia czasu i charakteru prawnego. W metodach oceny syntetycznej szczególnie ważny jest sposób ujęcia czasu.

Wydaje się, że najbardziej właściwą metodą jest zastosowanie stopy procentowej. Taki właśnie postulat wysuwa H. Fiszel, który stwierdza, że „wszelkie próby ominięcia procentu jako kategorii rzekomo nie mającej zastosowania w gospodarce socja-

²⁷ Por. V. V. Lipajew, *Effiektiwnost' odnorodnych wyczislitel'nych sistiem robotajuszczich w realnom mashtabie wremieni*, „Uprawlajuščieje sistiey i maszyny” 1978, nr 1.

listycznej, muszą sprowadzić rachunek ekonomiczny na manowce”²⁸.

Ustalenie stopy procentowej jest niezbędne, ale należy starannie wyważyć jej wysokość. Zbyt wysoka — będzie działać hamująco na rozwój informatyki. Przyjmuje się, że obecnie (por. obowiązujące przepisy) najbardziej właściwe jest przyjęcie stopy równej 8% w skali rocznej.

Sprawą niezmiernie istotną jest charakter prawny omawianych metod. Stosowane dotychczas formuły rachunku nie odpowiadają wymaganiom obecnie obowiązujących przepisów, a mogą być tylko stosowane jako metody uzupełniające. Powstaje zatem potrzeba takiego modyfikowania dotychczasowych metod, by elementy niezbędne do przeprowadzenia oceny za pomocą mierników syntetycznych mogły być wykorzystane w obowiązujących formułach. Tak przystosowane metody mogą w stosunku do metod obowiązujących pełnić rolę problemowych metodyk szczegółowych.

Obecnie metody rachunku ekonomicznego do oceny zautomatyzowanych systemów zarządzania rozwijają się w dwóch zasadniczych kierunkach:

- a) doskonalenia samych metod ekonomicznej oceny,
- b) uzupełniania metod ekonomicznych analizą porównawczą, przeprowadzaną często za pomocą jednostek umownych, na podstawie opinii ekspertów i metod komputerowych²⁹.

W ramach tych kierunków można wyróżnić następujące tendencje:

- 1) zwiększenie uniwersalności mierników syntetycznych, które umożliwiają podejmowanie decyzji w zakresie wymienionych szczebli hierarchicznych decyzji,
- 2) uszczegółowienie metod cząstkowych z nastawieniem ich na rozwiązywanie specyficznych problemów zastosowań sprzętu lub metod jego konstrukcji,
- 3) stosowanie coraz to bardziej złożonych technik, takich jak

²⁸ H. Fiszel, *Teoria efektywności inwestycji i jej zastosowanie*, Warszawa 1969, s. 9.

²⁹ Takie metody są m.in. realizowane za pomocą wykorzystania monitorów programowych i sprzętowych. Są to metody opierające się na specjalnie zaprojektowanych urządzeniach elektronicznych połączonych przez tzw. sondy pomiarowe lub wykorzystujące specjalne programy.

metody symulacyjne, teoria masowej obsługi, statystyka matematyczna,

4) rozszerzenie rachunku na bardzo złożone techniki komputerowe jak teleprzetwarzanie, układy wieloprocessorowe,

5) uzupełnienie rachunku metodami socjo-psychologicznymi, typu: ankiety, testy.

4. Badanie opłacalności za pomocą Analizy Rachunku Sald — ARS i metod pochodnych

Ze względu na niedostatki wymienionych metod rachunku opłacalności zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania przez autora zostały podjęte prace w kierunku zaproponowania takiej metody, która:

1) byłaby zgodna z obowiązującymi przepisami,

2) obejmowałaby wymienione uprzednio problemy decyzyjne,

3) uwzględniałaby dotychczasowy dorobek teoretyczny i praktyczny,

4) pozwalałaby decydentom na weryfikację różnego typu decyzji z zakresu zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania,

5) w możliwie pełny sposób uwzględniałaby problemy zmienności otoczenia, jak i czynniki interakcyjne³⁰.

Metoda Analizy Rachunkiem Sald i jej wersje oznaczone symbolami MARS I i MARS II zostały zweryfikowane w praktyce gospodarczej. Prace nad udoskonaleniem metody są w dalszym ciągu prowadzone.

4.1. Podstawowe problemy

Analiza Rachunkiem Sald jest metodą rachunku ekonomicznego opartą na syntetycznym okresie zwrotu nakładów inwestycyjnych oraz kosztów projektowania, wdrażania oraz eksploataowania obiektowego systemu informatycznego. Jest to podejście zgodne z wytycznymi uchwały, według których decydent przed przy-

³⁰ Por. J. Kisielnicki, op. cit.

stąpieniem do projektowania zautomatyzowanego systemu zarządzania powinien uzyskać informacje o tym, czy czekające go nakłady na informatykę zwrócą się i kiedy to nastąpi.

Analiza obejmuje czas od momentu przystąpienia do prac projektowych do chwili zakończenia eksploatacji zautomatyzowanego systemu zarządzania. W celu bardziej precyzyjnego określenia ekonomicznych aspektów zautomatyzowanych systemów zarządzania próbujemy uzyskać odpowiedź na trzy pytania:

1. Jakie sumaryczne koszty³¹ zostaną poniesione na projektowanie, wdrożenie, a następnie eksploataowanie systemu?
2. Jakich efektów możemy spodziewać się w wyniku eksploataowania systemu?
3. Kiedy nastąpi zwrot poniesionych kosztów?

Mierniki syntetyczne — okres zwrotu i sumaryczny efekt w całym rozpatrywanym okresie — oblicza się za pomocą specjalnych tablic; wyznacza się mianowicie różnice między kosztami i efektami w poszczególnych latach. Ujmuje się te różnice najpierw bez oprocentowania, a następnie z oprocentowaniem. Mierniki syntetyczne uzupełnione są miernikami cząstkowymi.

Dzięki miernikom cząstkowym można określić bardziej precyzyjną diagnozę sytuacji problemowej niż przez syntetyczne. Dostarczane przez nie informacje o kształtowaniu się projektowania, wdrażania oraz eksploatacji, o strukturze tych prac i o efektach cząstkowych są niezbędne do przeprowadzenia rachunku. Dysponując wielkościami normatywnymi poszczególnych mierników, możemy w każdej chwili stwierdzić, co należy w analizowanym systemie usprawnić. Normatywy te możemy wyznaczyć różnymi sposobami. Mogą one powstać w wyniku uzupełniających badań statystycznych lub przyjęcia pewnych wzorców. W tym drugim wypadku opieramy się na wielkościach charakterystycznych tzw. bazy odniesienia. Jest to wybrany funkcjonujący system, uznany przez ekspertów za nowoczesny.

Nazwa metody pochodzi stąd, że skumulowane koszty każde-

³¹ Przez sumaryczne koszty rozumiemy — o ile nie zostaną one bliżej określone — całość nakładów kapitałowych i kosztów bieżących, poniesionych na projektowanie, wdrażanie i eksploataowanie systemu.

go z omawianych okresów zestawia się z efektami, jakie pociąga za sobą zastosowanie zautomatyzowanego systemu zarządzania. Narzędziem analizy jest więc rachunek sald.

Badaniu poddaje się sposób kształtowania się wielkości kosztów i efektów. Przyjmijmy następujące oznaczenia:

$K_i, i = 1, 2, \dots, t$ — całkowite koszty poniesione na system w okresie i ,

$E_i, i = 1, 2, \dots, t$ — efekty otrzymane dzięki eksploatacji systemu w okresie i .

Jeśli suma kosztów przewyższa sumę efektów i powstaje relacja następująca:

$$\sum_{i=1}^t K_i > \sum_{i=1}^t E_i,$$

to

$$\sum_{i=1}^t E_i - \sum_{i=1}^t K_i < 0.$$

Oznaczając dalej przez S_i saldo w okresie i , gdzie $S_i = E_i - K_i$, kontynuujemy pierwszy etap rachunku do momentu, w którym sumowane saldo osiągnie wartość nieujemną.

$$\sum_{i=1}^t S_i \geq 0.$$

W momencie powstania tej relacji sumaryczne efekty eksploatacji systemu przewyższą całkowite koszty projektowania, wdrażania i eksploatacji tego systemu. Czas, po upływie którego efekty przewyższają całkowite koszty, jest okresem zwrotu nakładów.

Metoda ARS jest więc w stosunku do obowiązujących przepisów rozwiniętą ilorazową formułą rachunku. Jej cechy szczególne to:

1) dynamiczność analizy; obok analizy kształtowania się sumarycznych nakładów i efektów w okresie t , bada się także dynamikę kształtowania się tych wielkości w poszczególnych podokresach (analiza rocznych sald),

2) sposób ujęcia procentu; w obowiązującej uchwale przyjmu-

je się stopę dyskontową, natomiast w metodzie ARS — stopę procentową.

Inne specyficzne właściwości ARS dotyczą zagadnień bardziej szczegółowych i wynikają z potrzeby dostosowania rachunku do oceny zautomatyzowanych systemów zarządzania. Zakres informacji wejściowych niezbędnych do przeprowadzenia obliczeń metodą ARS nie odbiega w sposób istotny od analogicznego zakresu dla ramowych wytycznych.

Obecna wersja tej metody jest próbą elastycznej formuły rachunku, która powinna umożliwić prześledzenie procesu projektowania, a następnie wdrażania i eksploataowania systemu. Formuła ta pomyślana jest jako instrument realizacji postulatów Ramowych Wytycznych i Metodyki Zautomatyzowanych Systemów Zarządzania opracowanej przez Międzyrządową Komisję d/s ETO. Chodzi o potrzebę ciągłego uściślenia rachunku w miarę uzyskiwania większej ilości informacji o przewidywanym kształtowaniu się poszczególnych elementów tego rachunku.

W odróżnieniu od Metodyki proponowanej przez Międzyrządową Komisję d/s ETO, w metodzie ARS aktualizację rachunku prowadzi się stale w jednym dokumencie. Nie wymaga się oddzielnych rachunków dla każdej z faz opracowywania systemu.

4.2. Zakres zastosowania ARS

Rachunek opłacalności wykonany metodą ARS pozwala na danie odpowiedzi na następujące pytania:

- 1) czy projektować zautomatyzowany system zarządzania? (decyzja I stopnia),
- 2) jaki wariant rozwiązania wybrać? (decyzja II, III, IV stopnia),
- 3) jaki jest stopień zgodności przewidywanych kosztów i efektów z odpowiednimi kosztami i efektami rzeczywistymi? (kontrola realizacji decyzji).

Pierwsze zagadnienie polega na porównaniu skutków decyzji o wydatkowaniu określonych kwot na projektowanie, wdrożenie i eksploataowanie systemu ze skutkami decyzji o ich niewydatkowaniu. Mamy tu do czynienia z klasycznym wypadkiem kosztu utraconych szans. Jeżeli zbiór wszystkich możliwych działań

w tym zakresie oznaczymy przez D , to zadaniem ARS jest ułatwienie decydentowi wyboru wprowadzenia lub odrzucenia decyzji w zakresie zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Drugie z kolei zagadnienie polega na wyborze ze zbioru możliwych działań D takiego działania, które wpłynie na najbardziej skuteczną realizację celu stawianego przed zautomatyzowanym systemem zarządzania, przy jednoczesnym zapewnieniu warunków ekonomiczności. Zadanie rachunku jest następujące.

Posiadamy środki w przedziale $\{A_1; A_n\}$, gdzie:

A_1 — dolna granica środków określana jako minimum niezbędne do podjęcia jakiegokolwiek działania związanego z wprowadzeniem informatyki,

A_n — górna granica, czyli maksymalna wartość środków, której nie wolno nam przekroczyć przy założonych regułach postępowania.

Niekiedy mamy do czynienia z taką sytuacją, że decydent zgadza się na pewne przekroczenie przydzielonych limitów. Problemem decyzyjnym jest wtedy jedynie określenie wysokości nakładów na najbardziej korzystny układ. Ich wielkość zależy od wyboru konkretnej decyzji ze zbioru możliwych działań.

Trzecie zagadnienie polega na znalezieniu metody sprawdzenia zgodności między projektowanymi a rzeczywistymi kosztami i efektami. Należy to do problematyki sterowania przebiegiem prac nad projektowaniem, wdrażaniem i eksploatacją.

Decydent jest zainteresowany jak najwcześniejszym rozpoznaniem sytuacji, w której przyrost kosztów w stosunku do planu ΔK_i spowoduje osiągnięcie wielkości K_i^* , uznanej przezeń za alarmującą,

gdzie: $K_i^* = K_i^p - K_i^r \quad i = 1, 2, \dots, t$,

przy czym: K_i^r — koszty rzeczywiście poniesione na system w momencie i ,

K_i^p — koszty planowane na system w momencie i .

Znajomość relacji $K_i^* < \Delta K_i$ w okresie n ($1 \leq n \leq t$), pozwala na podjęcie decyzji prowadzącej do stanu, w którym już w okresie $n+1$ wartość $\Delta K_{n+1} < K_{n+1}$.

Zadaniem ARS jest także zapewnienie takiej elastyczności for-

muły, która umożliwi stosowanie w metodzie różnych rozwiązań makroekonomicznych takich, jak zmiany stopy procentowej, okresu zwrotu nakładów, okresu eksploatacji.

4.3. Założenia przeprowadzenia analizy i elementy rachunku

Kryterium opłacalności decyzji o zastosowaniu danego systemu jest okres zwrotu poniesionych kosztów. Wielkość okresu zwrotu porównana z granicznym okresem zwrotu, wyznaczonym na podstawie przesłanek makroekonomicznych, daje pogląd na celowość realizacji przedsięwzięcia i opłacalność porównywanych wariantów. Jednak według obecnie obowiązujących przepisów rachunek przeprowadza się dla całego okresu obliczeniowego i , gdzie $i = 1, 2, \dots, t$, a nie tylko do momentu zwrotu nakładów.

Okres obliczeniowy stanowi sumę czasu projektowania, wdrażania i eksploatacji zautomatyzowanego systemu zarządzania. Okres ten może być wyznaczony w dowolnych jednostkach. Najczęściej obliczany jest w latach i za pierwszy przyjmuje się rok rozpoczęcia prac projektowych. Jeżeli w momencie sporządzania rachunku przewiduje się, że w okresie poprzedzającym rok uznany za zerowy będą wymagane nakłady np. na ekspertyzę i studia związane z analizą potrzeb przedsiębiorstwa, to traktuje się je jako poniesione w roku $i = 0$.

Okres eksploatacji jest oprócz okresów projektowania i wdrażania systemu jednym z elementów okresu obliczeniowego. Oblicza się go najczęściej na podstawie przewidywanej liczby lat eksploatacji systemu. W Ramowych Wytycznych przewiduje się także alternatywny sposób wyznaczenia okresu eksploatacji opierający się na średniej stawce amortyzacyjnej środka trwałego (tu systemu cyfrowego, koniecznego do realizacji danego zamierzenia). Wydaje się jednak, że ta druga metoda nie ma zastosowania, gdyż obecna stopa amortyzacji sprzętu komputerowego jest niska.

Całkowite koszty i efekty są sprowadzane do jednolitej bazy cenowej. Wysokość cen i płac jest podstawą wyceny elementów rachunku dla poszczególnych lat okresu obliczeniowego. Ustala się je w wysokości aktualnej w chwili sporządzania rachunku.

Niekiedy jednak znane są pewne prognozy lub plany dotyczące przewidywań cen i płac. Jeżeli znamy takie informacje, to należy je uwzględnić w obliczeniach. Elementy kosztów całkowitych, np. nakładów kapitałowych określanych dalej jako nakłady inwestycyjne, oraz przewidywane koszty bieżące na projektowanie, wdrożenie i eksploatację systemów ustala się zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Założeniem rachunku jest elastyczność formuły, co pozwala na stałą analizę poszczególnych elementów w celu określania różnic między planowanymi a rzeczywistymi kosztami i efektami; jeśli taka różnica wystąpi, to aktualizujemy w obliczeniach odpowiedni element i przeprowadzamy nowy rachunek. Realizowana jest zasada uszczegóławiania rachunku drogą kolejnych przybliżeń, w miarę pozyskiwania nowych informacji.

W celu wybrania najlepszego wariantu do realizacji należy wykonać dla każdego z nich odpowiednie obliczenia. W zależności od bazy porównawczej można wyróżnić:

- 1) opłacalność bezwzględną, liczoną w sytuacji, kiedy w rozpatrywanym obiekcie nie funkcjonuje zautomatyzowany system zarządzania,
- 2) opłacalność względną, liczoną w stosunku do różnych wariantów.

Analizowane warianty o różnych charakterystykach czasowych (długości okresu projektowania, wdrażania i eksploataowania) sprowadza się do porównywalności za pomocą oprocentowania nakładów i efektów. Jako pierwszy rok analizy okresu obliczeniowego przyjmuje się, we wszystkich rozpatrywanych wariantach rok rozpoczęcia realizacji tego wariantu, który według planu jest kalendarzowo najwcześniejszy. Na przykład, jeżeli porównujemy następujące dwa warianty: pierwszy tzw. system indywidualny, do projektowania którego możemy przystąpić już w 1980 r. oraz drugi wariant, do którego przystąpimy w 1982 r., ale będzie on systemem nowoczesnym, opartym na banku danych, to pierwszym rokiem rachunku jest 1980 r.

4.4. Procedura rachunku

W metodzie ARS sumuje się oprocentowane salda w poszczególnych okresach wszystkich rozpatrywanych wariantów, a następnie wybiera się ten, dla którego wielkość dodatniego salda jest maksymalna. Powtórzmy jeszcze raz przyjęte wcześniej oznaczenia:

t — okres obliczeniowy, analizę przeprowadza się dla okresów $i = 1, 2, \dots, t$,

r — stopa procentowa,

E_i — efekt eksploatacji systemu w okresie i ,

K_i — całkowite koszty wydatkowane na system w okresie i ,

S_i — saldo nakładów i efektów w okresie i ,

S'_i — odpowiednio oprocentowane saldo w okresie i .

W pierwszym okresie saldo wyniesie:

$$S'_1 = (E_1 - K_1) (1 + r)$$

w drugim okresie:

$$\begin{aligned} S'_2 &= [S'_1 + (E_2 - K_2)] (1 + r) = [(E_1 - K_1) (1 + r) + \\ &\quad + (E_2 - K_2)] (1 + r) = (E_1 - K_1) (1 + r)^2 + \\ &\quad + (E_2 - K_2) (1 + r) = \sum_{i=1}^2 (E_i - K_i) (1 + r)^{2+1-i} \end{aligned}$$

w trzecim okresie:

$$\begin{aligned} S'_3 &= [S'_2 + (E_3 - K_3)] (1 + r) = [(E_1 - K_1) (1 + r)^2 + \\ &\quad + (E_2 - K_2) (1 + r) + (E_3 - K_3)] (1 + r) = \\ &= (E_1 - K_1) (1 + r)^3 + (E_2 - K_2) (1 + r)^2 + \\ &\quad + (E_3 - K_3) (1 + r) = \sum_{i=1}^3 (E_i - K_i) (1 + r)^{3+1-i} \end{aligned}$$

Ogólne dla k -tego okresu:

$$S'_k = \sum_{i=1}^k (E_i - K_i) (1 + r)^{k+1-i}$$

I tak dla całego rozpatrywanego okresu saldo wyniesie:

$$S'_t = \sum_{i=1}^t (E_i - K_i) (1 + r)^{t+1-i}$$

lub podstawiając za $E_t - K_t$ wartość S_t , otrzymamy:

$$S'_t = \sum_{i=1}^t S_i (1+r)^{t+1-i}.$$

TABLICA 25

Badanie opłacalności zautomatyzowanych systemów zarządzania
za pomocą Analizy Rachunku Sald — ARS

Kolejne okresy analizy	Poniesione całkowite koszty	Uzyskane efekty	Saldo		
			jednostkowe	skumulowane	skumulowane oraz oprocentowane
t	K_t	E_t	S_t	S_t	
1	K_1	E_1	$S_1 = E_1 - K_1$	S_1	$S'_1 = S_1(1+r)$
2	K_2	E_2	$S_2 = E_2 - K_2$	$S_1 + S_2$	$S'_2 = (S_1 + S_2)(1+r)$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
t	K_t	E_t	$S_t = E_t - K_t$	$\sum_{i=1}^t S_i$	$S'_t = (S'_{t-1} + S_t)(1+r)$

Obliczenia salda najwygodniej dokonać za pomocą specjalnej tablicy, która pozwala na przeprowadzenie i kontrolowanie prawidłowości oszacowania poszczególnych wielkości w toku projektowania, wdrażania i eksploatacji. Oprócz obliczenia okresu zwrotu oraz wysokości nie oprocentowanego salda można również za pomocą tablicy 25 znaleźć średni ważony okres zwrotu kosztów. Miernik ten, obliczony jako iloraz sumy wartości bezwzględnej sald w okresie, kiedy występuje saldo ujemne, do całkowitych kosztów poniesionych na system, mówi nam o średnim zamrożeniu jednej złotówki:

$$T_z = \frac{\sum_{i=1}^u |S_i|}{\sum_{i=1}^u K_i},$$

gdzie:

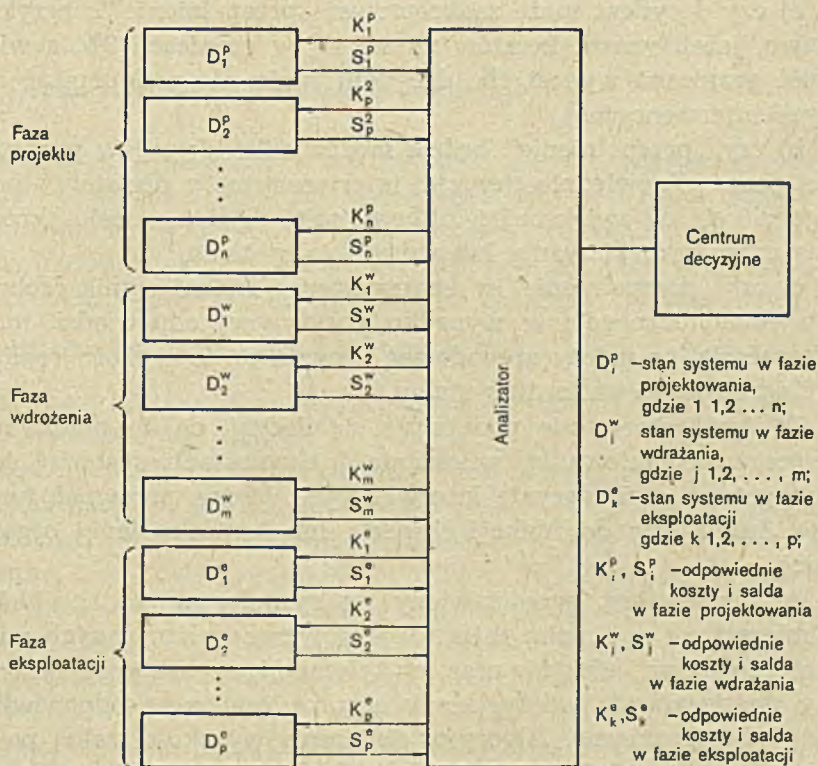
T_z — średni ważony okres zwrotu kosztów,

u — okres, w którym występuje saldo ujemne,

S_i — suma sald ujemnych za i okresów,

K_i — suma całkowitych kosztów poniesionych na system w i — okresach.

Schematycznie powiązania między obiektem, w którym realizowany jest zautomatyzowany system zarządzania a Centrum Decyzyjnym przedstawiono na rysunku 26. Rysunek ten ma za



Rys. 26. Analiza Rachunkiem Sald w zakresie prac nad projektowaniem, wdrażaniem i eksploatacją zautomatyzowanego systemu zarządzania

zadanie graficzne przedstawienie zmian stanu zautomatyzowanego systemu zarządzania w czasie oraz określenie miejsca Analizatora.

Funkcją Analizatora³² jest m.in. właśnie analiza prawidłowo-

³² W analizatorze powinien być zestaw cząstkowych mierników, które spełniają rolę czujników i oceniają fazy procesu projektowania, wdrażania i eksploatacji systemu.

ści kształtowania się sald w poszczególnych okresach. Używając terminologii i metody zaproponowanej przez W. Radzikowskiego³³ można określić, że Analizator weryfikuje tzw. przepełnienia, czyli ponadplanowe zużycie zasobów przeznaczonych na realizację określonego zautomatyzowanego systemu zarządzania. W Analizatorze próbujemy rozstrzygnąć:

a) czy decydent może zaakceptować „przepełnienie”?; przykładowo, jeżeli wzrost kosztów mieści się w granicach 3%, a wielkość graniczna wynosi 4%, decydent może nie podejmować decyzji interwencyjnej,

b) czy „przepełnienie” będzie można zlikwidować w przyszłości przez odpowiednie decyzje interwencyjne?; decydent może zgodzić się na zwiększenie intensywności działań w celu skrócenia czasu projektowania lub wdrażania systemu,

c) czy „przepełnienie” w istotny sposób zmieni wynik rachunku ekonomicznego?; w wypadku pozytywnej odpowiedzi, może okazać się, że należy zrewidować decyzje co do wyboru realizacji określonego wariantu systemu.

W Analizatorze nie podejmuje się decyzji co do przerwania procesu projektowania, wdrażania i eksploatacji systemu, lecz przygotowuje się decyzje interwencyjne. Można porównać funkcje Analizatora do funkcji eksperta lub komórki danej organizacji.

Analizator jest przedstawiony na rysunku w postaci bloku. Umieszczone są w nim informacje dotyczące planowanych wielkości kosztów i efektów oraz ich tolerancji; sygnał jest przesyłany do decydenta wtedy, kiedy zostaną osiągnięte odpowiednie wielkości graniczne. Algorytm obliczenia wysokości salda powinien być uzupełniony analizą symulacyjną typu „co stanie się, jeżeli zostaną zmienione określone elementy rachunku”? Takie podejście jest bardzo istotne, gdyż rachunek powinien zostać przeprowadzony w fazie ogólnych koncepcji projektowych. Informacje o poszczególnych elementach nie mają charakteru deterministycznego, a szacowane są z określonym prawdopodobieństwem. W miarę realizacji projektu wzrasta precyzja określenia poszczególnych elementów, a następnie rachunek jest powtarza-

³³ Por. W. Radzikowski, *Zastosowanie metod symulacyjnych w średniookresowym planowaniu w skali branży przemysłu*, Warszawa 1975.

ny w odpowiednich cyklach i uściślany drogą kolejnych przybliżeń w pracach projektowych i wdrożeniowych, a potem eksploatacji systemu.

Decydent może więc programowo sterować realizacją projektu. Regulacja polega na korygowaniu zarówno wielkości ze sfery kosztów $\Delta K_i = K_i^r - K_i^p$, jak też ze sfery efektów $\Delta E_i = E_i^r - E_i^p$.

4.5. Ocena wyniku i ograniczenia rachunku

W celu oceny opłacalności zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania według obowiązujących przepisów należy przeprowadzić rachunek dla całego okresu obliczeniowego. Jeżeli dla porównywanych wariantów zastosujemy taki sam układ odniesienia, wtedy z punktu widzenia rachunku rekomendowany jest ten wariant zbioru, dla którego $\sum_{i=1}^t S_i \rightarrow \max$. Metoda ARS nie określa bezpośrednio bezwzględnej efektywności w rozumieniu Ramowych Wytycznych.

Jeżeli jednak taka forma rachunku jest wymagana, to potrzebne informacje można uzyskać przez pewną modyfikację zapisu, a mianowicie dyskontowanie odpowiednich danych w zakresie kosztów i efektów zawartych w tablicy 25. Mimo iż obliczone saldo jako wielkość syntetyczną charakteryzuje brak możliwości bezpośredniego określenia przyczyn takiego właśnie kształtowania się wskaźnika, to w konkretnej sytuacji uzupełnienie tej miary zestawem wskaźników cząstkowych pozwala na znaczne zmniejszenie tego ograniczenia. Zamieszczona w Analizatorze lista wskaźników normatywnych zaakceptowanych przez Decydenta wpływa na badanie przyczyn odstępstwa od planu oraz na wysuwanie sugestii dotyczących kierunków poprawy wskaźnika syntetycznego.

Prezentowany sposób liczenia był zastosowany do określenia efektywności³⁴ projektowanych oraz eksploatowanych w przed-

³⁴ Por. W. Kotulecki, L. Nowak, R. Maliszewski, *Analiza porównawcza efektywności systemów obiektowych zagranicznych i krajowych*, Raport z badań OBRI, Warszawa 1974.

siębiorstwach przemysłowych zautomatyzowanych systemów zarządzania, m.in. w Fabryce Wyrobów Precyzyjnych — Świerczewski i w Zakładach — Hutmen we Wrocławiu. Metoda ARS została udoskonalona przez wykorzystanie technik symulacyjnych do oceny efektywności.

5. Symulacyjne metody oceny oparte na Analizie Rachunku Sald (ARS)

5.1. Metody symulacyjne jako metody oceny efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania w problemach probabilistycznych

Symulacja — metoda badań różnego typu rzeczywistych symulacji ma bogatą literaturę³⁵. Jedną z pierwszych prób zastosowania modeli symulujących do oceny efektywności systemów zarządzania był model przedstawiony przez D. F. Boyda i H. S. Krasnowa³⁶. Autorzy wychodząc z założenia, że system działania przedsiębiorstwa składa się z systemu fizycznego i systemu przetwarzania informacji, zaproponowali do badania tego ostatniego stosowanie symulacji. Za pomocą zbudowanego modelu symulowano zmiany w terminach dostarczanych informacji i badano ich wpływ na wyniki ekonomiczne działalności gospodarczej. Stwierdzono, że zmiany w systemie informacyjnym miały duży wpływ na ostateczny zysk przedsiębiorstwa. Autorzy podkreślają, że podejście symulacyjne jest trudniejsze niż porównywanie kosztów i, co jest najbardziej istotne, wymaga zbudowania odpowiedniego modelu.

W literaturze podawane są różne przykłady zastosowania modeli symulacyjnych do badania całości lub poszczególnych elementów systemu informacyjnego jednostek organizacyjnych. Przedstawione dalej dwa modele MARS I i MARS II należą do tego właśnie nurtu prac teoretycznych i zastosowań praktycz-

³⁵ Por. R. F. Barton, *Wprowadzenie do symulacji i gier*, Warszawa 1974; E. W. Evans i inni, *Symulacja na maszynach cyfrowych*, Warszawa 1973.

³⁶ Por. D. F. Boyd, H. S. Krasnow, *Economic Evaluation of Management Information Systems*, „IBM Systems Journal” 1963, nr 3, s. 2.

nych, w których poszukuje się odpowiedzi na podstawowe pytanie — jakie skutki ekonomiczne wywoła wprowadzenie zmian w systemie informacyjnym? Problem oceny jest nieostry, ponieważ nie możemy ściśle określić wszystkich jego elementów i relacji między nimi. Z tego względu wydaje się, że spośród znanych obecnie metod, najbardziej obiecujące jest stosowanie symulacji. Symulacja polega w tym wypadku na zbudowaniu takiego modelu, który pozwoliłby na zbadanie funkcjonowania zautomatyzowanego systemu zarządzania w organizacji. Celem jest określenie wpływu różnorodnych czynników na ekonomiczną efektywność zautomatyzowanych systemów zarządzania. Dałoby to możliwie wyczerpującą odpowiedź na pytania przedstawione na rysunku 27. Odpowiadają one poszczególnym stopniom ważności decyzji (por. rys. 24).

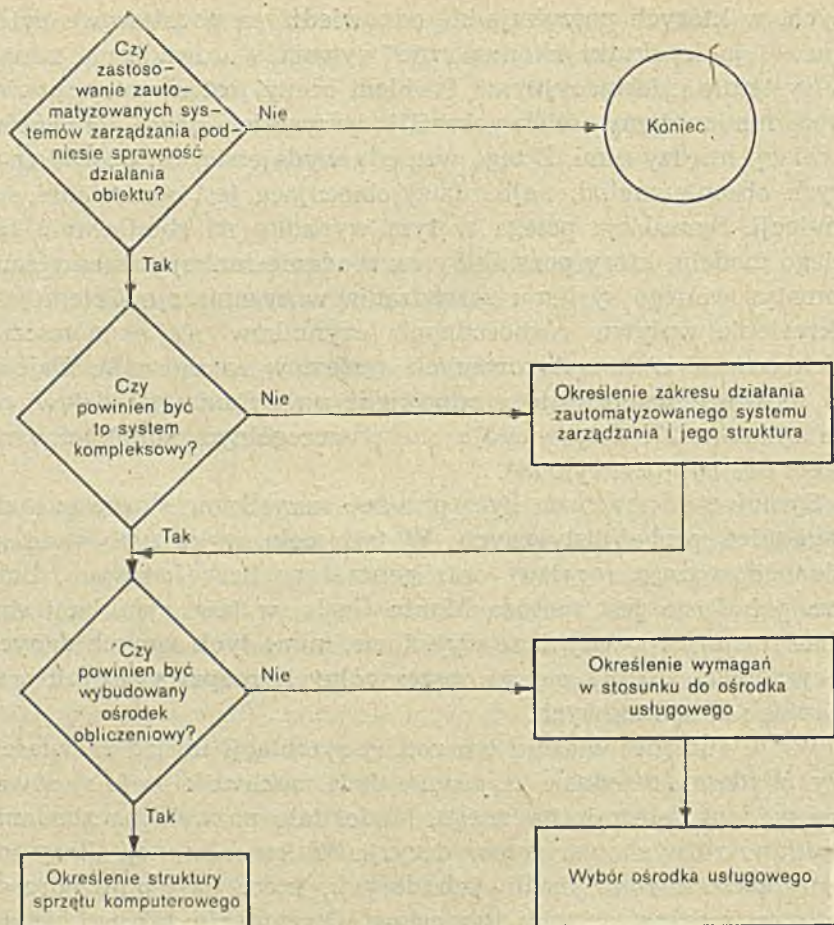
Symulacja powinna być przede wszystkim stosowana do zagadnień probabilistycznych. W tym celu wykorzystywane są różnego rodzaju rozkłady oraz generatory liczb losowych. Bardzo popularna jest metoda Monte Carlo, w tzw. symulacji stochastycznej, w której dane wyjściowe, mimo tych samych danych wejściowych różnią się w poszczególnych rozpatrywanych wariantach obliczeniowych.

Wielu autorów właśnie ten rodzaj symulacji uważa za właściwy. Wydaje się jednak, że równie duże możliwości daje stosowanie modelu deterministycznego. Model taki pozwala na zbadanie skutków różnych wariantów decyzji. W konsekwencji otrzymujemy pewien zbiór możliwych decyzji, które następnie porządkujemy według różnych kryteriów. Otrzymanie takiego zbioru za pomocą innych znanych metod nie jest możliwe.

Modele symulacyjne zastosowane do badania efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania mają wiele zalet. Wymienimy najważniejsze z nich:

1. Dostarczenie decydentom dodatkowych informacji, które w innych wypadkach byłyby niemożliwe do osiągnięcia lub koszt pozyskania ich byłby bardzo wysoki.

2. Umożliwienie przeprowadzenia eksperymentów i badań nawet najbardziej złożonych systemów. W pewnych wypadkach możemy badać systemy o niezupełnie znanej wewnętrznej strukturze, traktując nieznane elementy jako „czarną skrzynkę”.



Rys. 27. Problemy decyzyjne analizowane za pomocą modeli typu MARS

3. Umożliwienie analizy wpływu zmian elementów systemów na cały system, np. wpływu zmian informacyjnych i organizacyjnych na efektywność działania systemu.

4. Szkolenie decydentów w zakresie rozwiązywania problemów różnej klasy.

5. Poznanie mechanizmów oddziałujących na system, zarówno wewnątrz danej organizacji, jak też otoczenia.

6. Testowanie użyteczności zastosowania nowych rozwiązań w zakresie metod projektowania oraz bazy technicznej.

7. Badanie całego systemu i poszczególnych jego elementów wyodrębnionych według różnych kryteriów, np. podsystemów: technicznego przygotowania produkcji, gospodarki materiałowej, zaopatrzenia i zbytu itd.

Zastosowanie modelowania symulującego, jak i innego typu modeli, ma pewne wady, które wynikają z konieczności uproszczenia rzeczywistości. Często przyjmowane są niewłaściwe założenia lub przeprowadza się zbyt jednostronną ocenę. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń można powiedzieć, że przy stosowaniu modelowania symulacyjnego istnieje mniejsze prawdopodobieństwo popełnienia wymienionych błędów niż przy stosowaniu innych metod. Oczywiście nasze rozważania dotyczą tylko problemów oceny zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Modelowanie symulacyjne pozwala na przeprowadzenie szerszej i głębszej analizy niż tradycyjne metody rachunku ekonomicznego. Wynika to m.in. z tego, że uwzględniamy sprzężenia zwrotne działające w obiekcie, nieliniowy charakter wielu czynników wpływających na efektywność systemu oraz elementy stochastyczne. Dzięki temu modele MARS I i MARS II pozwalają na uzyskiwanie jednoczesnej oceny ze względu na wiele kryteriów.

Badania efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania prowadzone są za pomocą modeli MARS I i II wykorzystujących metodę ARS oraz metody dynamiki systemów zarządzania. Założenia metody dynamiki systemów zarządzania opracował J. W. Ferester i nadał jej nazwę *Industrial Dynamics*. Określił ją jako metodę służącą badaniom charakterystyk informacyjnych sprzężeń zwrotnych w działaniu przemysłowym. Metoda ta jest pomocna w poznaniu interpretacji w strukturze organizacyjnej: wzmocnień (w zakresie wytycznych) i opóźnień (w zakresie decyzji i współdziałań), od których zależy efektywność pracy systemu gospodarczego. Przedmiotem analizy są współzależności strumieni pieniędzy, zleceń, materiałów, inwestycji i kadr, na szczeblu przedsiębiorstwa, branży lub centralnego zarządzania gospodarką narodową. Metoda ta jest szczególnym rodzajem metod symulacyjnych, bowiem z pewnym przybliżeniem odwzorowuje działanie badanej organizacji.

Zasady konstrukcji modelu opierają się na określonych założeniach.

1. Przedstawianie systemu gospodarczego jako systemu zbiorników zawierających wielkości tworzące ten system. Zbiorniki tego systemu połączone są kanałami, przez które przechodzą strumienie wielkości z jednego zbiornika do drugiego.

2. Strumienie poszczególnych parametrów systemu nie powstają samoczynnie, lecz w wyniku podejmowanych decyzji. Decyzja determinuje powstanie i wielkość strumienia poszczególnych parametrów przepływających kanałami.

3. W modelu jest wiele węzłów, w których podejmowane są decyzje. Do tych węzłów decyzyjnych dopływają strumienie informacji o poziomach i parametrach systemu. Różnica między poziomami a parametrami polega na tym, że poziomy są zmiennymi wielkościami systemu, podczas gdy parametry przyjmuje się jako względnie stałe.

4. Decyzje są podejmowane na podstawie określonych zasad. Określają one stosunek między źródłem informacji a strumieniami powstającymi na podstawie decyzji.

5. Impulsy wchodzące do systemu z zewnątrz powodują jego reakcje i stanowią tzw. egzogeniczny parametr systemu. Parametrem egzogenicznym jest wielkość, której powstanie i wartość nie zależą od systemu.

Zgodnie z tymi zasadami³⁷ każdy system gospodarczy można przedstawić w postaci modelu składającego się z:

a) zbiorników (poziomów) poszczególnych wielkości tworzących system,

b) strumieni (wymiarów) tych wielkości przebiegających kanałami między zbiornikami,

c) węzłów decyzyjnych, w których powstają decyzje określające wymiary strumieni poszczególnych wielkości na podstawie zasad podejmowania decyzji oraz informacji o poziomach i parametrach systemu.

Zbudowany model matematyczny obejmuje następujące równania algebraiczne: poziomów, strumieni, początkowego stanu

³⁷ Por. R. Łukaszewicz, *Dynamika systemów zarządzania*, Warszawa 1975 oraz Z. Soucek, *Modelowanie i projektowanie systemów gospodarczych*, Warszawa 1979.

i parametrów systemu, oraz równania pomocnicze. Ponadto zawiera on równania wyrażające wielkości egzogeniczne systemu.

Modele dynamiki systemów zarządzania umożliwiają analizowanie i zrozumienie mechanizmu funkcjonowania wielkich systemów zawierających sprzężenia zwrotne. Skala zastosowań *Industrial Dynamics* jest ogromna i dotyczy m.in. takich problemów, jak: planowania rozwoju technicznego, określania struktury kierowania przedsiębiorstwem, określania polityki inwestycyjnej, analizy systemów opieki zdrowią, badania układów komunikacyjnych itd.

5.2. Model Analizy Rachunku Sald — wersja I

Model MARS I opiera się na założeniach omówionej już metody ARS. Została ona opisana w języku dynamiki systemów. J. Forrester³⁸. Model przedstawiony na rysunku 28, będący podstawowym elementem metody, pozwala na zbadanie oddziaływania poszczególnych elementów rachunku ekonomicznego na współczynnik efektywności.

Omówimy wersję modelu zastosowaną do zbadania ekonomicznych skutków wprowadzania zautomatyzowanych systemów zarządzania w PLL LOT. Celem było sprawdzenie wrażliwości współczynnika efektywności na zmiany wysokości stopy procentowej oraz okresy eksploatacji systemu. Model został tak skonstruowany³⁹, że określał wpływ na współczynnik również innych elementów rachunku, i to zarówno deterministycznych, jak i probabilistycznych.

Zadaniem modelowania jest umożliwienie wyboru najlepszego pod względem ekonomicznym wariantu zastosowań zautomatyzowanego systemu zarządzania.

Ocenę zautomatyzowanego systemu zarządzania uzyskujemy za pomocą wektora oceny jakości systemu. Elementami wektora są mierniki, o różnym polu recepcji, które przedstawiono w tablicy 25.

³⁸ Notacja jest modyfikacją zapisu przyjętego przez R. Łukaszewicza. Por. R. Łukaszewicz, op. cit.

³⁹ Model został opisany na podstawie artykułu W. Chmielarza i J. Kisielnickiego. *Badanie opłacalności zastosowania systemów informatycznych przy pomocy metody MARS*, „Problemy Organizacji” 1979, nr 1.

Mając określony wektor jakości możemy zbadać za pomocą metod symulacyjnych, jakie są wzajemne relacje między nimi i jak zmieni się ich wielkość pod wpływem zmian otoczenia. Podstawowymi elementami rachunku są: koszty całkowite, efekty, stopa procentowa.

1. Na koszty całkowite składają się:

a) nakłady inwestycyjne — sumy nominalnych nakładów inwestycyjnych i nakładów na tworzenie środków obrotowych, np. prace projektowo-badawcze, roboty budowlano-montażowe, sprzęt, oprogramowanie,

b) koszty bieżące — sumy kosztów osobowych na analizę, projektowanie, programowanie systemu i koszty eksploatacyjne, głównie pracy komputera i przygotowania danych.

Koszty te pomniejszono o:

— amortyzację — na odtworzenie środków trwałych oraz umorzenie nakładów niematerialnych i prawnych, a także ewentualnych nakładów na postęp techniczny,

— spłatę odsetek od kredytów inwestycyjnych i nakładów poniesionych na tworzenie środków obrotowych zwiększonych o narzut na fundusz płac o ustalony procent.

2. Efekty — przewidywane korzyści gospodarcze z zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania, np. wzrost produkcji, zmniejszenie kosztów, skrócenie cykli produkcyjnych, szybsza i dokładniejsza informacja do celów zarządzania.

3. Stopa procentowa r . Różnica kosztów całkowitych i efektów, zwana dalej saldem jest corocznie oprocentowana przez współczynnik $\alpha = (1+r)$.

Dla analizy warunków opłacalności zastosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania zbudujemy model strukturalny dotyczący wybranych elementów przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwo (jak na rys. 28) rozpatrujemy jako układ względnie odosobniony powiązany z otoczeniem systemem wejść i wyjść.

Symbole literowe:

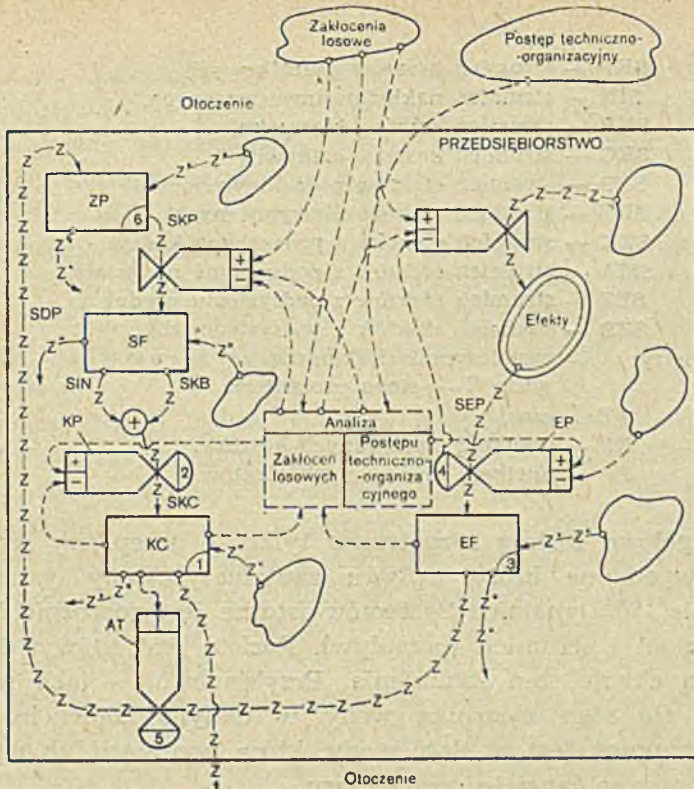
Poziomy: ZP — zysk przedsiębiorstwa,

SF — środki finansowe,

KC — koszty całkowite,

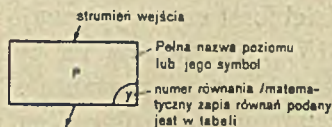
EF — efekty.

Strumienie: SDP — strumień dochodu przedsiębiorstwa,

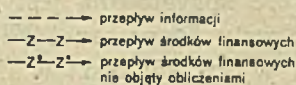


Opis stosowanych symboli

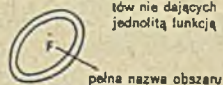
-poziom



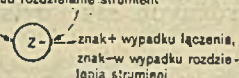
-strumienie (przepływ)



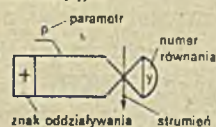
-symbol w obramowaniu -gromadzenie elementów nie dających się opisać jednolitą funkcją



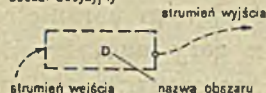
-łączenie lub rozdzielanie strumieni



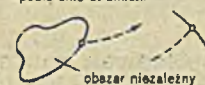
-stanowisko decyzyjne



obszar decyzyjny



-pobieranie strumieni



Rys. 28. Model graficzny MARS I (opis symboli podano w tekście)

SKP — strumień kosztów początkowych,
 SIN — strumień nakładów inwestycyjnych,
 SKB — strumień kosztów bieżących,
 SKC — strumień kosztów całkowitych,
 SEP — strumień efektów początkowych,
 SEN — strumień efektów niewymiernych,
 SZK — strumień efektów z podsystemu kadry,
 SMA — strumień efektów z podsystemu materiały,
 SEZ — strumień efektów z podsystemu produkcja,
 SZB — strumień efektów z podsystemu zbył.

Parametry: A — współczynnik dyskontujący $= (1 + R)$,
 gdzie R — stopa procentowa,

T — czas,

KP — wielkość planowanych kosztów,

EP — wielkość planowanych efektów.

Szczegółowo zostały rozpatrzone tylko te przepływy środków finansowych, na które wpływa zautomatyzowany system zarządzania. W Dynamice Systemów istotne jest rozróżnienie pojęć: poziom i strumień (przepływ). Poziom jest to wyróżniony na daną chwilę stan strumienia. Przykładowo — jako poziom określa się stan zbiornika wody w danym momencie, natomiast strumień jest to ilość wody, która wypływa lub wpływa do zbiornika w danej jednostce czasu.

Analizę rozpoczynamy od poziomu⁴⁰, który umownie nazwano Środki Finansowe (SF). Z poziomu Środki Finansowe (SF) (np. fundusz inwestycyjny przedsiębiorstwa) wypływają strumienie nakładów inwestycyjnych (SIN) i funduszy na pokrycie kosztów bieżących (SKB), tworzących po zsumowaniu strumień kosztów całkowitych (SKC). Strumień ten wpływa na poziom Koszty Całkowite (KC). Jego wysokość korygowana jest na stanowisku decyzyjnym parametrem Koszty Planowane (KP), narzucającym z góry ograniczenia na wysokość kosztów. Następnie strumień ten opuszcza poziom KC i cały układ w postaci, np. dochodów pracowniczych realizowany jest poza systemem, w otoczeniu.

Efekty z zastosowań zautomatyzowanego systemu zarządzania są uzyskiwane z usprawnienia różnych sfer działalności przed-

⁴⁰ Poziomy umownie są oznaczone dwuliterowo, natomiast symbole strumieni są trzyliterowe, symbole zmiennych zewnętrznych (parametry) jednoliterowo.

siębiorstwa. Ze względu na różnorodność metod obliczania efektów nie stosuje się jednolitej funkcji łączącej, lecz bada się oddzielnie każdy ze strumieni wpływający na sumaryczny efekt zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania. Strumienie efektów (EF) łączą się w jeden strumień (SEP) i są badane jako poziom. Wysokość poziomu EF zależy od stanowiska parametru Efekty Planowane (EP) porównywalnego z efektami faktycznymi (EF). Parametry KP i EP są ustalone z góry w poszczególnych etapach projektowania zautomatyzowanego systemu zarządzania.

Zbadanie różnic, jakie powstają między wielkościami planowanymi a rzeczywistymi, ich przyczyn i następstw jest zadaniem bloku Analiza. Efekty, rozpatrywane na poziomie EF, przechodzą następnie w strumień łączący się z innymi strumieniami efektów (na które system nie ma wpływu lub wpływ ten jest nieistotny) jako strumień dochodu przedsiębiorstwa (SDP). Należy w tym miejscu zastrzec, że nie jest badana cała wielkość strumienia SDP, lecz tylko ta, na którą ma wpływ zautomatyzowany system zarządzania. Strumień SDP zasila poziom zysku przedsiębiorstwa (ZP) i w tym celu musi być pomniejszony o wielkość poniesionych kosztów całkowitych i zdyskontowany za pomocą parametru $A = (1+R)$, gdzie stopa procentowa — R , T — numer ostatniego roku okresu obliczeniowego.

Z poziomu ZP jest finansowana część zamierzeń rozwojowych, w tym np. związanych z rozwojem informatyki, dlatego też działamy tak, aby zmaksymalizować jego wysokość w interesującym nas zakresie. Na kształtowanie się poziomu kosztów całkowitych (KC), a także efektów (EF) wpływają w sposób istotny dodatkowo dwie grupy czynników niezależnych bezpośrednio od decydenta; są to: zakłócenia losowe i postęp techniczno-organizacyjny. Zakłócenia te mogą występować zarówno wewnątrz, jak i pochodzić spoza układu.

Zakłócenia wewnętrzne takie, jak np. wydłużenie okresu prac budowlano-montażowych, braki w wyszkoleniu kadry, wydłużenie okresu otrzymywania informacji przez użytkownika, są, po analizie ich istotności w bloku ZAKŁÓCEŃ LOSOWYCH, możliwe do przezwyciężenia przez odpowiedni wzrost przepustowości strumienia kosztów całkowitych (SKC) czy efektów (SEP). De-

czyż te muszą być podjęte na stanowiskach decyzyjnych przed poziomami kosztów całkowitych (KC) i efektów (EF). Jeżeli znana jest tendencja odchyień regulacja ta może odbywać się na bieżąco. Trudniej jest przeprowadzić korektę odchyień spowodowanych czynnikami zewnętrznymi, często losowymi i niezależnymi od układu, np. wahaniami cen światowych, postępem technicznym czy pogodą. Czynniki te nie oddziałują bezpośrednio na poziomy kosztów całkowitych (KC) i efektów (EF), lecz na źródła, w których powstają strumienie je zasilające, tj. poziom (KS) i obszary EFEKTY.

Pojawienie się nowych typów sprzętu komputerowego stwarza możliwość uwzględnienia nowych wariantów rozwiązań problemu zastosowania informatyki w danym obiekcie. W rachunku uwzględniane to jest bezpośrednio w procesie kształtowania poziomu kosztów (KC) (w postaci ceny sprzedaży tych środków) oraz pośrednio przez zmianę poziomu efektów (EF) (np. przez obliczenia efektu skrócenia czasu obiegu informacji w ośrodku obliczeniowym).

Decydentowi potrzebna jest także informacja o postępie technicznym w celach:

- konfrontacji własnych potrzeb z nowymi środkami technicznymi i metodami organizacji (np. ze względu na szybkość przetwarzania, czas dostępu, pojemność pamięci),

- porównania z dopuszczalną górną granicą wydatków na system,

- zbadania przyrostu efektów, który w porównaniu z rozpatrywanymi uprzednio technikami spodziewa się uzyskać.

Zachodzi także relacja pomiędzy wahaniami poziomu kosztów całkowitych a efektów; można przykładowo założyć, że jeżeli przyjmujemy zmiany kosztów według rozkładu normalnego, to efekty zmieniać się będą według tego samego rozkładu:

$$N(\mu\sigma) \sim T(KC) \rightarrow N(\mu\sigma) \sim EF,$$

gdzie:

μ — średnia arytmetyczna,

δ — odchylenie standardowe ⁴¹.

⁴¹ Jest to pewne upraszczające założenie, ponieważ efekty mogą też zmieniać się według innego rozkładu np. β czy też innego dowolnego rozkładu.

Chodzi o zbadanie wpływu owych niezależnych od decydenta czynników zewnętrznych i wewnętrznych (z bloku) na poziom równowagi, a ściślej relacji między kosztami całkowitymi (KC) a środkami finansowymi (SF).

Aby umożliwić powstanie nadwyżki $KC > SF$ w bloku ANALIZA, na podstawie informacji o kształtowaniu czynników zewnętrznych w okresach przeszłych i w okresie bieżącym, przyjmuje się pewną strategię postępowania, np. za pomocą tzw. tablicy decyzyjnej. Znajomość możliwych decyzji w różnych sytuacjach pozwala na przeciwdziałanie narastaniu ochyłen przez zmianę lub zahamowanie niekorzystnych kierunków działania (np. tworzenie zupełnie nowych wariantów) lub rozluźnieniu ograniczeń, o ile jest to dopuszczalne i konieczne.

Strumień informacji decyzyjnej z bloku ANALIZA przepływa do tych samych stanowisk decyzyjnych, co strumień informacji zakłócającej i w razie niezaakceptowania wytyczonych wariantów przeciwdziała im.

W celu zweryfikowania przedstawionego modelu MARS przeprowadzono badania w przedsiębiorstwie Polskie Linie Lotnicze LOT — przedsiębiorstwa usług komunikacyjnych. Wartość rocznych usług wynosi około 4 mld zł, przy zatrudnieniu 5 tys. pracowników.

Cztery pierwsze podsystemy zautomatyzowanego systemu zarządzania w przedsiębiorstwie były zaprojektowane, wdrożone i przetwarzane w obcych ośrodkach obliczeniowych w latach 1970—1979. Od początku 1976 r. rozpoczęto roboczą eksploatację trzech z nich we własnym ośrodku, w którym zainstalowano komputer ODRA-1305. Zbadano opracowane już podsystemy:

- 1) fakturowania i naliczania wartości przewozów,
- 2) statystyki przewozów rzeczowych,
- 3) ewidencji i księgowości gospodarki materiałowej,
- 4) krajowego rozkładu lotów,
- 5) rozliczania przewozów towarowych,
- 6) optymalizacji parametrów przelotowych,
- 7) symulacji eksploatacji samolotów,
- 8) ewidencji druków ścisłego zarachowania.

Celem badania za pomocą modelu było obliczenie wpływu takich wielkości, jak: sfery zastosowania systemu w zarządzaniu

mierzonej ilości wdrożonych podsystemów, wielkość stopy procentowej, czasu projektowania, wdrożenia i eksploatacji systemu na efektywność zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania.

Dane dotyczące elementów rachunku zebrano zgodnie z zaleceniami metodologicznymi ⁴².

Nakłady podzielono na dwie główne grupy:

a) inwestycje budowlano-montażowe: jak adaptacja pomieszczeń, zakup sprzętu, oprogramowania, instalacja urządzeń itp.,

b) nakłady związane z pracami projektowymi i przygotowaniem organizacyjnym, np. projektowanie, programowanie, weryfikacja dokumentów źródłowych, przeprogramowanie.

Wielkości nakładów jednorazowych uzyskano dzięki badaniom przeprowadzonym w ośrodku obliczeniowym PLL LOT, z ewidencji nakładów już poniesionych i analizy ewentualnych przyszłych nakładów. Wielkości nakładów w kolejnych latach przedstawia tablica 26.

Wśród kosztów bieżących wydzielono głównie: koszty osobowe, np. płace i ubezpieczenia społeczne pracowników ośrodka obliczeniowego; koszty eksploatacyjne, np. materiałów, energii, zużycia przedmiotów nietrwałych.

Dane dotyczące kosztów w latach 1975—1977 uzyskano z ewidencji PLL LOT, natomiast szacunek kształtowania się wielkości kosztów bieżących w dalszych latach ustalono na podstawie konsultacji z ekspertami przedsiębiorstwa jako procent od wzrostu wielkości przewozów. Wysokość kosztów bieżących w poszczególnych latach przedstawiono w tablicy 26.

Efekty, wynikające z zastosowania wydzielonych podsystemów, oszacowano wiążąc funkcje realizowane przez nie z efektami cząstkowymi ujętymi w sześć zbiorczych wskaźników efektywności:

- 1) oszczędności na bezpośrednich kosztach przewozów,
- 2) przyrost zysku z tytułu wzrostu usług,

⁴² Wytyczne w sprawie oceny ekonomicznej efektywności inwestycji i innych zamierzeń rozwojowych wprowadzono Uchwałą nr 173 Rady Ministrów z dnia 12 lipca 1974 r. oraz Zarządzeniem Przewodniczącego Komisji Planowania przy Radzie Ministrów z dnia 26 lipca 1974 r. w sprawie kryteriów i metod oceny ekonomicznej efektywności inwestycji nieprodukcyjnych i innych zamierzeń rozwojowych.

*Dane wyjściowe dla rachunku efektywności
(dla 3, 4 i 8 podsystemów w okresie $t = 6$ lat)*

Wyszczególnienie	Lata	Wartość dla 3 podsystemów	Wartość dla 4 podsystemów	Wartość dla 8 podsystemów
		(w zł)		
Koszty bieżące	1975	3 535 120	3 535 120	5 668 760
	1976	1 115 580	1 115 580	2 579 960
	1977	296 560	296 560	1 721 080
	1978	166 080	166 080	1 549 880
	1979	308 800	308 800	1 799 320
	1980	459 160	459 160	2 023 880
Nakłady	1975	30 110 000	30 110 000	33 090 000
	1976	1 740 000	2 590 000	1 190 000
	1977	400 000	400 000	400 000
	1978	—	—	—
Efekty	1975	11 136 394	14 022 154	14 022 154
	1976	12 990 224	15 915 944	23 011 544
	1977	14 014 124	17 296 244	24 982 470
	1978	14 905 124	18 671 624	32 407 969
	1979	15 391 520	19 575 980	33 880 834
	1980	15 887 924	20 643 164	35 557 088

3) zmniejszenie planowych odsetek bankowych od zaangażowanych środków,

4) oszczędności z tytułu zahamowania przyrostu zatrudnienia,

5) oszczędności z szybszego ściągania należności od użytkowników,

6) oszczędności na kosztach pośrednich usług z tytułu zmniejszenia zapasu środków obrotowych.

Wielkość efektów obliczono:

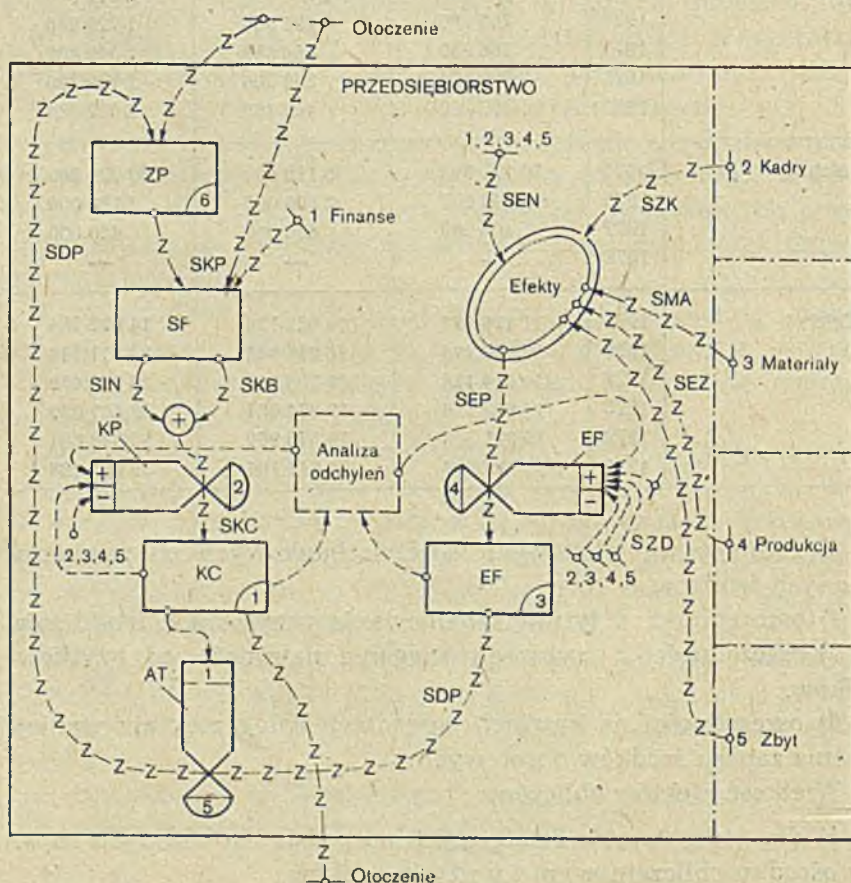
a) dla podsystemów działających na podstawie własnych badań w ośrodku obliczeniowym i u użytkowników,

b) dla podsystemów przewidywanych do wdrożenia (zaprojektowanych i przetestowanych) na podstawie odpowiednich szacunków pracowników ośrodka obliczeniowego i użytkowników oraz analizy efektów podobnych systemów stosowanych za granicą.

Szacunek efektów w latach 1975—1980 również podano w tabelicy 28. Wysokość stopy procentowej przyjęto z przedziału (0,03; 0,15) co 0,01.

Okres obliczeniowy $i = 1, 2, \dots, t$ zmieniany był kolejno na $t = 5, 6, 7$ i 8 lat.

Ze względu na brak kompletnej informacji uproszczono nieco model ogólny MARS I — wersja O (deterministyczna), który przedstawiamy na rysunku 29.



Rys. 29. Model graficzny MARS-D (deterministyczny)

W stosunku do rysunku 28 nastąpiły zmiany wynikające z pominięcia wpływu zakłóceń losowych i postępu technicznego oraz

TABLICA 27

Model matematyczny w zapisie tradycyjnym stosowany w ARS w MARS
i zapisie stosowanym
według koncepcji dynamiki systemów zarządzania (DSZ)

Numer równania	Nazwa	Zapis tradycyjny	Zapis według DSZ
1	Nakłady inwestycyjne	$N_i \quad i = 1, 2, \dots, t$	SIN
	Koszty bieżące, gdzie i — kolejne lata okresu obliczeniowego	$K_i = \sum_j^n K_j$ $j = 1, 2, \dots, m$	SKB
	Koszty całkowite, gdzie i — kolejne lata okresu obliczeniowego	$K_{C_i} = \sum_{i=1}^t N_i + K_i$	SKC = SIN + SKB
2	Koszty całkowite	$K_{C_i} = \sum_{i=1}^t (N_i + K_i) \cdot (1 + r)^{t+1-i} = K_{C_{t-1}} + (N_t + K_t) \cdot (1 + r)$	$KC - (SKB + SIN) + (i + R) \cdot (T + i - I) =$ $= KT + (SKB + SIN) \cdot (1 + R)$
	Okres obliczeniowy	$i = 1, 2, \dots, t$	$I = 1, 2, \dots, T$
	Współczynnik dyskonta	$a = (1 + r)$	$A = (1 + R)$
	Stopa procentowa	$r = P/100$	$R = P/100$
	Koszty w okresie $t-1$	$K'_{C_{t-1}}$	KT
3	Efekty	$E_i = \sum_{j=1}^m E_j \quad j = 1, 2, \dots, m$	SEF = SEN + SZK + + SMA + SES + SZB
4	Efekty oprocentowane	$E_i = \sum_{i=1}^t E_i (1 + r)^{t+1-i} =$ $= E'_{t-1} + E_t (1 + r)$	$EF = (SEN + \dots + SZB) \cdot (i + R)$ $(T + i - I) = EK +$ $+ (SEN + \dots + SZB) \cdot (i + R)$
	Efekty w okresie $t-1$	E'_{t-1}	EK

TABLICA 27 (cd.)

Numer równania	Nazwa	Zapis tradycyjny	Zapis według DSZ
5	Zysk przedsiębiorstwa (saldo)	$S'_t = \sum_{i=1}^t (E_i - K_{C_i}) \cdot (1+r)^{t+i-1} = S'_{t-1} + (E_t - K_{C_t}) \cdot (1+r)$	$ZP = (EF - KC) \cdot (1+R)$ $(T+i-I) = SP + (EF - KC) \cdot (i+R)$
	Saldo w okresie t-1	S'_{t-1}	SP
	Współczynnik efektywności	$E_r = \frac{\sum_{i=1}^t (E_i - K_{C_i}) \cdot (1+r)^{t+i-1}}{\sum_{i=1}^t K_{C_i} (1+r)^{t+i-1}}$	$ER = SP + (EF - KC) + (i+R)$ $(KT + KC) \cdot (i+R)$

podziału zintegrowanego systemu zarządzania na podsystemy. Przedsiębiorstwo podzielono (według realizowanych w nim funkcji) na 5 podsystemów: finanse, kadry, materiały, produkcje i zbył. Bardzo szczegółowo analizowano podsystem finanse. Podsystem ten powiązany jest strumieniami efektów z następujących działów: kadry (SZK), materiały (SMA), produkcja (SEZ) i zbył (SZB).

Podany w tablicy 27 dla metody MARS zapis przypomina zapis programu komputerowego. Za pomocą omówionego już modelu zbadano wpływ zmian poszczególnych parametrów zależnych od decydenta (zakres stosowanego systemu, mierzonego ilością wdrażanych podsystemów, okres eksploatacji systemu, miejsce przetwarzania itd.), na takie elementy rachunku, jak:

— wielkość strat i dochodów przedsiębiorstwa w poszczególnych latach eksploatacji systemu (wielkość oprocentowanych sald),

— wysokość współczynnika efektywności obliczonego według formuły zamieszczonej w tablicy 28,

— okres zwrotu nakładów poniesionych na projektowanie i eksploataowanie systemu.

Z obliczeń przeprowadzonych za pomocą komputera IBM 370/145 określono wielkość przyrostu zysku, które otrzyma przed-

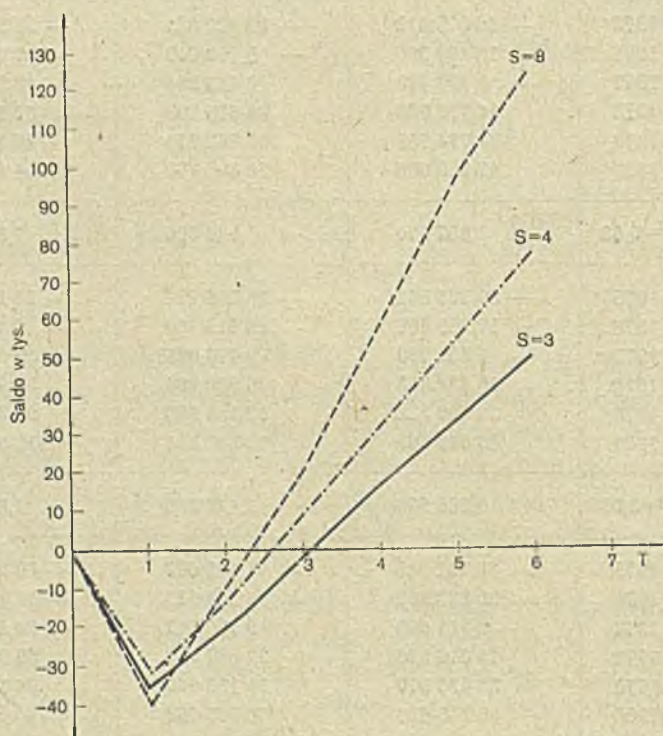
TABLICA 28

Wartość współczynnika E_r i zdyskontowanej sumy sald dla 3, 4 i 8 podsystemów przy wybranej wysokości stopy procentowej $r = 0,03; 0,05; 0,08; 0,15$ i okresie obliczeniowym $t = 6$ lat

Lp.	Lata	Wartość zdyskontowanej sumy sald dla 3 podsystemów	Wartość zdyskontowanej sumy sald dla 4 podsystemów	Wartość zdyskontowanej sumy sald dla 8 podsystemów
1	1975	— 26 875 418	— 23 429 821	— 29 535 500
2	1976	— 15 129 366	— 9 278 010	— 7 234 505
3	1977	— 1 337 789	9 413 234	18 507 420
4	1978	14 771 986	29 639 793	52 235 311
5	1979	30 774 751	50 082 270	86 273 797
6	1980	47 859 886	70 865 472	114 401 578
E_r dla $r = 0,03$		1,057 670	1,532 700	1,948 100
1	1975	— 30 161 692	— 26 294 774	— 33 147 044
2	1976	— 17 229 887	— 10 714 350	— 8 594 783
3	1977	— 1 035 730	9 470 865	19 204 667
4	1978	16 032 082	30 900 284	54 938 334
5	1979	32 668 322	52 151 983	90 324 243
6	1980	48 849 565	73 328 831	118 664 147
E_r dla $r = 0,05$		0,965 530	1,417 950	1,819 080
1	1975	— 35 721 348	— 31 141 647	— 39 256 984
2	1976	— 20 833 556	— 13 204 623	— 10 991 098
3	1977	— 2 721 669	9 370 947	20 100 392
4	1978	15 849 526	32 687 932	58 981 584
5	1979	33 435 977	55 153 463	96 388 629
6	1980	50 113 490	76 976 663	125 078 604
E_r dla $r = 0,08$		0,840 840	1,265 060	1,642 160
1	1975	— 52 062 683	— 45 387 920	— 57 215 755
2	1976	— 31 681 914	— 20 832 878	— 18 520 930
3	1977	— 8 389 495	8 199 969	21 463 641
4	1978	14 028 596	36 346 901	68 398 794
5	1979	33 983 034	61 837 380	110 842 630
6	1980	51 719 071	85 049 371	139 886 908
E_r dla $r = 0,15$		0,601 560	0,969 950	1,295 150

Źródło: W. Chmielarz, J. Kisielnicki, op. cit.

siębiorstwo w wyniku zwiększenia ilości wdrażanych zautomatyzowanych systemów zarządzania oraz wydłużeniu okresu eksploatacji poszczególnych podsystemów. Najbardziej wyraźna zależność, przedstawiona na rysunku 30, zachodzi między ilością eksploatowanych podsystemów a wielkością zysku przedsiębiorstwa.



Rys. 30. Wartość zdyskontowanej sumy sald dla 3, 4 i 8 podsystemów w okresie obliczeniowym $t = 6$ lat, przy stopie procentowej $r = 8\%$

Z analizy rysunku 30 wynika, że w pierwszym roku eksploatacji największe zadłużenie przedsiębiorstwa (ujemne saldo) wystąpi, jeśli wprowadzimy do eksploatacji wszystkie podsystemy (osiem) zaprojektowane dla PLL LOT. Sytuacja ta jednak wyraźnie zmienia się w miarę upływu czasu. Najszybciej zadłużenie przedsiębiorstwa zostanie zlikwidowane właśnie wówczas, gdy będą wdrożone wszystkie podsystemy, tj. w czasie niewiele wię-

kszym niż dwa lata. W szóstym roku okresu obliczeniowego relacje między zyskiem przedsiębiorstwa, mierzonym saldem dodatnim, są jeszcze wyraźniejsze na korzyść systemu składającego się z ośmiu podsystemów. Wielkość sald dla rozpatrywanych wypadków, tj. 3, 4 i 8 podsystemów mają się do siebie w stosunku 1:1, 5:2. Obliczenia te wykonano przy stopie procentowej $r = 8\%$.

W konsekwencji następuje skrócenie okresu zwrotu nakładów w miarę wzrostu liczby eksploatowanych podsystemów i czasu eksploatacji oraz jego wydłużenie, wraz ze wzrostem wysokości stopy procentowej. Istotna różnica (jednego roku) występuje na skutek wzrostu liczby podsystemów (por. rys. 30 i tabl. 28).

Z otrzymanych danych (por. tabl. 28) wynika, że stosowanie zautomatyzowanego systemu zarządzania obejmującego podsystemy: fakturowania i naliczania wartości przewozów, statystyki przewozów rzeczowych oraz ewidencji i księgowości gospodarki materiałowej jest dla badanego przedsiębiorstwa korzystne. W takiej sytuacji saldo ujemne utrzyma się przez trzy lata użytkowania systemu i na koniec okresu obliczeniowego 6 lat koszty całkowite poniesione na system zwrócą się przez oszczędność na kosztach eksploatacyjnych; w razie wprowadzenia 8 podsystemów do eksploatacji saldo dodatnie nastąpi już po 2 latach użytkowania systemu, a wysokość współczynnika E_r będzie dwukrotnie wyższa niż w wypadku poprzednim.

5.3. Model Analizy Rachunkiem Sald — model MARS II

Model MARS II zastosowano do analizy opłacalności wdrażania zautomatyzowanego systemu zarządzania w Fabryce Wyrobów Precyzyjnych im. gen. Świerczewskiego w Warszawie⁴³. Model ten w stosunku do poprzednio opisanego modelu MARS I różni się przede wszystkim odmiennym ujęciem węzłów decyzyjnych oraz dużą złożonością. Związane jest to z przyjęciem większej liczby elementów rachunku. W konsekwencji użyto nieco innych zasad notacji.

⁴³ Model zbudowany przez M. Krajewską i J. Woroniecką (pod kier. J. Kisielnickiego) na Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego. Ze względu na objętość opracowania omówiono tylko najbardziej istotne elementy modelu.

Model, w opisanej wersji, stosowano do rozpatrzenia następujących problemów decyzyjnych: czy wprowadzać zautomatyzowane systemy zarządzania i w jakim zakresie? Program liczono na komputerze CYBER 70 zainstalowanym w IBJ w Świerku. Uruchamiano za pomocą końcówki firmy CDC. Dane potrzebne do przeprowadzenia symulacji zostały w większości przygotowane przez pracowników zakładów oraz uzupełnione odpowiednimi badaniami w zakresie efektów cząstkowych.

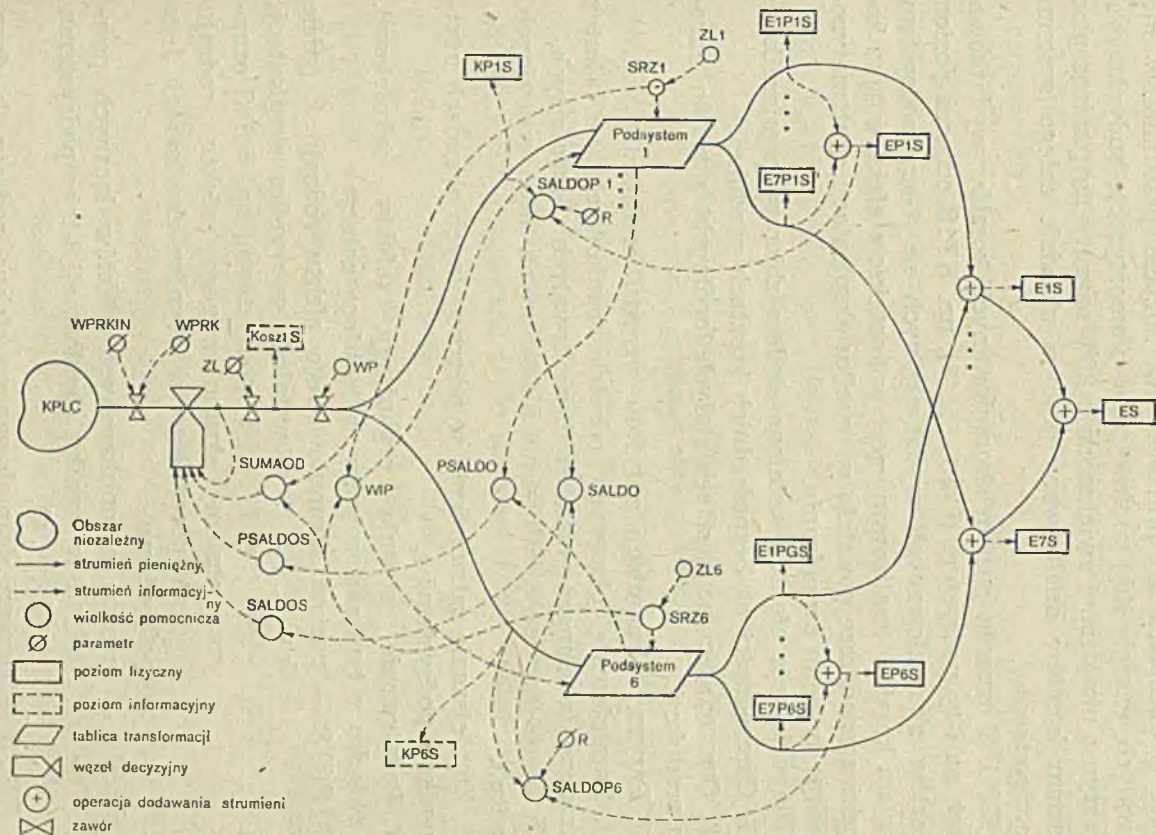
Badany zautomatyzowany system zarządzania składał się z następujących sześciu podsystemów:

- 1) gospodarki materiałowej i narzędziowej,
- 2) planowania produkcji,
- 3) kadr i płac,
- 4) rachunku kosztów normatywnych,
- 5) gospodarki środkami trwałymi,
- 6) obliczeń inżynierskich⁴⁴.

Model graficzny MARS II przedstawiamy na rysunku 31. Na modelu tym zaprezentowano powiązania między sześcioma wymienionymi podsystemami. Ze względu na jego czytelność zaznaczono tylko najbardziej istotne elementy.

Wartością egzogeniczną jest wielkość KPLC — sumaryczne koszty planowania, czyli całość nakładów inwestycyjnych oraz kosztów planowanych na projektowanie, wdrażanie i eksploatację systemu. Ustalono nakłady inwestycyjne niezbędne do eksploatacji systemu. W rozpatrywanym przykładzie poniesione nakłady związane są z projektami organizacji ośrodka komputerowego i adaptacji budynku, robotami budowlano-montażowymi i instalatorskimi, klimatyzacją, przygotowaniem powierzchni użytkowej ośrodka oraz zakupem sprzętu i przeprowadzonym szkoleniem. Koszty podzielone są na: jednorazowe i eksploatacyjne (bieżące). Koszty jednorazowe jako podstawowy element zawierają koszty osobowe, poniesione na prace przygotowawcze, wdrożeniowe i oprogramowanie (w tym analiza, projektowanie, konsultacje, prace typu studialnego). Koszty eksploatacyjne

⁴⁴ Charakterystykę całości systemu oraz poszczególnych podsystemów przedstawia J. Choroszko. Por. J. Choroszko, *Obiektowy system informatyczny FWP im. Gen. Świerczewskiego w Warszawie*, materiały konferencji naukowej AMPIG-76, TNOiK, Warszawa 1976; J. Kisielnicki, W. Kotulecki, *Rachunek ekonomiczny jako metoda badawcza systemów informatycznych*, „Problemy Informatyki” 1975.



Rys. 31. Powiązania elementów w modelu MARS II

ustalone są natomiast jako całkowite koszty własne (wartość materiałów eksploatacyjnych, konserwacja sprzętu komputerowego, płace i ubezpieczenie pracowników, zużycie przedmiotów nietrwałych, energia itd.) pomniejszone o amortyzację budynku oraz maszyn i urządzeń i zwiększone o 20% narzuty na fundusz płac. Poziom kosztów analizowany jest w układzie całego systemu i podsystemów.

KP i S oznaczają poziom skumulowanych kosztów wydatkowanych na i -ty podsystem ($i = 1, \dots, 6$), np. $KP1S$ oznacza poziom kosztów skumulowanych wydatkowanych na 1-szy podsystem. Poziom kosztów analizowany jest w kontekście efektów jako korzyści gospodarcze powstałe w wyniku eksploatacji zautomatyzowanego systemu zarządzania.

Dla ustalenia efektów ustalono siedem zbiorczych mierników:

1. Oszczędności na bezpośrednich kosztach produkcji.
2. Oszczędności na kosztach stałych (ogólnych) z tytułu wzrostu produkcji.
3. Przyrost akumulacji z tytułu wzrostu produkcji.
4. Zmniejszenie płaconych odsetek bankowych na skutek zmniejszenia zaangażowania środków trwałych i obrotowych.
5. Zmniejszenie wydatków nie planowanych (interwencyjnych, kar itp.).
6. Zmniejszenie zatrudnienia w poszczególnych agendach użytkowników podsystemów.

7. Podniesienie stopnia organizacji (efekty jakościowe).
W związku z tym zastosowano następującą notację:

$E(k)P(i)S$ — poziom skumulowanego efektu rodzaju k (gdzie $k = 1, \dots, 7$) powstałego w wyniku eksploatacji i -tego ($i = 1, \dots, 6$) podsystemu, np. $E2PiS$ oznacza poziom skumulowanego efektu rodzaju 2-giego powstałego w wyniku eksploatacji 1-go podsystemu,

$EP(i)S$ — poziom skumulowanych efektów łącznych powstałych w wyniku eksploatacji i -tego podsystemu ($i = 1, \dots, 6$),

$E(k)S$ — poziom skumulowanego efektu rodzaju k ($k = 1, \dots, 7$) powstałego w wyniku eksploatacji całego systemu,

ES — poziom skumulowanych efektów łącznych powstałych w wyniku eksploatacji całego systemu informatycznego.

Opisane oznaczenia dotyczą oznaczenia poziomów. Poziomy są powiązane strumieniami środków pieniężnych⁴⁵, których wielkości zależą od innych elementów modelu. Są nimi następujące parametry:

- WPRK — planowany rozkład sumarycznych kosztów w czasie,
 - WPRKIN — planowany rozdział kosztów eksploatacji (bieżących) w czasie,
 - R — wysokość stopy dyskontowej
- oraz wielkości pomocnicze, takie jak:
- SALDOP(i) — oprocentowane saldo liczone dla podsystemu i -tego ($i = 1, \dots, 6$),
 - SALDO — oprocentowane saldo liczone dla całego zautomatyzowanego systemu zarządzania,
 - SALDOS — oprocentowane i skumulowane saldo liczone dla całego zautomatyzowanego systemu zarządzania,
 - PSALDO — planowane saldo oprocentowane dla całego zautomatyzowanego systemu zarządzania,
 - PSALDS — planowane saldo oprocentowane i skumulowane liczone dla całego systemu,
 - SRZ(i) — stopień realizacji zadań planowych osiągnięty w danym roku przez podsystem i (gdzie $i = 1, \dots, 6$),
 - SUMAOD — stopień realizacji zadań osiągnięty przez cały system,
 - ZL(i) — zmienna losowa uwzględniająca wpływ czynników stochastycznych na stopień realizacji zadań w podsystemie i ,
 - ZL — zmienna losowa uwzględniająca wpływ czynników stochastycznych na wielkość kosztów rzeczywistych ponoszonych przez cały system,
 - WIP(i) — wpływ innych podsystemów zautomatyzowanego systemu zarządzania na podsystem i ($i = 1, \dots, 6$),

⁴⁵ Strumienie mają formę linii, natomiast ze względu na czytelność modelu nie zostały one oznaczone za pomocą symboli literowych. Strumienie określają nie-skumulowane nakłady (efekty) na cały system lub poszczególne jego podsystemy.

WP — wektor proporcji nakładów ponoszonych na poszczególne podsystemy.

Ze względu na czytelność modelu i uwzględnienie dużej liczby zmiennych oraz w celu zachowania zgodności z oznaczeniami w programie komputerowym, występuje dowolna długość nazw poziomów, strumieni i parametrów. Nie stosuje się więc reguł przyjętych m.in. przez R. Łukaszewicza⁴⁶.

Różne mogą być kryteria wyboru optymalnego wariantu. Niektóre jednoznacznie określają wariant optymalny, np. minimalizacja nakładochłonności, maksymalizacja efektów w przedsiębiorstwie. Jednak kierowanie się w rachunku jednym kryterium jest ryzykowne, gdyż pomija się problem skali nakładów. Może zdarzyć się, że otrzymamy rozwiązanie dające bardzo wysokie efekty, lecz tak kosztowne, że przekracza ono możliwości finansowe przedsiębiorstwa. Korzystniejsze więc byłoby nieco inne zdefiniowanie procedury wyboru „najlepszego” wariantu.

W praktyce gospodarczej nie jest konieczne znalezienie jednego rozwiązania optymalnego, wystarczy znać zbiór rozwiązań „dostatecznie” efektywnych. Nie poszukujemy więc wariantu o ekstremalnej wartości funkcji celu, lecz ze zbioru rozwiązań dopuszczalnych wybieramy tylko te, które spełniają z góry sprecyzowane warunki. Dotyczą one zwykle granicznych wielkości parametrów oceny. W przedstawionym modelu występują cztery wielkości, które mogą służyć za kryteria oceny: nakłady, efekty, salda, okres zwrotu. Na podstawie otrzymanych za pomocą modelu charakterystyk użytkownik wybiera najlepszy wariant, ze względu na cele i ograniczenia. Program komputerowy dokonuje selekcji wariantów i wyboru wszystkich tych, które spełniają warunki użytkownika. Taka procedura oceny zautomatyzowanych systemów zarządzania ma następujące zalety:

- umożliwia uwzględnienie wymagań użytkownika,
- dokonuje wyboru rozwiązania (ze zbioru rozwiązań dopuszczalnych) uwzględniającego czynniki nie zawarte w modelu, np. pewne preferencje o charakterze jakościowym (bariery psychologiczne, aspekt socjologiczny, zdolność adaptacji),
- sprzyja lepszemu wykorzystaniu istoty metody symulacji.

⁴⁶ Por. R. Łukaszewicz, op. cit.

Najważniejszymi elementami modelu strukturalnego są: tablica transformacji, funkcja decyzji oraz zmienne losowe. Podstawowym elementem jest zmienna losowa, od której działania w znacznej mierze uzależnione są pozostałe elementy systemu. Z praktyki gospodarczej wiadomo, że między wielkościami rzeczywistymi a planowanymi występują zwykle pewne różnice. Zostały one uwzględnione w modelu przez wprowadzenie zmiennych losowych, które nadają mu charakter stochastyczny. Wpływ zmiennych losowych został uwzględniony przy rozwiązywaniu następujących zagadnień:

- ustalenie wartości rocznych kosztów rzeczywistych,
- wybór stopnia realizacji zadań w każdym podsystemie.

Zmienna losowa przekształcająca koszty planowane (PK) w rzeczywiste (KOSZT) uwzględnia wszystkie te czynniki, które nie występują w modelu jako zmienne, a są to m.in. czynniki o charakterze organizacyjnym i psychologicznym. W modelu MARS II przyjęto założenie, że zmienna losowa ma rozkład normalny, o nadziei matematycznej wynoszącej 105%, o odchyleniu standardowym równym 7% kosztów planowanych (PK). Jest to założenie upraszczające; ponieważ aby ustalić rozkład i jego parametry potrzebny byłby osobny model zależności między wielkościami kosztów planowanych a rzeczywistych dla danego roku, po czym aproksymujący je odpowiednio dobieranym rozkładem zmiennej losowej. Badanie takie można przeprowadzić dla konkretnego systemu. Wynik obliczeń nie zmienia jednak samej zasady uwzględnienia czynników natury stochastycznej.

Przyjęto, że nadzieja matematyczna równa jest 105% wartości rocznych kosztów planowanych, ponieważ na ogół koszty rzeczywiste działań inwestycyjnych przekraczają koszty planowane. Wartość odchylenia standardowego na poziomie 7% rocznych kosztów planowanych wynika ze znanej w statystyce „regule trzech sigm”:

$$p\{\mu - 3\sigma < x < \mu + 3\sigma\} = 0,0027$$

Oznacza to, że z bardzo małym prawdopodobieństwem wielkość kosztów rzeczywistych spada poniżej 84% lub przekracza 126% ($105 \pm 3 \cdot 7$) wartości kosztów planowanych dla jednego roku. Generowanie drugiej zmiennej losowej ma na celu wybór stopnia

realizacji zadań dla każdego z podsystemów. Uznać jednak należy, że różnica między rocznymi kosztami planowanymi a rocznymi kosztami rzeczywistymi nie pozostaje bez wpływu na stopień realizacji zadań w danym podsystemie.

TABLICA 29

Współczynniki prawdopodobieństwa

Stosunek kosztów rzeczywistych do planowanych (w %)	p_1	p_2	p_3
poniżej 85	0,40	0,59	0,01
85— 95	0,30	0,67	0,03
95—100	0,25	0,70	0,05
105—115	0,10	0,83	0,07
115—125	0,02	0,88	0,10
równe i powyżej 125	0,01	0,83	0,11

Tego typu zależności uwzględniono w tablicy prawdopodobieństwa (por. tabl. 29), w której odpowiedniemu przedziałowi kosztów przyporządkowuje się wektor prawdopodobieństwa. Jest on wykorzystywany przy generowaniu zmiennej losowej określającej stopień realizacji zadań. Przyjęto przy tym założenie o trójpunktowym rozkładzie tej zmiennej losowej. Zmienna losowa dla danego podsystemu przyjmuje więc wartości 90, 100 lub 110 z prawdopodobieństwem odpowiednio p_1 , p_2 , p_3 . Zmienna losowa SRZ może więc przyjmować wielkości: 90% z prawdopodobieństwem p_1 , 100% z prawdopodobieństwem p_2 , 110% z prawdopodobieństwem p_3 . Na przykład, jeżeli w danym roku koszty rzeczywiste podsystemu wynosiły 90% jego rocznych kosztów planowanych, to prawdopodobieństwo stopnia realizacji planowych zadań przez ten podsystem w 90, 100 lub 110 procentach wynosi odpowiednio 0,30; 0,67; 0,03. Wyznaczenie stopnia realizacji zadań na poziomie zmiennej losowej dla każdego z podsystemów w danym roku wynika też z założenia, że wektor prawdopodobieństwa, w jakim przyjmowane są wartości zmiennej losowej, jest taki sam dla wszystkich podsystemów. Założenie to powoduje nieznaczne zmiany wektora prawdopodobieństwa i jest mało istotne dla naszego modelu.

Następnym znaczącym elementem modelu matematycznego jest tablica transformacji. Ma ona największe znaczenie, ponieważ przedstawiany model symuluje przede wszystkim wpływ wielkości nakładów, stopnia realizacji zadań i czynników losowych na efekty uzyskiwane przez zautomatyzowany system zarządzania, a dokładniej na poszczególne rodzaje efektów, a więc np. na zmniejszenie bezpośrednich kosztów produkcji, na zmniejszenie zatrudnienia.

Tablica transformacji przedstawia zależność efektów od poniesionych kosztów oraz zrealizowanych zadań dla każdego podsystemu. Mamy więc w modelu tyle tablic transformacji, ile jest podsystemów. Zależność tę można by umownie zapisać w następującej postaci:

$$E_t^i = f(K_t^i, Z_t^i, Z_{t-1}, Z_{t-1}^i),$$

gdzie:

- K_t^i — koszty podsystemu i w okresie t ,
- Z_t^i — stopień realizacji zadań w podsystemie i w okresie t ,
- Z_{t-1} — stopień realizacji zadań w pozostałych podsystemach w okresie $t-1$,
- l — opóźnienie.

Zmienne objaśniające K i Z są zależne. Wynika to ze znacznego wpływu poniesionych kosztów na stopień realizacji zadań, co zostało uwzględnione przy budowie macierzy prawdopodobieństwa. Transformacja $(K_t, Z_t, Z_t, Z_{t-1}) \rightarrow E$ uwzględnia wpływ czynników losowych. Roczne koszty rzeczywiste poniesione na podsystem i oddziałują pośrednio (przez zmienną losową o rozkładzie 3-punktowym) na stopień realizacji zadań w tym podsystemie.

Efekty w danym okresie zależą nie tylko od procentu zrealizowanych zadań planowanych na tenże okres, ale również od tego, w jakim stopniu realizowano zadania w okresie wcześniejszym. Żaden podsystem nie działa w odosobnieniu, istnieje bowiem wiele powiązań łączących go z systemem jako całością. Wykonanie niektórych zadań w danym podsystemie uwarunkowane jest poprzednią realizacją pewnych zadań w innych podsystemach. Stąd też w oszacowaniu efektów każdego podsystemu na dany okres należy uwzględniać także wpływ innych podsystemów.

mów, czemu służy parametr WIP, mierzony stopniem realizacji zadań w pozostałych podsystemach w okresie poprzednim.

W matematycznym modelu tablica transformacji ma postać algorytmiczną, której istotnymi elementami są dwie tablice PROCE i OT. Za pomocą tablicy PROCE (3-wymiarowej) określić można procent wykonania planowanych efektów rodzaju k w podsystemie i przy j -tym stopniu realizacji zadań dla tego podsystemu. Tablica OT (4-wymiarowa) ma jeden dodatkowy indeks t . Dowolny element tej tablicy (i, k, j, t) oznacza wielkość opóźnień w roku $t-l$. Trudnym problemem jest uzyskanie danych do obu tablic. Są to typowe informacje o charakterze szacunków i powinny być ustalone przez ekspertów, bądź też metodą symulacji na podstawie danych *ex post*. W drugim wypadku tablica transformacji traktowana byłaby jako parametr, którego wartość ulegałaby zmianie przy każdym przebiegu symulacyjnym. W przykładzie liczbowym dane do tablic zostały oszacowane na podstawie konsultacji z użytkownikiem oraz na podstawie analizy funkcji poszczególnych podsystemów zautomatyzowanego systemu zarządzania, uzyskiwanych efektów i ich źródeł.

Przy układaniu i wypełnianiu tablicy transformacji i opóźnień przyjęte zostały następujące założenia:

1) procent wykonania planowanych efektów odpowiadający danemu stopniowi realizacji zadań jest taki sam dla każdego roku, choć w rzeczywistości różni się (przykładowo jest inny w okresie projektowania systemu, a inny w czasie jego eksploatacji),

2) opóźnienia zostały uwzględnione jedynie w trzech podsystemach: w *planowaniu produkcji*, w *rachunku kosztów normatywnych* oraz w *obliczeniach inżynierskich*, natomiast w pozostałych podsystemach zostały pominięte jako nieistotne,

3) na efekty w roku t oddziałuje stopień realizacji zadań z lat: $t-1$, $t-2$ oraz $t-3$.

4) wpływ innych podsystemów na efekty podsystemu i^x w roku t , $WIP(i)$ — jest mierzony stopniem realizacji zadań w pozostałych podsystemach w okresie poprzednim, tj. w roku $t-1$:

$$WIP_t(i) = \sum_{i \neq i^x} \frac{SRZ(t-1)_i - 100}{10}$$

Przyjmuje się przy tym założenie, że:

a) każdy rodzaj efektu podsystemu i^x jest jednakowo obciążony przez WIP,

b) na dany podsystem i^x wszystkie pozostałe podsystemy wpływają w jednakowym stopniu (założenie to można ominąć wprowadzając ważoną $\sum_{i \neq i^x} \frac{w_i (SRZ_i - 100)}{10 \sum_i w_i}$, gdzie w_i byłyby wagami odzwierciedlającymi różną siłę oddziaływania poszczególnych podsystemów).

Korzystając z tych założeń oraz przyjętych oznaczeń możemy zapisać równanie efektów rodzaju k dla podsystemu i przy stopniu realizacji zadań $SRZ = j$ w sposób następujący:

$$E(i, k, j) = PLEF(i, k) \cdot (PROCE) i, k, j + \sum_{l=1}^3 OT(i, k, j, l) + WIP(i),$$

gdzie $PLEF(i, k)$ oznacza planowane efekty rodzaju k w podsystemie i .

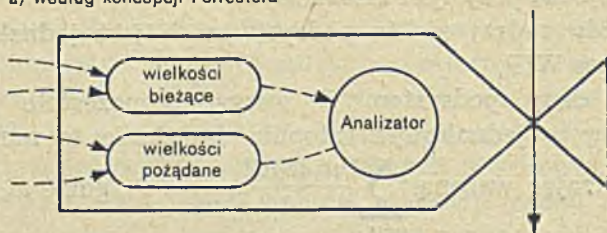
Jest to uproszczenie. Celowe byłoby jednak zbudowanie oddzielnego modelu symulacyjnego, który dodatkowo uwzględniałby wpływy takich czynników, jak: struktura organizacyjna przedsiębiorstwa, skala produkcji, stopień automatyzacji w przedsiębiorstwie, czynniki socjologiczno-psychologiczne. Może on być wyrażony bezpośrednio przez zmianę postaci funkcji transformacji lub też pośrednio przez uwzględnienie oddziaływania wymienionych czynników na wielkość kosztów i stopień realizacji zadań.

Następnym elementem modelu strukturalnego jest funkcja decyzji. Działanie węzła decyzyjnego według klasycznej koncepcji J. Forrestera⁴⁷ opiera się na dokonywaniu korekty natężenia strumienia między dwoma poziomami w zależności od wielkości poziomów (por. rys. 32).

W modelu MARS II wprowadzono funkcję decyzji dotyczącą planowanych kosztów rocznych całego systemu. Porównując oprocentowane saldo skumulowane bieżące (SALDOS) z oprocentowanym saldem skumulowanym planowanym (PSALDS) analizator może interweniować w celu przeprowadzenia korekty kosztów

⁴⁷ Por. R. Łukaszewicz, op. cit.

a) według koncepcji Forreстера



b) według modelu MARS II



SALDOS—oprocentowane saldo skumulowane bieżące

PSALDOS—oprocentowane saldo skumulowane planowane

PK—planowane koszty

DELTAK—korekta kosztów planowanych

SUMAOD—suma odchyień stopnia realizacji zadań

SRZ—stopień realizacji zadań

Rys. 32. Węzeł decyzyjny i jego elementy

na rok następny. Przy czym obszar nieinterwencji został określony następująco:

$$\frac{(\text{SALDOS} - \text{PSALDS})}{(\text{PSALDS})} \cdot 100 \leq 10$$

Oznacza to, że jeśli odchylenie między saldami planowanym a rzeczywistym wynosi mniej niż 10% salda planowanego można uznać, że znajduje się jeszcze w obszarze odchyień dopuszczalnych ze względu na czynniki losowe. Należy dodać, że ponieważ wielkość obszaru nieinterwencji jest założona, to niewątpliwie można również badać, jaki procent odchyień między saldami jest

dopuszczalny z punktu widzenia analizowanych kryteriów oceny systemów.

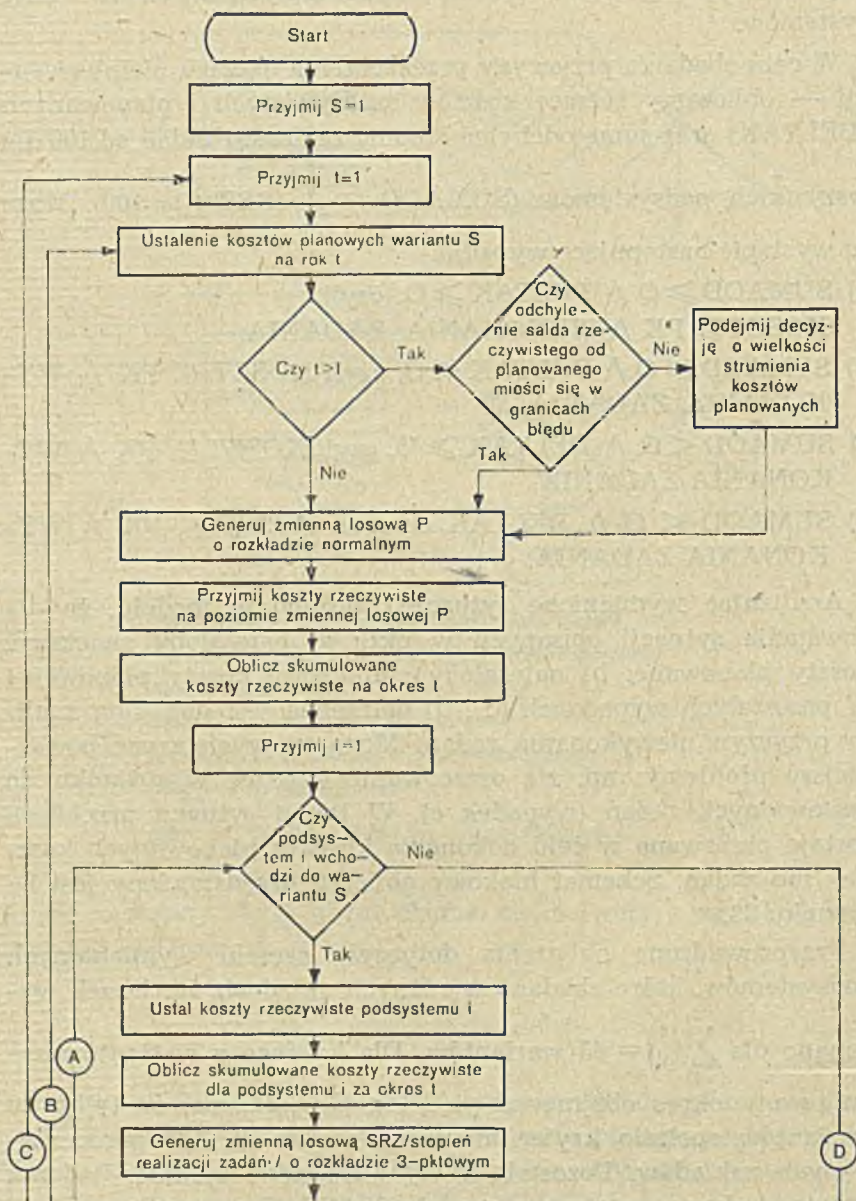
W celu zbadania przyczyny przekroczenia obszaru nieinterwencji — obliczamy różnicę kosztów rzeczywistych i planowanych (DELTA_K) oraz sumę odchyień stopnia realizacji zadań od 100 dla wszystkich podsystemów ($SUMAOD = \sum_{i=1}^9 (SRZ(I) - 100)$). Mogą tu wystąpić następujące wypadki:

- a) $SUMAOD \geq 0 \wedge DELTA_K \geq 0$, czyli
KOSZT $\geq$ PK $\wedge$ WYKONANIA ZADANIA,
- b) $SUMAOD \geq 0 \wedge DELTA_K < 0$, czyli KOSZT $<$ PK $\wedge$ WYKONANIA ZADANIA,
- c) $SUMAOD < 0 \wedge DELTA_K \geq 0$, czyli KOSZT $\geq$ PK $\wedge$ WYKONANIA ZADANIA,
- d) $SUMAOD < 0 \wedge DELTA_K < 0$, czyli KOSZT $<$ PK $\wedge$ WYKONANIA ZADANIA.

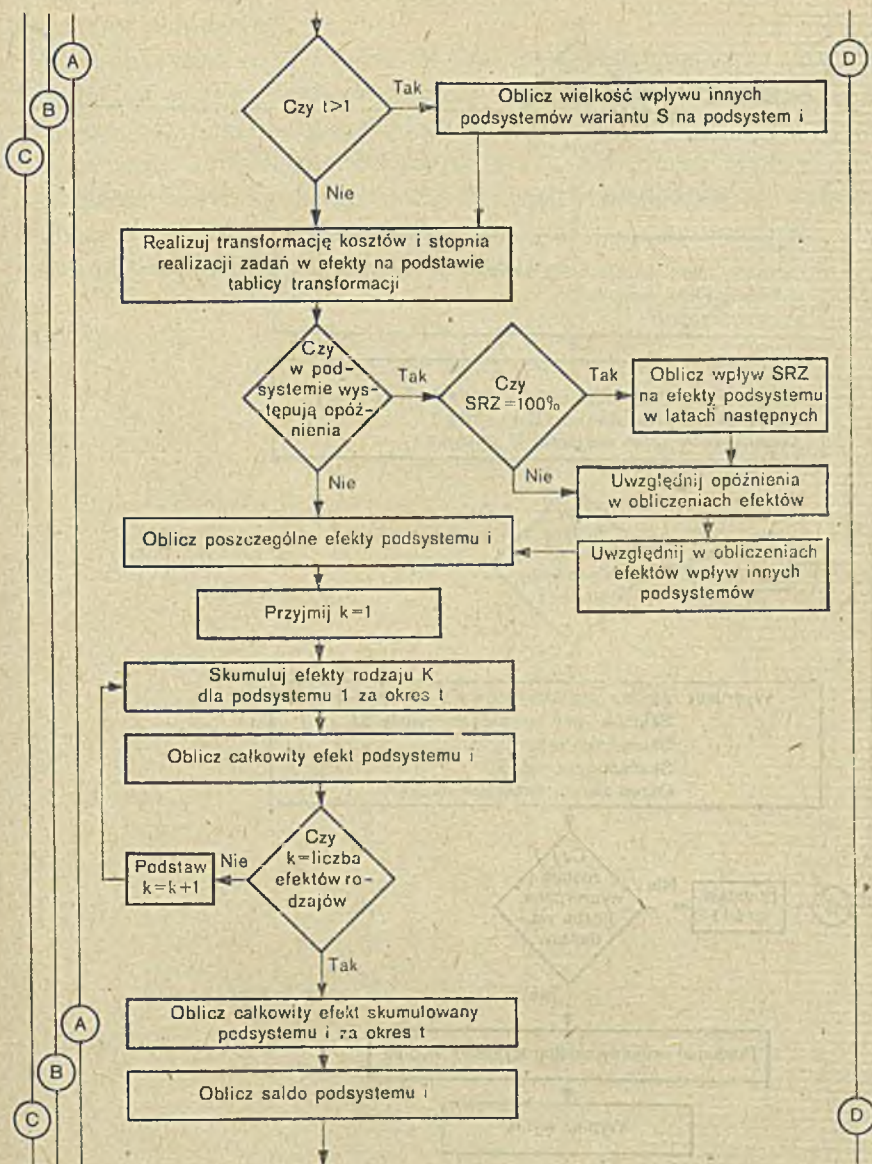
Analizując wymienione sytuacje założono w modelu, że dla powstania sytuacji opisanych w pkt.: a) należałoby zwiększyć koszty planowane; b) należałoby zmniejszyć koszty planowane. W pozostałych wypadkach (c i d) potrzebna jest dokładna analiza przyczyn niewykonania zadań. Mogą tu występować poważniejsze problemy; np. złe oszacowanie kosztów w stosunku do postawionych zadań (wypadek c). W takiej sytuacji procedura zostaje przerwana w celu dokonania korekty planowanych kosztów lub zadań. Schemat blokowy obliczeń przedstawiony jest na rysunku 33.

Przeprowadzone obliczenia dotyczyły sześciu wymienionych podsystemów, które zbadano w różnych układach. Rachunek wy-

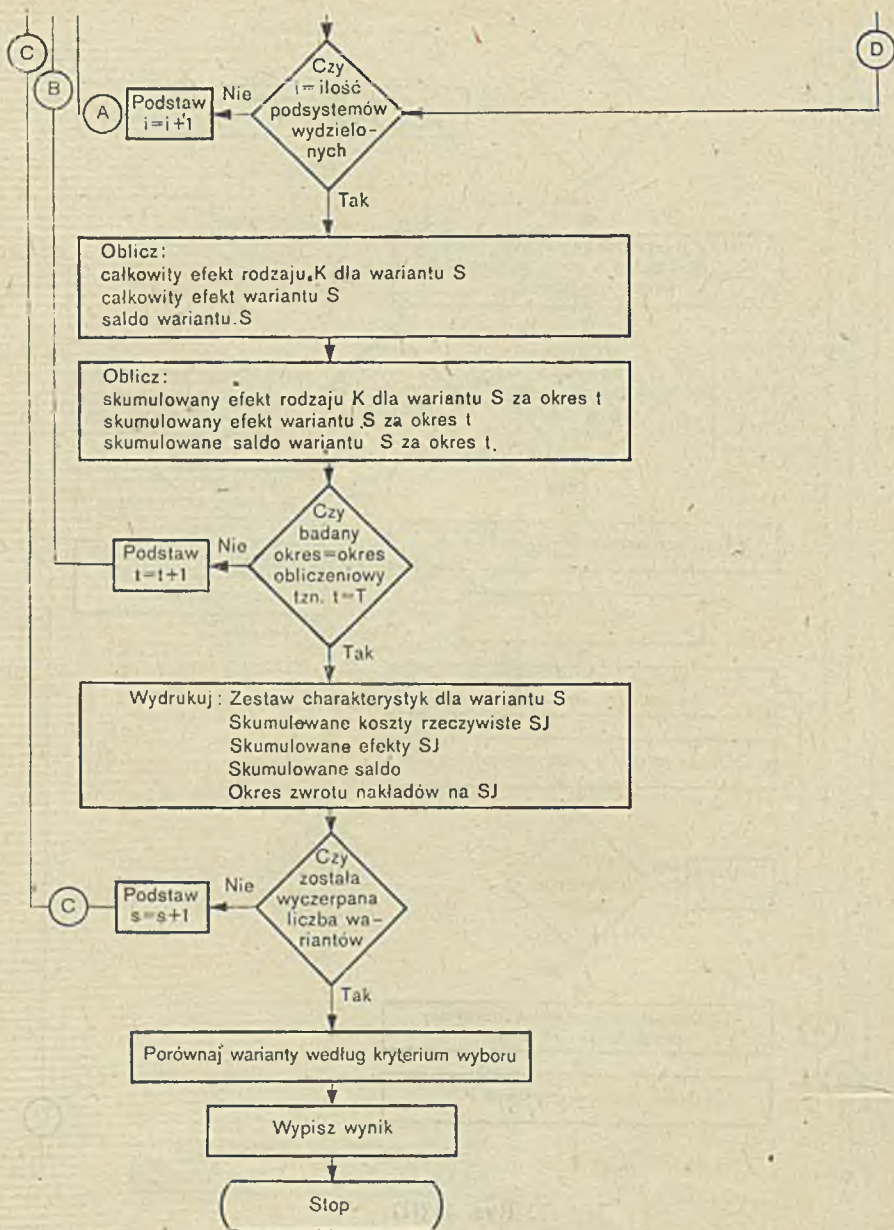
konano dla $\sum_{i=1}^6 \binom{6}{i} = 63$ wariantów. Dla każdego z wariantów symulowany okres obejmował pięć lat. Stwierdzono, że tylko 20 wariantów spełniło kryterium czasu zwrotu (5 lat) oprocentowanych nakładów. Pozostałe miały duże saldo ujemne. Badania przeprowadzone za pomocą modelu MARS II pozwoliły na ocenę wpływu jednych podsystemów na funkcjonowanie innych oraz wykazały konieczność uwzględnienia w rachunku opóźnień, bo-



Rys. 33. Schemat blokowy procesu symulacji za pomocą modelu MARS II (I)



Rys. 33 (II)



Rys. 33 (III)

wiem powodują one kumulowanie się skutków zaburzeń realizacji zadań planowych.

Modele symulacyjne typu MARS będą udoskonalane. Kierunek badań w tym zakresie dotyczy m.in. takich problemów, jak: większe niż obecnie uwzględnienie elementów stochastycznych, rozszerzenie problemów decyzyjnych o określenie priorytetów wdrażania poszczególnych podsystemów, uwzględnienie wpływu warunków technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych na funkcję transformującą koszty w efekty.

V. Elementy rachunku ekonomicznego i wybrane metody ich określania

1. Podstawowe elementy rachunku

W rachunku ekonomicznym można wyodrębnić następujące podstawowe elementy: koszty, efekty, niepewność. Wyróżnione elementy są niejednorodne, a klasyfikację można przeprowadzić według różnych kryteriów, czemu w literaturze przedmiotu poświęcono wiele miejsca. Analizę elementów rachunku ekonomicznego przeprowadzimy tu pod kątem specyficznych cech zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Koszty będziemy rozpatrywać w ujęciu technologicznym, tzn. procesu projektowania i wdrażania zautomatyzowanych systemów zarządzania. Analiza efektów będzie dotyczyła metod ich określania. Wyznaczenie kosztów i efektów nie jest proste i zawsze obarczone jest pewnymi błędami szacunku. Wynikają one z różnych przyczyn. Najbardziej istotne jest to, że przewidujemy kształtowanie się kosztów i efektów w warunkach niepełnej informacji o przyszłej sytuacji. Stopień niepewności jest tym większy, im dłuższy jest okres projektowania i wdrażania systemu; związany jest on też ze sferą zastosowania systemu oraz koniecznością opracowania nowych rozwiązań projektowych i technicznych. O wiele większa niepewność występuje przy szacowaniu kosztów i przewidywaniu efektów systemu rządowego (typu SPIS, CENPLAN) niż obiektowego (np. ewidencyjnego dla małego przedsiębiorstwa). Ze względu na to, że element niepewności nie jest najczęściej uwzględniany w rachunku efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania, przedstawimy również metodyczne problemy jego oceny.

2. Koszty projektowania

Wielkość kosztów zależy od wielu czynników, m.in. takich, jak sam obiekt i stopień jego złożoności, rozwiązania stosowane w sferze projektowej i technicznej, posiadane doświadczenie projektowe, ceny itd. Z dostępnych materiałów z zakresu kształtowania się kosztów w poszczególnych fazach procesu projektowania można wyciągnąć pewne ogólne wnioski¹.

Ponieważ w Polsce nie obowiązuje jedna metodyka projektowania zautomatyzowanych systemów zarządzania, przyjęto jako reprezentatywną metodykę obowiązującą dla systemów jednostkowych w zakładach zgrupowanych przy Zjednoczeniu Informatyki. Jest ona stosowana w większości ośrodków obliczeniowych w Polsce. Etapy i fazy projektowania systemu przedstawiamy na rysunku 34 (rys. pochodzi z pracy H. Zygiera, *Projektowanie systemów informatycznych*, Warszawa 1977).

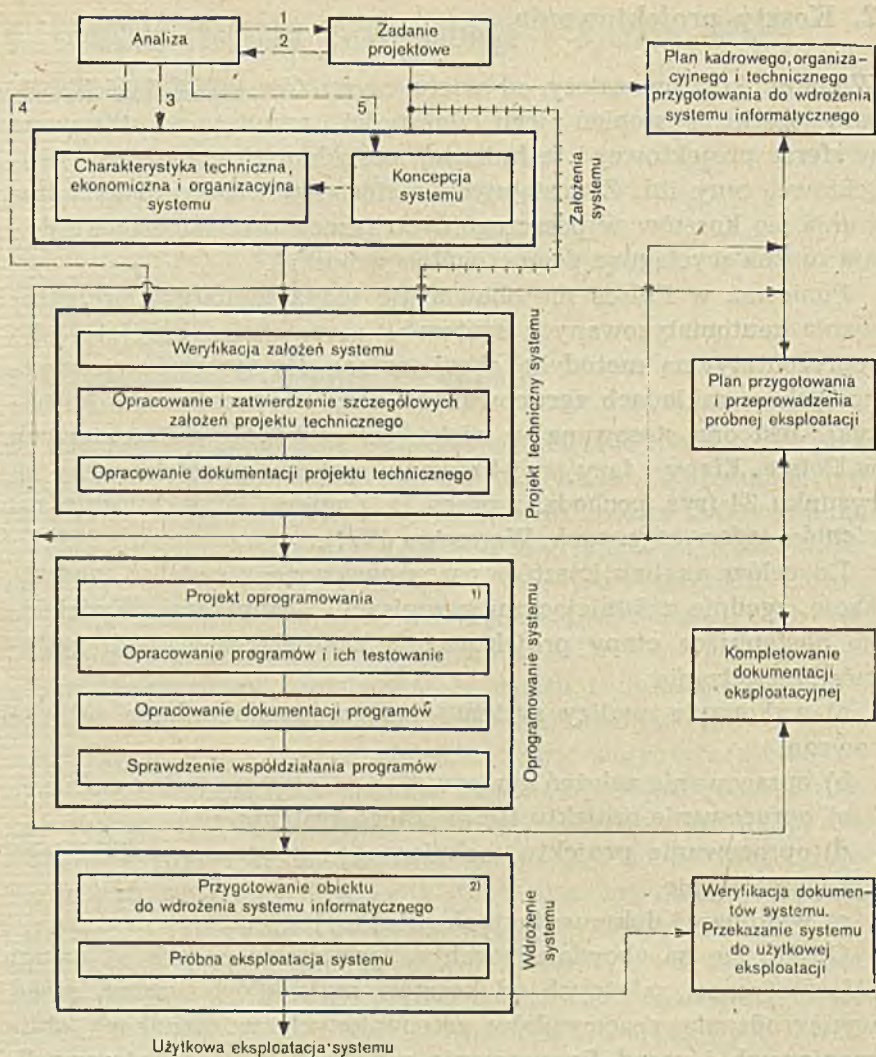
Do celów analizy kosztów przeprowadzono niewielką modyfikację, zgodnie z istniejącymi przepisami i cennikami. Wydzielono następujące etapy projektowania zautomatyzowanych systemów zarządzania:

- a) wykonanie analizy systemu i opracowanie zadania projektowego,
- b) opracowanie założeń systemu,
- c) opracowanie projektu technicznego systemu,
- d) opracowanie projektu technicznego oprogramowania i jego oprogramowanie,
- e) wykonanie dokumentacji eksploatacyjnej.

Oparto się na obowiązujących w tym czasie cenach za usługi informatyczne, zależnych od kosztów materiałów i usług, zasad wynagradzania pracowników zatrudnionych w ośrodkach obliczeniowych i zasad finansowania przedsiębiorstw państwowych. Ponieważ ze względu na postęp techniczno-ekonomiczny jednak ceny powinny ulegać zmianom, analizę tę uzupełniono analizą pracochłonności, która jest elementem mniej mobilnym.

Analiza kosztów projektowania oparta jest na założeniach metodyki tradycyjnej. Obecnie w krajach o wyższym niż u nas

¹ Oparto się tu na materiałach empirycznych Zjednoczenia Informatyki i podległych mu przedsiębiorstwach oraz Blura Projektów MERA-System.



- warianty stosowania analizy
 ++++++ możliwość wyłączenia etapu założeń systemu

- 1) Wykonanie projektu oprogramowania – fakultatywnie
 2) Przygotowanie do wdrożenia faktycznie rozpoczyna się po sformułowaniu zadania projektowego, a pewne jego elementy często jeszcze wcześniej

Rys. 34. Etapy i fazy przygotowania systemu informatycznego
 Uwaga: w celu zapewnienia lepszej czytelności schematu przedstawiono na nim jedynie sprzężenia proste (bez zwrotnych).

nasyceniu sprzętem komputerowym stosowane są coraz powszechniej metody projektowania bardziej nowoczesne, np. projektowania strukturalnego, projektowanie wspomagane komputerowo HIPO (*Herarchy — Input — Process — Output*)². Doświadczenia związane z ich stosowaniem wykazują wiele zalet: większą czytelność strukturalnego schematu blokowego, mniejsze prawdopodobieństwo popełniania błędów logicznych, łatwość równoległej pracy nad projektem, możliwość stworzenia bibliotek funkcji standardowych itd.

W tych metodach stosuje się inny niż tradycyjny podział systemu. W metodzie HIPO system dzieli się na funkcje i podfunkcje. Towarzyszy temu jednakowa forma dokumentacji. Brakuje nam jednak odpowiednich materiałów do przeprowadzenia analizy kosztów projektowania zgodnie z nowymi technikami projektowymi. Problem ten tylko sygnalizujemy jako jeden z wielu, które wymagają przeprowadzenia odpowiednich badań ekonomicznych.

2.1. Analiza istniejącego systemu i opracowanie zadania projektowego

Etap ten obejmuje wykonanie:

- analizy celowości informatyzowania określonego obszaru działania danego użytkownika,

- analizy, o ile jest eksploatowany, dotychczas stosowanego zautomatyzowanego systemu zarządzania,

- opracowania tzw. zadania projektowego, w którym chodzi m.in. o podstawowe dane o obiekcie zarządzania, o określenie obszaru projektowania, określenie głównych funkcji systemu, określenie wymagań i ograniczeń nałożonych na rozwiązania systemu,

- określenie przewidywanych nakładów i efektów zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania.

W hierarchii ważności problemów z punktu widzenia analizy ekonomicznej, omawiany etap jest zasadniczym elementem de-

² Na temat metodologii projektowania por. m.in. O. J. Dahle, E. W. Dijkstra, C. A. R. Hoare, *Structured Programming*, Academic Press, London and New York 1972; J. Glińska, *Analiza porównawcza dokumentacji Systemu Informatycznego techniką HIPO a metodą tradycyjną*, ZETO, Wrocław 1977.

cyzji pierwszego stopnia i oznacza czy zastosować w ogóle zautomatyzowany system zarządzania. Jego koszt i pracochłonność zależą przede wszystkim od liczby dziedzin działalności organizacji, jakie dany system ma obejmować. Wysokość tych kosztów podano w tablicy 30. Ze względu na fakt, że koszt opracowania zadania projektowego wraz z analizą celowości nie rośnie w sposób wprost proporcjonalny, to z ekonomicznego punktu widzenia bardziej opłaca się objęcie od razu całego najszerszego obszaru zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania w danej jednostce organizacyjnej.

TABLICA 30

Koszt i pracochłonność opracowania zadania projektowego wraz z analizą celowości zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania dla określonego obszaru działania

Lp.	Liczba dziedzin	Koszt ^a (w zł)	Pracochłonność ^b (w rbg)	Wzrost kosztu i pracochłonności (w %)
1	1	59 200	400	100
2	do 3	88 800	600	150
3	do 5	118 400	800	200
4	ponad 5	148 000	1000	250

^a Przy przyjęciu stawki ceny usług informatycznych 148 zł za jedną roboczogodzinę.

^b Zakłada się, że wykonawca ma kwalifikacje starszego analityka.

Jednoczesna całościowa analiza zastosowań może uchronić organizację przed poniesieniem wydatków na nieopłacalne systemy. Szczególnie ważne jest opracowanie zadania projektowego, jeśli chodzi o tzw. typowe zautomatyzowane systemy zarządzania, gdy bez modyfikacji i uzupełnień można wykorzystać gotowe oprogramowanie, lub gdy system jest zmodyfikowaną wersją dotychczasowego systemu.

Analiza istniejącego obiektu, a w szczególności jego systemu informacyjnego jest przedsięwzięciem złożonym. Jej minimalny zakres do celów projektowania zautomatyzowanego systemu zarządzania obejmuje:

- analizę celów i zadań obiektu jako całości oraz w szczególności systemu informacyjnego,
- zbadanie warunków produkcyjnych i organizacyjnych,
- określenie potrzeb informacyjnych poszczególnych komórek

organizacyjnych z uwzględnieniem rozwoju obiektu, jak też jego otoczenia,

d) analizę przepływu informacji oraz sposobów, metod i środków technicznych ich zbierania, przesyłania, przetwarzania i wykorzystania,

e) zbadanie zależności między systemem informacyjnym a systemem zarządzania oraz między funkcjami a elementami obiektu.

Analizę obiektu przeprowadzoną metodą diagnostyczną można traktować jako przedstawienie istniejącego stanu wraz krytyczną jego oceną, a następnie określenie dróg jego usprawnienia. Nie zajmujemy się metodą prognostyczną z tego względu, że w sposób o wiele bardziej widoczny zależy ona od konkretnego obiektu. Praktycznie, przy określaniu kosztów w celu przeprowadzenia analizy metodą prognostyczną, musimy opierać się na opinii ekspertów, biorąc za punkt odniesienia koszty metody diagnostycznej. Koszty analizy zależą głównie od liczby analizowanych dziedzin i liczby komórek organizacyjnych oraz dokumentów, które to charakteryzują stopień złożoności obiektu oraz jego poziom organizacyjny.

Orientacyjny koszt analizy — K_a oblicza się według następującej formuły:

$$K_a = K_j \cdot A \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot W_3 \cdot W_4,$$

gdzie:

K_j — jednostkowy koszt roboczogodziny przyjęty według cennika usług informatycznych (148 zł/rbg),

A — pracochłonność minimalna wykonania analizy (najczęściej przyjęta w wysokości 600 rbg),

W_1, W_2, W_3, W_4 — współczynniki, zależne kolejno od: liczby analizowanych dziedzin, liczby komórek organizacyjnych, poziomu organizacyjnego obiektu, ilości danych źródłowych.

Wielkość współczynników odczytuje się z odpowiednich tablic zamieszczonych w cenniku usług informatycznych Zjednoczenia Informatyki. Wartości liczbowe podane w cenniku, podobnie jak wymienione elementy formuły mogą być modyfikowane i dostosowane do aktualnie obowiązujących przepisów i postępu organizacyjno-technicznego.

Obecnie przyjmuje się, że zwiększenie liczby analizowanych dziedzin z jednej do pięciu i więcej, powoduje wzrost kosztów przeprowadzenia analizy o 70%. W sytuacji, w której liczba komórek organizacyjnych korzystających ze zautomatyzowanego systemu zarządzania zwiększy się z trzech do ponad pięciu, wzrost kosztów wynosi 30%. Pewien niewielki wzrost kosztów związany jest z tzw. poziomem organizacyjnym. Wynika to m.in. stąd, że im wyższy szczebel zarządzania, tym większa waga decyzji, a więc dodatkowe wymagania względem jakości zautomatyzowanego systemu zarządzania. Przyjmuje się, że koszty wzrastają o około 10% wraz z podwyższeniem poziomu organizacyjnego o jeden stopień.

Istotnym czynnikiem wpływającym na koszt jest liczba i stan dokumentów źródłowych. Przykładowo, jeśli liczba dokumentów źródłowych nie przekracza dziesięciu i mają one postać nadającą się do bezpośredniego przenoszenia na maszynowe nośniki informacji, to gdy liczba dokumentów wzrośnie powyżej pięćdziesięciu i są one nieodpowiednio zaprojektowane, to pracochłonność analizy, a wraz z nią koszty wzrastają o 80%.

Analiza systemu jednodziedzinowego, obejmującego do 3 komórek organizacyjnych, o ile przedsiębiorstwo opiera się na 10 dokumentach źródłowych (najwyżej), kosztuje obecnie około 90 tys. zł. Suma ta wzrasta do 460 tys. zł, jeśli chodzi o system wielodziedzinowy, obejmujący 5 komórek organizacyjnych jednostki o zasięgu ogólnokrajowym, dla której należy zaprojektować ponad 50 dokumentów źródłowych. Z tych szacunkowych danych wynika, iż zmiany kosztów analizy w zależności od konkretnej sytuacji mogą być bardzo wysokie.

Rozważania nasze dotyczyły projektowania systemu indywidualnego. W wypadku parametryzacji i projektowania tzw. typowego zautomatyzowanego systemu zarządzania koszty analizy wzrastają, niekiedy do tego stopnia, że użytkownicy wolą projektować oddzielne systemy dla konkretnych zastosowań. Jeśli ze wstępnej analizy wynika, że można zastosować już gotowy system, wtedy jest ona prostsza i tańsza. Należy jednak cały czas pamiętać, że spośród wszystkich faz procesu projektowego właśnie analiza ma największy wpływ na ekonomiczną efektywność wdrożonego systemu.

2.2. Opracowanie założeń systemu

Głównym zadaniem następnego etapu jest opracowanie koncepcji systemu oraz jego charakterystyki technicznej, ekonomicznej i organizacyjnej. Jest to podstawą podjęcia decyzji pierwszego i drugiego stopnia: czy projektować system i w jakim zakresie? Jeśli decyzja jest pozytywna, tzn. system jest potrzebny i mamy określony zakres tematyczny, to można przystąpić do opracowania takiego planu działań, który ma na celu przygotowanie obiektu i wdrożenie systemu.

Koncepcja systemu jest podstawą opracowania projektu technicznego. Często jednak, a w szczególności dla złożonych obiektów, opracowywane są założenia wariantowe. Wiąże się to z faktem, że na etapie opracowywania założeń nie możemy przesądzić o środkach, jakimi będziemy dysponować, jak też przewidzieć rozwoju obiektu i wymagań otoczenia. Dla każdego z wariantów przeprowadza się porównawczą analizę ekonomiczną. W literaturze przedmiotu mówi się o opracowywaniu założeń systemów przez kilka zespołów projektowych niezależnie pracujących. Jednak w informatyce nie ma jeszcze pod tym względem takich tradycji, jak np. w architekturze, a próbę opracowania w 1973 r. założeń Krajowego Systemu Informatycznego w drodze ogólnopolskiego otwartego konkursu trudno uznać za udaną.

Wydaje się, że często projektanci zbyt małą wagę przywiązują do tego etapu prac, w konsekwencji systemy nie zawsze są dopracowane. Tymczasem koszt wykonania założeń stanowi tylko około 5—8% całości kosztów przygotowania systemu. Istotną sprawą jest analiza możliwości wykorzystania całego lub częściowego projektu systemu w rozpatrywanym obiekcie. Wykorzystanie gotowych i sprawdzonych rozwiązań przyspiesza okres wdrożenia i obniża koszty projektowania systemu.

Orientacyjny koszt wykonania założeń — K_z oblicza się na podstawie następującej formuły:

$$K_z = K_j \cdot A \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot W_3 \cdot W_4 \cdot W_5,$$

gdzie:

K_j — jednostkowy koszt roboczogodzin przyjęty według cennika usług informatycznych (136 zł/rbg),

- A — pracochłonność minimalna wykonania założeń, na którą składają się najczęściej następujące wartości:
- a) dla założeń ekonomicznych — 400 rbg,
 - b) dla założeń technicznych — 500 rbg,
 - c) dla techniczno-ekonomicznych — 600 rbg,

W_1 — W_5 — współczynniki zależne kolejno od: stopnia współpracy ze zleceniodawcą, możliwości algorytmizacji procesu przetwarzania, stanu danych źródłowych, parametryzacji systemu i jego zakresu działania.

Wielkość współczynników odczytuje się w odpowiednich tablicach cennika usług informatycznych. Współczynnik W_1 w istotny sposób wpływa na wysokość pracochłonności, a więc i kosztów. W razie braku współpracy między przyszłymi użytkownikami a projektantami jest on o 80% wyższy, niż w sytuacji, gdy specjaliści użytkownika są przydzieleni do współpracy z wykonawcą. Wydaje się, że zaprojektowanie efektywnego zautomatyzowanego systemu zarządzania jest bez tej współpracy w ogóle niemożliwe.

Następny współczynnik — W_2 może przyjmować pięć stopni trudności. W sytuacji najłatwiejszej mamy do czynienia z prostymi i znanymi algorytmami obliczeniowymi, a w najtrudniejszej nie znamy wszystkich algorytmów i należy je dopiero opracować, przy czym są one przeważnie skomplikowane.

Współczynnik W_3 jest podobny do stosowanego przy obliczaniu kosztu analizy, przy czym w razie konieczności zaprojektowania dokumentów źródłowych koszty wzrastają o 50% w stosunku do sytuacji najprostszej.

Czwarty ze współczynników — W_4 — dotyczy parametryzacji systemu. Jeśli potrzebna jest pełna parametryzacja koszty są o 50% wyższe niż wówczas, gdy taka parametryzacja nie jest przewidziana.

Ostatni z analizowanych współczynników — W_5 — ma największy wpływ na całkowite koszty opracowania założeń. Przy niezmiennych pozostałych warunkach, wzrost kosztów w stosunku do podstawowego zautomatyzowanego systemu zarządzania przedsiębiorstwa wynosi: dla systemu zjednoczeniowego czy branżowego 50%, dla resortowego 200%, a dla państwowego (system rządowy) 500%.

Zatem w skrajnych wypadkach całkowity koszt opracowania założeń może wynosić od około 50 tys. zł do 3 300 tys. zł.

Rozważania dotyczą tylko sytuacji projektowania metodą diagnostyczną. Przy zastosowaniu podejścia prognostycznego koszty będą o wiele wyższe. Wynika to ze zmiany w formule rachunku dwóch podstawowych elementów: jednostkowego kosztu roboczogodziny, który ulegnie podwyższeniu ze względu na konieczność zatrudnienia wysoko kwalifikowanego personelu oraz pracochłonności — z powodu prac ekspertów oraz studiów prognostycznych.

Etap opracowania założeń może być pominięty przy projektowaniu systemów małych lub prostej adaptacji już eksploatowanych systemów.

2.3. Opracowanie projektu technicznego

Podstawowe zadania trzeciego z kolei etapu obejmują: weryfikację założeń systemu³, opracowanie i uzgodnienie szczegółowych założeń i wykonanie dokumentacji opracowanego projektu technicznego. Celem projektu technicznego zautomatyzowanego systemu zarządzania jest sprecyzowanie i przedstawienie przyjętych metod i sposobów realizacji: przetwarzania, technologii komputerowej, dokumentacji wejścia i wyjścia, budowy zbiorów, zasad transmisji danych, potrzebnych środków technicznych. Zawiera on dokładną charakterystykę techniczną, ekonomiczną i organizacyjną systemu. W praktyce ze względu na wielkość problemu projekt techniczny opracowuje się dla poszczególnych podsystemów, przykładowo mogą to być podsystemy: gospodarki materiałowej, technicznego przygotowania produkcji, zaopatrzenia i zbytu, płac itd.

Koszt wykonania projektu technicznego K_t oblicza się na podstawie formuły:

$$K_t = K_j \cdot \sum_k (P_k) \sum_l (A_{kl} + \sum_m B_{km}) W_{lk} \cdot W_{2k},$$

gdzie:

K_j — jednostkowy koszt roboczogodziny przyjęty według cennika usług informatycznych (136 zł/rbg),

³ W razie braku założeń weryfikowane jest zadanie projektowe.

k — liczba podsystemów, dla których wykonywany jest projekt techniczny,
 P_k — pracochłonność wykonania k -tego projektu technicznego,
 l — liczba zbiorów,
 m — liczba funkcji,
 A_{kl} — pracochłonność wykonania projektu l -tego zbioru dla k -tego podsystemu, dla określonego k -tego podsystemu.
 Dla określonego k -tego podsystemu A_l oblicza się na podstawie formuły

$$A_l = \sum C_{li} \cdot W_3.$$

gdzie:

- C_{li} — pracochłonność wykonania dla l -tego podsystemu i -tego rekordu (wielkość ta wynosi szacunkowo 1/6 liczby pól w rekordzie),
 W_3 — współczynnik trudności w zależności od rodzaju nośnika danych i organizacji zbioru,
 B_{km} — pracochłonność wykonania projektu dla m -tej funkcji (np. przepływ danych, kontrola danych, operacje arytmetyczne) dla k -tego podsystemu, przy czym w każdym z podsystemów można realizować kilka funkcji, tzn. dowolną ich kombinację, a z każdym rodzajem funkcji związane są określone stopnie trudności,
 W_{1k} — współczynnik trudności wykonania k -tego podsystemu ze względu na jego parametryzację, przy czym:
 $W_{1k} = 1$, jeśli system nie wymaga parametryzacji,
 $W_{1k} = 1,3$, jeśli wymagana jest prosta parametryzacja,
 $W_{1k} = 1,5$ jeśli konieczna jest pełna parametryzacja,
 W_{2k} — współczynnik trudności wykonania k -tego podsystemu ze względu na trudności współpracy ze zleceniodawcą, w razie braku tej współpracy wielkość współczynnika wynosi 1,8.

Wielkości współczynników oblicza się podobnie jak i poprzednie na podstawie odpowiednich tablic. Przy adaptacji gotowego systemu projekt techniczny przygotowuje się tylko dla obszarów nowo projektowanych.

Dla systemów złożonych lub dużych, czyli takich, które wyma-

gają ponad 25 programów⁴, opracowuje się samoistny projekt techniczny oprogramowania. Dla systemów prostych lub niewielkich, oprogramowanie wykazuje się na podstawie projektu technicznego systemu. Projekt techniczny oprogramowania obejmuje: weryfikację założeń programowych projektu technicznego systemu, szczegółową specyfikę algorytmów, zdefiniowanie struktur danych realizowanych przez oprogramowanie, opracowanie projektów modułów oprogramowania, opracowanie technologii produkcji oprogramowania. Opracowanie projektu technicznego oprogramowania mimo iż powoduje wzrost kosztów projektu, jest szczególnie ważne w wypadku projektowania systemów typowych.

2.4. Wykonanie oprogramowania

Etap ten należy do najbardziej pracochłonnych i kosztownych prac nad systemem. Obejmuje on bowiem takie działania, jak: analizę założeń programowych, układanie sieci działań i jej sprawdzenie, kodowanie, wytworzenie oprogramowania w formie źródłowej, testowanie oprogramowania, wytworzenie oprogramowania w formie wynikowej (binarnej), opracowanie dokumentacji — instrukcji operowania programem⁵. Pracochłonność i koszt wykonania oprogramowania są przedmiotem wielu badań.

W odróżnieniu od poprzednich etapów trudno jest określić koszty ze względu na cechy specyficzne różnorodności obiektów. Istnieją dość ściśle metody opracowane przez takie firmy jak: ICL, czy IBM. Firmy te opracowały różnego typu tablice i normogramy szacowania pracochłonności oprogramowania. Według obowiązującego cennika koszt K_o — opracowania oprogramowania oblicza się następująco:

$$K_o = K_j \cdot N \cdot B \cdot \frac{W \cdot W_1}{W_2},$$

⁴ Jest to wielkość umowna i w konkretnych wypadkach kryterium, według którego określa się system jako duży może być zmienione. W praktyce przyjmuje się, że średni program zawiera około 10 tys. rozkazów w języku symbolicznym lub 2 tys. w języku PL-1.

⁵ Por. m.in.: Praca zbiorowa, *Organizacja procesu programowania systemów informatycznych w zarządzaniu*, Warszawa 1977.

gdzie:

- K_j — jednostkowy koszt roboczogodziny przyjęty według cennika usług informatycznych (104 zł/rbg),
- N — liczba instrukcji źródłowych systemu,
- B — pracochłonność przypadająca na jedną instrukcję źródłową (najczęściej przyjmuje się, że na opracowanie jednej instrukcji źródłowej potrzeba 15 minut),
- W — współczynnik przeliczeniowy jest stosowany wtedy, gdy program będzie pisany w innym języku niż ten, w którym dokonano oszacowania liczby instrukcji,
- W_1 — współczynnik utrudnienia uwzględniający sposób dostępu programisty do komputera,
- W_2 — stały współczynnik równy 60.

Jeżeli system składa się z elementów, które mogą być oddzielnie oprogramowane, wtedy oblicza się koszty dla każdej składowej części K_o , a następnie się je sumuje.

Wielkość współczynnika W_1 zależy od tego, czy dostęp do komputera jest w trybie: konwersacyjnym, wsadowym w ośrodku macierzystym, wsadowym w ośrodku obcym. Z punktu widzenia minimalizacji kosztów opracowania najkorzystniejszy jest tryb konwersacyjny, a najmniej korzystny tryb wsadowy w ośrodku obcym. W wypadku trybu konwersacyjnego koszty są o 20% niższe niż wówczas, gdy korzystamy z komputera w trybie wsadowym w ośrodku macierzystym. Korzystanie z obcego ośrodka może spowodować wzrost kosztów wykonania oprogramowania o 50% w porównaniu z sytuacją, gdy dostęp do komputera jest zapewniony w ośrodku macierzystym.

W zakresie stosowania języków programowania najbardziej pracochłonne i kosztowne jest układanie programów w językach zorientowanych maszynowo, typu: PLAN, ASSEMBLER, a najmniej w językach zorientowanych problemowo, takich jak: FORTRAN, APL, PASCAL, PL-1. Ułożenie programu w języku FORTRAN jest 3,3 razy, a w języku ALGOL aż 5 razy mniej kosztowne niż w języku ASSEMBLER.

W razie parametryzacji, tak koniecznej przy projektowaniu systemów typowych, znacznie wzrasta koszt oprogramowania. W kosztach robocizny uwzględnia się koszty pracy sprzętu komputerowego. Związane są one z kompilacją i testowaniem programów.

Ciekawa koncepcja obliczania pracochłonności stosowana jest przez firmę ICL, według której pracochłonność szacuje się na podstawie: wielkości programu, stopnia jego trudności i doświadczenia programisty⁶. Wielkość programu określa się zależnie od liczby instrukcji, której oszacowanie odbywa się po dokonaniu wyboru języka programowania. W wypadku, gdy program będzie pisany w innym języku niż ten, dla którego oszacowano liczbę instrukcji, stosuje się specjalne współczynniki przeliczeniowe. Współczynniki te, analogiczne do przyjętych w cenniku usług informatycznych, pozwalają na określenie, jakiej liczbie instrukcji w danym języku programowania odpowiada określona liczba instrukcji innego języka (przykładowe współczynniki podane są w tablicy 31).

TABLICA 31

Współczynniki przeliczeniowe instrukcji pisanych w różnych językach programowania

Język programu	PLAN	COBOL COMPACT	COBOL FULL	ALGOL	FORTTRAN
PLAN	1,0	0,5	0,3	0,2	0,25
COBOL COMPACT	2,0	1,0	0,6	0,4	0,50
COBOL FULL	3,0	1,7	1,0	0,6	0,75
ALGOL	5,0	2,5	1,5	1,0	1,25
FORTTRAN	4,0	2,0	1,2	0,8	1,00

Z r ó d ł o: *Procedures Nr 4202*, ICL, London 1970 oraz *Instrukcja Ośrodka Elektrycznego*, GUS 1976.

Stopień trudności programów określa się za pomocą następujących współczynników:

a) współczynnik 0,75—1,00 — program prosty, w którym występuje:

- zapis jednego typu danych na taśmie magnetycznej,
- drukowanie w jednym określonym formacie, z jednego zbioru o bardzo prostej strukturze,
- wybieranie jednego typu danych, z jednego zbioru;

⁶ Por. A. Kuźmin, *Metoda szacowania czasu realizacji prac programowych*, „Informatyka” 1974, nr 12 oraz *ICL Programming, Procedures Nr 4202 17 Professional Approach to the Planning and Control of Programming* ICL, London 1970.

b) współczynnik 1,00—1,25 — program o średniej złożoności, w którym występuje:

- zapis kilku typów danych,
- drukowanie w kilku określonych formatach z jednego zbioru,
- uaktualnianie jednego zbioru o prostej strukturze przez dwa do trzech typów aktualizatorów,

c) współczynnik 1,25—1,50 — program skomplikowany, w którym występuje:

- zapis kilku typów danych, poszerzony o ich kontrolę,
- uaktualnienie zbiorów o skomplikowanej strukturze przez kilka typów aktualizatorów,
- kontrola kilku typów danych i drukowanie zapisów z komentarzem błędu,

d) współczynnik 1,50—2,00 — program bardzo skomplikowany, w którym występuje uaktualnienie 2—3 zbiorów o skomplikowanej strukturze przez kilka typów aktualizatorów,

e) współczynnik 2,50—3,00 — obliczenia w czasie rzeczywistym.

Miernik doświadczenia określany jest w metodzie ICL na podstawie stażu pracy programisty o średnich uzdolnieniach. Za podstawę (współczynnik 1,0) przyjęto kwalifikacje pracownika o stażu programisty od 6 do 9 miesięcy. Pracochłonność pracy niedoświadczonego programisty o stażu 0—3 miesiące jest o 40% większa niż podstawowego (współczynnik 1,4). Zakłada się, że doświadczony programista po dwóch latach pracy ma wydajność dwukrotnie wyższą niż programista podstawowy i jego współczynnik wynosi 0,5.

Pracochłonność jednostki programowania, której podstawą jest program zawierający 1000 instrukcji dla różnych typów oprogramowania przedstawia tablica 32. Normy te zostały opracowane dla programistów o średnich uzdolnieniach i 6 do 9-miesięcznym stażu pracy.

Na podstawie wymienionych uprzednio wielkości oblicza się pracochłonność prac programowych według następującego czasu:

$$P = \frac{L}{1000} \cdot A \cdot W_1 \cdot W_2,$$

gdzie:

L — liczba instrukcji,

A — jednostkowa pracochłonność danego języka programowania (na 1000 instrukcji),

W_1 — współczynnik trudności programu,

W_2 — współczynnik doświadczenia programisty.

TABLICA 32

Pracochłonność jednostki programowania

Etapy pracy	Liczba osobodni				
	PLAN	COBOL COMPACT	COBOL FULL	ALGOL	FORTRAN
Schemat blokowy i jego sprawdzenie	5	10	15	25	15
Kodowanie i sprawdzenie	12	20	20	15	20
Przygotowanie danych próbnych	4	7	9	7	7
Testowanie	15	23	26	40	39
Razem	31	60	70	87	81

Źródło: Programming Procedures Nr 4202 ICL, London, Zarządzenie 2/76 w sprawie ustalania norm oraz planowania i kontroli wykonania pracy z zakresu oprogramowania systemów epd, OE GUS, 1976.

Metoda ICL może być użyteczna do szacowania nakładów pracy i czasu opracowania programów. Została ona z niewielkimi modyfikacjami zastosowana w Polsce, m.in. w Ośrodku Elektronicznym GUS. Modyfikacje dotyczyły dostosowania współczynników i norm czasowych do warunków polskich. Przykładowo za podstawowy współczynnik (1,0) doświadczenia programisty przyjęto doświadczenia programisty o stażu 10—12 miesięcy. Podano dodatkowe współczynniki trudności, jeśli programista wykorzystuje nowe techniki programowania i mające zastosowanie w wielu systemach. Dla takich programów przyjmuje się współczynnik trudności od 2,5 do 3,0.

Inną nieco metodę szacowania pracochłonności stosuje firma IBM. Metoda ta została szczegółowo opisana⁷. Pracochłonność programowania uzależniona jest od:

⁷ W materiałach informacyjnych *Rozwój informatyki na świecie i w kraju*, z. nr 8, OBRI, Warszawa 1972.

- rodzaju wejścia i wyjścia,
- funkcji realizowanych przez program i jego stopnia trudności,
- wiedzy o programowanym problemie,
- doświadczenia programisty.

Odmienne niż w metodzie ICL ujęty jest współczynnik doświadczenia i umiejętności programistów, który uzależniono również od stanowiska, nie zawsze związanego ze stażem pracy. Przyjęto, że ze względu na umiejętności programistów różnica pracochłonności w krańcowych wypadkach wynosi 1 : 8.

Stosowane metody oceny kosztów i pracochłonności mają wady związane z:

- a) subiektywizmem ocen, przejawiającym się m.in. w określeniu trudności programu, zaliczaniem programisty do grupy o danych umiejętnościach,
- b) pomijaniem jakości opracowanego oprogramowania,
- c) stosowaniem formuły, w której przyjmuje się tzw. podstawowe współczynniki obliczane dla programistów o średnich uzdolnieniach,
- d) błędami przewidywania charakterystyk systemu pod względem programistycznym przed podjęciem prac, np. liczby instrukcji programu, rodzajów wejść i wyjść.

Syntetyczne porównanie metod obliczania pracochłonności podajemy w tablicy 33. Porównania w zakresie obliczania pracochłonności różnymi metodami dla konkretnych wypadków przeprowadziła M. Feret⁸. Z uzyskanych badań wynika, że między porównywanymi metodami nie ma zbyt dużych różnic. Za pomocą metody IBM otrzymuje się tylko nieco wyższe wielkości czasu potrzebnego na opracowanie programów niż przy dwóch pozostałych (najniżej kształtowała się pracochłonność obliczana metodą stosowaną w Zjednoczeniu Informatyki). Przeprowadzona analiza ma ograniczony zasięg i dotyczy tylko tej fazy badań. Powstało dość dużo prac z tego zakresu m.in. A. Targowski przedstawia kilka metod szacowania pracochłonności, takich jak: metoda nazwana „obliczeniem złożonego wskaźnika pracy”, metoda

⁸ M. Feret, *Koszty projektowania i wdrażania systemów informatycznych* (mazuńopis), WNE Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1979.

TABLICA 33

Analiza porównawcza metod szacowania pracochłonności prac programowych

Porównywany element	Nazwa metody		
	Metoda stosowana przez Zjednoczenie Informatyki	Metoda IBM	Metoda ICL
Czynniki wpływające bezpośrednio na pracochłonność	1) wielkość programu liczona liczbą instrukcji w programie 2) dostęp programistów do sprzętu komputerowego	1) rodzaj wejścia i wyjścia, 2) funkcje realizowane przez program i jego stopień trudności, 3) doświadczenie programisty, 4) znajomość programowanego problemu 5) inne czynniki takie jak: język programowania, rodzaj dostępu do sprzętu	1) wielkość programu liczona liczbą instrukcji w programie, 2) stopień trudności programu, 3) doświadczenie programisty,
Formuła rachunku	$P = N \cdot B \cdot \frac{W \cdot W_1}{60}$	$P = P_1 + P_2 + P_3$	$P = \frac{L}{1000} \cdot A \cdot W_1 \cdot W_2$
Elementy formuły	N — liczba instrukcji źródłowych, B — pracochłonność przypadająca na jedną instrukcję źródłową, W — współczynnik przeliczeniowy ze względu na stosowany język	P ₁ — tzw. podstawową pracochłonność obliczona według formuły: $P_1 = (A + B) \cdot (W_1 + W_2)$ gdzie: A — liczba osobodni w zależności od stosowanego we i wy, B — liczba osobodni w zależności od funkcji i stopnia trudności programu, W ₁ — współczynnik znajomości problemu, W ₂ — współczynnik doświadczenia programisty, P ₂ i P ₃ — narzuty pracochłonności do P ₁	L — liczba instrukcji, A — jednostkowa pracochłonność 1000 instrukcji, W ₁ — współczynnik trudności programu, W ₂ — współczynnik doświadczenia programisty

M. Bernsteina i metoda D. H. Brandona⁹. Są one stale udoskonalane i stosowane przez odpowiednie komórki organizacyjne.

Wydaje się, że na podstawie istniejącego materiału statystycznego możemy z dużym prawdopodobieństwem obliczyć koszty opracowania oprogramowania dla sytuacji znanych i typowych. Natomiast należy sobie zdawać sprawę z tego, że dla nowych systemów nie ma odpowiednich metod i szacunek obdarzony jest niekiedy dużym błędem, zależnym od kwalifikacji eksperta.

2.5. Wykonanie dokumentacji eksploatacyjnej

Ostatnim etapem projektowania zautomatyzowanego systemu zarządzania jest wykonanie dokumentacji eksploatacyjnej. Wynikiem realizacji tego etapu jest dokument, w którym zawarty jest zestaw schematów, instrukcji i opisów przeznaczonych zarówno dla użytkownika, jak i komórek organizacyjnych zaangażowanych w eksploatację systemu oraz ośrodka obliczeniowego (dla operatorów komputera i służb eksploatacyjnych). Dokumentację eksploatacyjną opracowuje się na podstawie projektu technicznego i dokumentacji programów. Koszty jej wykonania K_d oblicza się według formuły:

$$K_d = K_j \cdot P_t \cdot W,$$

gdzie:

K_j — jednostkowy koszt roboczogodziny przyjęty według cennika usług informatycznych (136 zł/rbg),

P_t — pracochłonność opracowania projektu technicznego systemu,

W — współczynnik przeliczeniowy — 0,075.

Przy projektowaniu tzw. systemu typowego lub systemu o zasięgu większym niż jeden ośrodek obliczeniowy należy pamiętać, że dokumentacja eksploatacyjna powinna zawierać dokumenty akceptowane przez te ośrodki, w których system będzie wdrażany.

⁹ Por. A. Targowski, op. cit.

3. Nakłady na realizację projektu

Do nakładów na realizację projektu zaliczamy: koszty przygotowania obiektu do wdrażania systemu, nakłady inwestycyjne na zakup i instalację środków techniczno-programowych oraz koszty eksploatacji i konserwacji systemu. Wysokość nakładów jest zależna od wielu czynników związanych z konkretną sytuacją. Można tylko omówić wybrane elementy nakładów ponoszonych na realizację projektu zautomatyzowanego systemu zarządzania.

Na koszty przygotowania obiektu do wdrożenia zautomatyzowanego systemu zarządzania składają się koszty przygotowania kadrowego, organizacyjnego i technicznego. Te ostatnie związane są często z koniecznością poniesienia nakładów na budowę lub adaptację ośrodka obliczeniowego i jego wyposażenie. Przygotowanie kadrowe i organizacyjne wymaga przeprowadzenia odpowiedniego rodzaju szkolenia, które ma na celu m.in. pomoc w przezwyciężaniu bariery organizacyjnej i socjo-psychologicznej. Obejmuje ono pracowników użytkownika korzystających i współpracujących z systemem oraz pracowników bezpośrednio zaangażowanych w eksploatację i udoskonalanie systemów.

Koszty szkolenia związane są z samym kursem (wykładowcy, sale, materiały) oraz z delegacją pracowników, zarówno w sensie bezpośrednich nakładów, jak i strat spowodowanych nieobecnością w pracy. Jednak w stosunku do kosztów całości przedsięwzięcia są one niewielkie, natomiast od efektów szkolenia zależy w dużej mierze powodzenie wdrożenia systemu. Stąd też istotny jest dobór wykładowców (ich kwalifikacje i doświadczenie) oraz dostarczenie uczestnikom odpowiednich pomocy.

Wdrożenie systemu może być przeprowadzone w całości przez specjalistyczne jednostki usług informatycznych (np. Zakłady Elektronicznej Techniki Obliczeniowej zgrupowane w Zjednoczeniu Informatyki) lub przy pomocy bezpośredniego użytkownika. Pierwszy wypadek można porównać do sytuacji, którą w działalności inwestycyjnej nazywamy oddaniem obiektu „pod klucz”. Jest to jednak sposób z jednej strony kosztowny, z drugiej zaś najczęściej nie prowadzi do sukcesu¹⁰.

¹⁰ Jest to wcześniej przedstawiona sytuacja (por. tabl. 22), w której postawa informatyków jest aktywna, natomiast użytkowników co najmniej bierna.

TABLICA 34

Koszty szkolenia służb informatycznych

Lp.	Nazwa szkolenia	Instytucje biorące udział w szkoleniu	Grupy szkolenych pracowników	Sredni czas trwania kursu (m-c)	Sredni koszt kursu (w tys. zł)
1	2	3	4	5	6
1	Obsługa techniczna jednostek centralnych	producent sprzętu	personel działu technicznego	0,8	23
2	Obsługa techniczna urządzeń peryferyjnych:				
	— drukarka,	— „ —	— „ —	1,1	31
	— czytnik kart,	— „ —	— „ —	0,8	23
	— pamięci taśmowe,	— „ —	— „ —	1,0	28
	— perforator kart,	— „ —	— „ —	0,7	19
	— pamięci dyskowe,	— „ —	— „ —	1,0	28
	— czytnik perforator taśm,	— „ —	— „ —	0,8	23
	— konsola operatora,	— „ —	— „ —	0,7	19
	— urządzenia transmisji danych	— „ —	— „ —	0,8	23
3	Obsługa techniczna sprzętu automatyki	— „ —	— „ —	1,0	28
4	Obsługa operatorska komputera	— „ —	operatorzy EMC	1,2	33
5	Kurs programowania podstawowego	— „ —	programiści	0,8	23
6	Kurs programowania użytkowego	— „ —	— „ —	0,5	14
7	Kurs systemów operacyjnych	— „ —	operatorzy systemu	0,2	8
8	Obsługa techniczna EPD na kartach perforowanych	— „ —	personel działu technicznego	1,2	33
9	Obsługa operatorska UPD na kartach perforowanych	— „ —	operatorzy UPD	0,3	9
10	Kurs programowania UPD na taśmach magnetycznych	— „ —	projektanci i programiści	1,0	30
11	Kurs obsługi super-operatorów UPD na TM	— „ —	operatorzy UPD	0,5	15

TABLICA 34 (cd.)

1	2	3	4	5	6
12	Kurs obsługi operatorskiej UPD na TM	producent sprzętu	operatorzy UPD	0,3	18
13	Obsługa techniczna UPD na TM	— „ —	personel działu technicznego	1,2	8
14	Kurs kwalifikacji ogólnozawodowej w zakresie komputeryzacji	instytuty, wyższe uczelnie	projektanci systemu komputerowego	6,8	60
15	Kurs projektowania systemów komputerowych	— „ —	— „ —	6,0	53
16	Kurs wykorzystania systemu komputerowego w zarządzaniu i projektowaniu	projektanci systemów komputerowych	pracownicy zakładu	1,0	1
17	Eksploatacja systemu komputerowego	— „ —	— „ —	1,0	1
18	Obsługa sprzętu komputerowego	projektanci i operatorzy urządzeń	— „ —	0,2	1

UPD — urządzenia przetwarzania danych,

TM — taśma magnetyczna

Szacunkowo przyjmuje się, że jeżeli całość prac organizacyjnych związanych z wdrożeniem systemu przyjmie na siebie jednostka specjalistyczna, to:

a) dla nowo projektowanych i oprogramowanych tzw. systemów indywidualnych — koszt wynosi 10% kosztu całości prac projektowych,

b) dla systemów powtarzalnych lub systemów opartych na pakietach standardowych — koszt wynosi 30% kosztu analizy możliwości ich zastosowania.

Z punktu widzenia powodzenia realizacji systemu istotne jest zapewnienie nadzoru autorskiego nad pracami wdrożeniowymi. Polega on na kontroli prawidłowości realizacji czynności przewidzianych w projekcie technicznym i dokumentacji eksploatacyjnej. Koszty przygotowania organizacyjnego, obejmującego m.in. zmiany dokumentacji i jej obiegu oraz zmiany zakresu kompetencji poszczególnych komórek przedsiębiorstwa są trud-

ne do oszacowania. Zależą one w dużym stopniu od dotychczasowego poziomu organizacyjnego zakładu oraz od zakresu przewidywanych zmian.

Przygotowanie techniczne i jego koszty związane są z podjęciem decyzji, które umownie zostały nazwane decyzjami trzeciego i czwartego stopnia. Dotyczą one:

- a) budowy własnego ośrodka obliczeniowego,
- b) korzystania z sieci abonenckiej,
- c) dzierżawienia czasu pracy maszyny

i decyzji pochodnych w zakresie konfiguracji maszyny lub warunków przetwarzania.

Najprostsza sytuacja występuje wtedy, jeśli potrzebny czas pracy sprzętu komputerowego jest niewielki i użytkownik korzysta z maszyny zainstalowanej w innym ośrodku. W zależności od umowy płaci się wówczas za efektywny czas pracy maszyny lub za czas posiadania sprzętu do wyłącznej dyspozycji¹¹. Z punktu widzenia ekonomicznej efektywności w wypadku małych potrzeb przetwarzania najbardziej korzystne są dzierżawa i opłacanie efektywnego czasu pracy maszyny w ośrodku usługowym. W pewnych wypadkach, ze względu na organizację pracy i konieczność utrzymania reżimu czasu przetwarzania, należy jednak zagwarantować sobie odpowiednie stałe okresy korzystania z maszyny. Dodatkowe koszty, ponoszone na skutek niepełnego wykorzystania dysponowanego czasu są rekompensowane przez korzyści uzyskane w wyniku zagwarantowania zaspokojenia potrzeb przetwarzania w ściśle określonych przedziałach czasu.

Jeżeli przetwarzanie danych w systemie wymaga korzystania z maszyny przez co najmniej półtorej zmiany¹², to można rozważać podjęcie przedsięwzięcia inwestycyjnego polegającego na zakupie i instalacji sprzętu komputerowego. Z formalnego punktu widzenia inwestycje komputerowe są inwestycjami budowlano-montażowymi. A. Kierczyński¹³ np. uważa, iż koszty zakupu komputera są tego samego typu, co koszty zainstalowania linii automatycznej w hali fabrycznej.

¹¹ Koszt jednej godziny pracy maszyny zależy w znacznym stopniu od ośrodka (np. dla maszyny typu ODRA 1305 waha się on obecnie w granicach około 30%).

¹² Wielkość ta w zależności od sytuacji może ulec zmianie, ale z rachunku przy obecnie obowiązujących cenach wynika, że o ekonomicznym wykorzystaniu sprzętu możemy mówić dopiero, kiedy jest on eksploatowany co najmniej przez 1,5 zmiany.

¹³ Por. A. Kierczyński, *Efektywność komputeryzacji*, Warszawa 1975.

Podczas tworzenia ośrodka obliczeniowego i jego wyposażania występują sytuacje analogiczne do realizacji innego typu inwestycji. Z ekonomicznego punktu widzenia, najważniejszy jest problem zamrożenia środków. Ponadnormatywne zamrożenie środków ma miejsce, wówczas, gdy następuje przedłużenie prac ze względu na niedostateczne przygotowanie dokumentacji, brak sprzętu lub jego elementów, brak odpowiedniego oprogramowania itp.

Inwestycja, która w tym wypadku jest istotnym elementem przygotowania technicznego, dotyczyć może budynku, zakupu instalacji wraz z komputerem, czy instalowania sieci teletransmisji itp. Wielkość nakładów zależy od typu ośrodka, jego kubatury, rozwiązania architektonicznego, lokalizacji.

Podstawowe typy ośrodków w Polsce i ich charakterystykę przedstawiono w tablicy 35. Na podstawie materiałów Przedsiębiorstwa Systemów Komputerowych Mera-System w tablicy 38 zamieszczone zostały szacunkowe wielkości nakładów inwestycyjnych na różnego rodzaju obiekty. Wynika z nich, że nakłady inwestycyjne związane z budową ośrodka obliczeniowego wahają się w zależności od jego rodzaju w znacznych granicach (1 : 3). Zautomatyzowane systemy zarządzania związane są, zgodnie z klasyfikacją z tablicy 35, przede wszystkim z ośrodkami obliczeniowymi i przetwarzania danych oraz z ośrodkami zarządzającymi dużą bazą danych i jej przetwarzaniami.

W ośrodkach obliczeniowych wykorzystywane są najczęściej komputery III generacji typu ODRA 1305 i Jednolitego Systemu EC 1020, EC 1022, EC 1032. W większości¹⁴, bo w 60%, są to ośrodki jednokomputerowe, w 30% dwukomputerowe, a pozostałe są wielokomputerowe. W wypadku możliwości adaptowania istniejących pomieszczeń, nakłady inwestycyjne są mniejsze i wynoszą około 20—40% nakładów potrzebnych na budowę nowego obiektu.

Wybór komputera i całej konfiguracji decyduje o ekonomicznej efektywności technologii przetwarzania. Należy przy tym pamiętać, że najczęściej wysokie nakłady na zakup urządzeń przynoszą efekty w postaci relatywnie niskich kosztów eksploatacyj-

¹⁴ Na podstawie materiałów Zjednoczenia Mera.

TABLICA 35

Charakterystyka ośrodków obliczeniowych pod względem ich wykorzystania

Lp.	Typ ośrodka	Symbol ośrodka	Charakter pracy ośrodka	Miejsce zaanształowania ośrodka (przynależność organizacyjna)
1	Szkoleniowo-metodyczne	S	operacje na małych zbiorach danych o różnorodnym sposobie wykorzystania komputera	ośrodki szkoleniowe centralne
2	Ośrodki do celów obliczeniowych i przetwarzania danych	O	— przetwarzanie partiiowe, — małe zbiory danych dla potrzeb własnych, — współpraca z komputerem centralnym	— zakłady produkcyjne do celów zarządzania i sterowania — produkcją — jednostki projektowe
3	Ośrodki zarządzające dużą bazą danych i jej przetwarzaniem	B	— rozwinięte konfiguracje sprzętowe — wielodostępność w czasie rzeczywistym — operacje przetwarzania bazy danych	— ośrodki centralne zarządzania zasilające sieć transmisji danych — jednostki szczybla centralnego
4	Ośrodki komputerowe technologiczne	T	— dostosowanie do automatycznego sterowania procesem technologicznym	— zakłady produkcyjne, — elektrownie — systemy łączności, — szpitale itd.
5	Ośrodki specjalne strategiczne	W	— obejmujące zadania jak w pkt. 2, 3 lub 4, jednak są specjalnie traktowane	— systemy rządowe — wojsko — służby bezpieczeństwa

TABLICA 36

*Szacunkowy koszt inwestycyjny ośrodka obliczeniowego (bez kosztu komputerów i urządzeń towarzyszących
(w tys. zł)*

Rodzaj (wielkość) obiektu			Kubatura w m ³	Koszt ogółem w zależności od standardu wykończenia			Dodatki w wypadku występowania		Maksymalna liczba możliwych do zainstalowania kom- puterów
Powierzchnia sali komputerowej	Powierzchnia i zatrudnienie	Układ		podstawowy	podwyższony	lux	własna kotłownia	agregat prądotwórczy	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Do 160 m ²	ograniczenie do 900 m ² do 50 osób	parterowy	4 200	19 300	20 400	21 400	100		1—2 ODRA 1305
		piętrowy	4 200	19 300	20 400	21 400			1—2 RIAD R-32
	część ograniczona do 1100 m ² , do 80 osób	parterowy	5 500	26 200	27 200	28 500	100	2 100	1 IBM 350
		piętrowy	5 700	26 600	27 700	29 000			1 IBM 370/145
	samodzielne do 1600 m ² do 120 osób	parterowy	7 100	33 600	34 700	36 400	150		
		piętrowy	7 200	33 900	35 100	36 900			

TABLICA 36 (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Do 280 m ²	ograniczenie do 1850 m ² do 80 osób	parterowy	6 500	30 000	31 300	33 000	100	4 100	2—3 ODRA 1305	
		piętrowy	6 600	30 500	32 000	33 600			2—3 RIAD R-32	
	część ograniczo- na do 1550 m ² do 100 osób	parterowy	7 000	33 100	34 100	35 800	150		2 IBM 370/145	
		piętrowy	7 100	33 400	34 500	36 350				
	2100 m ² do 170 osób	parterowy	9 700	45 700	47 400	49 450	220			
		piętrowy	9 800	46 050	47 550	50 000				
Do 360 m ²	do 1700 m ² do 100 osób	parterowy	7 900	37 200	38 650	40 400	150	6 200	3—4 ODRA 1305	
		piętrowy	8 000	37 500	39 050	40 900			3—4 RIAD R-32	
	do 2200 m ² do 170 osób	parterowy	9 850	47 600	49 050	50 600	220		3 IBM 370/145	
		piętrowy	10 000	47 950	49 800	51 180				
	do 2000 m ² do 250 osób	parterowy	12 800	60 850	62 900	65 900	220			
		piętrowy	13 800	61 200	63 350	66 500				

Z r ó d ł o: na podstawie materiałów Przedsiębiorstwa Systemów Komputerowych Mera-System.

nych i małej zawodności sprzętu. J. Ilczuk pisze, że „wyposażenie komputera w wolny i tani czytnik taśmy dziurkowanej pracujący z szybkością 300 znaków/sek dawało koszt w czytaniu 1 miliona znaków rzędu 2640 zł, podczas gdy zainstalowanie czytnika o szybkości 1000 znaków/sek obniżyło koszt czytania 1 miliona znaków do około 300 zł”¹⁵.

Przy wyborze sprzętu komputerowego należy przeprowadzić całościowy rachunek, w którym oprócz elementów związanych z analizą wysokości nakładów inwestycyjnych trzeba uwzględnić kształtowanie się przyszłych kosztów eksploatacyjnych. Analizę nakładów inwestycyjnych oraz wartości prac i usług informatycznych oraz kosztów pracy ośrodka obliczeniowego powinno się przeprowadzać zgodnie z obowiązującymi przepisami, podanymi w tablicach 37, 38.

TABLICA 37

Analiza nakładów inwestycyjnych według instrukcji GUS

Wyszczególnienie		Ogółem (w tys. zł bez znaku po przecinku)
0		1
Nakłady inwestycyjne (w. 02+03+06+09+12)		01
Roboty budowlano-montażowe		02
Zakup maszyn i urządzeń		03
w tym import	z KS	04
	z KK	05
Zakup oprogramowania		06
w tym import	z KS	07
	z KK	08
Szkolenie		09
w tym za granicą	w KS	10
	w KK	11
Pozostałe nakłady inwestycyjne		12

¹⁵ J. Ilczuk, *Efektywność systemów informatycznych*, OBRI, Warszawa 1973.

*Analiza wartości pracy i usług informatycznych
oraz kosztów ośrodka obliczeniowego
według instrukcji GUS*

Wyszczególnienie		Ogółem (w tys. zł bez znaku po przecinku)	
0		1	
Wartość prac i usług informatycznych ogółem		01	
w tym wartość usług sprzedanych		02	
Koszty wytworzenia prac i usług (w. 04+13)		03	
Koszty materialne		04	
w tym	zakup obcych usług informatycznych	05	
	amortyzacja	06	
	materiały eksploatacyjne	07	
	w tym	karty i taśmy dziurkowane	08
		papier do drukarek	09
		taśmy magnetyczne	10
		dyski magnetyczne	11
		części zamienne	12
Koszty niematerialne		13	
w tym	fundusz płac	14	
	szkolenie	15	

Uzupełnieniem syntetycznej analizy kosztów powinna być analiza stanu zatrudnienia w ośrodku obliczeniowym oraz funduszu płac przeprowadzona według układu przedstawionego w tablicy 39.

Postęp w dziedzinie technicznych środków informatyki skierowany jest na obniżanie kosztów eksploatacyjnych przy równoczesnym zwiększaniu stopnia niezawodności sprzętu, co powoduje względny wzrost jego kosztów produkcji.

Analiza stanu zatrudnienia i fundusz płac ośrodków obliczeniowych według instrukcji GUS

Wyszczególnienie		Pracownicy				Ruch pracowników		Osobowy fundusz płac (w tys. zł bez znaku po przecinku)	Z ogólnej liczby pracowników przypada na zatrudnionych przy maszynach licząco-analitycznych i średniej mechanizacji
		za-trud-nienie prze-ciętne w roku *	we-dług stanu w dniu 31.12. 19...	w tym z wy-kształceniem		przy-było	ubyło		
				wyż-szym	śred-nim				
0		1	2	3	4	5	6	7	8
Ogółem (w. 02+12)		01							
Pracownicy działalności podstawowej (w. 03+04+05+07+08+10+11)		02							
z tego	projektanci systemów i analitycy	03							
	programiści	04							
	operatorzy maszyn	05							
	w tym operatorzy komputerów	06							
	operatorzy systemów	07							
	konserwatorzy	08							
	w tym konserwatorzy komputerów	09							
	kontrolerzy wejścia-wyjścia	10							
	pozostali pracownicy działalności podstawowej	11							
Pracownicy działalności pomocniczej (w. 13+14)		12							
z tego	pracownicy administracyjno-biurowi	13							
	pozostali pracownicy działalności pomocniczej	14							

* W przeliczeniu na pełnozatrudnionych.

4. Projekty powtarzalne, koszt ich zakupu i instalacji

Postęp w dziedzinie projektowania zautomatyzowanych systemów zarządzania pozwala na budowę tzw. typowych powtarzalnych systemów. Systemem powtarzalnym nazywamy taki system, którego modułowa struktura i sparametryzowane wejścia i wyjścia pozwalają na zastosowanie go u wielu użytkowników.

Systemy powtarzalne mogą być przeznaczone dla:

- dużej grupy użytkowników, są to tzw. systemy ogólnego zastosowania,

- określonej grupy użytkowników, najczęściej grup branżowych lub resortowych.

Od systemów powtarzalnych wymaga się łatwości ich adaptacji do konkretnych potrzeb użytkowników. Opracowanie takiego systemu jest w porównaniu z systemem indywidualnym bardziej pracochłonne i kosztowne, a projektanci muszą mieć wysokie kwalifikacje. Szacunkowo przyjmuje się, że nakłady finansowe na system powtarzalny są od 50 do 200% wyższe w porównaniu z kosztami systemu indywidualnego. Jednak nakłady poniesione przez konkretnego użytkownika na zakup, instalację i inne przedsięwzięcia związane z wdrożeniem odpowiedniego systemu powtarzalnego są przynajmniej o 50% niższe niż przy samodzielnym opracowaniu i wdrażaniu podobnego systemu indywidualnego. H. Zyglar przyjmuje, że „koszt adaptacji (w znaczeniu prac projektowych, programowych i wdrożeniowych) nie powinien przekraczać 1/2, a w skrajnym wypadku 2/3 oszacowanych kosztów przygotowania indywidualnego systemu o porównywalnych (podobnych) walorach technicznych, eksploatacyjnych i organizacyjnych”¹⁶.

Korzyści związane z zastosowaniem powtarzalnych systemów możemy zilustrować przykładem zakładów energetycznych¹⁷. Obliczono, że nakłady na zaprojektowanie i oprogramowanie jednego systemu dla 6 dziedzin działalności zakładów nie przekroczą 30 mln zł. Gdyby natomiast każdy z 40 istniejących w Polsce zakładów energetycznych podjął samodzielną pracę nad sy-

¹⁶ H. Zyglar, *Metodyka projektowania — adaptacja gotowych opracowań projektowych*, OBRI, Warszawa 1976.

¹⁷ Por. J. Ilczuk, *Efektywność systemów informatycznych*, wyd. cyt.

stemem, nakłady te przekroczyłyby w sumie miliard złotych, ponadto trzeba by zatrudnić 40 razy więcej projektantów i programistów oraz 40 razy więcej czasu wymagałoby testowanie programów. W związku z tym podzielono zadania projektowe między 6 jednostek. Każda z nich miała opracować określony podsystem, a po jego wdrożeniu przekazać pozostałym kompletną dokumentację.

Przysłowiowe stały się pod tym względem systemy gospodarki materiałowej. Różnice między nimi są w zasadzie niewielkie, natomiast kilkakrotne projektowanie i programowanie oznacza niepotrzebny wzrost nakładów. Wykorzystanie powtarzalnych systemów powoduje nie tylko obniżenie pracochłonności projektowania, ale też skrócenie cyklu prac nad systemem i zmniejszenie ryzyka opracowania systemu niesprawnego. W celu zilustrowania struktury nakładów związanych z zakupem i instalacją powtarzalnych systemów zestawiono w tablicy 40 dane o tych systemach, które zostały opracowane w jednostkach podległych Zjednoczeniu Informatyki. Systemy te mają różne stopnie uniwersalności. Wszystkie, zdaniem jednostek autorskich, nadają się do natychmiastowego zakupu i instalacji. Koszty zakupu i instalacji systemów o podobnej nazwie różnią się niekiedy w znaczny sposób. Zależy to od ich zakresu, wielkości przetwarzanych zbiorów, rodzaju tabulogramów itd.

Analizując wielkości kosztów podane w tablicy 42 można stwierdzić, że w stosunku do kosztów systemów opracowanych indywidualnie są one niewielkie. Kształtują się one na poziomie kilkuset tysięcy złotych i żaden z tych systemów nie przekracza miliona złotych. Projektowanie i powszechne zastosowanie systemów powtarzalnych powinno spowodować bardziej opłacalne wykorzystanie środków przeznaczonych na rozwój informatyki.

5. Metodyczne problemy określenia elementów rachunku ekonomicznego

Problemy metodyczne rachunku ekonomicznego są dość złożone. Szczególnie trudnym zagadnieniem jest określenie efektów, czemu poświęcono wiele prac w literaturze krajowej i zagranicznej.

Koszt zakupu i instalacji powtarzalnych

Dziedzina	Lp.	Nazwa systemu	Ośrodek autorski	Komputer typ
1	2	3	4	5
Techniczne przygotowanie planowanie i sterowanie produkcją	1	Modułowy System Planowania Produkcji — PLANTYP	CPiZI—Warszawa	ODRA 1300
	2	Optymalizacja Planów Produkcji — OPTY	CPiZI—Warszawa	ODRA 1300
	3	Modułowy System Kierowania Obiektem Przemysłowym — MOSKOP, Podsystem Technicznego Przygotowania Produkcji — BAZA	ZETO—Bydgoszcz	ODRA 1305
	4	WESAP-1 (planowanie długoterminowe i wykonanie)	ZETO—Łódź	ODRA 1305
	5	Techniczne Przygotowanie Produkcji	ZETO—Wrocław	ODRA 1300
	6	Planowanie i Sterowanie Produkcją	ZETO—Wrocław	ODRA 1300
Gospodarka materiałowa	7	System Automatycznego Przetwarzania Danych w Zakresie Gospodarki Materiałowej — SYGMAT	ZETO—Katowice	MINSK 32 RIAD
	8	Typowy System Prowadzenia Kodu Towarowo-Materiałowego — KTM	CPiZI—Warszawa	ODRA 1300
	9	System Rozliczenia Gospodarki Materiałowej — SYGMA	ZETO—Białystok	ODRA 1300
	10	System Gospodarki Materiałowej — SEMO	ZETO—Bydgoszcz	ODRA 1300
	11	System Automatycznego Rozliczania Gospodarki Materiałowej — SAROM	ZETO—Gdynia	ODRA 1300

zautomatyzowanych systemów zarządzania

Koszt (w zł)						
zakupu	instalacji u użytkownika					
	praca specjalistów	eksploatacja komputera	nadzór autorski	konsultacje	szkolenie	inne
6	7	8	9	10	11	12
500 000	50 000					
40 000	10 000					
300 000 ^a						
125 000	70 000 ^b				4 000 ^c	
475 000	540 000 ^b		50 000			80 000
325 000	370 000 ^b		40 000			40 000
600 000	74 000	wg faktycznie wykorzystanego czasu	27 000	27 000	37 000	
100 000	8 000					
93 000	8 000	5 600	12 000	15 000	23 000	3 000
620 000 ^a						
100 000	30 000 ^b					

TABLICA 40 (cd.)

1	2	3	4	5
12	System Informatyczny Gospodarki Materiałowej — SIGMA-II	ZETO—Jelenia Góra	ODRA 1305	
13	Ewidencja i Rozliczenie Materiałów i Przedmiotów Nietrwących — ZOMAT	ZETO—Kielce	ODRA 1300	
14	Ewidencja Stanów, Obrotów i Zużycia Materiałów oraz Przedmiotów Nietrwących w Użytkowaniu — CUG-I	ZETO—Kielce	ODRA 1300	
15	Gospodarka Materiałowa Przedsiębiorstw Budownictwa Rolniczego — PBROL	ZETO—Koszalin	ODRA 1300	
16	Gospodarka Materiałowa Przedsiębiorstwa Połowów i Usług Rybackich — KUTER	ZETO—Koszalin	ODRA 1305	
17	Ewidencja Stanów, Obrotów i Zużycia Materiałów — GAMA-1	ZETO—Kraków	ODRA 1305	
18	Ewidencja Przedmiotów Nietrwących w Użytkowaniu — PNIE-1	ZETO—Kraków	ODRA 1305	
19	Ewidencja Materiałów w Przedsiębiorstwach Mechanizacji Rolnictwa — POM	ZETO—Łódź	ODRA 1305	
20	Gospodarka Materiałowa — POLFA	ZETO—Poznań	ODRA 1300	
21	Automatyczny System Gospodarki Materiałowej ASGOM	ZETO—Szczecin	ODRA 1300	

6	7	8	9	10	11	12
163 000	250 000 ^b					
74 000	4 200	14 000		10 000	8 200	4 000
200 000	4 200	14 000		9 000	13 600	4 000
100 000	68 000	70 000		15 000	10 000	12 000
251 000	136 000	112 000		40 000	20 000	32 000
100 000	76 000	70 000		wliczony w koszt instalacji systemu	25 000	4 000
80 000	63 000	53 000		— „ —	25 000	4 000
78 000	50 000 ^b			6 000		
150 000	20 000	56 000		15 000	14 000	2 000
275 000	200 000	200 000			wliczony w cenę zakupu	

TABLICA 40 (cd.)

1	2	3	4	5
Gospodarka zatrudnieniowo-płacowa	22	Ewidencja Stanów, Obrotów i Zużycia Materiałów oraz Przedmiotów Nietrwałych (PN) w Użytkowaniu	ZETO—Wrocław	ODRA 1300
	23	Gospodarka Narzędziowa	ZETO—Wrocław	ODRA 1300
	24	Ewidencja Stanów i Obrotów Materiałowych — ESOM	ZETO—Wrocław	ODRA 1300
	25	System EPD z Zakresu Zatrudnienia — KADRY	ZETO—Katowice	MINSK 32
	26	System Ewidencji Osobowej — SEKIP — KADRY	ZETO—Bydgoszcz	ODRA 1300
	27	Place	ZETO—Kielce	ODRA 1300
	28	Zatrudnienie i Place — ZOZ	ZETO—Łódź	ODRA 1305
	29	Typowy System Zatrudnienia i Płac, podsystem — Zatrudnienie — ASKOP	ZETO—Szczecin	ODRA 1300
	30	Kadry	ZETO—Wrocław	ODRA 1300
	31	Kompleksowy Automatyczny System Płac, Ewidencji i Rozliczeń — WASPER	ZETO—Wrocław	ODRA 1300
Gospodarka środkami trwałymi	32	Rozliczenia i Ewidencja Transportu SETR-77	ZETO—Białystok	ODRA 1300 RIAD
	33	Ewidencja Środków Trwałych i Wartości Niematerialnych, Prawnych — PESTO	ZETO—Bydgoszcz	ODRA 1300
	34	Dziedzinowy System Automatyzacji Planowania i Ewidencji Remontów — APER	ZETO—Bydgoszcz	ODRA 1305

6	7	8	9	10	11	12
412 000		305 000 ^b	60 000			36 000 ^d
215 000		243 570 ^b	40 000			
160 000	250 000—300 000 ^b		20 000			20 000 ^d
40 ^e	150 000	wg czasu faktycznego	33 000	w kosztach pracy specjalistycznej	w kosztach zakupu	
240 000	200 000					
250 000	4 000	14 000		14 000	13 600	4 000
11 000		10 000 ^b			2 000 ^c	
316 000	150 000	146 000		4 500	objęty ceną systemu	33 000
200 000		180 000 ^b	40 000			30 000 ^d
1 000 000	200 000—300 000 ^b		30 000—40 000			
165 000	8 000	5 600	17 500	30 000	46 000	3 000
75 000	80 000 ^f					
300 000	250 000 ^f					

TABLICA 40 (cd.)

1	2	3	4	5
Gospodarka wyrobami i sprzedaż	35	Ewidencja i Rozliczanie Środków Trwałych	ZETO—Jelenia Góra	ODRA 1300
	36	Ewidencja i Rozliczanie Środków Trwałych — ERST	ZETO—Kielce	ODRA 1300
	37	Harmonogramowanie Obsług Technicznych Pojazdów — HARTOS	ZETO—Kielce	ODRA 1300
	38	Gospodarka Wyrobami Gotowymi — PEWGOT	ZETO—Bydgoszcz	ODRA 1300
	39	System Automatycznego Rozliczania Obrotu Towarowego Lekami — SAROTL	ZETO—Gdynia	ODRA 1300
	40	Moduł Ilościowo-Wartościowej Ewidencji Towarów w Magazynach Handlowych — DETO-1	ZETO—Lublin	ODRA 1305
	41	System Obrotu Towarowego	ZETO—Poznań	ODRA 1300
Rachunek kosztów i analiza działalności	42	Automatyczne Przetwarzanie Danych w zakresie Rozliczeń Finansowo-Kosztowych	ZETO—Katowice	MINSK 32 RIAD
	43	System Finansowo-Księgowy — FK	ZETO—Bydgoszcz	ODRA 1300
	44	Ewidencja Finansowo-Księgowa — FK	ZETO—Kraków	ODRA 1305
	45	Gospodarka Materiałowa z Elementami Rachunku Kosztów — MPBK	ZETO—Łódź	ODRA 1305
	46	System Syntetycznej Analizy Ekonomicznej — AE-7/74	ZETO—Poznań	ODRA 1300 RIAD
	47	Normowanie kosztów	ZETO—Wrocław	ODRA 1300

6	7	8	9	10	11	12
48 000		56 000 ^b				
77 000	4 200	8 400		9 000	8 000	3 000
2 500	4 200	2 800		1 200	1 000	
450 000	200 000 ^f					
100 000		30 000 ^b				
70 000						
250 000	14 000	28 000		60 000	28 000	2 000
200 000	20 000	wg faktycznie zużytego czasu		8 500	18 000	
150 000	50 000 ^e					
57 000	46 000	45 000		wliczony w koszt instalacji	25 000	3 000
155 000		100 000 ^b				
80 000	27 000	28 888				2 000
345 000	340 000 ^b		75 000			55 000 ^d

TABLICA 40 (cd.)

1	2	3	4	5
	48	System Rozliczeń Finansowo-Kontrolnych — FK-2	ZETO—Kraków	RIAD
	49	System Automatycznego Przetwarzania Danych w Zakresie Rozliczeń Finansowo-Kosztowych	ZETO—Poznań	RIAD
Wyszukiwanie informacji	50	System Wyszukiwania Informacji	ZETO—Warszawa	IBM 360/50
Gospodarka komunalna, mieszkanio- wa i spółdzielczość	51	System Automatycznych Ewidencji i Rozliczania Oplat Czynnyszowych — SEOP	ZETO—Jelenia Góra	ODRA 1305
	52	SPOŁEM — Udziały i Dywidendy	ZETO—Koszalin	ODRA 1305
	53	Przekrój i Regulacja Sieci Wody Gorącej — RE-SIWG	ZETO—Łódź	ODRA 1305
Inne	54	Krajowy System Elektronicznego Rozliczania Oszczędności — KSERO	ZETO—Gdynia	ODRA 1300 ICL 1900
	55	System Automatycznej Oceny Hodowlanej Krów — SYMLEK	ZETO—Gdynia	ODRA 1300
	56	Geodezyjno-Kartograficzny System Informatyczny — GEOKART, podsystem: Ewidencja Gruntów	ZETO—Lublin	ODRA 1305

^a Koszty zakupu obejmują łącznie ocenę systemu, wdrożenie, nadzór autorski, konsultacje i szkolenia użytkowników.

* Koszt pracy specjalistów ZETO i koszt eksploatacji komputera.

c Koszt szkolenia 1 słuchacza.

^d Koszt konserwacji.

* Za jednego zatrudnionego u użytkownika.

r Koszt wdrożenia, nadzoru autorskiego i konsultacji w okresie wdrożenia oraz

Z r ó d ł o: opracowano na podstawie *Katalogu powtarzalnych systemów informatycz*

6	7	8	9	10	11	12
82 000	70 000— —140 000	12 000— —15 000			15 000	
52 000	14 000	30 000		15 000	7 000	2 000
87 000	14 000	6 000			2 000— —6 000 ^c	
42 000		50 000 ^b				
82 000	41 000	70 000		9 000	6 000	15 000
42 000		10 000 ^b			3 000 ^c	
		20 000—30 000 ^b				
80 000						

sultacje w okresie wdrażania oraz obowiązkowe przeszkolenie odpowiedniego per-

obowiązkowego przeszkolenia personelu użytkownika.
nych Zjednoczenia Informatyki, QBRI, Warszawa 1978.

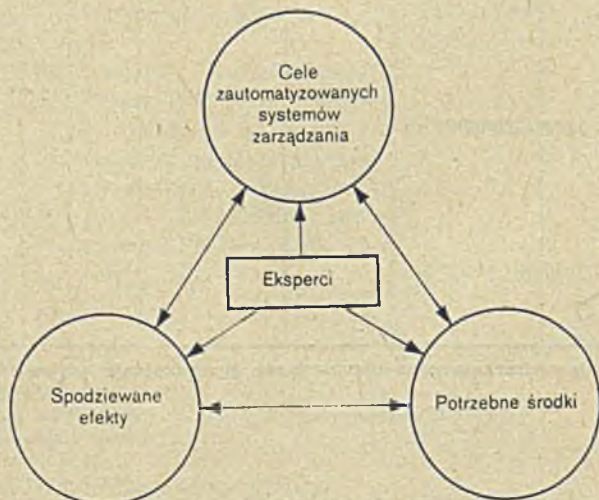
Niektóre wyniki z badań z tego zakresu również prezentujemy w tej pracy. Odczuwa się jednak brak prac z metodyki obliczania efektów dla specyficznej klasy problemów, jaką jest ocena zautomatyzowanych systemów zarządzania. Metodyka oceny nie jest przedmiotem tych rozważań, lecz ze względu na jej ścisły związek z tematem przedstawimy wybrane jej zagadnienia.

Trudno stwierdzić, które z metod szacowania efektów są najlepsze, bowiem ich dobór zależy od konkretnej sytuacji i wpływają nań takie czynniki, jak m.in. funkcje systemu, jego struktura przestrzenna, posiadane środki (kadrowe, rzeczowe i finansowe), otoczenie systemu, systemy współpracujące.

Metody określenia efektów można podzielić na dwie zasadnicze klasy;

- 1) metody subiektywne, w których duże znaczenie przypisuje się ocenie ekspertów, np. metody oparte na drzewie celów, morfologiczne, ankietowe,
- 2) metody obiektywne, oparte na dokumentacji i rachunku, np. jak metoda stosowana przez Komitet Informatyki, czy metody oparte na teorii gier lub metody programowania matematycznego.

Podział ten jest umowny, ponieważ stosowane w praktyce metody nie mają określonej czystej formy. Przeważnie przepla-



Rys. 35. Miejsce ekspertów w określaniu elementów rachunku

tają się w nich i uzupełniają oceny subiektywne i obiektywne, między którymi występują sprzężenia zwrotne w postaci oceny elementów potrzebnych do przeprowadzenia rachunku ekonomicznego.

Prawie we wszystkich metodach korzysta się z doświadczeń ekspertów. Na rysunku 35 zilustrowana jest konieczność łącznego rozpatrywania przez ekspertów triady: cele zautomatyzowanego systemu zarządzania — potrzebne na jego realizację środki — spodziewane efekty. Porównanie efektów i środków potrzebnych na osiągnięcie zamierzonych celów pozwala na ekonomiczną ocenę zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Prawidłowo przeprowadzona ekspertyza pozwala na uściślenie elementów oceny i nadaje jej zabarwienie bardziej obiektywne. Określenie kompetencji ekspertów w tym zakresie opiera się na następujących założeniach¹⁸:

- 1) każde z ocenianych zadań charakteryzuje się stabilnym zbiorem wskaźników, które można przedstawić za pomocą liczb i posiada różne stany,

- 2) sformowana grupa ekspertów ma dostateczną liczebność i wystarczające kompetencje odnośnie ocenianego zdarzenia,

- 3) warunki pracy ekspertów odpowiadają osiągnięciu prawidłowych ocen,

- 4) stosowane metody określenia ocen zespołu ekspertów pozwalają otrzymać prawidłowe oceny zdarzeń.

Najważniejszymi zagadnieniami przeprowadzenia ekspertyzy są: określenie jej celu, wybór grupy ekspertów i ocena ich kompetencji.

1. *Określenie celu ekspertyzy.* Przy jego określeniu powinna być wskazana ocena, ewentualnie przedmiotem ekspertyzy mogą być kryteria, według których należy przeprowadzać ocenę. Konieczne jest przy tym podanie warunków odnośnie jej wykonania, a więc:

- wybór z określonego zbioru, np. ze zbioru komputerów ich podzbioru, zgodnie z minimalizacją kryterium kosztów,

- określenie priorytetu dla poszczególnych elementów zbioru

¹⁸ Por. K. L. Gorfan, N. I. Komkow, L. E. Mindeli, *Principy prostrojenija ekspertnych ocenok pokazatelej nauczno-issledowatelskich robot*, „Naukowiedienija i informatika” 1972.

ru według danej cechy jak ocena w drzewie celu ważności poszczególnych jego elementów z punktu widzenia celu nadrzędnego,

— określenie, jakie działania są niezbędne dla realizacji celu nadrzędnego i jakie należy ponieść koszty dla jego osiągnięcia oraz jakich możemy spodziewać się efektów całkowitych i częściowych.

Trzeba dodać, że od tego, na jakim poziomie podziału oceniane są elementy zbiorów działań, zależy dokładność ocen ekspertów. Doświadczenia uzyskane przy zastosowaniu metody delfickiej i jej podobnych pokazały, że przy zwiększeniu stopnia detalizacji wzrasta zgodność ocen ekspertów.

2. *Wybór grupy ekspertów.* Problemy polegają na określeniu liczebności grupy ekspertów i jej składu (specjalizacja i kwalifikacje ekspertów) oraz zbadanie zgodności celów ekspertów z celami eksperymentu¹⁹. Przy określaniu liczebności grupy ekspertów zakładamy, że są dopuszczalne granice, w których mieścić się powinna liczba ekspertów. Równocześnie znamy potencjalną ilość ekspertów. Problemy zautomatyzowanych systemów zarządzania są tej klasy, że wymagają ekspertów zajmujących się różnorodną problematyką jak organizacja produkcji, planowanie, sprzęt komputerowy, projektowanie. W warunkach istnienia dużej liczby ekspertów, oceny oddzielne, prawie nie oddziałują na ocenę grupową²⁰. Niekiedy stosować można zmienną ilość ekspertów. Przykładowo dla oceny różnych poziomów drzewa celów — grupa wybranych ekspertów może różnić się od tych, którzy zostali wytypowani dla oceny średnich i niższych fragmentów tego drzewa. Cele nadrzędne w postaci usprawnienia zarządzania organizacją i związany z tym wzrost efektów mogą być oceniane tylko przez najwyższe kierownictwo. Cele częściowe, dotyczące zaprojektowania odpowiednich fragmentów systemu zarządzania, mogą określane być przez średni i niższy szczebel zarządzania.

3. *Określenie poziomu kompetencji ekspertów.* W większości

¹⁹ W warunkach niezgodności możemy w takich wypadkach mieć nieobiektywne oceny ekspertów.

²⁰ Por. G. M. Dobrow i inni, *Ekspertnyje ocenki w nauczno-techničeskom prognostrowanii*, Kijew 1974.

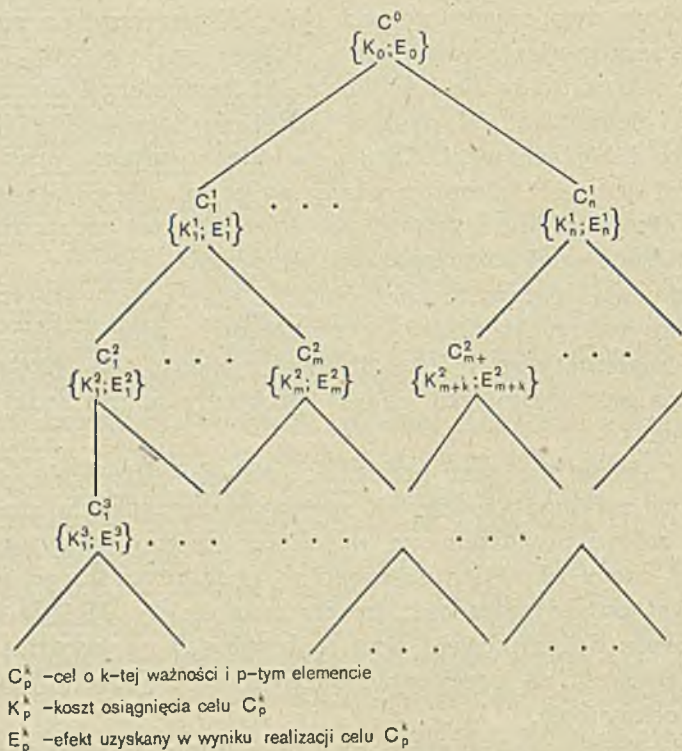
ocen zakładamy, że kompetencja każdego eksperta jest stała. Założenie to w większości wypadków jest błędne. Problematyka zautomatyzowanych systemów zarządzania jest na tyle złożona, że trudno wyobrazić sobie sytuację, w której każdy z elementów drzewa (por. rys. 36) może być przez eksperta określony z pełną znajomością zagadnienia. W literaturze w tym względzie rekomenduje się dwa zasadnicze podejścia. W pierwszym z nich eksperci przeprowadzają samoocenę. Polega ona na tym, że sami eksperci określają swoje współczynniki kompetencji dla poszczególnych elementów. W drugim podejściu wprowadza się tzw. chwilowe i bieżące wagi. Drugą metodę stosujemy przy wielokrokowej ocenie. Obliczamy wtedy na podstawie poszczególnych ocen wielkości różnic *a priori* i *posteriori* i na tej podstawie określamy bieżące wagi poszczególnych ekspertów.

Zagadnienia matematycznej obróbki materiałów otrzymanych w wyniku pracy ekspertów są przedmiotem prac z zakresu statystyki matematycznej i teorii eksperymentu. Ze względu na luźny związek z tematem książki, problemy te nie będą szerzej omawiane.

Ocena ekspertów jest pomocna, jeśli do określenia kosztów i efektów zautomatyzowanych systemów zarządzania stosujemy drzewo celów, przedstawione w postaci ogólnej na rysunku 36. Eksperci mogą określić poszczególne elementy takiego drzewa: cele, występujące zależności, koszty oraz efekty. Metoda drzewa celów przez dekompozycję celu nadrzędnego na bardziej szczegółowe pozwala na precyzyjne określenie środków potrzebnych do jego osiągnięcia.

Metoda drzewa celów stosowana była (przez autora) parokrotnie przy określaniu efektów w wypadkach dużych trudności oceniania efektów globalnych. Przy stosowaniu omawianej metody należy zawsze pamiętać, że istnieje pewne niebezpieczeństwo polegające na możliwości kumulowania się błędów. Koszty i efekty obliczane dla niższego stopnia ważności celu C^{n-1} stają się podstawą obliczeń dla celu C^n , które z kolei umożliwiają obliczenia dla celu C^{n+1} . Nie można jednak zakładać, że odpowiednie koszty i efekty można obliczyć przez ich sumowania. Między poszczególnymi celami zachodzą interakcje, a eksperci powinni określić wielkość tych zależności i siłę ich powiązań.

W badaniach, których celem jest określenie cząstkowych efektów zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania często posługujemy się specjalnymi ankietami. Materiały potrzebne do wypełnienia ankiet uzyskuje się z bezpośredniego wywiadu lub przez samodzielne wypełnienie. Ankiety spełniają dwojaką



Rys. 36. Drzewo celów — postać ogólna
oceny zautomatyzowanych systemów zarządzania

rolę²¹. Po pierwsze powinny nakłonić badanego do udzielenia potrzebnej informacji. Po drugie mają dostarczyć danych z określonej dziedziny. W związku z tym pytania powinny być tak zbu-

²¹ Por. C. F. Cannel, R. L. Hahn, *Budowa kwestionariusza*. W: praca zbiorowa (pod red. S. Nowaka), *Metody badań socjologicznych*, wyd. cyt. W opracowaniu tym podano również podstawowe problemy związane z zasadami budowy ankiet, z których niektóre zostaną dalej omówione.

dowane, aby uzyskać odpowiedź będącą dokładnym i całkowitym odbiciem postawy, poglądu i wiedzy badanego.

Metody ankietowe są jedną z najbardziej popularnych form zbierania danych potrzebnych do rachunku ekonomicznego i stosowane są powszechnie zarówno w kraju, jak i za granicą. W Polsce najszerszy zasięg oddziaływania mają ankiety opracowane przez Sekretariat Komitetu Informatyki. Czytelnikom, którzy będą projektować kwestionariusze dotyczące efektów zautomatyzowanych systemów informatycznych należy zwrócić uwagę na pewne podstawowe problemy związane z ich budową.

1. *Język*. Składnia i słownictwo użyte w kwestionariuszu powinny zapewniać pełną komunikatywność między ekspertem a prowadzącym badania. Mówiąc najprościej — język kwestionariusza musi być zbliżony do języka eksperta. W zakresie zautomatyzowanych systemów zarządzania dodatkowym problemem jest niejednorodność populacji ekspertów, w której skład wchodzi programiści, projektanci, kadra kierownicza. Każda z tych grup ma swój, często hermetyczny, język. W praktyce rozwiązanie problemu polega wówczas na użyciu języka zrozumiałego nawet dla niespecjalistów, a jednocześnie umożliwiającego prawidłowe opisanie zagadnienia.

2. *Układ odniesienia (frame of reference)*. W literaturze metodologicznej oznacza to „system kategorii, w jakich dane sprawy spostrzega dana osoba”. Wiąże się to z koniecznością stawiania każdego zagadnienia w formie odpowiadającej percepcji badanego i uwzględniającego jego poglądy na temat tego, co ważne w badanym problemie. Ekspert może np. nie chcieć odpowiedzieć, jeśli nie widzi związku między pytaniem a własnym rozumieniem problemu. Można spotkać się z postawą, że badania opłacalności zautomatyzowanych systemów zarządzania są niepotrzebne, ponieważ i tak przedsiębiorstwa muszą je stosować, przy istniejącej złożoności problemu. Umiejętnie dobrany zestaw pytań, np. o priorytety, może spowodować, że mimo negatywnego stanowiska do badań, ekspert udzieli istotnych informacji.

3. *Stopień poinformowania*. Pytanie musi być tak sformułowane, aby nawiązywało do stopnia poinformowania eksperta. Nie należy przyjmować nierealnych założeń o jego zasobie wiadomości. Przykładowo — najczęściej nie uzyskamy odpowiedzi od dy-

rektora przedsiębiorstwa, jeżeli zapytamy go o efekty otrzymane w wyniku zastosowania optycznych czynników pisma.

4. *Aprobata społeczna a pytania sugerujące.* Pytania należy formułować tak, aby nie sugerowały żadnej odpowiedzi. Przykładowo — nie należy stawiać pytania typu: czy zastosowanie nowoczesnych form zarządzania, jakimi są zautomatyzowane systemy zarządzania, przynosi korzyści? Odpowiedź przecząca powoduje, że dany ekspert przedstawia się jako oponent nowoczesności. Problem polega na uniknięciu zabarwienia emocjonalnego, gdy chce się uzyskać odpowiedź obiektywną.

5. *Zakres.* Pytanie powinno odnosić się do jednego zagadnienia. Jeżeli pytanie dotyczy równolegle kilku zagadnień, wtedy na podstawie odpowiedzi nie można rozstrzygnąć, czy ekspert wypowiedział się o jednej, czy też wielu poruszonych sprawach. Należy też zwrócić uwagę na szczegółowość postawionego pytania. W wypadku, gdy naszym celem jest zdobycie orientacji o ogólnym stosunku badanego, można zadać pytanie typu: czy uważa Pan za celowe zastosowanie w gospodarce narodowej zautomatyzowanych systemów zarządzania? Interpretacja odpowiedzi na takie ogólne pytanie powinna być bardzo ostrożna i może być traktowana jako wstęp do szczegółowych pytań.

6. *Kolejność pytań.* Pytania powinny być tak sformułowane, aby tworzyły dla eksperta sensowną całość. Na początku należy zadawać pytania ogólne, obejmujące szeroki zakres zagadnienia, a następnie coraz bardziej szczegółowe. Taki układ pozwala ocenić poglądy eksperta na podstawie pierwszych pytań, a jednocześnie nie dopuszcza, aby wyznaczały one treść dalszych odpowiedzi.

Ocena ekspertów przedstawiona za pomocą drzewa celów lub w postaci kwestionariusza pozwala na syntezę oceny za pomocą bardziej precyzyjnych metod, np. zastosowanie teorii gier²², metody morfologicznej czy też zastosowanie gier kierowniczych lub też innych metod takich, jak metoda opracowana przez Sekretariat Komitetu Informatyki, którą dalej przedstawiamy.

W celu obliczania wielkości efektów można stosować metody

²² Zastosowanie teorii gier już omawialiśmy wcześniej, przy rozpatrywaniu problemu wyznaczania wartości informacji.

morfologiczne²³. W metodzie tej, której ogólny schemat postępowania przedstawiamy na rysunku 37, występuje współpraca ekspertów i specjalistów z zakresu technik obliczeniowych. Przedstawiona procedura składa się z następujących etapów: sformułowanie problemu, analiza, synteza, opracowanie wyników.

Prześledźmy poszczególne kroki procedury w zastosowaniu do naszego problemu.

Sformułowanie problemu. 1. Wybór dziedziny badań — tu określenie efektów otrzymanych w wyniku zastosowania zautomatyzowanych systemów zarządzania. 2. Zakreślenie granic problemu przez tzw. tyczenie. 3. Zdefiniowanie problemu.

Techniką poszukiwania całokształtu problemu jest tyczenie. Polega ono na „myślowym pokryciu” dziedziny siecią próbnych punktów lub pól, czyli określeniu, jakie efekty zastosowań są przedmiotem naszej oceny. Na podstawie wstępnej orientacji ustala się granice problemu, poza które nie zamierzamy w prowadzonych badaniach wychodzić. Wytyczony obszar powtórnie pokrywa się gęstszą siecią punktów próbnych — szczegółowych efektów. Proces ten można powtarzać wielokrotnie. Tyczenie ma zapewnić przyłożenie do wszystkich rozpatrywanych obiektów, właściwości i zjawisk jednakowej wagi oraz zapobiec skupieniu zainteresowania na wybranych tylko obiektach z pominięciem innych. Przed zdefiniowaniem problemu należy sprecyzować cele badań oraz przewidywane korzyści.

Na etap analizy składają się dwa kroki:

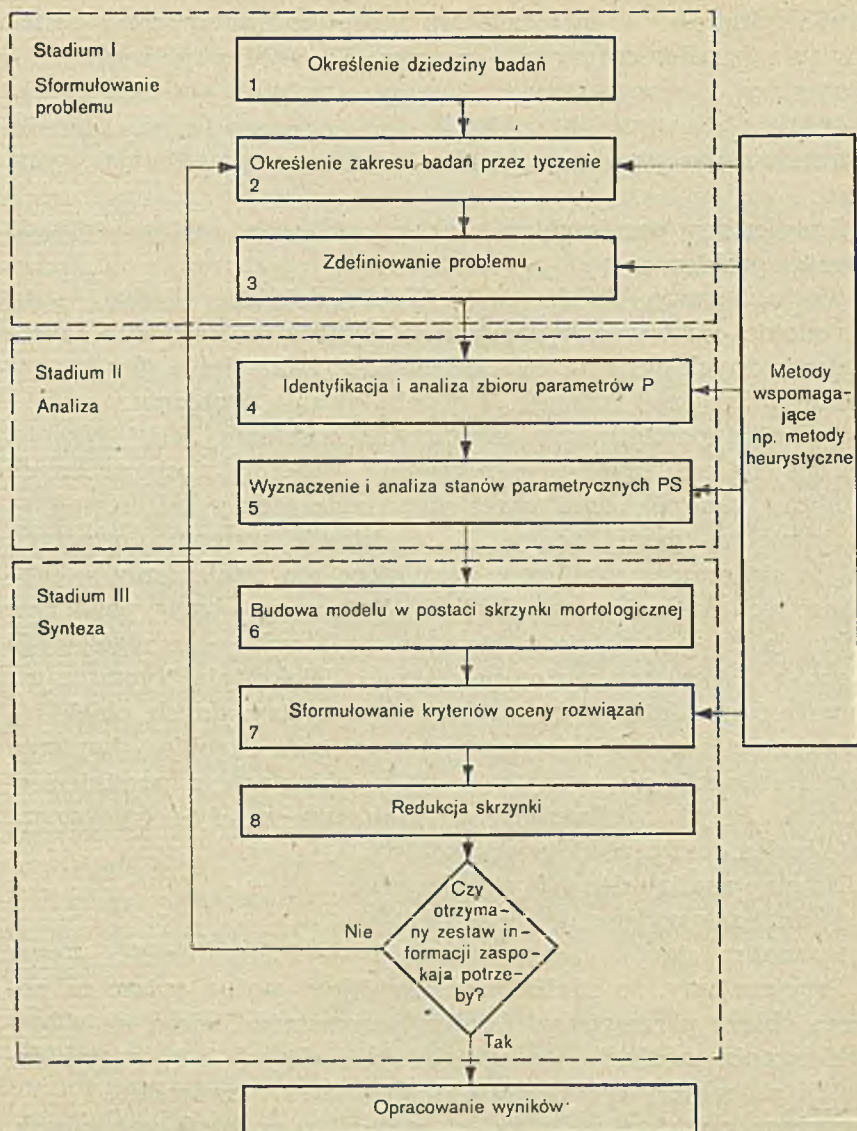
- 1) analiza parametrów *P* (*parameters*),
- 2) analiza stanów parametrycznych — *PS* (*parameter steps*).

Przyjmujemy, że zdefiniowany problem można opisać za pomocą zbioru parametrów. Analizą parametrów polega na zidentyfikowaniu możliwie wszystkich wynikających z przyjętej definicji charakterystyk obiektu stanowiącego rozwiązanie.

Słabym punktem metody jest brak niezawodnych wskazówek, które pozwalałyby stwierdzić, czy lista parametrów jest kompletna. Pomocą dla analityków są zbiory heurystyk²⁴. Przykładowe

²³ Por. F. Zwicky, *Discovers, Invention, Research Through the Morphological Analysts*, Mac Millan, New York 1969; por. również K. Rudnicki, *Metoda morfologiczna*, „Studia Filozoficzne” 1964, nr 1, s. 101.

²⁴ Por. Z. Messner, op. cit.



Rys. 37. Procedura morfologiczna

pytania i dyrektywy heurystyczne²⁵ mogą brzmieć: czym ma być obiekt, jakie cechy ma mieć obiekt, czy to już wszystkie możliwe charakterystyki, czy znasz podobny problem?

²⁵ Por. A. Góralski (red.), *Zadanie, metoda, rozwiązanie*, Warszawa 1978 (zbiór 1, IV).

Każdy parametr ulega podzieleniu na stany dające się wyodrębnić, niezależne, nie redukujące się. Gdy zjawisko opisywane przez parametr ma charakter ciągły, należy wyodrębnić określone przedziały. Zbiór stanów parametrycznych reprezentuje w granicach postawionego problemu wszystkie środki potrzebne do osiągnięcia wyznaczonych charakterystyk rozwiązania. W drugim etapie metody dążymy więc do identyfikowania wszystkich składników danej sytuacji.

Etap syntezy przebiega według następujących kroków:

- 1) budowy skrzynki morfologicznej (kluczowy moment metody),
- 2) ustalenie mierników oceny rozwiązań,
- 3) redukcja skrzynki i wybór rozwiązania.

Modelem problemu jest morfologiczna skrzynka, tj. n -wymiarowa przestrzeń rozwiązań, której wymiary odpowiadają poszczególnym parametrom problemu. Skrzynka obejmuje wszystkie stany parametryczne, czyli cały, występujący przy przyjętej definicji problemu, zakres zmienności parametrów, a więc reprezentuje wszystkie możliwe ich kombinacje. Graficzny zapis skrzynki jest następujący:

$$\begin{array}{c} p_1^1, p_1^2, p_1^3, \dots, p_1^{11} \\ p_2^1, p_2^2, p_2^3, \dots, p_2^{12} \\ \dots\dots\dots \\ p_n^1, p_n^2, p_n^3, \dots, p_n^{1k} \end{array}$$

Przedstawiony wariant jest jednym z wielu możliwych zestawów informacji. Poszczególne warianty rozwiązań otrzymujemy przez kombinowanie dowolnego stanu PS z każdego wiersza tablicy. Liczbę rozwiązań otrzymujemy, mnożąc przez siebie liczby stanów w kolejnych wierszach i odejmując liczbę sprzecznych permutacji. Skrzynka morfologiczna jest więc zbiorem wszystkich możliwych efektów zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania. Dopiero po skonstruowaniu skrzynki wprowadza się do procedury elementy wartościujące. Jest to problem nadzwyczaj złożony i wymaga zastosowania rachunku prawdopodobieństwa dla określenia pewności uzyskania spodziewanych efektów. Fragment skrzynki morfologicznej przedstawiamy na

rysunku 38. W rzeczywistości skrzynka jest wielowymiarowa i pozwala na określenie różnych wariantów efektów, które możemy otrzymać przy stosowaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania.

Metodą opartą na danych uzyskanych ze sprawozdawczości i uzupełnioną ocenami ekspertów jest metoda stosowana przez Sekretariat Komitetu Informatyki. Sposób określenia efektów przez jednostkę organizacyjną według tej metody obejmuje: efekty bezpośrednie oraz efekty pośrednie. Za efekty bezpośrednie

Rodzaj efektów	Fizycznym			Wartościowym	
	zmniejszenie o 10 osobołat	zmniejszenie o 15 osobołat	zmniejszenie o 20 osobołat	zmniejszenie funduszu płac o 100 tys. zł	zmniejszenie funduszu płac o 150 tys. zł
Zatrudnienie	zmniejszenie o 10 osobołat	zmniejszenie o 15 osobołat	zmniejszenie o 20 osobołat	zmniejszenie funduszu płac o 100 tys. zł	zmniejszenie funduszu płac o 150 tys. zł
Produkcja	wzrost produkcji o 10 t/rok	wzrost produkcji o 30 t/rok	wzrost produkcji o 50 t/rok	wzrost produkcji dodanej o 5 mln/rok	wzrost produkcji dodanej o 15 mln/rok
Zaopatrzenie	zmniejszenie niedoborów o 0,5%	zmniejszenie niedoborów o 1%	zmniejszenie niedoborów o 3%	wzrost wartości sprzedaży o 3 mln/rok	wzrost wartości sprzedaży o 7 mln/rok
Transport	zmniejszenie pustych przebiegów o 3%	zmniejszenie pustych przebiegów o 10%	zmniejszenie pustych przebiegów o 15%	obniżka kosztów transportu o 200 tys./rok	obniżka kosztów transportu o 500 tys./rok

Rys. 38. Wycinek skrzynki morfologicznej do określenia wielkości efektów dla zautomatyzowanego systemu zarządzania w kombinacie przemysłowym

przyjęto wielkość obniżenia lub zwiększenia kosztów przetwarzania danych, dla których zastosowano komputer(y), w stosunku do kosztów tych prac wykonywanych uprzednio tradycyjnie (ręcznie lub za pomocą maszyn licząco-analitycznych). Efekty bezpośrednie oblicza się według formuły:

$$E_b = K_r - K_{emc}$$

gdzie:

- E_b — efekt bezpośredni,
 K_r — koszt przetwarzania tradycyjnego,
 K_{emc} — koszt przetwarzania komputerowego.

Jako efekty pośrednie uzyskane w wyniku zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania przyjęto:

1) zwolnienie środków obrotowych; jest to np. obniżenie średniego (w roku) stanu zapasów materiałowych w stosunku do wartości ich rocznego zużycia, skrócenie cyklu produkcyjnego lub inwestycyjnego (zmniejszenie średniego rocznego stanu środków obrotowych zamrożonych w produkcji lub inwestycjach w toku, w stosunku do rocznej wartości produkcji sprzedanej lub inwestycji zrealizowanych),

2) zwiększenie akumulacji powstałe przykładowo wskutek: obniżenia kosztów (obniżenie jednostkowego kosztu wytwarzania wyrobu przez usprawnienie planowania operatywnego, a zatem lepsze wykorzystanie aparatu produkcyjnego, zmniejszenie amortyzacji, wzrost wydajności pracy itp.), obniżenie kosztów eksploatacji obiektu lub kosztu wytwarzania w wyniku automatyzacji sterowania procesem,

3) zwiększenie wartości zbytu wyrobów wskutek poprawy jakości wyrobu uzyskanej w wyniku automatyzacji sterowania procesem produkcyjnym.

W wypadku uzyskania przez użytkownika zautomatyzowanego systemu zarządzania efektów w związku z poprawą na odcinku zapasów materiałowych, przyjęto wielkość zmniejszenia średniego zapasu, w stosunku do wartości ich rocznego zużycia, jako sumę zmniejszenia zapasów w kolejnych latach, w stosunku do tzw. roku podstawowego. Za rok podstawowy przyjęto rok poprzedzający wprowadzenie systemu dla potrzeb gospodarki materiałowej.

Wielkość zmniejszenia zapasu materiałów w stosunku do ich rocznego zużycia określono na podstawie porównania tych wartości kształtujących się w roku poprzednim:

- średni zapas materiałów (w tys. zł),
- zużycie materiałów (w tys. zł),
- stosunek procentowy średniego zapasu materiałów do ich zużycia,
- procent zmniejszenia zapasu materiałowego,
- wartość zmniejszenia zapasu (w tys. zł).

Obliczenie efektów pośrednich napotyka trudności ich precyzyjnego ustalenia. Wpływ systemu informacyjnego, przez zastosowanie informatyki, na sprawność i efektywność obsługiwanego przez ten system przedsiębiorstwa (instytucji) jest wielostronne powiązany z oddziaływaniem innych czynników organizacyjno-decyzyjnych. Trudność polega tu m.in. na określeniu, jaką część ogólnie uzyskanych efektów można przypisać działaniu zautomatyzowanego systemu zarządzania. W wypadku trudności ich ustalenia w metodyce Sekretariatu Komitetu Informatyki posłużono się metodą szacunku dokonaną przez ekspertów jednostki organizacyjnej (głównego księgowego, głównego ekonomisty, głównego informatyka), na podstawie której ustalono procentowy wskaźnik udziału efektów uzyskanych w wyniku stosowania informatyki, w ogólnej sumie efektów przedsiębiorstwa (instytucji), w określonym roku.

6. Gra symulacyjna jako metoda określenia elementów rachunku

Przedstawiona dalej idea gry symulacyjnej ma za zadanie pokazanie, w jaki sposób można wycenić elementy rachunku ekonomicznego przy pomocy zespołu ekspertów w sytuacjach konfliktowych. Sytuacja konfliktowa może być spowodowana tym, że popyt na zautomatyzowane systemy zarządzania przekracza możliwość ich budowania. W związku z tym należy szczególnie troskliwie podchodzić do analizy przesłanek, które prowadzą do podjęcia decyzji dotyczących priorytetu budowy systemów.

Omówione założenia gry symulacyjnej zostały sprawdzone

przez autora na kursach kadry kierowniczej resortu finansów i resortu przemysłu spożywczego i skupu. Kadra kierownicza w obu resortach miała za zadanie szacowanie elementów rachunku przy podejmowaniu decyzji w czasie wdrażania zautomatyzowanego systemu zarządzania w podległych im przedsiębiorstwach²⁶.

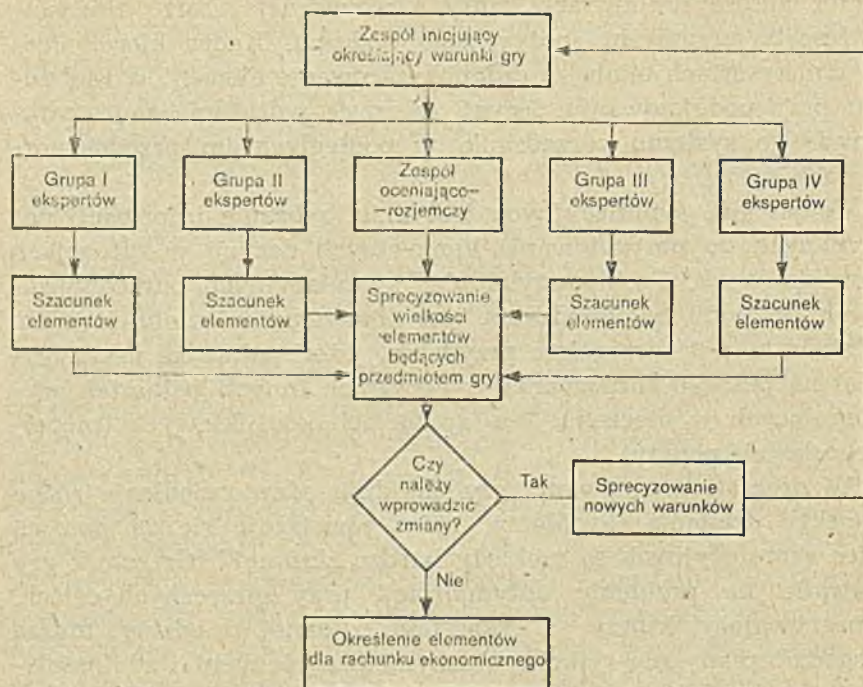
Celem gier symulacyjnych jest m.in. zebranie informacji potrzebnych do przygotowania konkretnych decyzji w sytuacjach konfliktowych. Problematyka gier symulacyjnych opracowywanych do potrzeb zarządzania jest omawiana w wielu pracach. Metoda ta jest szczególnie przydatna, jeżeli jednostka decyzyjna nie ma pełnego rozpoznania w decyzjach innych jednostek występujących w otoczeniu i w sytuacjach konfliktowych (niepełne pokrycie popytu).

W procesie rozgrywania gry znajdują odzwierciedlenie różne aspekty działania. Problemy, które rozwiązuje się za pomocą gier symulacyjnych są niekiedy bardzo złożone²⁷. Uczestnik gry natrafia na problemy optymalizacji przy sprzecznych celach. Rozgrywający, którzy są ekspertami z danej dziedziny, muszą pogodzić plany nie tylko z własnymi pragnieniami i zdolnościami, ale również z pragnieniami i zdolnościami innych ekspertów. Elementami gry są, oprócz ekspertów, dysponowane środki, zadania, reguły gry. Ogólny przebieg gry przedstawiamy na rysunku 39.

W celu pełniejszej ilustracji przedstawimy uproszczony przykład numeryczny zastosowany w szkoleniu kadry kierowniczej. W pełnej grze sytuacja była bardziej złożona, ale chodzi nam tu o omówienie samej metody wyznaczenia elementów rachunku przeprowadzonego według formuły podanej w opisie gry. W celu skrócenia opisu przyjęto, że takie elementy rachunku, jak efekty jednostkowe, zostały przez ekspertów wstępnie określone. W rzeczywistości, nawet w prezentowanej wersji uproszczonej, eksperci poprawiali wstępne szacunki wielkości efektu globalnego i efektów cząstkowych. Zaletą metody jest to, że na-

²⁶ W resorcie finansów problem polegał na decyzji wdrożenia systemu w wojewódzkiej centrali banku, w przemyśle spożywczym — w przedsiębiorstwie przemysłowym.

²⁷ Por. M. Shubik, *Game Theory and Related Approaches to Social Behavior*, John Wiley 1964.



Rys. 39. Ogólny przebieg gry

wet przyjęcie w początkowej fazie błędnych szacunków nie rzuca w zasadniczy sposób na końcowe elementy, bowiem są poprawiane na drodze iteracyjnej.

6.1. Cechy gry

1. *Uniwersalność gry*. Mimo iż w konkretnym wypadku gra dotyczy problemu opracowania i wdrożenia zautomatyzowanego systemu zarządzania, to po pewnych adaptacjach można ją zastosować do takich problemów, jak: budowa nowych zakładów, modernizacja parku maszynowego, wprowadzenie innowacji itd.

2. *Otwartość gry*. Sami uczestnicy są w pewnych obszarach jej twórcami; mogą ustalać pewne prawa i ograniczenia. W grę można wmontować też nowe formuły oceny zależne od aktualnie obowiązujących przepisów.

3. *Interakcyjność*. Wynik gry zależy nie tylko od umiejętności zespołu, ale też od sposobu gry każdego z uczestników. Kooperacja między zespołami ma charakter w pewnych częściach rozgrywki konkurencyjnej, w pewnych natomiast pozytywny. Decyzje jednego z zespołów wpływają na decyzje innych współgrających.

4. *Stochastyczność*. Informacje o parametrach gry mają charakter stochastyczny.

Dwie ostatnie cechy powodują, że wyniku gry nie można przewidzieć i w każdej rozgrywce, jeżeli chociaż jeden z zespołów zmieni strategię, spowoduje tym samym inny wynik. Ostatecznie elementy potrzebne do rachunku powinny być ustalone po wielokrotnym powtórzeniu rozgrywek w różnych układach.

6.2. Założenia scenariusza

W grze eksperci są podzieleni na pięć grup reprezentujących zjednoczenie traktowane jako zespół oceniająco-rozjemczy oraz cztery przedsiębiorstwa A, B, C, D. Produkcja przedsiębiorstw przeznaczona jest na zaopatrzenie rynku. Brak rozpoznania potrzeb rynku, jak też błędy w decyzjach dotyczących jego zaopatrzenia (wzrost kosztu transportu, zwrot niesprzedanej produkcji) spowodowały pogorszenie się wskaźników oceny działalności tych przedsiębiorstw. Z analizy, która ma na celu poprawę tego stanu, wynika, że jedną z dróg jest zastosowanie zautomatyzowanego systemu zarządzania. System, w którym będą uwzględnione moduły optymalizacyjne, pozwoli m.in. na optymalizację tras transportowych, stanów magazynowych oraz na sterowanie i kontrolę rozwoju zakładu. Ponieważ zakłady A, B, C i D mają podobny profil produkcyjny i podobne problemy w zarządzaniu, założono, że nie występują znaczące różnice między fazami projektowania i wdrażania poszczególnych zautomatyzowanych systemów zarządzania. W specjalistycznym ośrodku obliczeniowym opracowano program wdrażania systemu i sprecyzowano wstępny kosztorys. W programie zamieszczono przewidywaną kolejność zadań ²⁸.

²⁸ Wymienione zadania jak i ich kolejność mogą być zmienione w zależności od konkretnej sytuacji zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 39.

Po opracowaniu założeń projektowych (a) i ich akceptacji przez przedsiębiorstwa, specjalistyczny ośrodek przystępuje do opracowania projektu (b). Po zatwierdzeniu projektu można rozpocząć pięć następujących zadań:

- przygotowania programu szkolenia (c),
- zamówienia sprzętu komputerowego (g),
- zamówienia aparatury klimatyzacyjnej (d),
- przygotowania organizacyjnego zakładu (l),
- wykonania robót budowlanych w ośrodku obliczeniowym (j).

Po przygotowaniu programu szkolenia (c) można jednocześnie przeprowadzać szkolenie wyższej i średniej kadry kierowniczej (p) oraz doskonalenie kadry ośrodka obliczeniowego (m).

Po zamówieniu maszyn (g) następuje ich dostawa (h), po której można przystąpić do instalacji (k), z tym, że zależy to również od zakończenia prac nad przygotowaniem organizacyjnym zakładu (l).

Po zamówieniu aparatury klimatyzacyjnej (d) następuje jej dostawa (e), a następnie próba aparatury (f).

Po zakończeniu:

- instalacji sprzętu (k),
 - próby aparatury klimatyzacyjnej (f),
 - robót budowlanych (j),
 - doskonalenia kadry ośrodka obliczeniowego (m),
 - szkolenia kadry kierowniczej przedsiębiorstwa (p),
- można przystąpić do testowania sprzętu (s).

Po zakończeniu robót budowlanych (j) można przystąpić do robót wykończeniowych (r). Po zakończeniu testowania (s) i robót wykończeniowych (r) możemy przystąpić do realizacji ostatniego zadania — próbnej eksploatacji zautomatyzowanego systemu zarządzania (t).

W celu sprowadzenia warunku gry do porównywalności zakłada się, że w poszczególnych zespołach nie można zmieniać kolejności wykonania zadań. Zamiana kolejności, czy też wykreślenie lub dodanie nowych zadań, jest możliwe za zgodą wszystkich ekspertów, czyli uczestników gry. Wykaz zadań, ich symbolika oraz przypisany tym zadaniom czas realizacji podany jest w tabelicy 41.

Harmogram prac został opracowany w dwóch wersjach.

Wariant I — o standardowym czasie realizacji i normalnych jej kosztach.

Wariant II — o czasie maksymalnie skróconym, lecz możliwym do uzyskania pod warunkiem poniesienia dodatkowych nakładów realizacji.

Wykaz zadań oraz informacje o normalnym czasie realizacji zadań, koszcie realizacji w normalnym czasie, możliwym czasie realizacji zadań i minimalnym jednostkowym koszcie przyspieszenia podano również w tablicy 41.

Dodajmy, że możliwy czas realizacji jest to czas, którego nie można już bardziej skrócić. Wynika to z istnienia różnego rodzaju barier, takich jak techniczna, organizacyjna itp. Natomiast minimalny jednostkowy koszt przyspieszenia jest to koszt, który musi być poniesiony, jeżeli skrócimy termin realizacji o jednostkę. O tę sumę zwiększy się całkowity koszt realizacji. Przykładowo: jeżeli będziemy chcieli skrócić czas realizacji zadania „roboty budowlane” o tydzień, czyli będziemy realizować zadanie w 17 jednostek, to koszt wyniesie co najmniej 12 250 tys. zł, z czego 12 000 tys. zł to koszt normalny, a 250 tys. zł to koszt przyspieszenia o jednostkę czasu (tydzień). Ile kosztowałaby realizacja zadania w czasie o 9 jednostek krótszym niż normalnie? Prawidłowa odpowiedź jest następująca: nie można skrócić czasu realizacji o 9 jednostek, ponieważ minimalny czas realizacji wynosi 10 jednostek, czyli maksymalne przyspieszenie wynosi 8 jednostek.

Te przedsiębiorstwa, które będą realizować wariant standardowy mogą go finansować z własnych funduszy i otrzymują 65 000 tys. zł zysku z tytułu poprawy ekonomiki wyników działalności.

Przyjęcie wariantu przyspieszonego wymaga zaciągnięcia odpowiednio oprocentowanej pożyczki z banku za zgodą zjednoczenia. Każde z przedsiębiorstw może otrzymać co najwyżej 8 000 tys. zł pożyczki oprocentowanej w wysokości 30%. Początkowo przedsiębiorstwo może podjąć decyzję o zaciągnięciu niższej pożyczki, wtedy płaci odsetki od mniejszej sumy. Niezależnie od wykorzystania pożyczki przedsiębiorstwa płacą odsetki od całej zaciągniętej pożyczki. W razie przekroczenia wysokości pożycz-

TABLICA 41

Wykaz zadań i podstawowe o nich informacje

Lp.	Zadanie	Sym- bol	Czas realizacji (w tygod- niach)	Koszt realizacji w normal- nym czasie (w tys. zł)	Możliwy czas rea- lizacji (w tygod- niach)	Mini- malny jednost- kowy koszt przyspie- szenia (w tys. zł)
1	2	3	4	5	6	7
1	Założenia projektowe	a	4	500	3	200
2	Opracowanie projektu	b	12	1800	8	150
3	Przygotowanie progra- mu szkolenia	c	2	200	1	50
4	Zamówienie aparatury klimatyzacyjnej	d	2	200	1	100
5	Zamówienie sprzętu komputerowego	g	3	15000	2	180
6	Przygotowanie organi- zacyjne zakładu	l	12	5000	9	80
7	Roboty budowlane w ośrodku obliczenio- wym	j	18	12000	10	250
8	Dostawa aparatury klimatyzacyjnej	e	10	1000	7	60
9	Dostawa sprzętu kom- puterowego	h	15	3000	11	220
10	Doskonalenie kadry ośrodka obliczeniowego	m	18	600	6	200
11	Szkolenie niższej i śre- dniej kadry kierowni- czej	p	6	200	3	120
12	Próby aparatury kli- matyzacyjnej	f	5	1600	3	100
13	Instalacja sprzętu komputerowego	k	3	4500	1	500
14	Testowanie	s	4	6000	2	300
15	Roboty wykończenio- we zewnętrzne	r	6	1500	2	400
16	Próbna eksploatacja zautomatyzowanego systemu zarządzania	t	3			

ki, za każdą dodatkową złotówkę przedsiębiorstwo płaci bankom 0,80 zł odsetek.

Przedsiębiorstwo ma dwa rodzaje limitów:

- 1) pożyczkę bankową,
- 2) limit środków rzeczowych, które są przeznaczone na skrócenie zadań.

Ograniczenia związane m.in. z wielkością i kwalifikacjami kadr, materiałami, maszynami, wykonawcami powodują, że przedsiębiorstwa konkurują między sobą. Limity środków przeznaczonych przez zjednoczenie dla wszystkich przedsiębiorstw przedstawiamy w tablicy 42.

Na podstawie tych danych możemy stwierdzić, że potrzeby przedsiębiorstw są zaspokajane w 50%. Na przykład limity w skali wszystkich przedsiębiorstw pozwalają na skrócenie czasu realizacji zadania — założenia projektowe (a) o 2 tygodnie. Ponieważ możliwe przyspieszenie tego terminu wynosi 1 tydzień, to popyt ze strony wszystkich przedsiębiorstw może wynosić 4 tygodnie, a zatem jest zaspokojony w 50%. Reguły przyznawania limitów omówione zostaną w części dotyczącej rozgrywki.

Przedsiębiorstwo ma w zasadzie do wyboru dwie czyste strategie:

- Strategia I — realizacja wariantu I,
- Strategia II — realizacja wariantu II.

Przedsiębiorstwo, które niezależnie od kosztów wcześniej ukończy realizację przedsięwzięcia, otrzymuje dodatkową premię. Przykładowo: pierwsze przedsiębiorstwo 1500 tys. zł, drugie przedsiębiorstwo 1000 tys. zł. Najlepszy wynik osiągnie to przedsiębiorstwo, które uzyska najwyższy zysk obliczony według formuły:

$$Z = 65\,000 \text{ tys. zł} + Z_p + P_n - K_s - K_p - K_b - K'_b \pm U + U_b,$$

gdzie:

- Z_p — dodatkowy zysk otrzymany za wcześniejsze ukończenie, realizacji przedsięwzięcia,
- P_n — premia dodatkowa otrzymana za pierwsze i drugie miejsce w realizacji przedsięwzięcia,
- K_s — koszt stały ponoszony na realizację programu,
- K_p — koszt przyspieszenia,

Zadania	Limit dla przedsiębiorstw (tygodni)	Minimalny jednostkowy koszt przyspieszenia jednego tygodnia (w tys. zł)	Zakup środków
a	2	200	
b	8	150	
c	2	50	
d	2	100	
g	2	180	
l	6	80	
j	16	250	
e	6	60	
h	8	220	
m	24	200	
p	6	120	
f	4	100	
k	4	500	
s	4	300	
r	6	250	
t	2	400	

K_b — odsetki bankowe płacone od udzielonej pożyczki,

K'_b — koszty wynikłe z przekroczenia pożyczki bankowej,

U — saldo transakcji między analizowanym przedsiębiorstwem a innymi przedsiębiorstwami,

U_b — uzysk otrzymany ze sprzedaży środków zjednoczeniu.

W zasadzie przedsiębiorstwa stosują strategie mieszane, które zależą od własnej kalkulacji i strategii innych przedsiębiorstw.

W czasie konkurowania o limitowane zasoby na budowę ośrodka obliczeniowego może powstać taka sytuacja, że przedsiębiorstwo zakupi środki, które nie spowodują skrócenia terminu realizacji. Wynika to z błędnego oszacowania własnych potrzeb. Wtedy błędną decyzję można naprawić w następujący sposób:

1) odsprzedać środki innemu przedsiębiorstwu na zasadzie wzajemnego porozumienia po ustalonej między nimi cenie,

2) odsprzedać środki zjednoczeniu, które płaci przedsiębiorstwu 50% minimalnego kosztu przyspieszenia zgodnie z tablicą.

W wyniku skrócenia terminu wdrożenia systemu przedsiębiorstwo uzyska szybciej efekty, które wyniosą przy przyspieszeniu

realizacji o jeden tydzień — 300 tys. zł, dwa tygodnie — 650 tys. zł, trzy tygodnie — 1000 tys. zł, cztery tygodnie — 1450 tys. zł, pięć tygodni — 1950 tys. zł. Jeżeli termin ten ulegnie jeszcze poważniejszemu skróceniu, to dodatkowy efekt dla dowolnej liczby tygodni (przy założeniu, że będzie ono większe od 5 tygodni) oblicza się z następującej formuły:

$$Z_d = 1950 \text{ tys. zł} + (t_p - 5) \cdot Z_p,$$

gdzie:

Z_d — zysk dodatkowy,

t_p — przyspieszenie realizacji w tygodniach,

Z_p — zysk otrzymany w wyniku przyspieszenia realizacji przypadający na jeden tydzień, w założonych warunkach przyjęto go w wysokości 500 tys. zł.

6.3. Przebieg gry

1. *Podział ról.* W grze bierze udział od 15 do 25 uczestników — ekspertów, którzy podzieleni są na 5 grup. Jedna grupa przedstawiająca zjednoczenie, to 5 osób, z których jedna pełni rolę dyrektora zjednoczenia, pozostałe zaś funkcje zastępców d/s łączności z przedsiębiorstwem.

Zjednoczenie decyduje o zmianie poszczególnych parametrów gry, jak też rozstrzyga wszystkie sporne kwestie. Ponadto przez zjednoczenie przedsiębiorstwa kontaktują się z bankiem.

Następne grupy rozgrywające to przedsiębiorstwa. W skład takiej grupy wchodzi od 3 do 5 osób, które wybierają spośród siebie dyrektora i głównego księgowego. W czasie gry można zmienić obsadę tych stanowisk, lecz wymaga to akceptacji zjednoczenia. Oferty składane zjednoczeniu muszą być parafowane przez dyrektora i głównego księgowego.

2. *Przygotowanie.* Uczestnicy gry otrzymują opis gry, w którym zawarte są informacje o jej warunkach.

3. *Pożyczka.* Poszczególne przedsiębiorstwa, na podstawie analizy materiałów gry zgłaszają swoje potrzeby na środki finansowe w wysokości do 8000 tys. zł. Przypominamy, że pożyczka ta jest oprocentowana w wysokości 30%. Zjednoczenie może zmniejsz-

żyć lub też zwiększyć wysokość pożyczki i oprocentowanie, jednak zmiana taka musi dotyczyć wszystkich przedsiębiorstw, a nie jednego wybranego. Przedsiębiorstwa składają oferty na odpowiednim formularzu.

4. *Zakup limitowanych środków.* Każde zadanie ma swoją kartę, na której napisany jest jego numer. Dyrektor zjednoczenia lub wyznaczony przez niego pracownik zjednoczenia losuje jedną kartę i podaje limit środków oraz minimalny jednostkowy koszt przyspieszenia. Na limitowane środki poszczególne przedsiębiorstwa składają zgłoszenie oferty, w z góry ustalonym terminie. Wszystkie oferty powinny być co najmniej równe minimalnemu kosztowi przyspieszenia. Jednak ze względu na fakt, że środki są ograniczone, przedsiębiorstwa powinny o nie konkurować. Konkurencja ta przejawia się m.in. w konieczności zapewnienia lepszych warunków pracy niż w innych przedsiębiorstwach, co wiąże się z przyspieszeniem otrzymania mieszkań dla pracowników, pracami w godzinach nadliczbowych, premiami za wykonanie zadań ponadplanowych i specjalnych, rozbudową bazy socjalnej itd. Wynikiem takiej sytuacji jest wzrost kosztów realizacji. Przedsiębiorstwo może oferować lepsze warunki, do wysokości udzielonego mu kredytu. W razie jego przekroczenia przedsiębiorstwo ponosi dodatkowe koszty związane ze wzrostem stopy procentowej z 30% do 80%.

Karty zgłoszeń złożone przez przedsiębiorstwa są weryfikowane w zjednoczeniu pod kątem:

a) czy oferowana kwota jest równa co najmniej minimalnej kwocie, jaką kosztuje przyspieszenie tego zadania,

b) czy przedsiębiorstwo może skrócić termin realizacji zadania.

Następnie przyznaje się limity do wysokości podanej w tablicy 44 według zasady najwyższych ofert. Przedsiębiorstwom, które nie otrzymały środków na przyspieszenie realizacji zwraca się kartę zgłoszenia, pozostałym zaś zjednoczenie zatrzymuje karty do weryfikacji rozliczeń.

Procedura taka jest realizowana do chwili, kiedy zostaną wylosowane wszystkie zadania.

5. *Pozytywna kooperacja.* Przedsiębiorstwa muszą starać się naprawić błąd polegający na niepotrzebnym zakupie środków na skrócenie czasu realizacji zadania. Na zasadzie wzajemnych

uzgodnień określają cenę i zgłaszają transakcję zjednoczeniu. Zjednoczenie weryfikuje transakcję jak przy poprzednim kroku.

6. *Odsprzedaż środków — naprawa błędnych decyzji.* Przedsiębiorstwo chcąc poprawić swój wynik oraz nie przechowywać środków ponad potrzebę może, te ze środków, które nie znalazły zastosowania oraz nie zostały odsprzedane innym przedsiębiorstwom, odsprzedać zjednoczeniu. Przedsiębiorstwo zgłasza wszystkie środki, które chce odsprzedać zjednoczeniu. Zjednoczenie kupuje te środki za 50% minimalnej ceny przyspieszenia zadania. Wysokość kwoty, którą uzyskało przedsiębiorstwo odpisuje się od jego kosztów.

7. *Obliczenie wyników.* Przedsiębiorstwa podają wszystkie elementy potrzebne do obliczenia wyników według formuły już podanej, z tym, że:

1) prowadzący grę weryfikuje czas realizacji całego przedsięwzięcia,

2) zjednoczenie na podstawie informacji prowadzącego grę określa premie.

W końcowej dyskusji ocenia się, jaka powinna być w miarę obiektywna ocena poszczególnych elementów rachunku ekonomicznego. Przykład jest szkoleniowy, ale ma na celu prezentację samej metody postępowania prowadzącego do oszacowania elementów w tych sytuacjach, kiedy nasza wiedza jest szczególnie mała, a działamy w warunkach niezaspokojonego popytu na sprzęt komputerowy i automatyzowane systemy zarządzania. Wielkości liczbowe są przyjęte tylko dla ilustracji i zbliżenia czytelnikowi problemu. Gra dotyczyła małego fragmentu zagadnienia. Obecnie opracowuje się rozszerzoną wersję gry bardziej złożonej.

Problematyka poruszana w książce jest na tyle szeroka, że nawet omówienie każdego z pięciu zasadniczych zagadnień tworzących jej rozdziały w oddzielnej pracy, nie wyczerpałoby tematu. Nie stawialiśmy sobie zresztą tak utopijnego zadania. Pragnęliśmy jednak przekonać czytelnika, że za trzema słowami, zautomatyzowane systemy zarządzania, kryją się ogromne problemy, których rozwiązanie wymaga wielopłaszczyznowych badań. W książce przewijają się dwa nurty: jeden — to próba sformułowania podstaw teoretycznych z zakresu ekonomicznej analizy zautomatyzowanych systemów zarządzania, drugi — to prezentacja wybranych danych rzeczywistych z tego zakresu, które uzyskane zostały z praktyki gospodarczej, lub są wynikami badań autora i osób z nim współpracujących, lub przeprowadzanych w różnych ośrodkach. Nasuwa się tu wniosek dotyczący niewielkiej spójności metodologicznej między tymi badaniami, co wiąże się z brakiem centrum koordynacyjnego, jak też wiodącej w tym zakresie placówki badawczej.

Problem wykorzystania zautomatyzowanych systemów zarządzania w praktyce gospodarczej jest ważki, a jego doniosłość jest o wiele większa niż wynikałoby to z wydatkowanych bezpośrednio na ten cel środków. Komputeryzacja polega bowiem nie tylko na zmianach ilościowych, tzn. szybszym i sprawniejszym przesyłaniu większej liczby informacji; podstawowy efekt to zmiany jakościowe. Zmiany te umożliwiają, przez wykorzystanie sprzężeń zwrotnych, uruchomienie procesów samoregulujących,

przy czym, jak pisze K. Piotrowski¹, możliwości te są w zbyt małym stopniu rozpoznane i wykorzystane przez człowieka.

Na podstawie przeprowadzonej analizy istniejących systemów informacyjnych można określić dwie następujące klasy wymagań dotyczące zautomatyzowanych systemów zarządzania:

— pierwsza, która powinna być spełniona przez wszystkie systemy, dotyczy m.in. zapewnienia rzetelności i porównywalności danych,

— druga, zależna od konkretnego szczebla zarządzania, związana jest z takimi zagadnieniami jak dostarczanie danych w odpowiednim terminie i określonym stopniu szczegółowości.

W zakresie analizy kierunków zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania przedstawiono analizę wybranych mierników makroekonomicznych określających miejsce informatyki w naszej gospodarce, oraz w gospodarce krajów, w których informatyka jest wykorzystywana bardziej intensywnie niż w Polsce.

Z przeprowadzonej analizy wynika konieczność dalszego sterowanego rozwoju zastosowań informatyki. W tym celu proponowana została tzw. mapa problemu, która stanie się, być może, narzędziem pomocniczym badania spójności systemów i określenia priorytetów rozwoju poszczególnych kierunków zastosowań zautomatyzowanych systemów zarządzania. Istotne jest badanie współzależności między systemami, przy czym powiązania te można określić za pomocą tzw. macierzy rzędu. Badania w zakresie analizy kierunków rozwoju zautomatyzowanych systemów zarządzania należy kontynuować, ponieważ w ich wyniku możemy m.in. określić: pozycję informatyki oraz określić poziom techniczny projektowanych i eksploatowanych systemów.

Ze względu na braki w tym zakresie materiałów źródłowych przeprowadzone rozważania mają przede wszystkim zadanie metodyczne. Bardziej szczegółowo natomiast został omówiony kierunek, który można by nazwać centralizacją zarządzania przy wykorzystaniu zautomatyzowanych systemów zarządzania. Kierunek ten lansuje się w niektórych pracach z zakresu organizacji i zarządzania jako lekarstwo na wszelkiego rodzaju niedomaganie gospodarki. W książce prezentujemy pogląd, że zautoma-

¹ Por. K. Piotrowski. *Informacja w procesie decyzyjnym*, „*Ekonomista*” 1975, nr 5, s. 1057.

tyzowane systemy zarządzania mogą służyć zarówno centralizacji, jak i decentralizacji. Jednak decydując się na ten pierwszy kierunek musimy liczyć się z bardzo wysokimi kosztami, które należy ponieść na informacyjno-techniczną bazę. Wydaje się też, że istniejące środki techniczne informatyki nie pozwalają na totalną centralizację, a nieuwzględnianie określonych uwarunkowań powoduje powstawanie nierealnych koncepcji wykorzystania systemów informatycznych w zarządzaniu.

Dużą część pracy poświęciliśmy problemom efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania. W tym zakresie rozważania dotyczą pojęcia efektywności w kontekście rozpatrywanego problemu, analizy czynników nań wpływających, metod rachunku i problemów wyceny poszczególnych elementów. W problemie określenia efektywności pragniemy zwrócić uwagę czytelnika na trudności związane z jej oszacowaniem oraz na konieczność całościowego podejścia do tego zagadnienia. W celu określenia efektywności należy badać zarówno efekty otrzymane wewnątrz systemu, jak i efekty zewnętrzne. W analizie efektów wydzielone zostały ich rodzaje oraz sfery w których występują. Na szczególną uwagę zasługuje tu analiza czynników technicznych, ekonomicznych, organizacyjnych i socjo-psychologicznych. Stanowią one łańcuch przyczynowo-skutkowy, który w konsekwencji decyduje o tym, czy możemy uznać przedsięwzięcie wdrożenia zautomatyzowanego systemu zarządzania za udane.

Przeprowadzone rozważania, mimo iż są niepełne, upoważniają do zasygnalizowania tych najistotniejszych kierunków działań, które w konsekwencji mogą przyczynić się do wzrostu efektywności wykorzystania zautomatyzowanych systemów zarządzania.

1. Zasadniczym problemem jest sfera zastosowania systemu. Decyzja, której konsekwencją jest konkretne zastosowanie zautomatyzowanego systemu zarządzania jest niezmiernie istotna z punktu widzenia efektywności. Ogólnie można powiedzieć, że kierunek zastosowania powinien być podporządkowany priorytetowi rozwoju społeczno-gospodarczego kraju, a więc m.in. potrzebne są systemy komputerowe dla tych działów, gałęzi, branż, które w pewnym zakresie decydują o rozwoju kraju.

2. Istotnym problemem jest sprawa zapewnienia spójności pro-

jektowanych, wdrażanych i eksploatowanych zautomatyzowanych systemów zarządzania. W zależności od analizowanego typu spójności, a mianowicie: językowej, metodycznej, funkcjonalnej, technicznej, organizacyjnej, informacyjnej, mamy do czynienia z różnej klasy problemami. Brak działań w tym zakresie prowadzi w konsekwencji do marnotrawstwa środków. Zagadnienia właściwego sterowania rozwojem informatyki i działań niezbędnych dla zapewnienia tzw. zbieżnego rozwoju informatyki nie należą już jednak do tematu pracy.

3. Pewne rezerwy wzrostu efektywności zautomatyzowanych systemów zarządzania istnieją w sferze ich wykorzystania. Drogi do poprawy stopnia wykorzystania sprzętu komputerowego mogą być znacznie zróżnicowane. Będą to zarówno działania, które mają na celu budowę układów poliprocessorowych, jak też sieci abonenckie oraz instalowanie tzw. monitorów hardwarowych i softwarowych. Wydaje się, że bardziej niż dotychczas należy przestrzegać harmonogramu osiągania pełnego wykorzystania sprzętu komputerowego. Szacunkowy rachunek ekonomiczny, który ma na celu tylko ocenę efektywności wykorzystania sprzętu mówi o tym, że sprzęt ten można wtedy uznać za należycie wykorzystany, jeżeli pracuje co najmniej półtorej zmiany. W celu lepszego wykorzystania sprzętu pożądane byłoby wprowadzenie też innych niż obecnie form użytkowania sprzętu. W krajach, bardziej niż Polska zaawansowanych, powszechną formą jest dzierżawa. Dzierżawienie sprzętu komputerowego wymaga jednak rozwiązań wielu problemów organizacyjnych i ekonomicznych.

4. Podjęcie decyzji co do zastosowania zautomatyzowanego systemu zarządzania wymaga stosowania odpowiedniej metodyki rachunku ekonomicznego. Rachunek ekonomiczny powinien być stosowany w roli doradcy ekonomicznego, a więc nie powinien być jedynym kryterium decydującym o zastosowaniu systemu. Rachunek powinien być wykonywany odpowiednio do konkretnej sytuacji oraz umożliwiać weryfikację możliwych decyzji. W zakresie wdrażania zautomatyzowanego systemu zarządzania, ze względu na różnorodność problemów, które powinny być objęte rachunkiem, nie można mówić o jednej formie rachunku, lecz o całym ich zestawie. Wydaje się, że najlepiej do

tego celu nadają się formuły oparte na metodach symulacyjnych typu modeli opierających się na metodzie Analizy Rachunkiem Sald jak MARS I i MARS II.

5. Metody projektowania zautomatyzowanych systemów zarządzania są przestarzałe; praktycznie nie stosuje się metod automatycznego projektowania systemów, w których wykorzystuje się sprzęt komputerowy. Również organizacja procesu projektowania powinna być usprawniona. Za rzadko stosowane są formy kooperacji polegające na współpracy przy projektowaniu, szczególnie powtarzalnych systemów, kilku ośrodków informatycznych. Kooperacja powinna pozwolić na wzrost efektywności procesu projektowania i wielokrotne wykorzystanie opracowanych rozwiązań.

6. Do oszacowania elementów rachunku ekonomicznego należy stosować oprócz konwencjonalnych metod, również takie, które łączą subiektywne i obiektywne przesłanki oceny. W zbyt małym stopniu jako pomoc w sytuacjach decyzyjnych wykorzystywane są metody gier decyzyjnych. Gry mają bowiem oprócz aspektu dydaktycznego duże znaczenie praktyczne i mogą stać się metodą wspomagającą decydentów w ekonomicznej ocenie zautomatyzowanych systemów zarządzania. W pracy przedstawiliśmy taką próbę zastosowania gier decyzyjnych do rozwiązania tej klasy problemu.

Literatura

- Askanas W., *Konflikty organizacyjne przy wdrażaniu eto*, PWN, Warszawa 1977.
- Bańkowski J., Fiałkowski K., *Wprowadzenie do informatyki*, PWN, Warszawa 1978.
- Barton R. F., *Wprowadzenie do symulacji i gier*, WNT, Warszawa 1974.
- Boyd D. F., Krasnow H. S., *Economic Evaluation of Management Information Systems*, „IBM Systems Journal” 1963, nr 3.
- Chmielarz W., Kisielnicki J., *Badanie opłacalności zastosowania systemów informatycznych przy pomocy metody MARS*, „Problemy Organizacji” nr 1, 1979.
- Czerniak J., *Informacja i zarządzanie*, PWN, Warszawa 1978.
- Dean N., *The Computer Comes of Age*, „Harvard Business Review” 1968, Januar-Februar.
- Dahle C. J., Dijkstra E. W., Hoare C. A., *Structured Programming*, Academic Press, London and New York 1972.
- Dobrow G. M. i inni, *Ekspertnyje ocjenki w naucznotiechniczieskom prognozirowanii*, Naucznaia dumka, Kijew 1974.
- Eysymontt J., *Informatyka w planowaniu centralnym*, Instytut Planowania, Warszawa 1977.
- Forrester J. W., *Industrial Dynamics*, MIT Press 1961.
- Flakiewicz W., *Klasyfikator decyzji*, IOPM, Warszawa 1975.
- Flakiewicz W., *System informacji kierownictwa*, PWE, Warszawa 1978.
- Gaber K., Genkin E., *Opriedielenije koliczestwa informacii w sistemach uprawlenija proizvodstwom na osnovie serii informacii 15: Pridmienije elektronowo-wyčislitielnych maszyn w uprawlenii proizvodstwom*, Moskwa 1966.
- Geiger H., *Zur Wirtschaftlichkeit der Informationsverarbeitung*, „Industrielle Organisation” 1970, nr 10.
- Glińska J., *Analiza porównawcza dokumentacji Systemu Informatycznego techniką HIPO a metodą tradycyjną, ZETO*, Wrocław 1977.

- Gościński J., *Zarys teorii sterowania ekonomicznego*, PWN, Warszawa 1977.
- Grinbjerg A. S. i inni, *Awtomatizirovannyje sistemy upravlenija priedpriatjami (metody sozdanija)*, Energija, Moskwa 1978.
- Gwiaździnski J., *Problemy rozwoju informatyki w Polsce*, „Gospodarka Planowa” 1975, nr 7—8.
- Hahn W. A., *Science policyans technology assessment*, IIASA, Luxemburg 1977.
- Hellwig Z., *Aproksymacja stochastyczna*, PWE, Warszawa 1975.
- Hetman F., *Social Assessment of Technology and Some of its International Aspect*, IIASA, Luxemburg 1977.
- Hurtado C. D., *EPD Effectiveness Evaluation*, „Journal of System Management” 1978, nr 1.
- Ilczuk J., *Efektywność systemów informatycznych*, OBRI, Warszawa 1973.
- Ilczuk J. *SCERT metoda racjonalnego doboru zestawu komputerowego*, „Informatyka” 1978, nr 2.
- Ivić M., *Kierunki w lingwistyce*, Ossolineum, Wrocław 1975.
- Jasin E. G., *Ekonomiczeskaja informacija, czto eto takoe?* Statistika, Moskwa 1976.
- Jerczyńska M., *Badanie ekonomicznej efektywności systemów informatycznych*, „Ekonomista” 1973, nr 5.
- Kanter J., *Management Oriented Information Systems*, Prentice Hall Inc, New Jersey 1972.
- Kasprzak T. (red.), *Badania operacyjne w nowoczesnym zarządzaniu*, PWE, Warszawa 1974.
- Kierczyński A., *Efektywność komputeryzacji*, PWE, Warszawa 1975.
- Kisielnicki J., *Krajowy System Informatyczny i jego struktura*, „Przegląd Organizacji” 1973, nr 1.
- Kisielnicki J., *System informatyczny programowania rozwoju gałęzi*, PWE, Warszawa 1976.
- Knyziak Z., Lisowski W., *Ekonomika i programowanie inwestycji przemysłowych*, PWE, Warszawa 1968.
- Kofler E., *O wartości informacji*, PWN, Warszawa 1968.
- Kornai J., *Anti-equilibrium*, PWN, Warszawa 1973.
- Kozielecki J., *Psychologiczna teoria decyzji*, PWN, Warszawa 1975.
- Koźmiński A. K., *Analiza systemowa organizacji*, PWE, Warszawa 1976.
- Krzeczkowska E., *Zintegrowany system statystycznych porównań międzynarodowych*, „Wiadomości Statystyczne” 1976, nr 1.
- Kramarczuk J., *Aktualne kierunki rozwoju zastosowań informatyki w gospodarce narodowej*, PTE, Warszawa 1977.
- Kubica E., *Uwarunkowania organizacyjne efektywnego projektowania i wdrażania systemów informatycznych*, PTE, Warszawa 1978.
- Kulikowski J. L., *Wspólnie z całym środowiskiem*, „Informatyka” 1978, nr 9.

- Kuźmin A., *Metoda szacowania czasu realizacji prac programowych*, „Informatyka” 1974, nr 12.
- Laver M., *Komputery, łączność, społeczeństwo*, PWN, Warszawa 1975.
- Lipajew V.V., *Projektirowanije matematičeskogo obiespiečienija ASU*, Sowiestkoje radio, Moskwa 1977.
- Łukaszewicz R., *Dynamika systemów zarządzania*, PWE, Warszawa 1975.
- Martin J., Norman A., *Computer Society*, Prentice Hall Inc, New Jersey 1970.
- Melich A., *Rachunek ekonomiczny w socjalizmie*, PWE, Warszawa 1971.
- Messner Z., *Informacja ekonomiczna w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, PWN, Warszawa 1971.
- Michalski E., Straszak A., *Fast Method of Computer — Aided Design of Manager Information System*, Białowieża 1976.
- Minc B., *Ekonomia polityczna socjalizmu*, PWE, Warszawa 1967.
- Minc B., *O ekonomicznej niepewności*, „Gospodarka Planowa” 1974, nr 6.
- Mujżel J., *Mechanizm funkcjonowania a gospodarka planowa*, „Gospodarka Planowa”, 1977, nr 12.
- Niedźwiecki J., *Kierunki zwiększenia efektywności ekonomicznej zautomatyzowanego przekazania informacji*, OBRI, Warszawa 1972.
- Nolan R.L., *Computer Data Bases the Future is Now*, „Harvard Business Review”, 1973 nr 5.
- Nauer P., *Zarys metod informatyki*, WNT, Warszawa 1979.
- Pecze T., *Rachunkowość a informatyka*, „Życie Gospodarcze” 1978, nr 18.
- Piotrowski K., *Informacja w procesie decyzyjnym*, „Ekonomista” 1975, nr 5.
- Porwit K., *System planowania*, PWE, Warszawa 1978.
- Praca zbiorowa (pod red. S. Nowaka), *Metody badań socjologicznych*, PWN, Warszawa 1965.
- Praca zbiorowa (pod red. T. Wierzbickiego), *Komputery w gospodarce socjalistycznej*, PWE, Warszawa 1974.
- Praca zbiorowa (pod red. E. Niedzielskiej), *Projektowanie systemów informatycznych*, PWE, Warszawa 1977.
- Praca zbiorowa, *Organizacja procesu programowania systemów informatycznych w zarządzaniu*, PWE, Warszawa 1977.
- Praca zbiorowa, *Informatyka w krajach RWPG*, WNT, Warszawa 1977.
- Radzikowski W., *Zastosowanie metod symulacyjnych w średniookresowym planowaniu w skali branży przemysłu*, Warszawa 1975.
- Rauch W., *Possibilities and Needs for Data Bases for Assessment of New Technologies*, IIASA, Luxemburg 1977.
- Sobczak W., *Teoria informacji*, WNT, Warszawa 1970.
- Shubik M., *Game Theory and Related approaches to Social Behavior*, John Wiley 1964.
- Soucek Z., *Modelowanie i projektowanie systemów gospodarczych*, PWE, Warszawa 1979.
- Spruch W., *Ekonomiczna analiza efektywności postępu technicznego w przedsiębiorstwie przemysłowym*, PWE, Warszawa 1967.

- Stewart R., *How Computers Affect Management*, The Mc Milan Press Ltd, London 1971.
- Targowski A., *Automatyzacja przetwarzania danych*, PWE, Warszawa 1973.
- Terebucha E., *System informacji ekonomicznej w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 1970.
- Terebucha E., *O istocie systemu informacji ekonomicznej w przedsiębiorstwie*, „Przegląd Organizacji” 1966, nr 9.
- Trzcieniecki J., *Elementy teorii systemów i cybernetyki w organizacji i zarządzaniu*, TNOiK, Warszawa 1973.
- Walczak T., *Jak mierzyć stan i rozwój informatyki*, „Informatyka” 1978, nr 9.
- Więckowski J., *Rola zysku w kierowaniu produkcją*, PWE, Warszawa 1965.
- Więckowski J., *Metody analizy ekonomicznej w przemyśle*, PWE, Warszawa 1974.
- Wilczyński W., *Rachunek ekonomiczny a mechanizm rynkowy*, PWE, Warszawa 1965.
- Woźnica W., *EPD w przedsiębiorstwie przemysłowym w świetle badań ankietowych*, „Informatyka” 1976, nr 9.
- Zacher L., *Sterowanie procesami rewolucji naukowo-technicznej*, Ossolineum, Wrocław 1978.
- Zawiślak A. M., *Metodologia systemowa w zarządzaniu*, „Wektory” 1974, nr 7.
- Zwicky F., *Discovers, Invention, Research Through the Morfological Analysis*, Mac Millan, New York 1969.
- Zygier H., *Metodyka projektowania — adaptacje gotowych opracowań projektowych*, OBRI, Warszawa 1976.
- Zygier H., *Metodyka projektowania systemów informatycznych*, Problemy Informatyki, OBRI, Warszawa 1977.



W serii
„INFORMATYKA W PRAKTYCE”
ukazały się dotychczas następujące
pozycje

MARTIN ZSCHOCKE
*Elektroniczne przetwarzanie danych
w gospodarce materiałowej*
Warszawa 1975
s. 118, cena zł 18,—

AGATA ROJEK-GROSZEWSKA
ANDRZEJ ZALESKI
*Gromadzenie danych do elektroni-
cznego przetwarzania*
Warszawa 1976
s. 350, cena zł 40,—

KIT GRINDLEY, JOHN HUMBLE
*Skuteczność wykorzystania kompu-
tera*
Warszawa 1976
s. 245, cena zł 45,—

STANISŁAW ZADROŻNY
*Organizacja zbiorów w małej infor-
matyce*
Warszawa 1977
s. 179, cena zł 25,—

EDWARD KOLBUSZ, EDWARD KRAM
*Wdrażanie systemów informatycz-
nych w przedsiębiorstwach przemy-
słowych*
Warszawa 1977
s. 268, cena zł 36,—

ANDRZEJ JORDAN
*Organizacja zbiorów w pamięciach
dyskowych*
Warszawa 1977
s. 129, cena zł 19,—

Praca zbiorowa
Przechowywanie danych
(tłum. z jęz. niem.)
Warszawa 1977
s. 154, cena zł 23,—

ZYGMUNT RYZNAR
*Bank danych w przedsiębiorstwach
przemysłowych*
Warszawa 1978
s. 172, cena zł 26,—

ANTONI NOWAKOWSKI
WOJCIECH OLEJNICZAK
Minikomputery biurowe
Warszawa 1978
s. 168, cena zł 25,—

BRONISŁAW OBIREK
*Przygotowanie przedsiębiorstwa do
zastosowania informatyki
w zarządzaniu*
Warszawa 1978
s. 151, cena zł 23,—

IGNACY DZIEDZICZAK
*Model księgowości informatycznej
w przedsiębiorstwie*
Warszawa 1979
s. 211, cena zł 38,—

JANUSZ ILCZUK, MARIA JERCZYŃSKA
*Efektywność systemów informaty-
cznych zarządzania*
Warszawa 1979
s. 208, cena zł 38,—

ANDRZEJ Z. IDŹKIEWICZ
*Ochrona informacji w procesie
przetwarzania*
Warszawa 1979
s. 147, cena zł 26,—

ROMUALD JAGIELSKI
Komputery Jednolitego Systemu
Warszawa 1980
s. 362, cena 53,—

ZOFIA MENET
*Mała informatyka
Środki i zastosowanie*
Warszawa 1980
s. 170, cena zł 30,—

BG Politechniki Śląskiej

nr inw.: 11 - 41753



Mg 53036

ISBN 83-208-0174-5