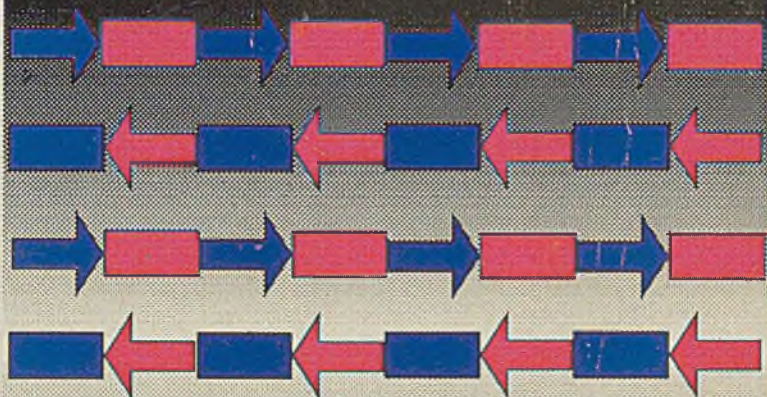


PIOTR SIENKIEWICZ

ANALIZA

SYSTEMOWA

PODSTAWY
I ZASTOSOWANIA



WYDAWNICTWO  BELLONA


PIOTR SIENKIEWICZ

ANALIZA SYSTEMOWA

**PODSTAWY
I ZASTOSOWANIA**

PIOTR SIENKIEWICZ

ANALIZA SYSTEMOWA PODSTAWY I ZASTOSOWANIA

WYDAWNICTWO  BELLONA

Redaktor
JERZY DOMAŃSKI

Okladkę i stronę tytułową projektował
ANDRZEJ PILICH

Redaktor techniczny
MARIA BRASZCZYK

Korektor
ZOFIA BANASIAK

©Copyright by Piotr Sienkiewicz i Wydawnictwo Bellona. Wydanie I, Warszawa 1994

Książka dotyczy zagadnień analizy systemowej, jej podstaw oraz zastosowań praktycznych. Zawiera opis modeli i metod rozwiązywania szczegółowych zagadnień analitycznych i ocenowych, ilustrowanych kilkudziesięcioma przykładami.

Jest podręcznikiem przeznaczonym dla studentów akademii wojskowych i wyższych szkół oficerskich, uczelni technicznych i ekonomicznych, a przede wszystkim szkół biznesu kształcących menedżerów oraz szkół o specjalnościach informatycznych. Stanowi źródło nowoczesnej wiedzy użytecznej w procesach podejmowania decyzji dla kadr kierowniczych i dowódczo-sztabowych.

Pozycja sponsorowana przez MEN

ISBN 83-11-08337-1

Wydawnictwo Bellona. Warszawa 1994. Wydanie I

Skład wykonano „Phototext” Warszawa

Druk i oprawa: Zakład Poligraficzny MOSAK—Legionowo

SPIS TREŚCI

Od autora	7
Wstęp	10

Część I

PODSTAWY ANALIZY SYSTEMOWEJ

1. Wprowadzenie	15
2. Geneza i rozwój	19
3. Systemowe rozwiązywanie problemów	29
4. Metodologia	35
5. Technologia i organizacja	49
6. Wspomaganie	96
7. Zastosowanie	123
8. Zakończenie	126

Część II

ZASTOSOWANIE ANALIZY SYSTEMOWEJ

1. Wprowadzenie	129
2. Organizacje i kierowanie	131
3. Procesy informacyjne	143
4. Procesy wykonawcze	152
5. Struktury organizacyjne	159
6. Sytuacje krytyczne	168
7. Planowanie rozwoju	178
8. Analiza efektywności	188
9. Ryzyko w analizie decyzyjnej	199
10. Ryzyko technologiczne i wartościowanie techniki	214
11. Informatyzacja systemów	232
12. Wnioski	241
Zakończenie	247
Załączniki	254

A. Analiza systemowa (scenariusz ćwiczenia)	254
B. Gra systemowa	257
C. Program kształcenia w zakresie analizy systemowej	258
D. Zagadnienia do samodzielnego studiowania	259
Słownik podstawowych pojęć systemowych	261
Literatura	270
Wykaz tablic	275
Wykaz rysunków	276

Część I PODSTAWY ANALIZY SYSTEMOWEJ

1. Wprowadzenie	18
2. Geneza i rozwój	20
3. Systemy i ich typologia	28
4. Metodologia	33
5. Technologia	40
6. Wzajemne relacje	44
7. Zarządzanie	49
8. Zakonczenie	54

Część II ZASTOSOWANIE ANALIZY SYSTEMOWEJ

1. Wprowadzenie	59
2. Organizacja i badawanie	61
3. Procesy informacyjne	64
4. Procesy wykonawcze	67
5. Struktury organizacyjne	69
6. Systemy żywcenne	72
7. Planowanie rozwoju	78
8. Analiza efektywnosci	86
9. Ryzyko w analizie decyzyjnej	100
10. Ryzyko technologiczne i wdrozcowanie technologii	114
11. Informatyzacja systemow	123
12. Wyniki	141
Zakonczenie	143
Bibliografia	144

OD AUTORA

Książka ma charakter monografii napisanej przystępnie. Tworzy ją uporządkowany zbiór informacji poświęconych analizie systemowej, ilustrowany kilkudziesięcioma przykładami. Zawierają one najczęściej modele i metody rozwiązywania szczegółowych zagadnień analitycznych i ocenowych. Całość uzupełniają zestawienia tabelaryczne i rysunki.

Jest ona pierwszym tak obszernym i pełnym wykładem analizy systemowej w Polsce. Jedyłą dotąd książką na polskim rynku księgarskim była wydana przez Państwowe Wydawnictwo Naukowe praca zbiorowa na ten temat pod redakcją Prof. dr. W. Findeisena, będąca zbiorem tekstów różnych autorów, napisanych w IIASA. Niniejsza książka jest kontynuacją wcześniejszych prac autora (*Inżynieria systemów* – 1983, *Inżynieria systemów kierowania* – 1988, *Systemy kierowania* – 1989) oraz nawiązuje do prac: J. Koniecznego (*Inżynieria systemów działania* – 1984) i W. Bojarskiego (*Podstawy analizy i inżynierii systemów* – 1985). Przedstawiony w książce materiał był przedmiotem wykładów autora w Akademii Sztabu Generalnego Wojska Polskiego i Akademii Obrony Narodowej, w Wyższej Szkole Oficerskiej Wojsk Łączności i Wyższej Szkole Oficerskiej Wojsk Zmechanizowanych, na Uniwersytecie Szczecińskim i w Warszawskiej Szkole Zarządzania oraz na kursach w Polskim Towarzystwie Cybernetycznym i na kolejnych szkołach naukowych inżynierii systemów organizowanych przez Polską Akademię Nauk i Ministerstwo Obrony Narodowej.

Książka składa się z dwóch zasadniczych części: pierwszej – poświęconej podstawom metodologicznym analizy systemowej i drugiej – poświęconej wybranym aplikacjom. Część I stanowi względnie pełny wykład podstaw z licznymi przykładami i komentarzami oraz próbą konfrontacji różnych ujęć analizy systemowej. W części II, zawierającej arbitralnie wybrane przykłady, a raczej obszary zastosowań analizy systemowej, przedstawiono sposób spojrzenia analityka systemów na organizację i kie-

rowanie, procesy informacyjne i wykonawcze, struktury i rozwój, decyzje i informatyzację. Autor szczególną wagę przywiązuje do zagadnień analizy i oceny ryzyka i efektywności, jako procedur przesądzających o powodzeniu nie tylko analizy systemowej, ale realnych działań praktycznych. Należy zwrócić uwagę na systemowe ujęcie takich ważnych i aktualnych zagadnień, jak: wartościowanie techniki, feasibility study (wykonalność badań) czy biznes plan. Atrakcyjność pracy zwiększa bogata bibliografia i załączniki.

Autor podkreśla wielokrotnie główne źródła inspiracji tej książki, a mianowicie prace RAND Corporation, IIASA i Klubu Rzymskiego. Z tego kręgu wywodzą się podstawowe wnioski, postulaty i przemyślenia. Podkreślany jest także równorzędny wpływ prac autorów polskich, z którymi autor książki współpracował, jak: J. Konieczny, A. Straszak, W. Bojarski, S. Piasecki.

We wnioskach i zakończeniu zawarto wiele ogólnych refleksji nad zmianami globalnymi i wyzwaniem cywilizacyjnymi, transformacją systemową oraz jej wymaganiami, oczekiwaniami i zagrożeniami. Książka może być przekonującym argumentem przemawiającym za potrzebą rozwoju podstaw metodologicznych analizy systemowej oraz jej wszechstronnych zastosowań.

Z założenia książka została pomyślana jako podręcznik akademicki przeznaczony dla studentów akademii wojskowych i wyższych szkół oficerskich, uczelni technicznych i ekonomicznych, a przede wszystkim słuchaczy szkół biznesu, kształcących menedżerów, a także szkół specjalności informatycznych.

Dla informatyków i analityków systemów książka może stanowić vademecum metodologii systemowej. Dla kadr kierowniczych i dowódczo-sztabowych stanowić może źródło nowoczesnej wiedzy użytecznej w procesach podejmowania decyzji.

Istotny wpływ na treść książki, oprócz zajęć dydaktycznych w macierzystej uczelni autora, miały wykłady z przedmiotu „Analiza i inżynieria systemów” prowadzone na Wydziale Ekonomicznym Uniwersytetu Szczecińskiego. Za stworzenie takich możliwości pragnę podziękować Panom Profesorom: T. Wierzbiickiemu, A. Nowakowskiemu, W. Olejniczakowi, a zwłaszcza Z. Gomółce. Wieloletnie przyjacielskie kontakty z Nimi nie mogły pozostać bez wpływu na sposób prezentowania analizy systemowej i inżynierii informatycznych systemów zarządzania. Dziękuję także Panu Profesorowi H. Sadownikowi za stworzenie możliwości prowadzenia zajęć z analizy decyzyjnej na kursach w Warszawskiej Szkole Zarządzania.

Pragnę także podziękować Paniom S. Wieczorek i K. Krzymowskiej z Redakcji Ekonomicznej „Książki i Wiedzy” za trud pracy nad pierwotną wersją książki.

Osobne podziękowania kieruję ku moim miłym współpracownikom,

Paniom Małgorzacie Kościółek i Barbarze Rogowiec za przygotowanie ostatecznej, po wielokrotnych zmianach, wersji książki na komputerze typu IBM PC.

Jestem bardzo wdzięczny dyrektorowi Wydawnictwa „Bellona” Panu plk. dr. Józefowi Skrzypcowi za życzliwe zainteresowanie się moją propozycją i znalezienie możliwości jej skonkretyzowania, co w istocie oznaczało dostrzeżenie wagi analizy systemowej na tle innej, równie frapującej problematyki.

Podziękowania kieruję także do Pana red. Jerzego Domańskiego, który, podobnie jak na początku lat osiemdziesiątych, kiedy przyczynił się do wydania mojej „debiutanckiej” książki („Inżynieria systemów”, 1983), podjął się trudu redakcyjnego przygotowania tej książki.

Nie mogę zapomnieć o Panach Profesorach gen. T. Jemiolo i A. Straszaku, aby wyrazić Im wdzięczność nie tylko za pozytywne recenzje, lecz także za wieloletnie popieranie mej działalności w dziedzinie analizy i inżynierii systemów.

Wreszcie dziękuję tym wszystkim bliskim mi osobom, które w bardzo różny sposób zachęcały mnie do ukończenia tej, jakże ważnej z mojego punktu widzenia książki. Dzięki nim nie utracilem wiary w sens zajmowania się sprawami racjonalnymi w sensie metodologicznym i nadziei, że może to przynieść bardzo konkretne efekty praktyczne. Podzielimy bowiem przekonanie, że „nie ma bardziej praktycznej rzeczy na świecie niż dobra teoria” (C.F. Gauss).

Rembertów, maj 1994 r.

„Najważniejsze to trafić
na właściwy moment“

Lee Laccoca

WSTĘP

Świat, w którym żyjemy, wymaga przewartościowania kryteriów, znalezienia racjonalnych sposobów pokonania podstawowych barier rozwoju. Zmianie uległy warunki rozwojowe, coraz częściej pojawia się konstatacja, że obecnie „wszystko zależy od wszystkiego“, a dynamika zmian u schyłku XX w. nie ma odpowiednika w przeszłości. Czas płynie jakby szybciej, potrzeby ludzkie stają się coraz bardziej zmienne i bardziej różnorodne. Zmianie nie uległ natomiast zasadniczy cel – zapewnienie bezpieczeństwa narodowego oraz zaspokojenie potrzeb materialnych i stworzenie warunków dalszego rozwoju cywilizacyjnego.

Najwyraźniej dostrzega się zmiany w technice i technologii. Energo- i materiałochłonne tzw. technologie „niskie“ (Low Technologies) wypierane są przez technologie „wysokie“ (High Technologies). Kraje rozwinięte najchętniej pozbywają się technologii pierwszych. Rozwój drugich staje się warunkiem ogólnego rozwoju społeczno-ekonomicznego, warunkiem „dogonienia czasu“. Etap historyczny wyęzionej pracy już minął. I obecnie już nie wysiłek mięśni, lecz wysiłek intelektu jest motorem postępu w gospodarce. Zmiany w organizacji i kierowaniu w porównaniu z dynamiką zmian w technice i technologii są dość powolne; zbyt powolne, aby możliwości techniczne mogły zostać w pełni wykorzystane. Powszecznie dostrzega się nienadążanie procesów sterowania za rozwojem procesów realizacyjnych – wytwarzania dóbr i usług. Warunkiem dalszego postępu staje się doskonalenie organizacji i systemów kierowania, zmierzające do likwidacji tzw. luki organizacyjnej, dysproporcji powstałych w rezultacie różnic dynamiki procesów sterujących i sterowanych.

Wzrost różnorodnych potrzeb społecznych przyniósł wzrost złożoności systemów działania – organizacji realizujących określone cele polityczne, ekonomiczne, gospodarcze, techniczne, kulturowe itp. Aby osiągnąć zamierzone cele, ludzie doskonalszą struktury organizacyjne i swe narzędzia pracy, dążą do usprawnienia procesów koordynujących podstawowe

czynniki produkcyjne, integrujących, harmonizujących rozbieżne, indywidualne interesy ludzi z interesem organizacji oraz jej interesów z interesem ogólnym. Procesy te wymagają aktualnych, pełnych i niezawodnych informacji, które – poza wiedzą i doświadczeniem sprawujących władzę organizacyjną – stanowią podstawę do podejmowania decyzji. Jednakże nie przetworzone w porę informacje mogą się stawać dla organizacji balastem, barierą rozwoju. Dlatego trwa poszukiwanie środków, dzięki którym możliwa stanie się optymalizacja procesów zbierania, przesyłania, przechowywania, przetwarzania i udostępniania informacji, zgodnie z potrzebami i wymaganiami ośrodków decyzyjnych. Towarzyszy temu poszukiwanie nowych efektywnych środków wspomaganie procesów decyzyjnych.

Niesprawne i sztywne struktury organizacyjne oraz nieefektywne i beźmyślne kierowanie to jedna z głównych barier rozwoju. W warunkach polskich jest to jeden z głównych czynników utrudniających proces transformacji systemowej i przyspieszenie przemian zmierzających do ogólnej racjonalizacji działania.

Zapoczątkowane w drugiej połowie XX w. przyspieszenie rozwoju cywilizacyjnego przyniosło przejście do w pełni nowych materialno-technicznych i organizacyjnych podstaw produkcji, a także jakościową zmianę roli człowieka w procesie wytwarzania, ukształtowało nowe stosunki społeczne.

Pierwsza rewolucja przemysłowa zwiększyła energetyczne możliwości człowieka, kształtując – dzięki różnorodnym maszynom wspomagającym siłę mięśni człowieka i pozwalającym mu szybciej i łatwiej przemieszczać się w przestrzeni i czasie – oblicze „ery mechanizacji”. Przyniosła także nowe formy organizacyjne i metody kierowania. Przewrót organizacyjny w pierwszej połowie XX w. nie tylko doprowadził do wzrostu wydajności pracy, lecz także przygotował przemysł do wdrożenia nowoczesnych technik i technologii, których cechą była już nie mechanizacja, lecz automatyzacja. Świat wkroczył w „erę automatyzacji”, która swym zasięgiem obejmuje nie tylko procesy materialne, lecz także procesy informacyjno-decyzyjne. Tworzą się wyraźne zręby „społeczeństwa informacyjnego”. Ale pojawiły się także nowe wymagania dotyczące cech strukturalnych i funkcjonalnych organizacji oraz wymagania efektywnego – perspektywicznego, skutecznego i ekonomicznego kierowania. Wymagania te, aczkolwiek jeszcze nie zawsze sformułowane w ścisłych kategoriach, powodują konieczność zmiany postawy wobec otaczającej rzeczywistości materialnej i społecznej. Zmiana tej postawy odbywać się będzie od wąskiego, partykularnego i krótkookresowego postrzegania zjawisk ku postawie otwartej, zakładającej całościową i dynamiczną ich obserwację. Taką postawę określa się najczęściej mianem postawy systemowej. Jest ona konieczna w warunkach postępującej globalizacji wielu zjawisk.

Jednakże zmiany postawy, sposobu ujmowania zjawisk mogą być niewystarczające, gdy brakuje konkretnych „narzędzi” – metod i technologii. Jedną z tych metod jest analiza systemowa.

Przez wiele lat była tworzona swoista „mitologia” analizy systemowej. Dziś potrzebna jest jej metodologia i technologia, które mogą stać się narzędziem efektywnego kierowania, usuwania barier rozwojowych i racjonalizacji systemów działania.

Pisanie o analizie systemowej na początku ostatniej dekady XX w. nie wydaje się być zamierzeniem spóźnionym, gdyż rozwijały się metody i doskonalilo się jej instrumentarium. A poza tym, jak twierdzą ci, którym jej stosowanie przyniosło zamierzone choć w części efekty, „analiza systemowa nie jest rzeczą złą!”

Na przedstawione w książce rozważania na temat analizy systemowej i zastosowań w racjonalizacji organizacji i kierowania złożyły się wykłady autora prowadzone dla słuchaczy Akademii Sztabu Generalnego WP, a następnie Akademii Obrony Narodowej WP, także na Wydziale Ekonomicznym Uniwersytetu Szczecińskiego, a ponadto referaty na prowadzonym przez niego – od stycznia 1986 r. – seminarium zastosowań analizy systemowej oraz zajęcia na kolejnych Szkołach Inżynierii Systemów i z uczestnikami Kursu Analizy Systemowej zorganizowanego przez Polskie Towarzystwo Cybernetyczne. Być może niniejsza książka stanie się formą spłacenia pewnego długu uczestnikom wszystkich tych przedsięwzięć, którzy zapewne żywili nadzieję, że analiza systemowa wpłynie na wzrost efektywności ich różnorodnych działań.

Proces transformacji systemowej, rozpoczęty z chwilą odzyskania przez Polskę suwerenności i niepodległości, obejmuje również siły zbrojne. Wyrazem tego jest powstanie nowej doktryny obronnej RP oraz restrukturyzacja sił zbrojnych. Podjęcie nowych wyzwań rozwojowych wymaga nie tylko racjonalizacji struktur organizacyjnych, ale również gruntownych zmian w systemie planowania rozwoju obronnego państwa, a w szczególności rozwoju sił zbrojnych. Wszystkie wymienione przedsięwzięcia wymagają nowoczesnej, racjonalnej postawy metodologicznej. Pewnych wzorów dostarczają doświadczenia armii państw NATO. Należy pamiętać však o tym, że to potrzeby obronne Stanów Zjednoczonych w latach pięćdziesiątych przyniosły powstanie analizy systemowej. Czas najwyższy, aby kilkudziesięcioletnie doświadczenia w zakresie zastosowań metod analizy i inżynierii systemów zostały efektywnie wykorzystane w procesie kształtowania systemu obronnego RP oraz tworzenia nowego ładu ekonomicznego.

Analiza wspomnianych wyżej doświadczeń miała wyraźny wpływ na kształt niniejszej pracy. Należy ponadto wspomnieć, że w 1983 r. ukazała się pierwsza książka autora pt. „Inżynieria systemów”, zaś propozycje metodologiczne w niej zawarte zostały pozytywnie zweryfikowane w ciągu ostatniego dziesięciolecia. Swoistą ich kontynuacją jest książka, która

– zgodnie z intencją autora – służyć ma jako pomoc dla racjonalnych wyborów i decyzji podejmowanych przez ludzi dążących do urzeczywistnienia swych celów w praktyce politycznej, gospodarczej, obronnej itp. Głównym przeznaczeniem tej pracy jest służyć jako podręcznik w kształceniu kadr administracyjnych, kierowniczych i dowódczo-sztabowych, ludzi działających w sferze biznesu i zarządzania. Analiza systemowa może być w jednakim stopniu interesująca dla polityka i ekonomisty, menedżera i dowódcy, informatyka i inżyniera. Takie przekonanie autor wyrażał w ciągu niemal ćwierćwiecza pracy badawczej i dydaktycznej i nie opuszczało go ono podczas pisania tej książki.

1. WPROWADZENIE

Wartość i celowość prób określenia istoty współczesnych warunków działania związana jest z analizą historyczną i społeczną. Wskazywać należy, że w historii ludzkości nie było nigdy tak silnie rozwiniętego systemu wdrożenia wiedzy i umiejętności, jak obecnie. Wskazywać należy, że w historii ludzkości nie było nigdy tak silnie rozwiniętego systemu wdrożenia wiedzy i umiejętności, jak obecnie. Wskazywać należy, że w historii ludzkości nie było nigdy tak silnie rozwiniętego systemu wdrożenia wiedzy i umiejętności, jak obecnie. Wskazywać należy, że w historii ludzkości nie było nigdy tak silnie rozwiniętego systemu wdrożenia wiedzy i umiejętności, jak obecnie.

Mając na względzie powyższe uwagi, należy stwierdzić, że analiza historyczna i społeczna jest niezbędna do zrozumienia istoty współczesnych warunków działania. Wskazywać należy, że w historii ludzkości nie było nigdy tak silnie rozwiniętego systemu wdrożenia wiedzy i umiejętności, jak obecnie. Wskazywać należy, że w historii ludzkości nie było nigdy tak silnie rozwiniętego systemu wdrożenia wiedzy i umiejętności, jak obecnie. Wskazywać należy, że w historii ludzkości nie było nigdy tak silnie rozwiniętego systemu wdrożenia wiedzy i umiejętności, jak obecnie.

„... trudne pytanie jest ważniejsze
niż słuszna odpowiedź na niewłaściwe
pytanie ...”

(Alvin Toffler)

CZĘŚĆ I

PODSTAWY ANALIZY SYSTEMOWEJ

1. WPROWADZENIE

Wśród wielu prób określenia istoty współczesnych warunków działania zwraca uwagę jedna z trafnych konstatacji: „Zrozumieć współczesny świat może tylko ten, kto rozumie systemy w nim występujące. Otaczający nas świat jest bowiem pełen systemów, wśród których wypadło nam żyć i działać. Rządzą się one swoistymi obiektywnymi prawami, które człowiek współczesny musi poznać, aby być świadomym podmiotem działania w tym świecie systemów. Widzenie i myślenie systemowe stało się więc dzisiaj nie tylko modną rozrywką, lecz także życiową koniecznością” (Konieczny, 1983, s.11).

Muszą dziś zgłębić systemowe prawa planiści i projektanci, producenci i eksploatorzy, badacze i nauczyciele, czyli uczestnicy złożonych działań realizowanych w złożonych realnych systemach, aby posługiwać się nimi w bieżącej działalności, podejmując różnorodne decyzje na różnych szczeblach kierowania politycznego, ekonomicznego, gospodarczego i wojskowego. Stało się to ich powinnością – bo choć każdy ma prawo podejmowania ryzyka, to ma także obowiązek minimalizacji prawdopodobieństwa popełnienia błędów. Powinność ta bierze się z imperatywu moralnego – odpowiedzialności za skutki działań, których jest sprawcą. Niewiedza lub posługiwanie się wiedzą, która ongiś starczała do podejmowania skutecznych działań, obecnie i w jeszcze większym stopniu w przyszłości (podejmowane działania zawsze dotyczą przyszłości) może okazać się niewystarczająca – nie stanowią usprawiedliwienia błędów. Dzieje się tak z prostej przyczyny – świat się zmienił, tzn. zmienia się w każdej chwili, lecz obraz współczesnego świata nie może być tworzony za pomocą nie-

gdysiejszych sposobów jego interpretacji. Nieustannie bowiem wzrasta liczba zachodzących między ludźmi oraz między ludźmi a rzeczami relacji podlegających łącznej ocenie efektywnościowej i (niestety nie zawsze) etycznej. W relacjach tych niemal zawsze występują elementy kooperacji pozytywnej (współpraca, współdziałanie) i negatywnej (rywalizacja, współzawodnictwo, walka). Wraz ze wzrostem złożoności sytuacji, które przychodzi rozwiązywać, wzrasta wpływ czynników losowych, niepewności i wtedy obok skutków pożądaných i zamierzonych jako cele działania pojawiają się skutki niepożądane zarówno w bliższej, jak i – coraz częściej – dalszej przyszłości.

Rozwiązanie sytuacji problemowych wymaga metod systemowych. Tworzenie, rozwijanie i doskonalenie tych metod to zadanie współczesnych badań systemowych.

Współczesne badania systemowe nie stanowią ani jednolitej doktryny, ani też spójnego obszaru dociekań naukowych. Nie są też „odkryciem” ostatnich lat. Stoją za nimi wieki poszukiwań ogólnych modeli pozwalających identyfikować złożoność świata – pole działań oraz metod skutecznego działania, tj. przekształcania tego pola zgodnie z dążeniami do zaspokajania potrzeb społecznych, głównie materialnych. Tradycji badań systemowych poświęcono już dostatecznie dużo uwagi (np. Klir, 1976; Sienkiewicz, 1983). Coraz więcej uwagi poświęca się przyszłości, analizom rozwoju, przewidywaniom szans i zagrożeń. Tak jak cybernetycy pragnęli widzieć swego „szlachetnego przodka” w Platonie, „systemowcy” dostrzegali rolę Arystotelesa, któremu przypisywali autorstwo myśli o tym, że „całość to więcej niż suma części” (Sienkiewicz, 1988). Tą całością, która jest przedmiotem ich dociekań, jawi się SYSTEM.

Obecnie badania systemowe trzeba traktować jako rozległą dziedzinę działalności poznawczej, w której przyjęto system (zasadę systemowości) jako paradygmat, i działalności praktycznej, w której podstawową stosowaną metodą jest metoda systemowa.

SYSTEMEM nazywać będziemy każdy złożony obiekt wyróżniony w badanej rzeczywistości, stanowiący całość tworzoną przez zbiór obiektów elementarnych (elementów) i powiązań (relacji) między nimi.

Ujęcia systemowe występowały nie tylko w refleksji filozoficznej (holizm, materializm dialektyczny), ale także w socjologii (np.

funkcjonalizm), psychologii („gestaltizm”), ekonomii, humanistyce (strukturalizm), teorii organizacji i cybernetyce.

We współczesnych badaniach systemowych najczęściej wyróżnia się:

- wariant wyjściowy ogólnej teorii systemów, charakteryzujący naukowe zainteresowanie aspektami ogólnoswiatopoglądowymi i metodologicznymi (Bertalanffy, 1984);
- modele ogólnosystemowe formalne i matematyczne, dotyczące określonych klas systemów (Klir, 1976);
- teoretyczne sformułowania zadań inżynierii systemów – teorii i metodologii konstruowania systemów wielkich (Hall, 1968);
- prace o charakterze naukoznawczym i metodologicznym, zawierające idee badania systemowego lub nauki systemowej (Weinberg, 1979);
- badania logiczno-metodologicznych aspektów teorii systemów, mające na celu przede wszystkim zastosowania analizy systemowej (Findeisen, 1985);
- teoretyczne uogólnienia zastosowań metod badań systemowych w poszczególnych dziedzinach działalności praktycznej (Bojarski, 1984).

W każdym z wyróżnionych kierunków można wyodrębnić poszczególne nurty, będące wyrazem specyficznej postawy reprezentujących ją badaczy, a w których można znaleźć przeróżne koncepcje i teorie. Jest to zatem kierunek badawczy wielce zróżnicowany, zawierający nawet sprzeczne ujęcia i postawy. Łączy je jednak wspólna podstawa wyjściowa – pojęcie systemu (choć bywa, że różnie definiowane) i ogólnej metody systemowej. Być może nie w teoriach należy upatrywać znaczenia podejścia systemowego, lecz w poszukiwaniu wspólnego języka, który byłby bardziej odpowiedni niż ten, którym posługują się specjaliści reprezentujący różne monodyscypliny.

Ową wspólną podstawę dociekań systemowych lub poszukiwań swoistego języka charakteryzują niewątpliwie następujące cechy:

- traktowanie badanego (tworzonego) obiektu jako systemu;
- traktowanie danego systemu jako obiektu złożonego z wzajemnie powiązanych podsystemów,
- traktowanie danego systemu jako obiektu należącego do większego systemu,

- świadome posługiwanie się modelem systemu, wyrażającym określony aspekt potrzeb (poznawczych lub praktycznych), których zaspokojenie jest celem badań systemowych.

Wśród metod stosowanych w badaniach systemowych, których celem jest zaspokojenie zidentyfikowanych wcześniej potrzeb i rozwiązanie szczególnych sytuacji problemowych, na czoło wysuwa się analiza systemowa.

2. GENEZA I ROZWÓJ

Analiza systemowa jako swoista dziedzina praktycznych zastosowań badań systemowych wywodzi się z niejednego źródła. Jednym z najistotniejszych były niewątpliwie zastosowania wojskowe w okresie II wojny światowej. Potrzeby wojskowe związane z problemami usprawniania organizacji i funkcjonowania systemów walki, uzbrojenia, zaopatrywania i obsługi itp. przyniosły tzw. grupy badań operacji. Grupy te, będąc w istocie interdyscyplinarnymi zespołami badawczymi, rozwijały metody naukowe, przede wszystkim metody matematyczne, pozwalające na formułowanie wniosków i zaleceń, które stanowiły podstawę podejmowania decyzji maksymalizujących efekty za pomocą posiadanych sił i środków bądź zapewniały osiągnięcie wyznaczonego celu przy minimalnym nakładzie sił i środków. W ten sposób powstały badania operacyjne, o których powiedziano niegdyś, że są sztuką umożliwiającą uzyskanie złej odpowiedzi na pytanie, na które inne sposoby dają odpowiedzi jeszcze gorsze.

Badania operacyjne przyniosły, poza niewątpliwymi sukcesami w praktyce gospodarczej i wojskowej, zainteresowanie zastosowaniami metod matematycznych w podejmowaniu decyzji. Powstało wiele istotnych metod optymalizacji (liniowej, nieliniowej, dynamicznej) oraz modeli takich dziedzin, jak: alokacja zasobów, transport, przydział i rozdział środków, kształtowanie racjonalnych zasobów, obsługa masowa, eksploatacja środków trwałych itp. Zastosowanie tych metod i modeli zawsze wiązało się z dążeniem do uzyskania racjonalnych odpowiedzi na pytania typu: czego, ile, kiedy i jak produkować, kupować, przechowywać, przewozić itp. (Radzikowski, 1980). Jak przekonamy się w dalszej części rozważań, pytania te pojawiają się także w analizie systemowej. Po oficjalnym opublikowaniu klasycznej już dziś pracy Kimballa i Morse'a w połowie lat pięćdziesiątych badania operacyjne dotarły do Polski. Wzbudziły zainteresowanie matematyków i cybernetyków, ekonomistów i wojskowych. Na początku lat sześćdziesiątych zorganizowano I Kurs Badań Operacyjnych w Instytucie Matematycznym PAN, a następnie podobne kursy prowadzono w WAT i ASG

WP oraz na wydziałach ekonomicznych wyższych uczelni. W tym okresie też nastąpiły pierwsze próby zastosowania ich w praktyce. Obecnie metody badań operacyjnych zalicza się do klasycznych już metod i technik podejmowania decyzji gospodarczych i wojskowych.

Cofnijmy się jeszcze do wczesnych lat pięćdziesiątych, aby odnotować inne istotne fakty. Wtedy pojawił się termin „inżynieria systemów” (ang. Systems Engineering), lecz początki tego kierunku należy upatrywać w latach trzydziestych w pracach związanych z projektowaniem systemów telekomunikacyjnych przez Bell Telephone Laboratories. W latach 1953–1959 inżynieria systemów rozwijała się w związku z projektowaniem systemów łączności, automatyzacją systemów obrony powietrznej, planowaniem przestrzennym, nowymi systemami produkcji i zaopatrzenia. W 1957 r. powstała pierwsza monografia inżynierii systemów autorstwa G. Goode’a i R. Machola oraz zorganizowano pierwsze jej kursy na uczelniach amerykańskich.

Szczególną rolę odegrały potrzeby militarne. Już w okresie II wojny światowej w USA podjęto ogromny wysiłek w celu skonstruowania bomby atomowej, realizując tzw. Program Manhattan (15 tys. uczonych i 300 tys. techników, koszt – 2 mld dolarów). Realizacja takich gigantycznych programów badawczo-rozwojowych wymagała nowych metod organizacji i kierowania przedsiębiorstwami.

Jednym z najbardziej aktywnych i twórczych ośrodków badań operacyjnych, rozwijających nowe metody optymalizacji, był Instytut Rand Corporation w Santa Monica w Kalifornii¹. W latach pięćdziesiątych wykonywano w nim przede wszystkim zamówienia dowództwa lotnictwa strategicznego. Jedno z pierwszych zamówień dotyczyło doradztwa Instytutu Rand w zakresie budowy i eksploatacji baz lotnictwa strategicznego poza terytorium USA. Istotą tego doradztwa była „całościowa analiza” z zastosowaniem modeli. Innym przykładem analizy wykonanej przez Instytut Rand był problem wyposażenia okrętów podwodnych w balistyczne pociski rakietowe nowego typu *Polaris*, a ponadto przedmiotem badań analitycznych stały się problemy transportu, gospodarki wodnej, problemy miejskie itp.

Cechą charakterystyczną prac analitycznych było wykorzystanie doświadczeń i narzędzi badań operacyjnych w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych złożonych obiektów gospodarczych

i wojskowych – systemów realnych. Prace te określano mianem analizy systemowej, stosując ten termin do pewnej racjonalnej metodologii rozwiązywania systemowych problemów decyzyjnych. Od 1953 r. stała się ona przedmiotem kursów organizowanych przez Instytut Rand dla kadry kierowniczej lotnictwa. Wykłady prezentowane na tych kursach opublikowano w 1964 r. (Quade, 1964).

Od 1961 r. sekretarz obrony USA Robert McNamara wprowadza nowe zasady, styl i technikę kierowania sprawami obrony. W tworzeniu nowego systemu planowania, programowania i finansowania obrony uczestniczą pracownicy Instytutu Rand – Charles Hitch i Alain Enthoven. Rezultaty tych prac zostały wdrożone w postaci systemu nazwanego PPBS (Planning-Programming-Budgeting System). Metoda ta została zastosowana przez McNamarę do racjonalizacji decyzji budżetowych w zakresie zbrojeń, następnie, na osobiste polecenie prezydenta Lyndona Johnsona, we wszystkich innych sferach polityki federalnej. Liczne błędy i nader skromne efekty spowodowały, że metoda została zaniechana po dojściu do władzy Richarda Nixona. Podobnie skromne rezultaty przyniosło zaadaptowanie PPBS pod nazwą RCB we Francji przez siły zbrojne, a mimo to dzięki poparciu ministra finansów Michela Debré metody te zostały rozpowszechnione w całej administracji publicznej. PPBS w różnych wersjach był stosowany w wielu różnych krajach. Metodę krytykowano za „pogmatwanie” podejmowania decyzji, natomiast doceniano dążenie do zreformowania ociężalej „machiny administracyjnej”, gdyż zmuszała do ponownego przemyślenia relacji między celami a procesami informacyjnymi, między kosztami a efektami. Niekiedy uważano, że dzięki PPBS stało się realne planowanie społeczne w dużych przedziałach czasu, objęcie łącznym rachunkiem wszystkich działań i wydatków potrzebnych do zrealizowania danego problemu, związanego z określoną funkcją systemu, „bez obracania się tylko w sferze pięknie brzmiących postulatów czy demagogicznych haseł”. Niezależnie od dzisiejszych ocen uzyskanych niegdyś rezultatów, można przyznać, że PPBS wniósł do teorii i praktyki kierowania złożonymi projektami nowe techniki analityczne i nowe, zrationalizowane spojrzenie na planowanie społeczno-ekonomiczne i obronne. Przede wszystkim był zaś etapem rozwoju analizy systemowej, którego doświadczenia zostały wykorzystane w dalszej przyszłości.

W 1954 r. wspomniany wcześniej wybitny biolog austriackiego pochodzenia Ludwig von Bertalanffy założył Towarzystwo naukowe „ogólnej teorii systemów” (Society for the Advancement of General Systems Theory). Program metodologiczny L. von Bertalanffy’ego i założone przez niego Towarzystwo miały odegrać bardzo istotną rolę w rozwoju metodologii badań systemowych, mającej na celu „pełniejsze zrozumienie, wyjaśnienie, przewidywanie i kierowanie tym, co decyduje o funkcjonowaniu organizmu, psychiki lub społeczeństwa”. Podstawą tego kierunku jest pojęcie systemu otwartego, czyli takiego systemu, który przez importowanie i eksportowanie materii, energii lub informacji osiąga stan stacjonarny w sposób ekwifinalny.

Ogólną teorię systemów i cybernetykę – za jej początki uznajemy pracę Norberta Wienera z 1948 r. – wypada dziś traktować jako dziedziny komplementarne, podobieństwa ich założeń metodologicznych są wręcz uderzające. Cybernetyka, jako nauka o sterowaniu, zajmuje się ogólnymi modelami sterowania i komunikacji w systemach technicznych, biologicznych i społecznych. I to modelami przede wszystkim matematycznymi. Cybernetykę interesuje np. problem: jakie warunki powinny być spełnione, aby osiągnąć w systemie pożądane stany lub przeciwdziałać stanom niepożądanym. Dodać należy, że przez długi czas za dział cybernetyki uważano badania operacyjne, my natomiast skłonni jesteśmy uznać je za jedno z najważniejszych źródeł analizy systemowej. W 1962 r. powstało Polskie Towarzystwo Cybernetyczne, którego pierwszym prezesem został Oskar Lange.

A oto inne istotne dla przedmiotu niniejszych rozważań fakty i wydarzenia. W 1961 r. Jay W. Forrester opracował w Massachusetts Institute of Technology metodę analizy zachowań się systemów gospodarczych i zależności tych zachowań od struktur tych systemów pod nazwą „dynamika przemysłowa” (Industrial Dynamics). Gdy na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych pojawiło się zainteresowanie tzw. problemami globalnymi, zaczęły powstawać modele globalne, do których budowania wykorzystano metody i techniki systemowe. Do konstrukcji jednego z najbardziej znaczących modeli, przedstawionego w „Granicach wzrostu” (Meadows, 1979), zastosowano metodę Forreстера, użytą przez niego nieco wcześniej w „modelu świata”. W następnym znanym modelu (Mesarović, Pestel, 1977) zastosowano oryginalną teorię hierarchicznych, wielopoziomowych syste-

mów. Oba modele powstały dla Klubu Rzymskiego. Prace te niewątpliwie przyczyniły się do rozwoju metodologii prognozowania systemów społeczno-gospodarczych, co pozwalało już na racjonalną analizę możliwych wariantów rozwoju. Jednak pionierskie i wiodące do dziś prace w tym zakresie prowadził Herman Kahn i kierowany przez niego zespół w Hudson Institute, który zapoczątkował rozwój modeli globalnych „pierwszej generacji”, tj. prób werbalnego opisu świata, jego głównych cech strukturalnych itp. Modele Forrestera i Meadowsa zalicza się do modeli „drugiej generacji”, model Mesarovicja-Pestela, a ponadto także takie modele, jak model Leontieffa, SARUM, MOIRA, AIM itp., do „trzeciej generacji”. Modelowanie globalne jest przykładem systemowego ujęcia zagadnienia strategii rozwoju tak złożonego systemu realnego jak świat, a ściślej – glob ziemski. Wspominamy o tym, albowiem związki modelowania globalnego z szeroko rozumianą analizą systemową są nad wyraz ściśle, różnice zaś sprowadzają się przede wszystkim do skali problemu.

Początek lat siedemdziesiątych przyniósł bardzo ważne wydarzenia: powstanie Międzynarodowego Instytutu Stosowanej Analizy Systemowej – IIASA (ang. International Institute of Applied Analysis) w Laxenburgu pod Wiedniem. W pracach tego Instytutu uczeni z kilkunastu krajów Wschodu i Zachodu, w tym również z Polski, poszukują rozwiązań problemów należących do dwóch grup. Pierwsza grupa obejmuje problemy globalne, o zasięgu światowym, takie jak kłopoty energetyczne czy żywnościowe, dotkliwe już odczuwane przez ludzkość. Do drugiej grupy należą natomiast problemy uniwersalne, czyli takie, które występują lub mogą wystąpić w wielu krajach (np. zagadnienia systemów miejskich, wodnych, transportowych, gospodarki materialowej, telekomunikacji i informatyki). Każdy problem jest rozpatrywany pod różnymi kątami i na różne, chciałoby się rzec, sposoby. A jest to udziałem specjalistów z różnych dyscyplin, ekonomistów i socjologów, matematyków i informatyków, ekspertów do spraw organizacji i kierowania oraz wielu innych. Do rozwiązywania problemów stosuje się metody i techniki zapożyczone z takich dziedzin, jak: teoria organizacji, teoria sterowania, teoria decyzji i teoria informacji, badania operacyjne, modelowanie i badania modelowe przy użyciu komputerów. Przykładem problemów podejmowanych w IIASA może być np. zabezpieczenie ujścia Skaldy Wschodniej, rozwój regionu górnej Noteci, analiza systemowa światowej energetyki,

metody kierowania wielkimi programami rozwojowymi itp. Wyniki niektórych analiz budziły liczne spory, co oczywiście było i jest nie do uniknięcia, gdy chodzi o przedsięwzięcia społeczno-gospodarcze. Przedmiotem analiz IIASA były także doświadczenia z realizacji wielkich przedsięwzięć, a mianowicie budowy bracko-ilimskiego kompleksu przemysłowego, rozwoju regionu rzeki Tennessee, budowy sieci bardzo szybkich kolei w Japonii itp. Podobnych doświadczeń dostarczają programy budowy brytyjsko-francuskiego samolotu pasażerskiego o prędkości naddźwiękowej *Concorde*, a przede wszystkim gigantyczny program kosmiczny *APOLLO*. I to doświadczeń zarówno pozytywnych, jak i negatywnych.

Skoro wspomnieliśmy o doświadczeniach negatywnych, to warto sięgnąć do wielce pouczającego przykładu, nie tyle stosowania, co raczej niestosowania analizy systemowej. Został on barwnie opisany przez Macieja Iłowieckiego³ i z tego źródła skorzystamy, zwracając szczególną uwagę na związki przyczynowo-skutkowe związane z podjętą decyzją. W 1960 r. ruszyła największa wówczas w Afryce inwestycja – budowa Wielkiej Tamy pod Asuanem. Wiązały się z nią nadzieje Egipcjan na unowocześnienie gospodarki kraju. Dziesięć lat później tama o wysokości 111 m była gotowa. Utworzyła jezioro o pojemności 160 mld m³ wody, czyli 30-krotnie większej niż wielkość starego zbiornika, a woda poruszała turbiny hydroelektrowni o mocy 2400 MW (niemal 50-krotnie większej niż moc elektrowni w Rożnowie). Roczna wartość produkcji elektryczności wzrosła o prawie 150 mln dolarów, nawodniono około miliona hektarów, a produkcja rolna Egiptu wzrosła o 15% i wzrost ten miał w dalszych latach postępować.

Po upływie następnego dziesięciu lat okazało się, że straty gospodarcze i ekologiczne są wielokrotnie większe i stale wzrastają. Niegdyś rolnicy czerpali wielkie korzyści z corocznych wylewów Nilu, a obecnie? „Wielka rzeka niosła z wulkanicznych gleb wyżyny etiopskiej olbrzymie pokłady bardzo żyznego mułu (rocznie 130 mln ton), który dla pól Dolnego Nilu był bezcennym (i darmowym!) nawozem, nadto zapobiegał zasoleniu gleby i niweczył zagrożenie przez saharjskie piaski. Teraz muł zostaje zatrzymany w jeziorze Namera i nie tylko marnuje się bezpowrotnie, ale jeszcze dość szybko zasypuje zbiornik (...). Wzrasta zasolenie Doliny Nilu (zresztą przyczyniają się do tego sztuczne nawozy), bo dawniej fala powodzi wymywała sól z gleby i sam muł miał znaczenie ochronne. Od 1982 r. w tej najżyźniejszej dolinie świata

ubyło już 700 tys. ha uprawnej ziemi, co roku z każdego kilometra kwadratowego powierzchni znika około 1000 m³ gleby (roczne straty z tego tylko powodu są dziś dokładnie takie, ile zysku przynosi hydroelektrownia). Wobec strat rolnictwa drobiazgiem już wydaje się załamanie przemysłu cegielniczego (cegły robione z mułu) i ogromny wzrost kosztów budownictwa na wsi, a także gwałtowna plaga szczurów niszczących zasiewy (dawniej szczury ginęły w czasie wylewu Nilu). Mosty, jary, elektrownie i w ogóle wszelkie budowle nad Nilem zagrożone są teraz przez podmywanie (dawniej rolę ochronną, cementującą pełnił muł) i przez rosnące zanieczyszczenie wód rzeki (nie oczyszczanej już przez fale powodziowe)". Nie są to, niestety, jedyne skutki nieprzewidziane tej wielkiej inwestycji. Pogorszyło się zaopatrzenie ludności w wodę pitną, wyginęły niektóre gatunki ryb, zwiększyły się straty wody przez parowanie (zapomniano bowiem uwzględnić rolę wiatrów), zasolone i podwyższone wody gruntowe zagrażają zabytkom starożytnego Egiptu. A ponadto zwiększyła się liczba ślimaków i pasożytów (przywry powodujące u ludzi straszną chorobę schistosomatozę), a także w pobliżu tamy zaczęły występować lekkie trzęsienia ziemi itp. Nie chodzi jednak o mnożenie nieprzewidzianych negatywnych skutków decyzji, dodajmy poprawnej z technicznego punktu widzenia. Chodzi raczej o zwrócenie uwagi, że przypadek ten to świadectwo kryzysu pewnej postawy wobec świata, wyrażającej się brakiem wyobraźni, niemożności długofalowej analizy związków przyczynowo-skutkowych, w poszukiwaniu rozwiązań alternatywnych. W zapewne zbyt obszernie przedstawionym przykładzie zabrakło po prostu systemowej analizy przedmiotu celowej działalności człowieka, której nie przewidziane skutki postawiły pod znakiem zapytania jej celowość. Nie jest to, oczywiście, jedyny przykład, albowiem życie przynosi wiele, niestety zbyt wiele, przykładów niesystemowego myślenia i działania w różnej skali.

Po tej dygresji jeszcze kilka słów poświęćmy wydarzeniom, które miały wpływ na rozwój metodologii analizy systemowej w Polsce. Na początku lat siedemdziesiątych powstał Instytut Badań Systemowych PAN, w którym kontynuowano prace nad liczną rodziną modeli rozwoju (MR) społeczno-gospodarczego PRL. Pracami tymi kierował Roman Kulikowski, obecny dyrektor IBS PAN. W pracach nad budową modeli rozwoju z zastosowaniem analizy systemowej zaangażowało się wiele uczelni ekonomicznych.

cznych i technicznych. W 1977 r. ukazała się ważna monografia. Czytamy w niej: „Przedmiotem zainteresowań analizy systemowej są systemy, które jako elementy zawierają obiekty lub procesy fizyczne ulegające zmianom w czasie i przestrzeni. Inaczej mówiąc, przedmiotem zainteresowań analizy systemowej w ogólnym przypadku są systemy wchodzące nie tylko w zakres rozważań nauk przyrodniczych i technicznych, lecz również nauk ekonomicznych, społecznych, biologicznych, rolniczych itp.” (Kulikowski, 1977, s. 13).

Dwa lata wcześniej ukazała się praca Antoniego Roguckiego stanowiąca swoistą syntezę zastosowań analizy systemowej w planowaniu obrony (Rogucki, 1975). Wykorzystano w niej zarówno doświadczenia światowe (głównie Instytutu Rand), jak i rezultaty badań prowadzonych w Wojskowej Akademii Politycznej. W innej uczelni wojskowej, w Wojskowej Akademii Technicznej, powstała seria oryginalnych modeli optymalizacji systemów obsługi technicznej, zaopatrywania, przewozowych i transportowych, opracowanych przez Stanisława Piaseckiego i jego uczniów.

W 1976 r. z inicjatywy Szefostwa Badań i Rozwoju Techniki Wojskowej MON oraz PAN zorganizowano I Szkołę Podstaw Inżynierii Systemów, podczas której zaprezentowano kilkadziesiąt oryginalnych wykładów. Trzy lata później odbyła się II, a jedenaście lat później – III Szkoła Podstaw Inżynierii Systemów. W 1990 r. odbyła się IV Szkoła Systemowa dla kadr WP. Formą przygotowania do organizacji II Szkoły było kolokwium „Inżynieria systemów w rozwoju społeczno-ekonomicznym i obronnym kraju” (ASG WP, 1985). Skoro mówimy o wkładzie wojskowych naukowców do rozwoju analizy systemowej, należy wspomnieć o dwóch monografiach: Józefa Koniecznego (1983) i Piotra Sienkiewicza (1983). W pierwszej zaprezentowano oryginalny ustrukturalizowany schemat analizy systemowej, będący rozwinięciem wcześniejszych propozycji autora.

Należy także wspomnieć o dwóch wydaniach książki Andrzeja K. Koźmińskiego (1974, 1976), zwięzłym przeglądzie metod i technik systemowych Jerzego Kisielnickiego (1986) oraz o obszernej monografii Włodzimierza Bojarskiego (1984). Pod redakcją Wojciecha Gasparskiego ukazują się kolejne zbiory artykułów „Projektowanie i systemy” (1978–1988). W. Gasparski jest także redaktorem zbioru artykułów pod wspólnym tytułem „Nauka – Technika – Systemy” (1981), których autorami są wykładowcy I Szkoły

Podstaw Metodologicznych Badań Systemowych Nauki i Techniki, zorganizowanej przez Komitet Naukoznawstwa PAN. W ostatnich latach coraz częściej metodą analizy systemowej interesują się ekonomiści i specjaliści od organizacji i kierowania, a także politolodzy⁴ i historycy⁵.

Rosnące zainteresowanie metodami badań systemowych, a w szczególności analizą systemową, stanowi zapowiedź przełamania pewnego impasu w badaniach systemów społeczno-politycznych, gospodarczych, technicznych i wojskowych. Budzi to nadzieję na wzrost efektywności organizacji i skuteczności kierowania, usprawnienie procesu planowania, zwiększenie roli modeli systemów i metod optymalizacji oraz techniki komputerowej w diagnozowaniu stanów systemów i prognozowaniu ich rozwoju.

Jednym z warunków spełnienia tych nadziei jest rzeczowa, pozbawiona emocji i uprzedzeń, analiza i ocena kilkudziesięciu lat rozwoju różnorodnych koncepcji systemowych. Uogólnienie wieloletnich doświadczeń może pozwolić na opracowanie metodyk stosowania analizy systemowej w różnych dziedzinach praktyki społecznej oraz określenie perspektyw rozwoju badań systemowych. Jest to warunek zbliżenia się do takiego stanu rozwoju analizy systemowej, który zapewniłby pożądaną poziom jej racjonalności metodologicznej.

Obecną postawę ludzi wobec złożonych zjawisk społecznych trafnie charakteryzuje twierdzenie Jay W. Forrestera: „Umysł ludzki nie jest przystosowany do tego, by interpretować zachowanie się systemów społecznych. Nasze systemy społeczne należą do kategorii tak zwanych nieliniowych systemów sprzężeń zwrotnych z wieloma pętlami. Od początku ewolucji aż do niedawnych czasów rozumienie tych systemów nie było człowiekowi potrzebne. Procesy ewolucyjne nie wyrobiły w nas zdolności umysłowych pozwalających prawidłowo interpretować dynamiczne zachowania systemów, których część obecnie stanowimy” (Dubos, 1986, s. 197).

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 2, CZ. I

¹ O Rand Corporation tak pisał J. Raymond w wydanej w 1966 r. książce pt. *Pentagon*: „Rand Corporation została utworzona w 1948 r. z funduszy fundacji Forda, a trzon personelu rekrutował się spośród Douglas Aircraft Corporation,

która dała Rand Corporation w okresie jej konstytuowania się pomieszczenia mieszkalne, biurowe i laboratoryjne. Dwupiętrowy budynek, w którym mieści się centrala Rand Corporation, stoi na pięknym wybrzeżu zatoki naprzeciw ratusza w Santa Monica (Kalifornia) i jest bardziej rygorystycznie strzeżony przez policję bezpieczeństwa niż Ministerstwo Obrony" (s. 165).

W marcu 1993 r. autor mógł naocznie przekonać się, na ile prawdziwa jest powyższa relacja. Nie zmieniło się jedynie piękne położenie Instytutu Rand, natomiast trudno było dostrzec jakies szczególne przejawy ochrony budynku. Jest to niewątpliwy przejaw zmierzchu „zimnej wojny”.

- ² Szerzej na ten temat w pracy B. Kamińskiego i M. Okólskiego, *Granice modelowania globalnego*, PWN, Warszawa 1982.
- ³ M. Ilowiecki, *Asuańska nauka*, „Odra” 1984, nr 4.
- ⁴ Na przykład F. Ryszka, *Nauka o polityce. Rozważania metodologiczne*, PWN, Warszawa 1984.
- ⁵ Na przykład J. Kieniewicz, „*Od ekspansji do dominacji*”, Czytelnik, Warszawa 1986.

3. SYSTEMOWE ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW

Zalóżmy, że dana jest sytuacja realna, interpretowana jako zbiór relacji między stanami określonego obiektu (systemu, procesu) a stanami jego otoczenia. Otoczenie obiektu stanowią elementy, między którymi a rozpatrywanym obiektem określono, interesujące z pewnego punktu widzenia, relacje: w szczególności mogą to być stosunki bądź oddziaływania informacyjne i energomaterialne.

Powiemy, że obiekt znajduje się w sytuacji problemowej, gdy:

- 1) powstaje rozbieżność między aktualną sytuacją obiektu a zaprojektowaną (pożądaną) przez niego (lub zadaną zewnątrz lub wewnątrz) sytuacją (stanem, wynikiem, celem);
- 2) rozbieżność nie może być usunięta na podstawie dostępnych obiektowi (np. zapamiętanych lub wyuczonych) procesów równoważących;
- 3) osiągnięcie wyniku wymaga:
reorganizacji doświadczenia obiektu,
zmiany sposobu eksploracji otoczenia,
wytworzenia nowych form równoważności.

Procesem równoważności określać będziemy mechanizmy obiektu, których przeznaczeniem jest usuwanie przyczyn utrzymujących obiekt w sytuacji problemowej.

W dalszych rozważaniach będziemy rozpatrywać przede wszystkim obiekty szczególne, określane jako organizacje lub systemy działania.

Problem określany jest przez relacje (stosunki) między danymi na wejściu (X) obiektu, jego wewnętrznymi stanami (Z), wyjściami prowadzącymi do celu (Y) i tzw. funkcją przenoszenia (T). X może oznaczać sytuację początkową, Z – uprzednie doświadczenie lub nastawienie motywacyjne.

Z rozpatrywanego modelu wynikają następujące podstawowe problemy:

- 1) dane jest T oraz (X, Z) , poszukujemy Y (problem typu „co osiągnąć?”),
- 2) dane jest T oraz Y , poszukujemy (X, Z) (problem typu „czym, za pomocą czego, osiągnąć?”),

3) dane są (X, Z) i Y , poszukujemy T (problem typu „jak, w jaki sposób, osiągnąć?”).

Problem któregośkolwiek z wymienionych typów nazywać będziemy problemem decyzyjnym, gdyż jest on związany z wyborem celów, sposobów i środków działania określonego obiektu. Problem decyzyjny charakteryzują trzy podstawowe wymiary: stopień złożoności, stopień dynamiki i stopień niepewności. Ze względu na nasilenie tych stopni można mówić o problemach: prostych i złożonych, statycznych i dynamicznych, pewnych i niepewnych (ryzykownych).

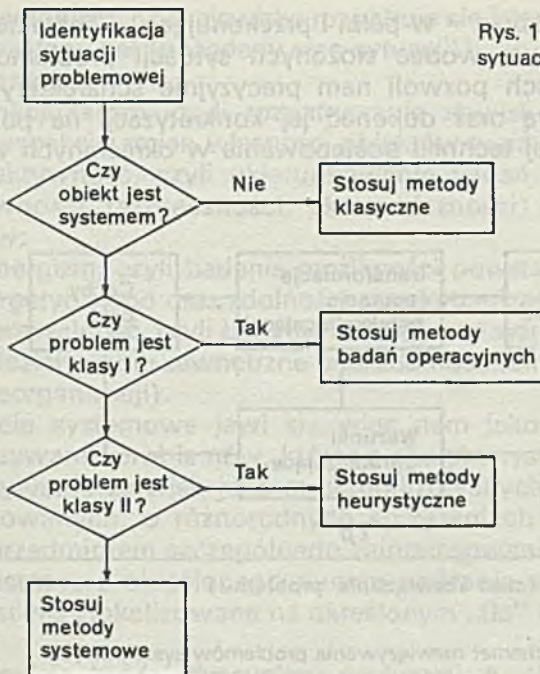
Problemy poznawcze wiązać będziemy natomiast z potrzebą identyfikacji: obiektu i otoczenia, istotnych relacji między elementami obiektu oraz między stanami obiektu i stanami otoczenia. Można zatem mówić o problemach identyfikacji struktury i zachowania się obiektu w otoczeniu.

Ogół problemów można podzielić na trzy podstawowe klasy, tj. problemy:

- a) o dobrze określonej strukturze (well-structured), czyli problemy, które można przedstawić w postaci skwantyfikowanej (ilościowej);
- b) o nieokreślonej strukturze (unstructured), czyli problemy, które można przedstawić wyłącznie jakościowo w postaci werbalnej (opisu słownego);
- c) o słabo określonej strukturze (ill-structured), czyli problemy mieszane, tj. zawierające zarówno czynniki ilościowe, jak i jakościowe, z przewagą jakościowych.

Do rozwiązywania problemów należących do pierwszej klasy stosuje się np. metody badań operacyjnych, natomiast problemy drugiej klasy – rozwiązuje się metodami heurystycznymi. Do problemów należących do trzeciej klasy oraz, gdy obiektem w sytuacji problemowej jest określony system rzeczywisty, stosuje się metody systemowe, a w szczególności analizę systemową.

Ogólny schemat identyfikacji sytuacji problemowej z punktu widzenia doboru metody rozwiązania problemu przedstawiono na rys. 1. Dla każdej sytuacji problemowej może istnieć dwojakie ujęcie problemu: usprawniające bądź projektotwórcze, w zależności od tego, czy celem postępowania jest znalezienie rozwiązania lepszego (w sensie przyjętych kryteriów) od istniejącego, czy znalezienie rozwiązania „idealnego”, tj. optymalnego w ściśle określonym sensie.

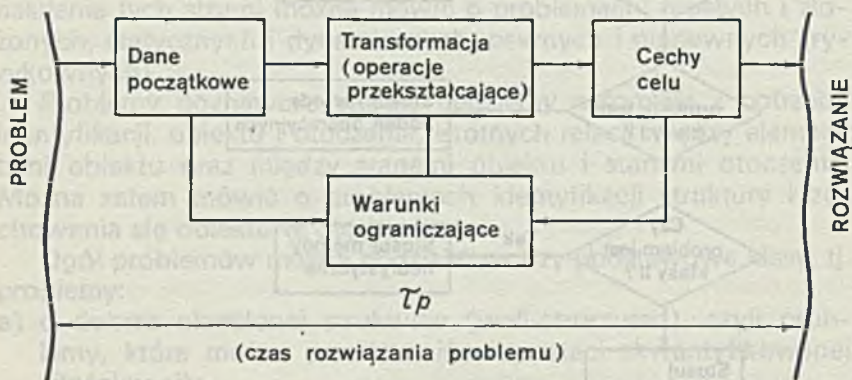


Należy jeszcze podać warunki, jakie musi spełniać problem, aby można go uznać za dobrze określony. Są to (rys. 2):

- a) ściśle określenie danych początkowych i cech celu;
- b) ściśle określenie łańcucha transformacji i ograniczeń (np. przez ciąg operatorów), co w konsekwencji wyznacza podstawę do wnioskowania o poprawności rozwiązania (czy uzyskane rozwiązanie jest równoważne pożądanemu).

Problemy źle określone nie spełniają przynajmniej jednego z dwóch pierwszych warunków, co w konsekwencji powoduje, że w procesie rozwiązywania brak jednoznacznego kryterium przyjęcia bądź odrzucenia rozwiązania. Co może charakteryzować podmiot rozwiązujący problem i co może różnić jeden podmiot od innego podejmującego twórczy trud rozwiązania podobnej sytuacji problemowej? Wojciech Gasparski twierdzi, że po prostu styl rozwiązywania problemów¹. Na pytanie, czy istnieje zatem systemowy styl rozwiązywania problemów, autor odpowiada twierdząco, podając tzw. cechy konstytutywne tego stylu. Warto się z nimi

zapoznać, gdyż dobrze – w pełni i przekonująco – charakteryzują postawę systemową wobec złożonych sytuacji problemowych. Poznanie tych cech pozwoli nam precyzyjnie scharakteryzować analizę systemową oraz dokonać jej konkretyzacji na poziomie pewnej racjonalnej techniki postępowania w określonych wcześniej sytuacjach.



Rys. 2. Schemat rozwiązywania problemów systemowych

Przyjmijmy, że cechami konstytutywnymi ujęcia systemowego są:

- 1) holizm, czyli rozpatrywanie zjawisk (obiektów, procesów, zdarzeń itp.) jako całości (istniejących lub tworzonych), pamiętając przy tym o Arystotelesowskiej maksymie, że „całość to więcej niż suma części”;
- 2) strukturalizm, czyli określenie właściwości rozpatrywanego zjawiska na podstawie jego struktury traktowanej jako integrująca i niezmiennicza;
- 3) kompleksowość, czyli ujawnianie różnorodności sprzężeń i relacji wewnętrznych rozpatrywanych zjawisk;
- 4) esencjalizm, czyli dążenie do rozpatrywania istotnych, wewnętrznych prawidłowości zjawisk (cech systemowych) jako podstawowych dla przebiegu procesu rozwiązywania sytuacji problemowej;
- 5) kontekstowość, czyli rozważanie zjawisk ze względu na ich miejsce w „reszcie świata” (np. obiekt traktowany jest jako część obiektu wyższego rzędu – nadsystemu);

- 6) teleologizm, czyli zjawiska rozpatruje się jako zorientowane na określony cel (pożądany stan sytuacji)²;
a ponadto:
- 7) funkcjonalizm, czyli rozpatrywanie zjawisk w dynamice, tj. w aspekcie zmian własności obiektów w czasie;
- 8) efektywność, czyli ukierunkowanie badań na analizę efektywności (skuteczności, ekonomiczności) działania obiektów;
- 9) synergizm, czyli badanie możliwości powstawania efektu synergetycznego oraz zdolności samoorganizacji;
- 10) sterowalność, czyli badanie obiektów ze względu na sterujące oddziaływania zewnętrzne oraz zdolność samosterowania (samoorganizacji).

Ujęcie systemowe jawi się więc nam jako swoisty sposób rozwiązywania problemów, którego charakterystyczną cechą jest rozpatrywanie zjawisk jako strukturalizowanych całości, celowo zorientowanych, o różnorodnych sprzężeniach i relacjach, przy czym przedmiotem szczególnego zainteresowania są cechy uznane za istotne z określonego punktu widzenia, rozpatrywana całość jest zaś zlokalizowana na określonym „tle” (otoczeniu zjawiska).

W opisie każdej dyscypliny naukowej, a także – jak należy sądzić – dowolnej sytuacji problemowej istotną rolę spełniają informacje o:

- a) obiektach, których dyscyplina (sytuacja) dotyczy;
- b) zjawiskach (procesy), które zachodzą w obiektach i są badane w ramach rozważanej dyscypliny (sytuacji);
- c) metodach, które w tych badaniach (rozwiązywaniu sytuacji) są stosowane;
- d) języku, w którym rozważania są prowadzone, a wyniki badań (rozwiązywania sytuacji) rejestrowane³.

Biorąc pod uwagę powyższe grupy informacji, powiemy o badaniach systemowych, że:

- dotyczą obiektów realnych (istniejących) lub abstrakcyjnych rozpatrywanych jako systemy;
- badanymi zjawiskami zachodzącymi w obiektach są procesy (funkcjonowanie, zachowanie się, działanie) wymiany informacji oraz materii i energii wewnątrz obiektu i między obiektem a otoczeniem oraz procesy rozwoju (powstawania, trwania, upadku bądź postępu);

- metodami są swoiste metody systemowe, o których najogólniej można powiedzieć, że są mniej ściśle niż metody badań operacyjnych, lecz bardziej ściśle niż metody heurystyczne albo że są zbyt ogólne, aby badać mechanizmy, choć zbyt ściśle, aby badać zbiorowiska (skupiska);
- język badań systemowych cechuje w szczególności zredukowanie leksyki do pojęć logiki oraz specyficznych pojęć systemowych.

Na rozwój metodologicznych badań systemowych można zapewne spojrzeć przez pryzmat poszukiwań swobodnego języka opisu systemowych sytuacji problemowych, formułowania sądów wartościujących, języka adekwatnego do złożoności i dynamiki badanej rzeczywistości. Z uwagą trzeba odnieść się do następującego sądu: „Być może znaczenia podejścia systemowego należy upatrywać nie w teoriach, jakie nam oferuje, ale właśnie w poszukiwaniach języka, który byłby bardziej odpowiedni niż ten, jakiego używamy w przetwarzaniu rosnącej ilości coraz bardziej wielorako ze sobą powiązanych danych. W myśleniu”⁴.

Nie przesądzajmy obecnego statusu badań systemowych. Interesująca jest bowiem ich pewna „nieokreśloność”, wieloaspektowość, nie przesądzająca o jednym ich ujęciu. W dalszych rozważaniach będzie nas interesować zarówno systemowy styl rozwiązywania problemów, jak i metody systemowe użyteczne w poszukiwaniu ich rozwiązania, a także język opisu systemów. Ten pewien eklektyzm wydaje się charakterystyczny dla aktualnego stanu badań systemowych. Jest to jednak temat rozważań nieco innego rodzaju, nie stroniących od refleksji filozoficznych. Dlatego bezpieczniej będzie skoncentrować uwagę na jednej z metod systemowych – na analizie systemowej.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 3, CZ. I

- ¹ W. Gasparski, *Ujęcie systemowe jako styl*, w: „Projektowanie i systemy”, t. VII, Ossolineum, Warszawa 1985.
- ² Należy zwrócić uwagę na dość częstą sytuację, w której zadaniem analizy systemowej jest doprowadzenie do ujawnienia celów.
- ³ Na ogół w badaniach przyrodniczych kładzie się nacisk na zjawiska, w badaniach humanistycznych – na metody, formalnych – na język.
- ⁴ S. Magala, *Modne kierunki filozoficzne*, KAW, Warszawa 1984, s. 97.

4. METODOLOGIA

Metoda to procedura postępowania, która umożliwia nam w danych warunkach posługiwanie się posiadanymi narzędziami w celu poznania prawdy, poznania obiektywnej rzeczywistości oraz przekształcenia jej zgodnie z przyjętym celem działania. Metoda jest więc umiejętnością wyboru takiego postępowania w określonej sytuacji problemowej, która umożliwi osiągnięcie pożądanego celu. Metodologia, jako teoria metody, powstała pod wpływem rozwoju nauki jako wyraz zaspokojenia potrzeby badania ogólnej problematyki metody, jej stosunku do innych dziedzin, jej różnych przejawów przydatności, ograniczoności itp. Na gruncie badań systemowych widoczne jest szczególne zainteresowanie metodologią.

Każde badanie dowolnego obiektu opiera się bądź na rozkładaniu go na części składowe, bądź na łączeniu określonych części składowych w pewną, interesującą z określonego punktu widzenia, całość. Stąd analiza i synteza są najogólniejszymi metodami przetwarzania materiału badawczego.

Czym zatem różni się analiza systemowa od analizy jako ogólnej metody badań? Istota tej metody polega przede wszystkim na rozpatrywaniu obiektu badań jako systemu. Dalsze cechy dotyczą zabiegów operacyjnych, procedur tworzących elementy struktury analizy systemowej, jako metody.

Sposób traktowania obiektu jako systemu regulują pewne ogólne zasady, a mianowicie:

- 1) zasada ścisłości określania granic i wnętrza systemu;
- 2) zasada niezmienności dokonanego rozróżnienia między systemem a jego otoczeniem w trakcie badań;
- 3) zasada zupełności podziału systemu (na podsystemy);
- 4) zasada rozłączności rozpatrywanych systemów (i ich podsystemów);
- 5) zasada funkcjonalności, czyli podziału systemu na podsystemy ze względu na rodzaj spełnianych przez nie funkcji w całości.

Powyższe zasady wynikają z ogólnych zasad metodologicznych badań systemowych:

1. Badane są pewne zorganizowane całości, dobrze wyodrębnione ze środowiska (otoczenia). Całości te są określane jako systemy.
2. System może być podzielony na części i ich relacje na wiele różnych sposobów; nie ma podziału uniwersalnego.
3. Każdy podział systemu na części daje pewien jego obraz. Podział zależy więc od tego, które cechy systemu lub jego elementów chcemy badać.
4. Własności składników systemu nie mogą być badane niezależnie od systemu, w którym występują. Nie ma własności niezależnych od środowiska (otoczenia). Nie ma stałego i niezależnego od kryterium analizy podziału na system i otoczenie.

Aby lepiej wyrazić istotne i swoiste cechy metody systemowej, warto skonfrontować je z cechami „tradycyjnej” metody analitycznej (redukcjonistycznej).

Metoda analityczna wyodrębnia (koncentruje się na elementach), natomiast metoda systemowa łączy (koncentruje się na oddziaływaniach między elementami). Pierwsza bada charakter oddziaływań, opiera się na analizie szczegółów, modyfikuje pojedyncze zmienne, a sprawdzanie faktów dokonuje się przez próby eksperymentalne w ramach danej teorii itp. Druga bada efekty oddziaływań, opiera się na percepcji ogólnej, modyfikuje równocześnie grupy zmiennych, a sprawdzanie faktów dokonuje się przez porównanie funkcjonowania modelu z rzeczywistością. W ujęciu analitycznym stosuje się modele precyzyjne i szczegółowe, ale trudne do zastosowania w działaniu. W metodzie systemowej natomiast używa się modeli nie tak dokładnych, aby mogły służyć za podstawę wiedzy szczegółowej, ale dających się wykorzystać przy podejmowaniu decyzji i projektowaniu systemów wielkich. Metoda analityczna jest niewątpliwie skuteczna w przypadku oddziaływań słabych, liniowych i deterministycznych. Opiera się raczej na znajomości szczegółów przy słabo sprecyzowanych relacjach między szczegółami.

Analizując różne ujęcia tego, co określa się jako metodę systemową, trudno nie zgodzić się ze spotykanym często poglądem, że podejście systemowe nie jest żadnym sensacyjnym wynalazkiem, lecz kombinacją rozsądnie zestawionych reguł myślowych. Z pewnością rację ma także Bojarski stwierdzając: „Metodyczna postawa systemowa okazała się tak niezwykle pożyteczna i płodna w licznych dziedzinach zastosowań, że najwięksi jej entuzjaści uważają, iż jest to jedyna naprawdę naukowa metoda poznawania

rzeczywistości. Jest to oczywiście przesada, warto jednak zastanowić się, co można dzięki niej uzyskać, a czego oczekiwać nie należy" (1984, s. 293).

Oczekiwania dotyczące analizy systemowej, a raczej rezultatów jej zastosowań, dobrze oddają liczne określenia jej istoty oraz interpretacje jej znaczenia, potencjalnych i realnych wartości praktycznych (np. Koźmiński, 1976, s. 35). Oto niektóre:

- 1) „Analiza systemowa jest systematycznym sposobem analizowania złożonych problemów zmierzającym do zapewnienia osiągnięcia szerszych celów i bardziej efektywnie niż w przypadku, gdyby poszczególne części systemu analizowano w izolacji (Steiner)”.
- 2) „Analiza systemowa może być najlepiej określona jako stały dialog między decydentem a analitykiem systemów, w którym decydent pyta o różne warianty rozwiązania swoich problemów, analityk zaś stara się wyjaśnić konceptualny układ odniesienia, w którym decyzja musi być podjęta, zdefiniować możliwe alternatywne cele i kryteria oraz określić w możliwie najjaśniejszej formie (skwantyfikowanej) koszty i efektywność tych kierunków działania (Enthoven)”.

W przytoczonych jednych z wielu definicjach kładzie się nacisk bądź na całościowe i systematyczne analizowanie złożonych problemów, bądź na relację między dwoma uczestnikami działań: decydentem i analitykiem.

ANALIZA SYSTEMOWA

jest

- zbiorem metod i technik analitycznych, ocenowych i decyzyjnych, służących racjonalnemu rozwiązywaniu systemowych sytuacji decyzyjnych
- badaniem wspomagającym działania osób odpowiedzialnych za decyzje lub linie postępowania w warunkach niepewności i ryzyka

W celu uściślenia przedmiotu rozważań proponuje się, aby analizę systemową nazywać metodą rozwiązywania systemowych sytuacji (problemów) decyzyjnych, której:

- a) celem są zmiany w realnym systemie;
- b) istota polega na rozpatrywaniu obiektów jako systemów o określonym składzie i strukturze, złożonych z podsystemów i należących do określonego nadsystemu;
- c) wynik stanowi projekt zmian przynoszących wzrost, szeroko rozumianej, efektywności działania;
- d) użytkownikiem wyników jest decydent, który powinien umieć sformułować swoje potrzeby decyzyjne i przekazać je analitykowi systemów; odpowiada on za wykorzystanie wyników analizy.

ANALIZA SYSTEMOWA

ma na celu

określenie pożądanego działania lub linii postępowania przez rozpoznanie i rozważenie dostępnych wariantów oraz porównanie przewidywanych ich, bliższych i dalszych, następstw

Rozwój analizy systemowej przebiega w dwóch nurtach:

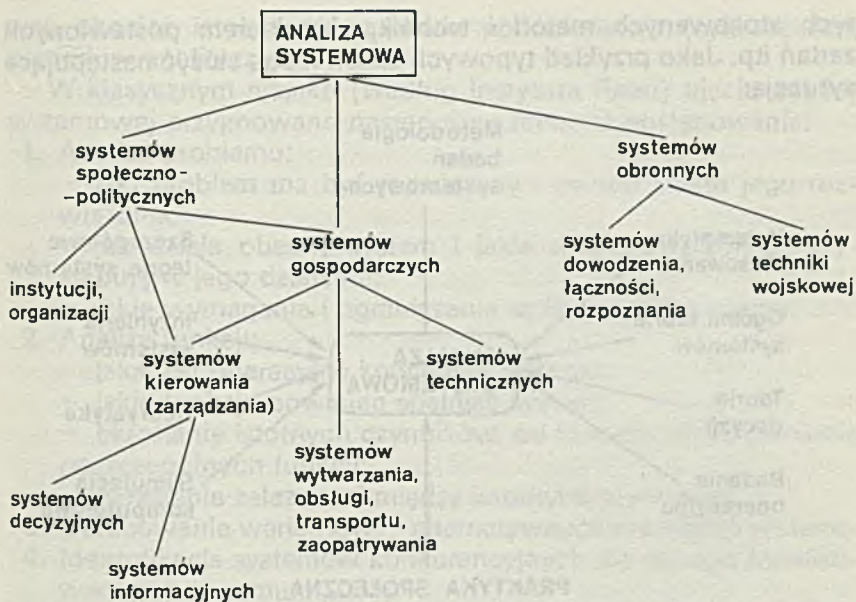
- poznawczym, przy czym uważa się, że analiza systemowa znajduje się na pierwszym froncie badań naukowych (G w i s z i a n i, 1980);
- pragmatycznym, w którym analiza systemowa jest traktowana jako „rzemiosło” wykorzystujące metody naukowe oraz jako działalność usługowa dla konkretnych klientów.

W ostatnich latach nastąpiło znaczne rozszerzenie zakresu zastosowań analizy systemowej (rys. 3, 4) na sferę decyzji rozwojowych, politycznych i ekonomicznych.

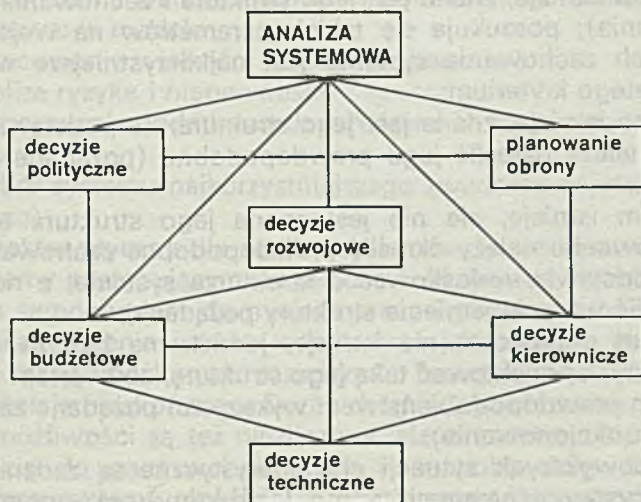
Ogólny schemat realizacji analizy systemowej w dowolnej dziedzinie przedmiotowej zastosowań przedstawiono na rys. 5. Na schemacie wyróżniono elementy wymagające dalszego wyjaśnienia:

- realizator analizy systemowej: zespół interdyscyplinarny zdolny do wykonania pełnego cyklu analizy systemowej;
- program analizy systemowej: uporządkowany zbiór procedur analitycznych niezbędnych do wykonania analiz szczegółowych.

Zastosowania, a także cykl analizy systemowej różnią się charakterem obiektu rozpatrywanego jako system, specyfiką niektó-



Rys. 3. Zakres zastosowań analizy systemowej



Rys. 4. Przedmiot zastosowań analizy systemowej

rych stosowanych metod i technik, charakterem postawionych zadań itp. Jako przykład typowych zadań mogą służyć następujące sytuacje:



Rys. 5. Główne powiązania analizy systemowej

- A. System istnieje, znana jest jego struktura i zachowanie (reguły działania); poszukuje się takich parametrów na wejściu, dla których zachowanie systemu jest najkorzystniejsze w sensie przyjętego kryterium;
- B. System istnieje, znana jest jego struktura; na podstawie struktury należy określić jego prawdopodobne (pożądane) zachowanie;
- C. System istnieje, ale nie jest znana jego struktura ani jego zachowanie; należy określić prawdopodobne zachowanie i na tej podstawie wnioskować o strukturze systemu, a następnie określić warunki istnienia struktury pożądanej;
- D. System dotychczas nie istnieje, jednak ma być zbudowany i należy zaprojektować taką jego strukturę, aby system z określonym prawdopodobieństwem wykazywał pożądane zachowanie (funkcjonowanie).

Dla powyższych sytuacji charakterystyczne są zadania identyfikacji systemu (parametrów, reguł, struktury) oraz optymalizacja struktury i funkcjonowania systemu. Sytuacja typu D charakterystyczna jest raczej dla inżynierii systemów niż dla analizy systemo-

wej, chociaż istnieją niewątpliwie podobieństwa (cykl działań, procedury analityczne).

W klasycznym niejako (według Instytutu Rand) ujęciu analizy systemowej przyjmowano następujący schemat postępowania:

1. Analiza problemu:
 - jaki problem ma być rozwiązany i co jest celem jego rozwiązania;
 - jak działa obecny system i jakie niedostatki (braki) występują w jego działaniu;
 - jakie wymagania i ograniczenia są istotne dla systemu.
2. Analiza funkcji:
 - jaka jest operacyjna koncepcja systemu;
 - jakie funkcje powinien spełniać system;
 - określenie istotnych czynników, od których zależy pełnienie poszczególnych funkcji;
 - określenie zależności między istotnymi czynnikami.
3. Opracowanie wariantów – alternatywnych rozwiązań systemu.
4. Identyfikacja systemów konkurencyjnych dla danego (analizowanego) systemu.
5. Opracowanie modelu ocenowego systemu (kryteria oceny, zależności, charakterystyki wpływu otoczenia).
6. Oszacowanie wartości danych ilościowych dla modelu.
7. Testowanie modelu.
8. Oszacowanie wielkości nakładów (kosztów).
9. Analiza ryzyka i niepewności.
10. Opracowanie dodatkowych rozwiązań alternatywnych dla systemu.
11. Wybór systemu najkorzystniejszego (wariantu najefektywniejszego).

Charakterystyczny dla analizy systemów sposób postępowania zilustrujemy następującym przykładem¹. Mamy rozwiązać problem dojazdu samochodem do miejsca pracy i powrotu wieczorem do domu. Zagadnienie można rozpatrywać jako system obejmujący pewną liczbę możliwych rozwiązań. Teoretycznie rzecz biorąc, skoro istnieje nieskończona liczba dróg łączących dom z miejscem pracy, możliwości są też niezliczone, ale w praktyce wybór sprowadza się do paru wchodzących w rachubę dróg. Specjaliści analizujący systemy określają to ograniczenie jako „środowisko”, czyli sztywne ramy wymykające się spod naszej kontroli. Każdy przecież zdaje sobie sprawę, że nie może dostać się do miejsca

pracy najkrótszą drogą – jak sierpem cisnął, ani też nie może robić z codziennej jazdy wycieczki krajoznawczej.

Powiedzmy, że jedna trasa jest krótsza od innych – w kilometrach – lecz prowadzi bardzo uczęszczaną szosą, na której jedzie się zderzak przy zderzaku i często trzeba się zatrzymywać. Druga trasa, dłuższa w kilometrach, może jednak okazać się krótsza, gdy się ją zmierzy w jednostkach czasu. Trzecia może być krótsza i w kilometrach, i w czasie, lecz obejmuje odcinek autostrady, na której trzeba opłacić „myto”, jest więc od poprzednich kosztowniejsza. Poza tym: przejazd każdą trasą zajmowałby mniej czasu, gdyby można było wyjeżdżać z biura wcześniej lub później – byle nie w okresie szczytowego nasilenia ruchu, a zatem, która trasa jest najlepsza?

Aby na pytanie to odpowiedzieć, analityk systemów zażąda wielu dodatkowych informacji. Następnie będzie starał się sprowadzić wszystkie czynniki do wspólnego mianownika przez nadanie im ekwiwalentu liczbowego, tak aby stały się porównywalne. Najbardziej rozpowszechnionym sposobem jest ustalenie wartości każdego elementu w jednostkach pieniężnych. Można obliczyć – na przykład – koszt przejazdu jednego kilometra. Jeśli oprzemy się na tym wskaźniku, najlepsza okaże się droga, która jest najkrótsza w miarach długości. Ale weźmy pod uwagę również, że wleczenie się „krok za krokiem” w gąszczu pojazdów, ustawiczne zatrzymywanie się i ruszanie denerwuje kierowcę, psuje mu humor oraz podwyższa koszty eksploatacji samochodu. Możemy te czynniki oraz przymusowe przestoje oznaczyć jakąś wartością ujemną. Opłata za przejazd autostradą powinna być również uwzględniona, a może trzeba też doliczyć zwiększone ryzyko wypadku. Załóżmy, że wszystkie te elementy możemy ująć w postaci ilościowej; dane liczbowe wprowadzimy do komputera, a on określi, która trasa jest dla nas najkorzystniejsza. Jak dotąd, wszystko jest jasne. Ale dla analityka systemów nie oznacza to ostatecznego rozwiązania, lecz dopiero początek. Zagadnienie trasy z domu do pracy stanowi dla niego jedynie podsystem. I tym zdaje się on różnić od „badacza operacji”, który zapewne zbudowałby model sieci komunikacyjnej i poszukiwałby, posługując się starannie dobranym algorytmem, drogi najkrótszej (najtańszej). Dla analityka systemów system wyższego rzędu obejmuje pytania, dlaczego mieszkamy tam, gdzie mieszkamy i dlaczego pracujemy tam, gdzie pracujemy. Może rozsądniej byłoby przeprowadzić się bliżej miej-

sca pracy? Albo może powinniśmy znaleźć mieszkanie bliżej sieci kolejowej?

Te pytania zaczepiają o cały kompleks innych podsystemów. Czy na przeprowadzce do innej dzielnicy nie ucierpią nasze stosunki ze szkołą, z kościołem, sąsiadami, przyjaciółmi? A może właśnie wpłynie to na nie korzystnie? Związki te stanowią podsystem większego systemu, związanego z miejscem zamieszkania. Gdy zaczniemy go rozpatrywać, zrozumiemy, że zamieszkanie stanowi także tylko podsystem innego, jeszcze szerszego systemu. Dlaczego zamieszkaliśmy właśnie w tym mieście? Dlaczego pracujemy w tym, a nie w innym zakładzie pracy?

Gdy rozpatrujemy podsystemy i systemy, z których składa się nasze życie, a właściwie jego część uporządkowana i ustabilizowana, napotykamy zagadnienia wymagające specjalnego podejścia: „wymiany” oraz zidentyfikowania osób odpowiedzialnych za podjęcie decyzji. Rozważając przeprowadzkę będziemy musieli poświęcić jedne wartości na rzecz innych („wymiana”). I kto w tych sytuacjach „sprzeczności wartości” ma podejmować decyzje? Problemy, dla których inspiracją byłby ten uproszczony przykład, można byłoby mnożyć. Oczywiście, w praktyce nikt zapewne w podobnych sytuacjach nie poświęca tak wiele czasu rozważaniu rozwiązań alternatywnych i mnożeniu dylematów (rzeczywistych i niekiedy pozornych).

Ten przykład – jak się rzekło – uproszczony, skłania do zastanowienia się nad przyczynami umiarkowanego, jak dotąd, zainteresowania analizą systemową ze strony realnych decydentów: dyrektorów przedsiębiorstw i kierowników różnych instytucji. Być może przyczyna tego stanu wynika stąd, że analiza systemowa ze swą logiką i wnikliwością zmusza do rozważenia problemów, nad którymi dotychczas udawano się „prześlizgnąć” lub „pozostawić w mroku”, rutyna sprawiała, że sięgano w zamian do „jedynego słusznego rozwiązania”.

W powyższym przykładzie wystąpiła interesująca kwestia sposobu „kalkulacji wartości” wariantów rozwiązań. Czy przyjmować proste kryteria techniczne lub ekonomiczne, czy też sięgać po bardziej złożone? W zasadzie należy skonstatować, że każda niemal decyzja o charakterze „czysto technicznym” nabiera w analizie systemowej szerszego, społecznego charakteru. W tym miejscu nasuwają się skojarzenia z koncepcją nie formułowaną, co prawda, w kategoriach analizy systemowej, lecz sformułowaną niegdyś

przez wybitnego przedstawiciela nauk systemowych, laureata Nagrody Nobla w dziedzinie ekonomii Herberta A. Simona. Na przykład podany przez Simona zwracał uwagę znawca zagadnień administracji, Stanisław Kowalewski². „(...) Straż pożarna jest powołana do gaszenia pożarów. Rozlicza się z gaszenia pożarów. Komendant straży biorąc tylko to pod uwagę zaleca, aby wozy strażackie jechały do pożaru jak najszybciej. Te pędzące z nadmierną szybkością wozy powodują katastrofy uliczne. To jednak nie obchodzi już komendanta straży. Jest przecież osobna służba ruchu i katastrofy obciążają jej konto. Simon ten przykład uogólnia i powiada, że nasza administracja – pisze o administracji amerykańskiej – przedstawia obraz wojny wszystkich ze wszystkimi o wszystko. Rozróżnia pojęcie adekwatności i efektywności. Ograniczenie myślenia do gaszenia pożarów jest adekwatne do zadań. Ale powinno się myśleć kategoriami efektywności – jakie są globalne efekty działań cząstkowych. Może lepiej byłoby, żeby trochę więcej się spaliło, ale żeby nie było katastrofy z ofiarami śmiertelnymi”. Dopiero wtedy, gdy ten typ rozumowania będzie u nas w pełni wdrożony na szczeblu centralnym – komentuje ten przykład Kowalewski – będzie można mówić o efektywnym gospodarowaniu, nie będzie wojny wszystkich ze wszystkimi o wszystko. I o taki właśnie sens efektywności działania chodzi przecież w analizie systemowej.

Po przykładach ilustrujących sposób myślenia analityka systemów powróćmy do kwestii metodologicznych, a ściślej mówiąc do pewnych dyrektyw praktycznych.

Edward S. Quade, zajmujący się przez wiele lat analizą systemów uzbrojenia i planowaniem obrony, ale także uczestnik prac prowadzonych w IIASA, sformułował następujące wskazówki – jak postępować w analizie systemów przy rozwiązaniu problemu.

1. Sformułuj prawidłowo problem, który masz rozwiązać.
2. Wyraźnie nakieruj badania.
3. Nie wykluczaj żadnego z wariantów rozwiązania a priori.
4. Wsuń z góry hipotezy.
5. Model ma stanowić odwzorowanie całego problemu, a nie pojedynczego zjawiska.
6. W poszukiwaniu rozwiązania skupiaj uwagę na problemie, a nie na modelu.
7. Nie przeceniaj znaczenia ujęć matematycznych i otrzymanych wyników obliczeń.

8. Analizuj starannie strategię i taktykę wroga.
9. Uwzględniaj w sposób bezpośredni, że działasz w warunkach niepewności.
10. Uwzględniaj elementy istotne, pomijając szczegóły.
11. Szukaj ostrożnie rozwiązań suboptymalnych.
12. Zrób to, co rzeczywiście możesz zrobić.

Ponadto E. S. Quade podaje wskazówki, w jaki sposób można uzyskać poprawne wyniki i osiągnąć cele analizy systemowej:

1. Korzystaj w sposób efektywny z opinii ekspertów, ponieważ jest to jedna z najważniejszych metod analizy systemowej.
2. Zwróć uwagę na dobór właściwego celu.
3. Stale sprawdzaj „wrażliwość” stosowanych metod.
4. Opracowuj warianty i przeprowadzaj ich ocenę porównawczą.
5. Korzystaj z interdyscyplinarnego zespołu.
6. W dużych problemach nie opieraj się na analogii do pojedynczych zadań.
7. Przywiązuj większe znaczenie do częściowych odpowiedzi w ważnych kwestiach niż do pełnego wyjaśnienia nieistotnych problemów.
8. Uwzględnij, że estymacja kosztów jest niezmiernie istotnym czynnikiem przy wyborze wariantu.
9. Uwzględnij, że ten, kto podejmuje decyzję, może sam skompensować do pewnego stopnia niepełność analizy.
10. Przyjmij jako naczelną zasadę, że nowa koncepcja ma znacznie większą wartość od tysięcy przeprowadzonych ocen.

Wskazówki Quade'a mają charakter pewnych heurystycznych wytycznych, zapewniających jeśli nie skuteczność procesu rozwiązywania problemów, to racjonalność metodologiczną. Zapewne mogą uchronić przed popełnieniem „grubych błędów systemowych”, a także mogą zabezpieczyć przed „błędami i wypaczeniami” metodologicznymi. Te natomiast kryją niebezpieczeństwo przekształcenia się analizy systemowej bądź w „jedynie słuszną”, sztywną, lecz pozbawioną naukowej ścisłości doktrynę, bądź w sformalizowaną quasi-matematyczną teorię, służącą do rozwiązywania szkolnych matematycznych przykładów obliczeniowych.

Tak czy owak, mamy do czynienia z metodą o szczególnych cechach, której trudno nie podejrzewać o pewien „eklektyzm metodologiczny”. Jednak to, że „systemowość” może wydawać się niekiedy eklektyzmem, jest rezultatem dążenia do wykorzystania wartości różnych ujęć i metod pozytywnie zweryfikowanych pod-

czas rozwiązywania różnych cząstkowych problemów. Godzenie ścisłości metod matematycznych z „rozmytością” i werbalizmem metod społecznych może przynieść pomyślne wyniki na gruncie analizy systemowej takich obiektów, jak realne organizacje lub obiekty techniczne rozpatrywane w psychospołecznym kontekście.

To, co charakteryzuje metody heurystyczne i odróżnia je od metod algorytmicznych, sprowadza się do następujących wyróżników: uniwersalność, dążność do rozumienia procesu rozwiązania i jego uwarunkowań, rozdzielność i odmienność fazy poszukiwania od fazy oceny rozwiązania, odwoływanie się do analogii i indukcji jako podstawowych form rozumowania wiarygodnego, trudność oceny skuteczności zastosowania. W świetle tych wyróżników metody systemowe jawią się jako metody o bardziej ustrukturalizowanym schemacie postępowania. W dokonanej przez Góralskiego klasyfikacji obejmującej 17 różnych metod heurystycznych, rozpatrywanych ze względu na 14 różnych cech, posłużono się metodą dendrytu Steinhausa w celu określenia „bazy przestrzeni metod rozwiązywania zadań”. W dendrycie tym dostrzec można miejsce metod systemowych między metodą morfologiczną a tzw. metodą IPID, blisko zaś nich znajdują się (Góralski, 1977, s. 20–24) inwentyka i synektyka.

Główne cechy metod systemowych:

- a) oczekiwany skutek rozwiązania: nowa struktura, proces, system (w sensie nowego projektu zmian systemowych);
- b) zadanie dotyczy: złożonego obiektu (systemu i jego otoczenia);
- c) sposób formułowania zadania: raczej słaby (w sensie stopnia ustrukturalizowania);
- d) warunki ograniczające: zarówno „nie dłużej niż” jak i „nie więcej (mniej) niż”;
- e) sposób oceny rozwiązania: ocena decydenta lub innego użytkownika wyników;
- f) zasady i uwarunkowania realizacji: przez grupę, interdyscyplinarnie, celowo instrumentalnie, wpięrcw podać w wątpliwość, nastawienie na współpracę itp.

Z tego wynika zatem, że zidentyfikowanie metod systemowych, a w szczególności analizy systemowej, nie jest zadaniem łatwym. Być może łatwiej jest wyróżnić fałszywe lub niepoprawne ujęcia analizy systemowej. Czym więc analiza systemowa nie jest? Nie jest na pewno:

- klasyfikacją systemów i typologią ich cech, choć sięga do nich;

- modelowaniem systemów, choć z modeli nader często korzysta;
- badaniem prowadzonym dla samej wiedzy o systemach;
- działem matematyki stosowanej (teorią optymalizacji) ani logiki (czystą logiką wyboru);
- teorią decyzji, choć z technik analizy decyzyjnej korzysta;
- analizą systemów (I), gdyż nie jest jej celem identyfikacja ich parametrów i charakterystyk;
- inżynierią systemów i badaniami operacyjnymi, choć wiele z nimi ją łączy, i to nie tylko ze względu na podobny rodowód.

Do podstawowych zalet analizy systemowej należy z pewnością zaliczyć takie cechy, jak: wprowadzenie znacznej dozy obiektywizmu do procesu, który jest w znacznej mierze subiektywny, uwzględnienie szerszego kontekstu do badań obiektu, a także uwzględnienie czynnika niepewności i ryzyka. Ponadto pozwala skoncentrować uwagę na skutkach działania, dzięki czemu może sprzyjać ujawnieniu nie przewidywanych następstw analizowanego działania. Niepodważalną zaletą metody jest niejako zmuszenie uczestników rozwiązywania problemu do jednolitej i systematycznej oceny i racjonalnego porównania wariantów systemów.

W celu zobiektywizowania wypowiedzianych tu sądów wypada wspomnieć o krytyce analizy systemowej. Wśród wcale licznych zastrzeżeń i uwag krytycznych wymienia się najczęściej następujące (E. Roven, Findeisen, 1985):

- koncentrowanie się na czynnikach „namacalnych”, czyli możliwych do ilościowego określenia oraz ignorowanie lub pomniejszanie wagi tych czynników, które nie dają się wyrazić ilościowo;
- nieuwzględnianie najczęściej pewnych „subtelnych” wartości istotnych dla wielu działań społecznych;
- sztuczne odłączanie faktów od ocen wartości;
- częste przecenianie celów o charakterze efektywnościowym itp.

Trudno podzielać wszystkie te uwagi krytyczne, natomiast niektóre z nich z pewnością można przenieść na płaszczyznę rozważań dotyczących aktualnego stanu współczesnej nauki.

Wspomnijmy tylko o „uniwersalnym” zastrzeżeniu co do faktycznej wartości metod naukowych, stosowanych w procesach podejmowania decyzji politycznych, ekonomicznych i innych. W przypadku analizy systemowej sprowadza się ono do dostrzeżenia niebezpieczeństwa pewnych nadużyć, zawsze bowiem analiza systemowa może zostać użyta do stworzenia fasady „ekspertyzy”

w celu popierania z góry powziętych działań, albo jako alibi dla braku działania lub opóźnienia działania... Dotyczy to aż nadto znanych z praktyki sytuacji:

- a) decyzja została podjęta i aby uniknąć podejrzeń o woluntaryzm, na przykład, powołuje się zespół analizy systemowej, który ma wykazać, że była to decyzja „jedynie słuszna”, oparta na naukowych podstawach i w wyniku dyskusji, konsultacji itp.;
- b) decyzja w określonej sytuacji i sprawie nie powinna zostać podjęta (np. ze względu na subiektywne oceny decydentów), a wtedy powołuje się zespół, który ma dokonać np. analizy systemowej (i to niekiedy wielokrotnie), i jego opieszałości przypisuje się opóźnienie procesu decyzyjnego. W tych wypadkach winę za nadużycia ponosi system decyzyjny – użytkownik wyników analizy systemowej, przed nimi zaś trudno się zabezpieczyć, gdyż brak jest tu skutecznych środków.

Do tych uwag dodajmy jeszcze jedną: analityka systemów nie chroni przed ignorancją i arogancją nic poza poczuciem odpowiedzialności za społeczne konsekwencje działania, od której nie zwalnia fakt, że decyzje przecież podejmuje ktoś inny.

ANALIZA SYSTEMOWA PODSTAWOWE ETAPY

- zbadanie celów działania (akcji lub linii postępowania)
- zbadanie możliwych sposobów osiągnięcia zamierzonych celów, z uwzględnieniem nowych alternatywnych rozwiązań
- ocena pozytywnych i negatywnych, bliższych i dalszych skutków każdego z możliwych wariantów działania uwzględniająca niepewność przyszłości i ryzyko
- analiza porównawcza wariantów działania według różnych kryteriów efektywności i przedstawienie wyników w sposób umożliwiający wybór – decyzję

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 4, CZ I

¹ Na podstawie artykułu w miesięczniku amerykańskim *Changing Times* „The Kiplinger Magazine” 1969, sierpień.

² Z. R y k o w s k i, W. Władyka, *Sposób myślenia*, MAW, Warszawa 1985, s. 88.

5. TECHNOLOGIA I ORGANIZACJA

Czy można przyjąć, że analiza systemowa jest sztuką stawiania pytań i poszukiwania sensownych nań odpowiedzi? Niewątpliwie, tak. Rodzi się jednak zasadnicze pytanie o swoistość tych analitycznych i systemowych zarazem pytań. Pomińmy w tym miejscu refleksje na temat roli pytań, jako takich w myśleniu i działaniu. Zarówno badacz, jak i decydent stawiają pytania, a na poszukiwaniu odpowiedzi zaczyna się – i często kończy – ich działanie. Pytania stawia nauczyciel, oczekując odpowiedzi od uczniów, znając je wcześniej od nich.

Analitik systemów stawia pytania, których treść i adresat wynika z pełnionej przez niego roli społecznej. Do tej kwestii powrócimy w dalszych rozważaniach.

Jeśli na postawione na wstępie pytanie odpowiemy twierdząco, to wypadnie nam zaproponować zgodę na treść i formę najogólniej wypowiedzianych w analizie systemowej pytań. Otóż wydaje się, że pytania te brzmią:

Jak jest i dlaczego jest tak, jak jest?

Jak powinno być i co należy uczynić, aby było tak, jak być powinno?

Zapewne takie pytania stawia sobie decydent polityczny i gospodarczy, lecz obecnie również pytania te musi postawić sobie analityk systemów i poszukując na nie odpowiedzi, stosuje swoje, systemowe metody. Albowiem sformułowane „pytania główne” dotyczą obiektów, których wymogi racjonalności nakazują traktować jako systemy, a ponadto znajdują się one w szczególnej sytuacji, gdyż sytuacji problemowej. Pytania te rodzą następne, i to niejako już na pierwszym kroku analizy systemowej, a mianowicie:

- Co oznacza, że stan systemu jest zadowalający (lub nie), jak to mierzyć i czyj punkt widzenia przyjąć?
- Co oznacza, że jeden wariant działania systemu jest lepszy od drugiego, z jakiego punktu widzenia to oceniać, za pomocą jakich narzędzi mierzy się tę dobroć?
- Co oznacza, że jeden wariant działania systemu jest bardziej ryzykowny od drugiego i co powinno być miarą tego ryzyka?

- A jeśli rozpatrujemy kilka wariantów ocenianych z różnych pozycji, to jaką regułą przyjąć podczas wyboru wariantu najlepszego (w jakim sensie najlepszego)? itp., itd.

Pytania można mnożyć, lecz nie o to chodzi. Te i podobne pytania oraz metody i techniki umożliwiające znalezienie na nie odpowiedzi pragniemy ująć w pewne – raczej nie sztywne – ramy technologiczne i organizacyjne.

Powiedzieliśmy, że chodzi o znalezienie sensownych odpowiedzi na pytania, którym należałoby także postawić wymóg sensowności. Zastanówmy się wprzód nad istotą tego wymogu. „Sensowność” będziemy rozumieć jako, po pierwsze, adekwatność do sytuacji problemowej, w jakiej rozpatrywany jest system, co oznacza również rozumienie potrzeb tego, który w analizie systemowej szuka wsparcia decyzji i do których podjęcia jest niejako zmuszony przez pełnioną rolę społeczną; po drugie, racjonalność metodologiczną, czyli w przedmiotowej sprawie, a ponadto cechującą się ścisłą artykulacją, konsekwencją logiczną i uzasadnieniem empirycznym. I w tym przypadku można mnożyć wyróżniki „sensowności” pytań i odpowiedzi w analizie systemowej, lecz te dwa rozumienia wyczerpują chyba to, o co chodzi, tzn. poprawność metodologiczną wszelkich badań, a badań systemowych w szczególności.

W tym kontekście użyteczne jest ujęcie analizy systemowej Józefa Koniecznego (1975) jako metody, która jest programem systemu analizy i w praktyce sprowadza się do wykorzystania zbioru procedur analitycznych. Procedury analityczne zorientowane na rozwiązanie systemowych sytuacji decyzyjnych są oparte na banku pytań, możliwych odpowiedzi i testów możliwych odpowiedzi.

Jednym z kryteriów klasyfikacji analizy systemowej jest kryterium ilościowo-jakościowe, według którego analizę dzielimy na ilościową i jakościową. Z kolei według kryterium rodzaju wyniku analizy wyróżnia się analizę: identyfikacyjną, problemową, matematyczną i ilościowo-statystyczną. Wynikiem pierwszej jest opis identyfikacyjny obiektu, drugiej – opis problemowy obiektu, trzeciej – opis matematyczny, czwartej – opis ilościowy i statystyczny obiektu. Opisy obiektu, wyrażone w określonym języku, zawierają istotne elementy ze sfery językowej i pozajęzykowej, niezbędne dla racjonalnego zastosowania analizy systemowej (tab. 1). Rezultatem poszczególnych analiz częściowych są określone modele

obiekty systemowe. Każdy kolejny model jest bardziej ścisły i precyzyjny w porównaniu z modelem poprzednim. W zależności od potrzeb i charakteru obiektu proces analizy systemowej może obejmować wszystkie cztery modele (dla obiektu dobrze ustrukturalizowanego) bądź kończyć się na którymś z modeli (kierunek opisu obiektu przebiega od modelu I do modelu IV).

Tablica 1

ELEMENTY WYNIKÓW ANALIZY SYSTEMOWEJ

Rodzaj analizy częściowej	Analiza identyfikacyjna	Analiza problemowa	Analiza matematyczna	Analiza ilościowo-statystyczna
Wynik analizy częściowej	Model I opis identyfikacyjny obiektu systemowego	Model II opis problemowy obiektu systemowego	Model III opis matematyczny obiektu systemowego	Model IV opis ilościowy i statystyczny obiektu systemowego
Elementy wyniku	<ul style="list-style-type: none"> - system - elementy systemu - podsystemy - otoczenie systemu - cele i zadania podsystemów - struktury systemów - parametry systemów - charakterystyki systemów 	<ul style="list-style-type: none"> - lista problemów do rozwiązania - klasyfikacja problemów - lista istotnych problemów - blokowe sformułowanie problemów decyzyjnych (zmiennie decyzyjne kryteria, ograniczenia) 	<ul style="list-style-type: none"> - matematyczny - model decyzyjny - algorytm decyzyjny - program decyzyjny 	<ul style="list-style-type: none"> - estymatory istotnych parametrów systemu - statystyki parametrów - statystyki charakterystyk systemu i otoczenia
Cel analizy	- opis systemu i jego otoczenia w języku teorii systemów	- systemowa sytuacja problemowa	- matematyczny model decyzyjny systemu	- bank danych o systemie i jego otoczeniu

Analizę systemową obiektu może charakteryzować „głębia” postępowania analitycznego, a w związku z tym można wyróżnić analizę płytką (identyfikacyjno-problemową), głęboką (identyfikacyjno-problemową i matematyczno-decyzyjną) i bardzo głęboką (identyfikacyjno-problemową, matematyczno-decyzyjną i ilościowo-statystyczną). Dokonanie kolejnego opisu obiektu pogłębia analizę systemową obiektu.

Z dotychczasowych rozważań wynika, że zasadniczym narzędziem analizy systemowej jest modelowanie, czyli odwzorowanie obiektu rzeczywistego, traktowanego jako oryginał, za pomocą określonego języka i metody w obiekt symboliczny, traktowany jako obraz oryginału. Tak rozumiany obraz obiektu rzeczywistego jest jego modelem (modelami) w procesie rozwiązywania sytuacji problemowej (tab. 2 i 3).

Tablica 2

STRUKTURA ANALIZY SYSTEMOWEJ

Ujęcie „rzeczowe”	Ujęcie „procesowe”
<ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza teleonomiczna 2. Analiza strukturalna 3. Analiza funkcjonalna 4. Analiza rozwojowa 5. Analiza decyzyjna 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza problemowa 2. Analiza diagnostyczna 3. Analiza prognostyczna 4. Analiza efektywności 5. Analiza decyzyjna
Ujęcie Łariczewa	Ujęcie Instytutu RAND
<ol style="list-style-type: none"> 1. Określenie celów 2. Określenie alternatywnych środków dla osiągnięcia celów 3. Określenie zasobów niezbędnych dla zastosowania każdego systemu 4. Budowa modelu 5. Określenie kryteriów wyboru wariantu najkorzystniejszego 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza problemu 2. Analiza funkcji systemu 3. Określenie alternatywnych wariantów systemu 4. Identyfikacja systemów konkurencyjnych 5. Budowa modelu decyzyjnego 6. Estymacja parametrów 7. Testowanie modelu 8. Oszacowanie wielkości nakładów 9. Analiza ryzyka i niepewności 10. Opracowanie dodatkowych wariantów alternatywnych 11. Wybór systemu najkorzystniejszego

**STRUKTURA ANALIZY SYSTEMOWEJ W PROCESIE
DOSKONALENIA SYSTEMU ISTNIEJĄCEGO**

Etapy Cechy	Wejście	Procedura	Wyjście
I. Analiza problemowa	Potrzeba zmian w systemie	Metody identyfikacji i strukturalizacji systemowych sytuacji problemowych	Opis identyfikacyjny problemu dla danego systemu
II. Analiza diagnostyczna	Model systemu. Parametry stanów	Model diagnostyczny. Techniki diagnozowania stanu systemu	Diagnoza aktualnego stanu systemu
III. Analiza prognostyczna	Diagnoza. Scenariusze rozwoju	Model prognostyczny. Techniki prognozowania rozwoju systemu	Prognoza rozwoju systemu
IV. Analiza efektywności	Diagnoza. Prognoza. Wskaźniki efektywności	Model oceny efektywności systemu. Techniki analizy kosztów i efektów	Ocena efektywności dla alternatywnych wariantów systemów
V. Analiza decyzyjna	Kryteria wyboru. Preferencje. Warianty	Model decyzyjny. Techniki wyboru (optymalizacja)	Wariant najkorzystniejszy (preferowany, rekomendowany)

Posługiwanie się modelem obiektu rzeczywistego jest jedną z cech współczesnych badań naukowych w ogóle. W analizie systemowej jest to koniecznością, chociażby ze względu na brak możliwości przeprowadzania eksperymentów z takimi obiektami rzeczywistymi, jak np. związek taktyczny (operacyjny), organizacja społeczno-polityczna lub gospodarza.

Ze względu na język, w którym są tworzone modele obiektów, można wyróżnić:

- modele werbalne (opisowe) wyrażone w języku naturalnym;
- modele ideograficzne wyrażone za pomocą symboli pozajęzykowych (np. schematy blokowe);
- modele formalne wyrażone w języku logiki formalnej;
- modele matematyczne wyrażone w języku współczesnej matematyki.

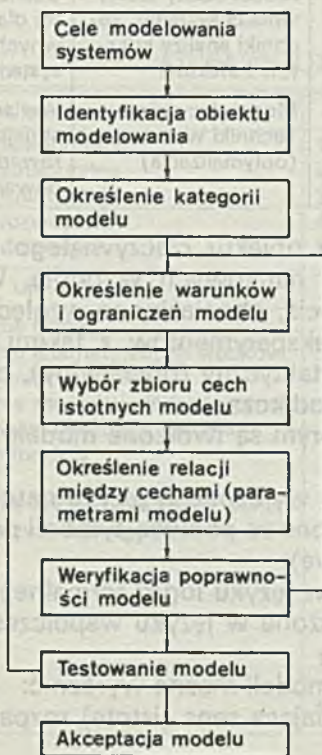
Ze względu na przeznaczenie modeli można wyróżnić:

- modele zjawiskowe, wyjaśniające sens (istotę) rozpatrywanych zjawisk realnych;

- modele ocenowe, służące do oceny obiektów (zjawisk) z określonego punktu widzenia;
- modele prognostyczne, służące do przewidywania przebiegu określonych zjawisk (procesów) w bliższej lub dalszej przyszłości;
- modele decyzyjne, służące do wspomagania realnych procesów decyzyjnych.

Wreszcie, biorąc za podstawę cechy systemowe obiektu, można wyróżnić:

- modele strukturalne, odwzorowujące struktury obiektów;
- modele funkcjonalne, odwzorowujące dynamikę – procesy realizowane przez obiekt;
- modele rozwojowe, odwzorowujące zjawiska rozwoju (zmian ilościowych i jakościowych) obiektu.



Rys. 6. Ogólny schemat modelowania systemów

Ogólny schemat modelowania systemów, użyteczny z punktu widzenia potrzeb analizy systemowej, przedstawiono na rys. 6. Na pytanie, które z wymienionych wyżej modeli są stosowane w analizie systemowej, odpowiedź jest w zasadzie prosta. Wszystkie. Nie oznacza to, że niejako jednocześnie wszystkimi wymienionymi rodzajami modeli posługuje się analityk systemów, natomiast potencjalna ich użyteczność jest duża, lecz zróżnicowana w zależności od potrzeb i wymagań użytkownika analizy. Wśród przykładów stosowania analizy systemowej bez trudu można odnaleźć analizy „zmatematyzowane”, jak i te, w których analizy typu matematycznego nie były stosowane. Niewątpliwie rozwój zastosowań analizy systemowej zależy od postępu w dziedzinie modelowania matematycznego systemów. Na postęp w tej dziedzinie można spojrzeć z punktu widzenia zgodności modelu z obiektem rzeczywistym oraz wewnętrznej poprawności (najczęściej logicznej) samego modelu.

Powróćmy jednak do dwóch sformułowanych na wstępie podstawowych pytań analizy systemowej. Z pytaniami tymi spotykamy się w dwóch typowych sytuacjach systemowych (tab. 4).

Tablica 4

SCHEMAT ANALIZY SYSTEMOWEJ W PROCESIE
POSZUKIWANIA NOWEGO SYSTEMU

Cechy Etapy	Wejście	Procedura	Wyjście
I. Analiza teleonomiczna	Potrzeba opracowania systemu	Identyfikacja celów i sposobów ich osiągnięcia	Hierarchizacja celów systemu
II. Analiza funkcjonalna	Cele, wymagania i ograniczenia	Identyfikacja funkcji i sposobów ich realizacji	Warianty struktury funkcjonalnej systemu
III. Analiza strukturalna	Funkcje, wymagania i ograniczenia	Identyfikacja struktur i sposobów ich tworzenia	Warianty struktury organizacyjnej systemu
IV. Analiza rozwoju	Cele, struktury, scenariusze rozwoju	Prognozowanie rozwoju strukturalnego i funkcjonalnego	Warianty rozwoju systemu
V. Analiza decyzyjna	Warianty, kryteria, preferencje	Analiza efektywności, szans i zagrożeń	Rekomendacja wariantu najkorzystniejszego

- A. Dany jest system początkowy, należy określić taki system końcowy, który spełnia ustalone wymagania (cele, ograniczenia).
- B. Mając dane dwa (lub więcej) konkretne systemy, należy określić pewną własność, scharakteryzowaną przez podane wymagania i dotyczące związku między tymi systemami.

W sytuacji typu A mamy do czynienia z zadaniami optymalizacyjnymi, czyli z poszukiwaniem systemu optymalnego w sensie przyjętego kryterium i dla danych ograniczeń. Określony w ten sposób system końcowy może służyć za wzorzec, do którego porównuje się inne warianty systemu, lub jako wariant rekomendowany przez analityka systemów. Często system optymalny jest trudny do praktycznej realizacji, powstaje bowiem w wyidealizowanych raczej warunkach. Wtedy – w rezultacie kompromisu między systemem początkowym, ale niezadowolającym z określonego punktu widzenia, a systemem optymalnym, lecz trudnym do wdrożenia – przyjmuje się system zalecany. Spełnia on warunki wynikające ze studium zastosowalności.

W sytuacji typu B w polu zainteresowania analityka systemów znajdują się co najmniej dwa warianty systemu konkretnego, reprezentujące niejako konkurencyjne rozwiązanie. Zadaniem analizy systemowej jest porównanie wariantów z zamiarem określenia preferencji, do czego potrzebne są kryteria umożliwiające podporządkowanie tych wariantów. Kryteria są „regulą lub normą, za pomocą której porządkuje się warianty według ich zalet” (np. „przy ustalonym zadaniu za najlepszy wariant należy przyjąć ten, który może być zrealizowany najmniejszym kosztem”).

Wydaje się interesujące to, co jest charakterystyczne dla realizacji analizy systemowej bez względu na typ sytuacji systemowej. Spróbujmy zawrzeć to w pewnych ogólnych zasadach regulujących „technologiczny” proces analizy systemowej obiektu realnego.

A. Zasada identyfikacji potrzeb

Pojęciem centralnym w analizie systemowej złożonych obiektów, zwłaszcza natury społecznej, jest pojęcie potrzeby. Pojęcie to występuje w badaniach systemowych w co najmniej trzech znaczeniach (K o c o w s k i, 1974):

- a) potrzeba jako aktualny stan systemu, charakteryzujący się niespełnieniem określonych warunków;
- b) potrzeba jako subiektywne odczucie braku, niezaspokojenia lub też pożądania określonych przedmiotów czy warunków;

c) potrzeba jako trwała właściwość (dyspozycja) systemu, polegająca na tym, że bez spełnienia określonych warunków system nie może osiągnąć albo utrzymać pewnych ważnych stanów.

Źródłem potrzeb należy szukać zarówno na zewnątrz systemu, jak i wewnątrz niego. Pierwsze generują potrzeby zewnętrzne, zaspokojenie ich wiązać będziemy z przeznaczeniem, misją systemu. Analogicznie wyróżnić można potrzeby wewnętrzne, których zaspokojenie jest warunkiem egzystencji, przetrwania i rozwoju systemu. Źródłem mechanizmów rodzących potrzeby jest proces życiowy, zachodzący w systemie, istota potrzeb jest wyznaczona zasadniczymi prawami struktury i funkcjonowania systemu. Otoczenie dostarcza tylko środków zaspokojenia potrzeb – podkreśla Jan Szczepański – i nie funkcjonowanie środowiska, lecz funkcjonowanie systemu jest istotne dla powstawania i rozwoju potrzeb. „(...) aby funkcjonować w tych wszystkich systemach społecznych, gospodarczych, politycznych i kulturalnych, jednostka musi posiadać pewne cechy, narzucone jej przez strukturę i zasady działania tych systemów, musi więc wytwarzać potrzeby posiadania, kwalifikacji, wiedzy, informacji, porozumienia, prestiżu itp. Te potrzeby determinowane są przez właściwości tych systemów, w których ta jednostka ludzka działa” (Szczepański, 1981, s. 138).

W powyższych uwagach dostrzega się niewątpliwie antropomorfizację kategorii potrzeb, ale czyż można z sensem mówić o potrzebach, nie wiążąc ich z określeniami indywidualnymi bądź grupowymi działaniami ludzi. A zatem każdy obiekt, będący przedmiotem analizy systemowej, musi być rozpatrywany w społecznym kontekście, w aspekcie zaspokojenia określonych potrzeb. Kategoria potrzeby nie należy do kategorii jednorodnych, tzn. w zbiorze potrzeb rozpatrywanych w kontekście analizy danego systemu można wyróżnić relacje porządkujące ten zbiór. Istnieje zatem hierarchia potrzeb – o czym dobrze wiemy w odniesieniu do jednostki ludzkiej (np. znana hierarchia potrzeb A. Masłowa) – tę zaś należy zidentyfikować dla danego obiektu i jego otoczenia systemowego oraz aktualnych i przyszłych warunków rozwojowych. Trudno zgodzić się z założeniem o niezmienności potrzeb i ich hierarchii.

Przykład 1

Załóżmy, że dany jest, jako obiekt analizy systemowej, pewien konkretny system $S \in \Sigma$, gdzie Σ oznacza rozpatrywaną klasę systemów.

Powstanie i działanie systemu S w rozpatrywanym czasie T nierozzerwalnie jest związane z zaspokojeniem potrzeb określonych zbiorem P .

Zadaniem analizy systemowej jest określić elementy zbioru potrzeb: $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ oraz znaleźć uporządkowanie tego zbioru odpowiadające istocie systemu S , czyli określić $P(S) = \langle P, R_{ps} \rangle$, gdzie $R_{ps} \subset P \times P$ jest zbiorem relacji binarnych, zwrotnych, przechodnich, które nazwiemy uporządkowaniami. Wśród relacji interesować nas będą relacje: podporządkowania, tolerancji i kolizji. Określenie ich pozwala na uzyskanie ścisłej odpowiedzi na pytania analityczne typu:

- które potrzeby są ważniejsze, które zaś mniej ważne (z określonych powodów)?
- które potrzeby są obojętne względem siebie („tolerują się”), a które kolidują (np. zaspokojenie jednych wyklucza zaspokojenie innych) itp.?

Identyfikacja potrzeb systemu jest warunkiem koniecznym ich głębszej analizy, która może obejmować takie przedsięwzięcia, jak:

- wyodrębnienie kategorii treściowych i formalnych potrzeb oraz ich dekompozycja lub agregowanie;
- kwantyfikacja diagnostyczna, czyli określenie stopnia zaspokojenia (aktualnego, pożądanego) potrzeby (potrzeb);
- analiza zmienności potrzeb (np. określenie stopnia zmienności), stałości znaczenia danej potrzeby dla trwania i rozwoju systemu;
- ewaluacja skutków zaspokojenia potrzeb (ocena możliwych skutków zaspokojenia lub niezaspokojenia potrzeby dla działania systemu);
- analiza prognostyczna, czyli prognoza potrzeb i prognoza możliwości ich zaspokojenia.

B. Zasada hierarchizacji celów

Aczkolwiek wzajemny stosunek takich kategorii, jak potrzeba i cel, nie jest jednoznaczny, proponuje się przyjąć znaczenie pierwotne potrzeby względem celu. Mówiąc najprościej: zaspokojenie określonej potrzeby, zgodnie z pewnymi wymogami, można traktować jako określony cel działania systemu. Powstała potrzeba ukierunkowuje niejako działania obiektu systemowego na jej zaspokojenie.

Cel w szerszym znaczeniu odpowiada potocznemu pojęciu potrzeby; powstała potrzeba, a więc obiekt znajduje się w okreś-

lonej sytuacji problemowej, czyli celem jest rozwiązanie tej sytuacji, co może oznaczać dążenie do zaspokojenia potrzeby. Cel działania może zatem określać sytuację, do której realizacji będzie zmierzał obiekt systemowy¹. W tym wypadku mówi się o operacyjnym (zoperacjonalizowanym) celu działania. Mamy więc do czynienia z przeformulowaniem celów typu (Wawrzyńczak, 1981):

- a) potrzeba → cel działania,
- b) cel działania → operacyjny cel działania.

Dla kompletności rozważań przytoczmy klasyczne już określenie: „Cel działania to dotyczący przyszłości, antycypowany przez przedmiot działający stan jakichś rzeczy pod pewnymi względami, który jakoś pod jakimś względem cenny dla podmiotu działającego (pożądany), wyznacza kierunek i strukturę jego działania zmierzającego do spowodowania lub utrzymania tego stanu rzeczy”².

W analizie systemowej mamy do czynienia ze znaczną konkretyzacją powyższego rozumienia celu. Uważa się, że pierwszym i najważniejszym zadaniem analityka systemów jest wykrycie, do jakich celów dąży lub powinien dążyć podejmujący decyzje w ramach dostępnej mu swobody wyboru, a także ustalenie sposobu mierzenia stopnia faktycznego osiągnięcia tych celów.

Przykład 2

Dany jest system S o określonej strukturze potrzeb $P(S)$. Załóżmy, że jesteśmy w stanie zrealizować takie odwzorowanie

$$\pi: 2^P \rightarrow G,$$

gdzie: 2^P oznacza „rodzinę potrzeb”, czyli zbiór wszystkich niepustych podzbiorów P , G – skończony zbiór celów, takich, że każdemu podzbiorowi „rodziny potrzeb” zostaje podporządkowany jeden i tylko jeden cel działania systemu S , należący do zbioru G .

Otrzymujemy zbiór celów:

$$G = \{g_i = \pi(P_i), i = 1, J, P_i \in 2^P, \text{ przy czym np.}$$

$g_1 = \pi(P_1), P_1 = \{p_1, p_2\}$ oznacza, że cel g_1 jest równoważny łączonemu zaspokojeniu potrzeby p_1 oraz p_2 . Przypomnijmy następnie, że na zbiorze G określono relacje zwrotne i przechodnie (uporządkowania) R_{GS} otrzymując strukturę celów obiektu systemowego S : $G(S) = \langle G, R_{GS} \rangle$.

Wśród relacji wyróżniamy następujące:

a) relację podporządkowaną: $g' R_{GS}^I g''$, czyli cel g' jest podporządkowany celowi g'' (cel g'' jest nadrzędny dla celu g');

b) relację tolerancji: $g' R_{GS}^{II} g''$, czyli cel g' toleruje cel g'' (cele g' i g'' tolerują się wzajemnie);

c) relację kolizji: $g' R_{GS}^{III} g''$, czyli cel g' jest w kolizji z celem g'' (cele g' , g'' kolidują ze sobą).

Przykład struktury celów zawiera tablica 5.

Tablica 5

PRZYKŁAD STRUKTURY CELÓW

	g_1	g_2	g_3	g_4	...
g_1	x	+1	+1	+1	...
g_2	0	x	0	-1	...
g_3	0	+1	x	-1	...
...

$R_{GS} = \begin{cases} +1, & \text{dla } R_{GS}^I \\ 0, & \text{dla } R_{GS}^{II} \\ -1, & \text{dla } R_{GS}^{III} \end{cases}$

Ponadto w zbiorze celów można wyróżnić następujące ich podstawowe typy: obronne, techniczno-produkcyjne, ekonomiczne i społeczne. Są to cele w zasadzie równoważne. Dla obiektów systemowych typu organizacja społeczna (gospodarcza) cele tworzą pewną „wiązkę celów” (system celów), do których należą te, które system powinien osiągać w pożądanym (wymaganym) stopniu.

W wielu rzeczywistych sytuacjach problemowych nader często mamy do czynienia z kolizją celów, wyrażającą się w postaci sprzecznych dążeń, oczekiwań i możliwości. Mogą także wystąpić sytuacje konfliktowe, przypominające klasyczne sytuacje wzięte z psychologii decyzji.

Przypomnijmy, że obiekt może (powinien) zrealizować cele, o których wiemy w rezultacie ich analizy, że na przykład:

– osiągnięcie każdego z osobna jest możliwe, jednakże realizacja jednego uniemożliwia realizację drugiego;

- uniknięcie jednej z dwóch negatywnie ocenianych wartości (stanów), antycypowanych jako skutki osiągnięcia celu, naraża na zetknięcie się z drugą;
- można osiągnąć cel, ale tylko kosztem akceptacji pewnej negatywnej wartości.

Analiza relacji między celami należącymi do zbioru celów systemu pozwala wyróżnić podzbiór celów najwyższego rzędu oraz podzbiory celów hierarchicznie podległych celom najwyższego rzędu. W ten sposób zostają ukształtowane (np. dzięki ocenom ekspertów) zależności hierarchiczne między celami w postaci „drzewa celów”³.

Techniki konstruowania „drzewa celów” i posługiwania się nimi w procesie planowania i prognozowania są dość dobrze znane i rozwijane od z górną dwudziestu pięciu lat. Najczęściej są związane z tzw. planowaniem polityki, a więc ze szczeblem bardzo wysokim, na którym pojawiają się jako nadrzędne cele państwowe (np. bezpieczeństwo kraju, jak w przypadku zastosowań PPBS). W „drzewie celów”, znanym z zastosowań techniki PATTERN, wyróżnia się np. takie poziomy, jak:

a) polityczny i ideologiczny:

- działalność państwowa,
- rodzaje działalności (przedsięwzięcia),
- misje (zadania i zadania częściowe);

b) w zakresie koncepcji i wymogów:

- koncepcje systemów,
- systemy wtórne,
- podsystemy funkcjonalne;

c) w zakresie techniki:

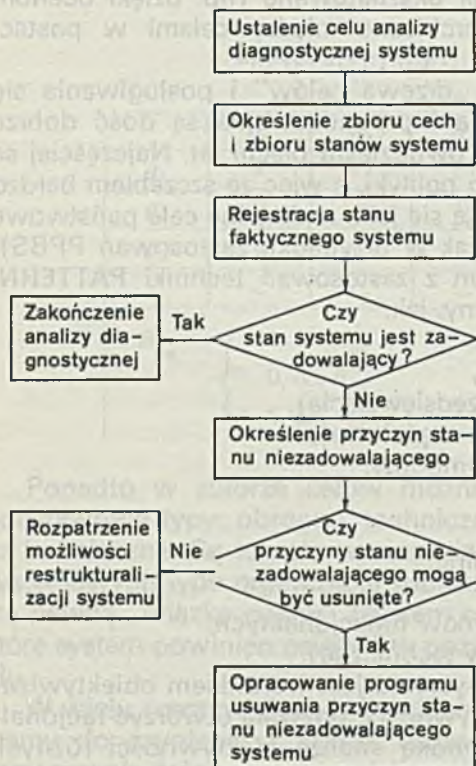
- konfiguracje podsystemów funkcjonalnych,
- luki techniki (problemy techniczne).

Analiza struktury celów systemu jest warunkiem obiektywizacji analizy i oceny jego efektywności, pozwala utworzyć racjonalne kryteria i prowadzić głęboką analizę efektywności różnych wariantów systemu. „Drzewo celów” może być wykorzystane w analizie decyzyjnej, w procesie poszukiwania racjonalnych (optymalnych) sposobów i środków osiągnięcia celów. Gdy poszukujemy nowych systemów, lepiej odpowiadających nowym warunkom rozwojowym niż systemy dotychczasowe, powstaje problem zaprojektowania nowej struktury celów. W rozwiązaniu tego problemu uczestniczyć powinni analitycy systemów z umie-

jętnościami posługiwania się technikami, m.in. wykorzystujący „drzewa celów”.

C. Zasada analizy diagnostycznej (rys. 7)

Odpowiedź na pytanie: jaki jest? w wypadku obiektów prostych nie wymaga jakichś szczególnych analiz. Analiza diagnostyczna jest konieczna, gdy powyższe pytanie dotyczy obiektu systemowego,



Rys. 7. Ogólny schemat analizy diagnostycznej

który może znajdować się w jednym z wielu stanów funkcjonalnych, każdy zaś ze stanów wyznaczają wartości wielu cech obiektu.

Diagnoza jest rozpoznaniem badania stanu obiektu przez zaliczenie go do znanego typu albo gatunku, przez przyczynowe i celowościowe wyjaśnienie tego stanu, określenie jego fazy obec-

nej oraz przewidywanego dalszego rozwoju (Ziemski, 1973, s. 68). Wobec tak rozumianej diagnozy wysuwany jest postulat, aby była ona prawdziwa i adekwatna, tzn. by uwzględniała cechy specyficzne danego stanu obiektu albo ich zmiany, a także podawała możliwie pełne rozpoznanie typu, uwarunkowań i rozwoju danego obiektu.

Pełna diagnoza obejmuje opis, analizę i ocenę stanu istniejącego, wyjaśnienie genetyczne i przyczynowe takiego stanu obiektu oraz postawienie hipotez i postulowanie środków zaradczych. Przedmiotem analizy diagnostycznej mogą być:

- struktura i funkcjonowanie systemu istniejącego (jak jest?);
- przyczyny ukształtowania się określonego stanu obiektu (dlaczego tak jest?);
- sposoby przejścia ze stanu istniejącego do pożądanego (jak zmienić?) itp.

Można spotkać się z ujęciami analizy diagnostycznej przypisującymi jej, poza rozpoznaniem stanu istniejącego, elementy analizy prognostycznej i decyzyjnej. Nie wydaje się to jednak konieczne.

Przykład 3

Dla systemu S znany jest zbiór cech C , zmieniających swe wartości w czasie, oraz zbiór możliwych stanów Z . Należy określić mechanizm przyporządkowujący aktualnej wartości cech systemu określony stan, czyli wyznaczyć odwzorowanie:

$\delta: C \times T \rightarrow Z$, tzn. istnieje taka funkcja $\delta(c, t) = z \in Z, t \in T$.

Dzięki temu identyfikowany jest stan systemu.

Poza identyfikacją aktualnego stanu systemu, tj. określeniem $z = \delta(c, t)$, konieczna jest kwalifikacja tego stanu (np. z efektywnościowego punktu widzenia). Załóżmy, że zbiór stanów Z można podzielić na podzbiory:

Z_+ – zbiór stanów pełnej sprawności systemu.

Z_- – zbiór stanów niesprawności systemu,

Z_0 – zbiór stanów częściowej sprawności systemu,

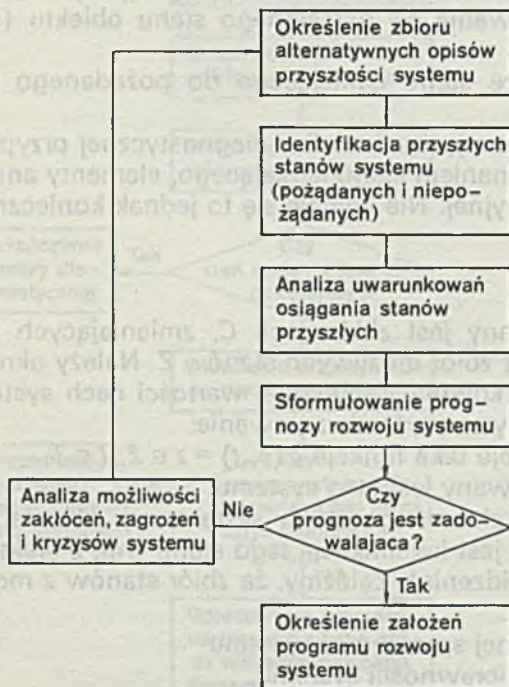
czyli $Z = Z_+ \cup Z_- \cup Z_0$.

W związku z tym musi istnieć precyzyjny mechanizm kwalifikacji zidentyfikowanego aktualnego stanu systemu, do któregoś z wyróżnionych podzbiorów, aby móc jednoznacznie orzekać o sprawności bądź niesprawności systemu (w określonym sensie) w interesującej chwili lub przedziale (okresie) czasu funkcjonowania

systemu. Omówiona wyżej zasada informuje o konieczności pełnej identyfikacji i diagnozy faktycznego stanu analizy systemowej. Jeżeli nie wiemy „jak jest”, to trudno orzec „jak być powinno” i zaproponować drogę prowadzącą do osiągnięcia pożądanego stanu.

D. Zasada analizy prognostycznej (rys. 8)

W analizie systemowej nader często pojawia się konieczność podjęcia studiów nad przyszłością obiektu systemowego – jego



Rys. 8. Ogólny schemat analizy prognostycznej

przyszłymi stanami, skutkami planowanych działań, kierunkami jego rozwoju. W studiach tych wyróżnia się dwa podejścia:

a) rozpoznawcze, w którym dąży się do określenia przyszłych możliwych stanów, zdarzeń i sytuacji oraz do oceny czasu i prawdopodobieństwa zaistnienia tych stanów;

b) normatywne, w którym dąży się do sformułowania alternatywnych działań, mających doprowadzić do osiągnięcia celu obiektu.

Drugie podejście występuje w analizie decyzyjnej i stanowi jej nieodzowny element. Pierwsze podejście w studiach nad przyszłością jest związane z pytaniami typu: „Jak będzie?” oraz „Jak może być?” Oznacza to, że prognozowanie jest przewidywaniem przyszłości, a nie dokonaniem wyborów. Prognozowaniem będziemy nazywać oparte na podstawach naukowych przewidywanie przebiegu i stanu możliwych (prawdopodobnych) przyszłych zdarzeń (rzeczy, faktów, zjawisk) (Filasiewicz, 1977, s. 18).

Sporządzanie prognoz nie jest celem analizy systemowej, lecz analiza prognostyczna jako element służy do przewidywania stanów obiektu systemowego, zwłaszcza stanów niekorzystnych (niepożądanych) z punktu widzenia celów obiektu.

Przykład 4

Niech Z będzie zbiorem alternatywnych opisów przyszłości systemu S , A – zbiorem możliwych do podjęcia działań, B – zbiorem możliwych wartości warunkujących przyszłość czynnika, na który nie mamy wpływu. Powstają cztery charakterystyczne sytuacje:

		Z nie	zależy od	B tak
Z zależy od A	nie	z		$f : B \rightarrow Z$
	tak		$g : A \rightarrow Z$	$h : A \times B \rightarrow Z$

Sytuacjom odpowiadają charakterystyczne prognozy:

- prognoza typu z , czyli bezwarunkowy sąd o przyszłości systemu;
- prognoza typu $f : B \rightarrow Z$, czyli prognoza warunkowa („alternatywna”);
- prognoza typu $g : A \rightarrow Z$, czyli prognoza zakładająca pełną kontrolę prognozowanych zdarzeń;
- prognoza typu $h : A \times B \rightarrow Z$, czyli prognoza ustalająca determinację przyszłości przez świadome określenie działania oraz alternatywne, nie kontrolowane warunki.

Do typowych pytań stawianych w analizie prognostycznej można zaliczyć następujące:

- Czy zdarzenie z nastąpi (w określonych warunkach) i jakie jest prawdopodobieństwo jego wystąpienia?
- Czy zdarzenie z wystąpi w określonym czasie T_z i z jakim prawdopodobieństwem?
- Czy zdarzenie z' poprzedzi zdarzenie z ?
- Kiedy zdarzy się z ?
- Jeżeli z' zdarzy się w $T_{z'}$, kiedy zdarzy się z ?
- Kiedy zdarzy się łącznie z' i z ?

Rozpoznanie przyszłości, będące celem analizy prognostycznej, może przebiegać w zależności od konkretnej sytuacji problemowej, a mianowicie:

- a) poznanie możliwości obiektu, które wynikają ze znajomości obecnych i przyszłych prawidłowości oraz konkretnych warunków społecznego, gospodarczego, technicznego rozwoju (prognoza rozpoznawcza zorientowana na możliwości);
- b) ustalenie celów, potrzeb i zadań, które zgodnie z obiektywnymi tendencjami rozwoju powinny zostać rozwiązane (prognoza normatywna zorientowana na zadania).

Innym zagadnieniem związanym z technologią analizy systemowej jest korzystanie z banku informacji prognostycznej, zawierającego dostępne dane prognostyczne (prognozy społeczne, ekonomiczne, naukowo-techniczne)⁴.

E. Zasada modelowania systemowego

Jedną z cech powszechnie przypisywanych analizie systemowej jest posługiwanie się modelem obiektu analizy. W procesie modelowania systemowego realizuje się następujące działania poznawcze:

- 1) obserwację analizowanego obiektu systemowego;
- 2) konceptualizację, czyli tworzenie przestrzeni istotnych cech obiektu;
- 3) idealizację, czyli określanie związków między tylko głównymi z istotnych cech obiektu;
- 4) konkretyzację, czyli uwzględnianie podczas określania związków między istotnymi cechami obiektu kolejnych cech ubocznych;
- 5) weryfikację, czyli logiczne i empiryczne sprawdzanie systemowych praw (związków między istotnymi cechami systemu, formuł pozwalających określić cechy systemów itp.);

- 6) preparację, czyli podjęcie działań praktycznych na bazie przyjętego repertuaru zasad metodologicznych, prowadzących do uzyskania pożądaných informacji o aktualnym i przyszłym działaniu analizowanego obiektu systemowego.

FORMALNA DEFINICJA SYSTEMU

SYSTEM przedstawiamy jako parę

$$S = \langle M, R \rangle$$

w której

$$M = \{m_i : i \in J\} = \{1, 2, \dots, K\},$$

$$K = 2, 3, \dots$$

oznacza skończony zbiór elementów,

$$R = \{R_j : j \in J\} = \{1, 2, \dots, L\},$$

$$L = 2, 3, \dots, 2^{2^k}$$

oznacza skończoną L – elementową klasę relacji R_j określonych na zbiorze M .

Przykład 5

Zgodnie z ogólną teorią systemów Michajło Mesarovicia (1975) system jest relacją S określoną na iloczynie zbiorów – pewnych obiektów, które można podzielić na dwie kategorie:

wejścia (wymuszenia), $X = X \{V_i : i \in J_x\}$

oraz wyjścia (reakcje), $Y = X \{V_i : i \in J_y\}$,

przy czym $I_x \cup I_y = I$, $I_x \cap I_y = \emptyset$. System jest więc realizacją na iloczynie wejść i wyjść:

$S \subset X \times Y$. Załóżmy, że oprócz X i Y będą dane następujące obiekty: zbiór decyzji M oraz zbiór V . Ponadto niech będą dane funkcje:

funkcja wyjściowa (procesu) $P : X \times M \rightarrow Y$,

funkcja celu (efektywności) $G : M \times Y \rightarrow V$.

Zakłada się, że w zbiorze V jest określona relacja porządkująca i że każdy podzbiór V zawiera swój kres dolny (tzn. ma element minimalny).

Powiemy, że dla każdego $x \in X$ i $y \in Y$, x jest w relacji S z y , czyli $(x, y) \in S$, wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje $m^* \in M$, także dla każdego $m \in M$:

$$G(m^*, P(x, m^*)) \leq G(m, P(x, m))$$

oraz $Y = P(x, m^*)$.

Wynika stąd, że dla dowolnego wejścia $x \in X$ reakcja systemu jest równa takiemu dopuszczalnemu elementowi $y \in Y$, który minimalizuje funkcję celu G .

Ze względu na przyjęte założenia modelowe w analizie systemowej wykorzystuje się modele:

- liniowe i nieliniowe;
- deterministyczne i stochastyczne;
- statyczne i dynamiczne;
- stacjonarne i niestacjonarne;
- dyskretne i ciągle.

Założenia modelowe dotyczą charakteru zmiennych opisujących funkcjonowanie obiektu oraz funkcji przedstawiających związki między zmiennymi. Podstawę metodologiczną tworzenia modeli stosowanych w analizie systemowej stanowią najczęściej modele rozwijane w teorii sterowania. Podstawowymi pojęciami tej teorii są: stan i sterowanie. Wartość stanu w bieżącej chwili czasu reprezentuje informację o dotychczasowym zachowaniu się systemu, dostateczną do wyznaczenia przyszłych przebiegów (ścieżek wzrostu) w systemie, bez znajomości przebiegów przeszłych. Stan systemu jest definiowany jako zbiór własności relacji wejść systemu do jego wyjść. Zależność zmiennej stanu od czasu jest opisywana przez np. równanie różniczkowe i zadany warunek początkowy. Zmienne sterowania (decyzyjne) ulegają zmianie w czasie, w celu osiągnięcia określonego przebiegu zmiennych stanu.

Na przykład w makromodelach ekonomicznych typowymi zmiennymi stanu i sterowania są:

- poziomy (konsumpcji, inwestycji, zatrudnienia, importu, zadłużenia za granicą, podatków itp.);
- indeksy cen;
- ilość pieniędzy w obiegu;
- poziom wydatków rządowych, np. na konsumpcję zbiorową lub ochronę środowiska.

Przykład 6

Model deterministyczny dyskretny liniowy funkcjonowania systemu ekonomicznego ma postać:

$$x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t) \quad - \text{równanie stanu systemu,}$$

$$x(0) = x_0 \quad - \text{warunek początkowy,}$$

$$y(t) = C(t)x(t) + G(t)u(t) \quad - \text{równanie wejścia,}$$

gdzie: $x(t)$ jest wektorem zmiennych stanu,

$u(t)$ jest wektorem zmiennych sterowania,

$y(t)$ jest wektorem wejść systemu.

A, B, C, G są macierzami odpowiednich wymiarów, zależnymi od czasu.

Dla systemów dynamicznych, opisanych powyższymi równaniami, definiuje się pojęcie sterowalności, obserwowalności i stabilności. Pojęcia te wyrażają główne cechy systemowe złożonych obiektów.

Należy zwrócić uwagę na szereg trudności ograniczających zastosowania, np. modeli teorii sterowania w analizie systemowej złożonych obiektów społeczno-ekonomicznych. Wynikają one zarówno z niedoskonałości matematycznych modeli systemów, jak i niedoskonałości teorii społeczno-ekonomicznych.

Zasadę modelowania systemowego można sformułować następująco: skuteczność zastosowań analizy systemowej warunkuje postęp w dziedzinie matematycznego modelowania systemu. W coraz większym stopniu o skuteczności działań praktycznych analityków systemów decydują stosowane przez nich modele realnych obiektów systemowych.

Ze względu na swoistość technologii analizy systemowej szczególne znaczenie mają: modele strukturalne ($M-STR$), modele funkcjonalne ($M-FUN$) i modele rozwojowe ($M-ROZ$). Pierwsze odwzorowują morfologię i struktury analizowanych obiektów, drugie – realizowane procesy informacyjne i materialne, trzecie – rozwój, postęp, wzrost obiektu. Trudno o racjonalny opis procesów bez znajomości organizacji systemu, trudno zaś opisać zjawisko rozwoju systemu bez poznania jego organizacji i funkcjonowania.

Repertuar modelowania systemowego tworzą zatem:

$$[(M-STR), (M-FUN), (M-ROZ)].$$

Między poszczególnymi modelami, odpowiadającymi pewnym warstwom modelowania systemowego, istnieje szereg zależności

(Sienkiewicz, 1979). Model systemu odwzorowujący jego podstawowe własności strukturalne, funkcjonalne i rozwojowe można traktować jako model kompleksowy systemu. Tworzenie racjonalnych modeli kompleksowych wydaje się jednym z głównych zadań metodologicznych analizy systemowej.

F. Zasada oceny efektywności

Ocena efektywności systemów jest niewątpliwie centralnym zagadnieniem analizy systemowej. Można niekiedy spotkać się wręcz z poglądami utożsamiającymi analizę systemową z analizą efektywności systemów (analizą „koszt – efekt”). Znaczenie oceny efektywności dla powodzenia analizy systemowej obiektu wynika z faktu, że wybór kryteriów oceny systemu, wariantów jego organizacji, funkcjonowania i rozwoju przesądza o trafności następujących wyborów.

W praktyce spotyka się bardzo wiele cech przyjmowanych za kryteria oceny, na przykład:

- a) dla wyrobów: dokładność, udatność, czystość, solidność, trwałość, naprawialność, prostota itp.;
- b) dla planów: celowość, wykonalność, zgodność wewnętrzna (spójność), operatywność, plastyczność, odpowiednia szczegółowość, terminowość, zupełność, racjonalność, sprawność, komunikatywność, ciągłość, kompleksowość, całościowość itp.;
- c) dla działań: energiczność, przedsiębiorczość, twórczość, wytrwałość, gospodarność (oszczędność), wydajność, zręczność, sprawność, skuteczność, planowość, elastyczność, „naukowość” (wykorzystanie wiedzy naukowej) itp.

Mnogość używanych pojęć skłania do naturalnej w tym wypadku redukcji. W analizie systemowej nie sposób posługiwać się tak dużą liczbą nieprecyzyjnych kryteriów.

W dosłownym znaczeniu system jest efektywny, jeżeli wywołuje określony (pożądany, oczekiwany) efekt, który może być dodatni lub ujemny (pozytywnie bądź negatywnie oceniany). Ten pierwszy nazywa się najczęściej korzyścią, drugi – nakładem (kosztem, stratą).

Najczęściej spotykane ujęcia efektywności działania prowadzą się do wyrażania jej jako pewnej relacji między korzyściami (rozpatrywanymi w kategoriach ekonomicznych jako zysk lub dochód) a nakładami. Przyjmuje ona postać różnicy lub ilorazu tych wielkości.

Trzeba także zwrócić uwagę na to, że w wielu wypadkach cele systemów sformułowane są w innych kategoriach niż np. kategorie ekonomiczne. Systemy natomiast powinny być oceniane z punktu widzenia stopnia osiągnięcia zamierzonych celów. Jednakże skłanianie się ku ocenie, tylko i wyłącznie, stopnia (lub możliwości) osiągnięcia celów może prowadzić do sytuacji, w których cel systemu sprowadzałby się do „osiągnięcia pewnych stanów za wszelką cenę”. Z drugiej zaś strony koncentrowanie uwagi, tylko i wyłącznie, na relacji między korzyściami a nakładami, wyrażonymi w kategoriach ekonomicznych, mogłoby doprowadzić do sytuacji typu: „oszczędności (lub inwestycje) za wszelką cenę”. Aczkolwiek nie można wykluczyć istnienia takich sytuacji i odpowiadających im systemów, to jednak za metodologicznie poprawną należy uznać sytuację łączącą niejako te dwa wyżej przedstawione wypadki. Każdy system, będący obiektem analizy systemowej, jest tworzony przez siły ludzkie i środki materialowe, energetyczne, techniczne i organizacyjne. Jest systemem wykorzystującym różne rodzaje zasobów w procesie realizacji różnych celów. Efektywność systemu może być rozpatrywana z różnych punktów widzenia, a zatem różne mogą być kryteria jej oceny. Z pewnością trzeba zgodzić się z tym, że efektywności systemów powinny dotyczyć ogólne postulaty formułowane w celu racjonalności działania: „(...) racjonalność w zakresie środków i metod jest ściśle powiązana z celami, a odrywanie tych spraw od siebie prowadzi do nieracjonalności. Racjonalność środków i metod bez celowości jest pozbawiona sensu, a słuszność celów bez racjonalności środków i metod jest niepełna i nie może rokować skuteczności. Ogólnie trudno byłoby zaiste stwierdzić, że człowiek działa racjonalnie, jeżeli poddaje rozumowej ocenie tylko to, jak coś realizować, pozostawiając poza oceną to, do czego dąży” (Pa jestka, 1983).

Względy praktyczne przemawiają za tym, aby w analizie systemowej nie było zbyt wielu kryteriów oceny efektywności, lecz kryteria te powinny uwzględniać istotne cechy systemu i otoczenia, wyrażać rzeczywisty (przeszły, aktualny i przyszły) stan systemu. Kryteria powinny umożliwić krytyczną reakcję na zmiany podstawowych parametrów systemu i otoczenia, a także umożliwiać konstruowanie globalnej (kompleksowej) oceny efektywności systemu. Ponadto wymaga się, aby były one efektywne w sensie statystycznym.

Efektywnością systemu będziemy nazywać cechę systemową złożonego obiektu, która wyraża racjonalne zdolności systemów do zaspokojenia określonych potrzeb (osiągania zamierzonych celów działania, funkcjonowania zgodnie z przeznaczeniem i wymaganiami).

Zgodnie z tym określeniem zdolność systemu oznacza możliwość racjonalnego użycia (wykorzystania) jego potencjału. Racjonalność oznacza tu po prostu unikanie sytuacji skrajnych, o których już była mowa. Ze względu na aspekt czasowy powiemy o efektywności potencjalnej, czyli o pewnej relacji między potrzebami a potencjałem systemu, oraz o efektywności zrealizowanej, charakteryzującej stopień wykorzystania potencjału systemu w procesie realizacji określonych celów i w określonych realnych warunkach.

Proponuje się wyróżnić pewne grupy podstawowych kryteriów oceny efektywności (Sienkiewicz, 1987):

- kryteria operacyjne związane z organizacją i przebiegiem podstawowych procesów działania i wyrażające, najogólniej, ich powodzenie, czyli fakt osiągnięcia zamierzonych celów lub realizacji określonych potrzeb;
- kryteria ekonomiczne związane z wielkością (wartością) efektów dodatnich (korzyści) i ujemnych (nakładów) i wyrażające, najogólniej, korzystność działalności inwestycyjno-finansowej i bieżącej działalności podstawowej (wytwórczej, usługowej itp.) w systemie;
- kryteria informacyjne związane z organizacją systemu i przebiegiem procesów informacyjnych, wyrażające, najogólniej, wpływ tych procesów na powodzenie systemu;
- kryteria techniczne związane ze sprawnością elementów systemu, a w szczególności środków technicznych i wyrażające, najogólniej, wpływ techniki na powodzenie systemu;
- kryteria eksploatacyjne związane z funkcjonowaniem środków działania i wyrażające wpływ ich funkcjonowania na zdolność systemu do sprawnego działania w określonym czasie⁵.

Przykład 7

Przedmiotem analizy efektywności jest określony system gospodarczy. Wzrost gospodarczy definiuje się jako przyrost dóbr i usług materialnych w ustalonym odcinku czasu. Efektywność systemu jest identyfikowana np. z efektywnością procesu produk-

cyjnego, czyli stosunkiem wartości użytkowych, wyników procesów w ustalonym czasie, do łączonych zasobów zastosowanych czynników:

$$E_t = \frac{P_t}{M_t + Z_t}$$

gdzie: E_t – efektywność procesu w okresie t ,
 P_t – produkt (wartość użytkowa) wytworzony w okresie t ,
 M_t – zasób majątku produkcyjnego uczestniczącego w wytworzeniu produktu w okresie t ,
 Z_t – zasób siły roboczej uczestniczący w wytworzeniu produktu w okresie t .

Wzrost efektywny to taki, dla którego w kolejnych okresach następuje nieujemny przyrost efektywności procesu produkcyjnego, czyli:

$$\Delta E = E_{t+1} - E_t \geq 0,$$

Przykład 8

Załóżmy, że nakłady kapitałowe z uwzględnieniem zamrożenia i oprocentowania w okresie eksploatacji zbudowanego systemu gospodarczego, ustalone na moment rozpoczęcia jego eksploatacji ($t=0$), wynoszą N_0 . Przewidywana wartość produkcji w roku t oraz jej koszt bieżący (koszt własny pomniejszony o amortyzację) wynoszą odpowiednio P_t i K_t , co oznacza, że przewidywana akumulacja finansowa brutto w roku t wyniesie: $R_t = P_t - K_t$. Efektem uzyskanym z eksploatacji systemu, obliczonym na moment $t=0$, jest:

$$E^0 = \sum_{t=1}^n (P_t - K_t) d_t^{(r)},$$

gdzie: $d^{(r)}$ jest współczynnikiem dyskontującym (na moment $t=0$) efekty osiągnięte w kolejnych latach eksploatacji zbudowanego systemu gospodarczego. Wskaźnik oceny ekonomicznej efektywności budowy nowego systemu przyjmuje postać:

$$E = \frac{E^0}{N^0} \geq 1.$$

Przykład 9 (Kulikowski, 1977)

W celu oceny efektywności systemu gospodarczego często bywa stosowana funkcja produkcji w makromodelu, w którym wyrażono dochód narodowy lub produkcję globalną $Y(t)$, w okresie sprawozdawczym t , w zależności od nakładów pracy (zatrudnienia) $L(t)$ oraz majątku produkcyjnego $K(t)$ w postaci:

$$Y(t) = F[k(t), L(t), t], t = 0, 1, \dots$$

Dzięki założeniu, że F jest funkcją ciągłą i co najmniej raz różniczkowalną, możliwe jest operowanie tzw. wielkościami krańcowymi, krańcową produktywnością środków trwałych:

$$F_k = \frac{\partial F}{\partial K},$$

krańcową produktywnością zatrudnienia

$$F_L = \frac{\partial F}{\partial L},$$

krańcową stopą substytucji (umożliwia ocenę, w jakim stopniu jest możliwa zmiana pracy na majątek produkcyjny)

$$S = \frac{F'_L}{F_L} = \frac{\partial F}{\partial L} \cdot \frac{\partial F}{\partial K}.$$

Jednym z popularnych ujęć funkcji produkcji jest funkcja Co-ba-Douglasa:

$$Y(t) = a(t) [K(t)]^\alpha [L(t)]^\beta,$$

gdzie: β, α są liczbami stałymi (wagi)

$$a(t) = Y(0) \left[\exp \int_0^t \gamma(\tau) d\tau \right] [K(0)]^{-\alpha} [L(0)]^{-\beta},$$

$\gamma(t)$ – wskaźnik określający udział tzw. postępu naukowo-technicznego.

Istnieje obecnie wiele różnych modeli systemów ekonomicznych, pozwalających na analizę efektywności procesów produkcyjnych, wykorzystujących funkcję produkcji w ujęciu zaprezentowanym wyżej.

Przykład 10

Rozpatrzmy model decyzyjny procesu walki, dla którego przyjęto następującą funkcję efektywności

$$F: X \rightarrow R^2$$

taką, że $F(x) = (F_1(x), F_2(x))$, $x \in X$,

gdzie: X – zbiór decyzji dopuszczalnych o sposobie działania,
 F_1 – wartość oczekiwana strat własnych,
 F_2 – wartość oczekiwana strat przeciwnika.

Należy dokonać wyboru „najwłaściwszego” uogólnionego wskaźnika oceny efektywności bojowej działania wojsk własnych. Najczęściej brane są pod uwagę trzy typy funkcji:

$$(a) \quad f(x) = F_2(x) - F_1(x)$$

$$(b) \quad \varphi(x) = \frac{F_2(x)}{F_1(x)}$$

$$(c) \quad \psi(x) = \frac{PB_1^0 - F_1(x)}{PB_2^0 - F_2(x)}$$

gdzie: PB_1^0 – początkowa wartość potencjału bojowego wojsk własnych, PB_2^0 – początkowa wartość potencjału bojowego wojsk przeciwnika.

Wykazano, że rozwiązania stabilne zadania optymalizacji sposobu działania modelu walki istnieją dla następującego wskaźnika oceny efektywności:

$$v(x) = \begin{cases} \psi(x), & \text{gdy } \frac{F_1(x)}{PB_1^0} + \frac{F_2(x)}{PB_2^0} \leq 1 \\ \varphi(x), & \text{gdy } \frac{F_1(x)}{PB_1^0} + \frac{F_2(x)}{PB_2^0} > 1. \end{cases}$$

Przykład 11

Obiektem analizy efektywności bywają często obiekty techniczne (maszyny, urządzenia, wyroby). Celem analizy jest uzyskanie informacji o cenach użytkowych, efektywności technicznej i ekonomicznej, niezbędnych do porównywania obiektów, porównywania różnych wariantów obiektów itp.

Wartość użytkowa obiektu może być różna, zależnie od okoliczności i chwilowych potrzeb użytkownika. Ogólnie czynniki mające wpływ na wartość użytkową można podzielić na pięć głównych grup, obejmujących:

- nakłady pieniężne (m.in. koszty nabycia oraz koszty eksploatacji);
- skuteczność wypełniania zadań (funkcji);
- pracochłonność i wymagania dotyczące kwalifikacji obsługi;
- łatwość nabycia materiałów przerobowych i części zamiennych;
- dogodność i bezpieczeństwo użytkowania oraz nieszkodliwość dla środowiska człowieka.

Praktyczną miarą wartości użytkowej jest użyteczność, rozpatrywana z punktu widzenia odbiorcy, na którą składa się:

- efektywność techniczna obejmująca sprawność, wydajność, niezawodność, trwałość itp.;
- efektywność ekonomiczna, charakteryzująca korzyści finansowe uzyskane w wyniku stosowania obiektów, w stosunku do kosztów poniesionych przy ich nabyciu i eksploatacji.

Najogólniej efektywność obiektu można wyrazić w postaci zależności:

$$E = f(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m, \xi_1, \dots, \xi_k),$$

gdzie: x_1 – cechy techniczno-użytkowe obiektu,

y_1 – cechy charakteryzujące warunki eksploatacji,

ξ_1 – tzw. czynniki koniunkturalne.

W praktycznej analizie efektywności obiektu przyjmuje się następujący wskaźnik:

$$E = \frac{1}{F_0} (F - K),$$

gdzie: F – efekt użytkowy uzyskany w wyniku eksploatacji obiektu zgodnie z przeznaczeniem,

F_0 – założony efekt użytkowy przy całkowitym wykonaniu zadań (np. w warunkach „idealnych”),

K – koszty nabycia i eksploatacji.

Mówiąc o efektywności technicznej obiektu rozpatruje się funkcję:

$E_t = f_t(F, F_0)$ o postaci np. $E_t = F - F_0$ lub $E_t = F : F_0$, natomiast efektywność ekonomiczną wyraża się za pomocą funkcji $E_o = f_o(F, K)$ o postaci np. $E_o = F - K$ lub $E_o = F : K$.

Mówiąc o jakości obiektu rozpatrujemy stopień spełnienia przez ten obiekt (Kiliński, 1979):

a) wymagań użytkowych dotyczących np.:

- funkcjonowania,
- bezpieczeństwa użytkowania, magazynowania, transportu itp.,
- wygody użytkowania,
- kosztów użytkowania,
- niezawodności,
- trwałości,
- tzw. nowoczesności,
- wartości estetycznych itp.;

b) ograniczeń dotyczących np.:

- ilości i terminów,
- kosztów i cen,
- ograniczeń materiałowych,
- ograniczeń technologicznych,
- ograniczeń lokalowych i lokalizacyjnych,
- warunków klimatycznych, mechanicznych i elektrycznych itd.,
- dotyczących ochrony środowiska,
- likwidacji obiektu itp.

Znaczenie analizy efektywności w procesie analizy systemowej polega przede wszystkim na tym, że przygotowanie rzetelnych informacji jako przesłanek podejmowanych decyzji wymaga szczególnie wnikliwego rozpatrzenia różnych przejawów efektywności obiektów, użyteczności (wartości użytkowej) i jakości. Właśnie analiza systemowa ma uchronić niejako przed popełnieniem błędów inwestycyjnych, popełnieniem omyłek podczas zakupów licencyjnych i wyborów systemów uzbrojenia, struktury produkcji itp., a w każdym razie powinna zmniejszyć prawdopodobieństwo popełnienia takich błędów przez decydentów.

W analizie efektywności obiektów szczególne znaczenie należy przypisać następującym przedsięwzięciom:

1. Określenie przestrzeni cech obiektu istotnych z punktu widzenia zidentyfikowanych potrzeb i celów.
2. Wybór kryteriów oceny efektywności.
3. Określenie wskaźników efektywności, czyli funkcji pozwalających na ilościowe wyrażenie wartości kryteriów.
4. Opracowanie metod (algorytmów) wyznaczania wartości efektywności obiektów.
5. Określenie reguł wnioskowania: formułowania sądów ocenowych, sądów porównawczych itp.

Warto zaznaczyć, że praktyczna realizacja sformułowanej zasady w procesie analizy systemowej powinna dostarczyć informacji o charakterze:

- a) pomiaru, czyli ilościowego wyrażenia wartości cechy uznanej za kryterialną w przyjętych jednostkach miary (fizycznych, ekonomicznych);
- b) ocen, czyli wypowiedzi wartościujących, wyrażających, ogólnie biorąc, aprobatę lub dezaprobatę stanu analizowanego obiektu, który to stan wyrażono ilościowo dzięki procedurom pomiaru efektywności.

Obiektywizacja ocen efektywności wymaga np. przyjęcia jednolitej skali ocen, poziomów odniesienia itp.

G. Zasada analizy ryzyka

Trudno o coś bardziej oczywistego niż powszechność ryzyka w złożonych sytuacjach problemowych. Jednakże dopiero analiza systemowa nadała zagadnieniu niepewności i ryzyka w różnorodnych działaniach należyte znaczenie, podnosząc jego analizę do rangi zasady działania. Można powiedzieć, że dzięki analizie systemowej problem niepewności i ryzyka został przesunięty z marginesu rozważań, jak to miało miejsce w tradycyjnych analizach, do podstawowych procedur analitycznych.

W analizie systemowej złożonych obiektów mamy do czynienia z niepewnością w rozmaitych jej przejawach. Wiele sądów o systemie i jego otoczeniu można sformułować jedynie w kategoriach probabilistycznych, tj. w postaci rozkładów prawdopodobieństwa określonych charakterystyk i parametrów. Nie dotyczy to tylko sądów prognostycznych, co byłoby całkiem zrozumiałe, lecz także – ocen i diagnoz. W złożonych sytuacjach problemowych nasza wiedza o zjawiskach badanych jest niepełna, a więc niepewna.

Oczywiście są dane, które możemy traktować jako pewne (ściślej rzecz ujmując – jako zdarzenia, które nastąpią z prawdopodobieństwem równym 1), lecz dla wielu danych prawdopodobieństwo wystąpienia określonego zdarzenia jest mniejsze od 1. Niepewność sytuacji pogłębia dodatkowo fakt, że w wielu wypadkach nie znamy mechanizmów kreujących określone zjawiska, przeto sądy probabilistyczne formułujemy na podstawie danych statystycznych lub posługując się tzw. prawdopodobieństwem subiektywnym. W interesujących nas sytuacjach mamy często do czynienia z procesami zależnymi, ale i tu nierzadko mechanizmy tych zależności pozostają poza naszą wiedzą. Inne zjawiska nigdy nie będą miały dokładnie tych samych wartości zaobserwowanych, nawet w pozornie identycznych warunkach. Jak wiemy, przedmiotem analizy systemowej bywają najczęściej takie zjawiska, dla których tworzymy wielowariantowe modele możliwego przebiegu, formułując racjonalne sądy o bliższych i dalszych skutkach analizowanych działań.

Jak analityk systemów radzi sobie z niepewnością? Tych sposobów postępowania nie jest zbyt wiele. Gdyby np. wśród analityków znalazł się przypadkiem (sic!) jakiś konserwatywny, a co gorsze, niedouczone dogmatyk, to zapewne uznałby, że „nauka jest wrogiem przypadku”, i nie przejmowałby się niepewnością. W rzeczywistości sposoby, o których mówimy, zależą od konkretnej sytuacji, tj. od stopnia zmienności i niepewności. Jeśli jest on mały, a konsekwencje tego nie będą miały większego znaczenia, to analityk może niepewność zaniedbać – przyjmując, że np. zmienna wielkość jest równa najlepszemu możliwemu oszacowaniu. Gdy zaś niepewność ma doniosłe znaczenie, to analityk musi zdecydować się na dokonanie tzw. oszacowania zachowawczego zmiennego czynnika. W analizie niepewności posługujemy się często pojęciem prawdopodobieństwa sukcesu, rozumianego jako osiągnięcie pożądanego stanu, sprawność procesu, niezawodność obiektu itp.

Prawdopodobieństwo sukcesu (P_s) zależy od:

- trafności przewidywań dotyczących warunków fizycznych, ekonomicznych i społecznych, w jakich będzie przebiegać np. proces działania obiektu;
- głębokości wiedzy uczestników analizowanego procesu o zjawiskach fizycznych, ekonomicznych i społecznych, związanych z analizowanym obiektem;
- stopnia, w jakim uwzględnia się wpływy wymienionych warunków na obiekt;

– „nieomyślności” uczestników procesu.

A zatem prawdopodobieństwo sukcesu będzie tym większe, im w większym stopniu spełnione będą następujące postulaty:

- postulat trafnego przewidywania;
- postulat dostatecznie głębokiej wiedzy;
- postulat syntezy na okoliczności ekstremalne;
- postulat bezbłędnej realizacji projektowanych działań obiektu.

Zwiększenie wartości P_s nie odbywa się jednakże „za darmo”, wiążą się z tym niekiedy znaczne nawet koszty, np. koszty badań i studiów, lecz zmniejszeniu powinny ulec np. koszty usuwania przyczyn niepowodzeń, przywracania sprawności obiektu itp., a więc koszty będące skutkiem braku wiedzy i kwalifikacji, także ignorancji uczestników analizy systemowej. Istnieje zapewne optymalna wartość P_s , dla której łączne koszty przyjmują wartość minimalną. W tym miejscu pojawia się istotne zagadnienie kalkulacji ryzyka, tj. określenia jego poziomu wystarczającego, opłacalnego, bezpiecznego itp. Ale powstaje pytanie: czym w istocie jest ryzyko? Czy, co jest nierzadko spotykane, prawdopodobieństwem niepowodzenia, braku sukcesu, czyli wartością równą: $1 - P_s$? Wydaje się jednak, że bez analizy skutków przewidywanych działań, ich ważności związanej z nimi wielkością kosztów i strat, zysków itp. trudno mówić o analizie ryzyka.

Można spotkać się z różnymi odmianami ryzyka, na przykład:

a) z ryzykiem prawdopodobnym, tj. ryzykiem związanym z działaniem czynników losowych, których nie można uwzględnić w każdym działaniu, a w związku z tym operuje się wartościami przeciętnymi interesujących wielkości;

b) ryzykiem sytuacyjnym – charakterystycznym dla złożonych sytuacji w warunkach braku ostrego konfliktu i rozważnego przeciwdziałania (np. w zmaganiach z przyrodą);

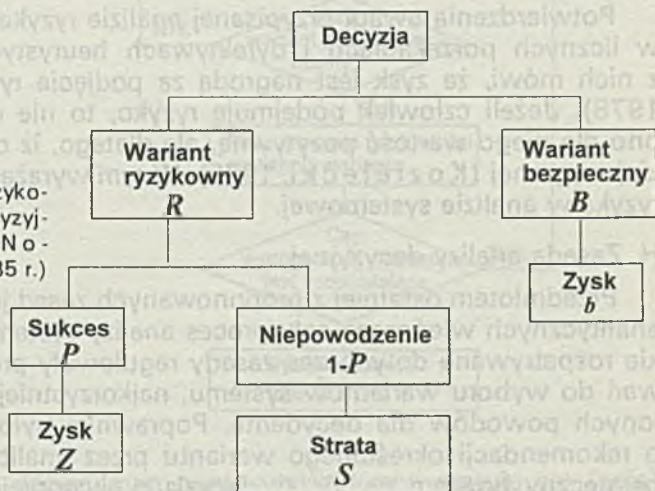
c) ryzykiem operacyjnym, charakterystycznym dla ostrego konfliktu, tj. gdy stanowimy jedną ze stron zmierzających do osiągnięcia przeciwstawnych (sprzecznych) celów⁶.

Nadal jednak pozostaje kwestia analizy ryzyka, gdyż zapewne z nieco innym ryzykiem mamy do czynienia, gdy ryzykujemy czyjeś lub swoje życie, niż gdy ryzykujemy tylko utratę np. stanowiska, prestiżu, twarzy, majątku itp. Intuicja podpowiada, że pojęcie ryzyka powinno łączyć niejako prawdopodobieństwo niepowodzenia i wartość przewidywanych strat lub korzyści.

Przykład 12 (Nowakowska, 1985)

Załóżmy, że znajdujemy się w sytuacji wyboru jednego z dwóch działań (rys. 9): ryzykownego (R) i nieryzykownego (B). Wariant B może przynieść nagrodę b , zaś wariant R może prowadzić do jednego z dwóch rezultatów: sukcesu (z prawdopodobieństwem subiektywnym P) i niepowodzenia (z prawdopodobieństwem $1 - P$). Sukces przynosi zysk Z , a niepowodzenie stratę S . Zakładając dla tych działań użyteczność określoną z naszego punktu widzenia, odpowiednio $u(Z)$ i $u(-S)$, wyznacza się wartość oczekiwaną działania ryzykownego:

Rys. 9. Model ryzykownej sytuacji decyzyjnej (źródło: M. Nowakowska, 1985 r.)



$$V(P) = Pu(Z) + u(-S) - Pu(-S) = P[u(Z) - u(-S)] + u(-S),$$

która jest funkcją rosnącą liniową parametru P .

Analiza ryzyka sprowadza się do identyfikacji parametrów sytuacji decyzyjnej (P, Z, S, b), co jednak może być niewystarczające, gdyż niekiedy konieczne jest poznanie „parametrów decyzyjnych” dokonującego wyborów, a mianowicie tzw. siły motywu osiągnięcia sukcesu oraz siły motywu uniknięcia niepowodzenia. Te wielkości niekiedy mogą mieć decydujący charakter w analizie sytuacji decyzyjnej, przeto lepiej byłoby, aby analityk systemów

dobrze wiedział, dla kogo dokonuje analizy ryzyka. Wiadomo, że decydentów charakteryzuje m.in. skłonność (lub awersja) do ryzyka, poznanie zaś jej przyczyn jest jednym z ważniejszych zadań psychologicznej teorii decyzji (Tyszką, 1986). Ma to znaczny wpływ na proces podejmowania decyzji, z czego muszą zdawać sobie sprawę analitycy systemów.

Wypada zauważyć, że bez względu na to, czy ryzyko będzie określone jako wariancja, oczekiwana strata, wielkość straty, różnica między wygraną i przegraną itp., to celem analizy ryzyka będzie wybór modelu ryzyka adekwatnego do sytuacji oraz uporządkowania rozpatrywanych wariantów według rosnącego (albo malejącego) ryzyka. Jest to też kwestia preferencji ryzyka.

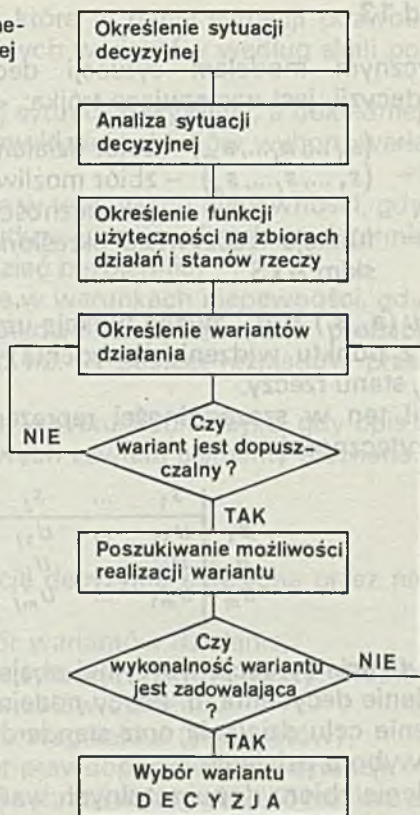
Potwierdzenia uwagi przypisanej analizie ryzyka można szukać w licznych przekazach i dyrektywach heurystycznych. Jedno z nich mówi, że zysk jest nagrodą za podjęcie ryzyka (Arrow, 1978). Jeżeli człowiek podejmuje ryzyko, to nie dlatego, że ma ono dla niego wartość pozytywną, ale dlatego, iż oczekuje wysokiej wygranej (Kozielecki, 1975). W tym wyraża się chyba sens ryzyka w analizie systemowej.

H. Zasada analizy decyzyjnej

Przedmiotem ostatniej z proponowanych zasad jest faza działań analitycznych wieńcząca cały proces analizy systemowej. Wszystkie rozpatrywane dotychczas zasady regulowały proces przygotowań do wyboru wariantów systemu, najkorzystniejszego z określonych powodów dla decydenta. Poprawniej byłoby powiedzieć o rekomendacji określonego wariantu przez analityka systemów, ostateczny bowiem wybór, tj. decyzja o akceptacji (lub niezaakceptowaniu) wariantu należy do decydenta (rys. 10).

W celu określenia istoty analizy decyzyjnej konieczne są pewne uściślenia terminologiczne. Najpierw należy poświęcić kilka słów pojęciu decyzji, aczkolwiek intuicyjnie skłaniamy się do przypisywania mu znaczenia powszechnie przyjętego. Po pierwsze, decyzją jest postanowienie zrobienia czegoś lub zachowania się w określony sposób. Po drugie, decyzja oznacza wybór jednego z co najmniej dwóch alternatywnych wariantów działania, przy czym podstawą dokonania wyboru jest świadomość celu działania, określona wiedza podmiotu podejmującego decyzję oraz zaakceptowane standardy wartości (Sznajderski, 1980).

Rys. 10. Ogólny schemat analizy decyzyjnej



W procesie decyzyjnym punkt wyjścia reprezentuje cel (cele) działania, który wraz z wiedzą, będącą w szczególności rezultatem analizy diagnostycznej i prognostycznej, a dotyczącą dostępności działań i ich związków przyczynowych z celem, generuje zbiór, co najmniej dwuelementowy, możliwych (dopuszczalnych) wariantów działania. Wiedza i zaakceptowane standardy wartości prowadzą do oszacowań „użyteczności” elementów tego zbioru. Ostatnim krokiem w procesie decyzyjnym jest selekcja jednego, szczególnie pożądanego wariantu działania, postanowienie zaś zrealizowania tego wariantu określane jest jako decyzja. Podjęcie decyzji uwzględnia więc dwa elementy: wybór działania i postanowienie jego realizacji.

Przykład 13

Klasycznym modelem sytuacji decyzyjnej, rozpatrywanym w teorii decyzji, jest następująca trójka: $\langle A, S, u \rangle$,

gdzie: $A = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_m\}$ – zbiór działań (wariantów);

$S = \{s_1, \dots, s_j, \dots, s_n\}$ – zbiór możliwych stanów rzeczy (okoliczności),

u – funkcja rzeczywista określona na iloczynie kartezjańskim $A \times S$.

Funkcja $u(a_i, s_j) = u_{ij}$, zwana funkcją użyteczności, określa użyteczność (z punktu widzenia decydenta) skutku działania a_i przy zejściu s_j stanu rzeczy.

Model ten w szczególności reprezentuje macierz U (stopnia $n \times m$) użyteczności:

	s_1	...	s_j	...	s_n
a_1	u_{11}	...	u_{1j}	...	u_{1n}
a_i	u_{i1}	...	u_{ij}	...	u_{in}
a_m	u_{m1}	...	u_{mj}	...	u_{mn}

Identyfikacja sytuacji decyzyjnej obejmuje:

- określenie decydenta, tj. osoby podejmującej decyzję;
- ustalenie celu działania oraz standardów wartości, czyli kryterium wyboru działania;
- określenie zbioru dopuszczalnych wariantów działania, istotnie różniących się od siebie i dających różne efekty;
- ustalenie kontekstu problemu, na który składają się wszystkie czynniki (stany rzeczy) mające niezależnie od decydenta wpływ na sytuację;
- redukcję niepewności co do tego, który z możliwych wariantów działania jest najkorzystniejszy.

Wyznaczenie wariantów działania stanowi podstawę ich oceny, co wymaga rozpatrzenia skutków, jakie może pociągnąć wybór poszczególnych wariantów, a także przewidzenia ich ewentualnych wyników. Wyniki, które mogą być osiągnięte przy wyborze danego wariantu, rozpatrywane są przy założeniu określonych kryteriów. Procedurę ustalania skutków i wyników wariantów przedstawia tzw. drzewo decyzji. Procedura oceny wyników sprowadza się do ustalenia i przyjęcia takiej miary korzystności (użyteczności

efektywności) wariantu, która w danej sytuacji pozwoli na uporządkowanie dopuszczalnych wariantów według skali porządkującej (preferencji).

Ze względu na rodzaj sytuacji decyzyjnej, a dokładniej w zależności od możliwości przewidzenia skutków wyboru wariantu, można wyróżnić:

- decyzje podejmowane w warunkach niepewności, gdy zależności przyczynowo-skutkowe mają charakter deterministyczny, czyli dają się przewidzieć bezbłędnie;
- decyzje podejmowane w warunkach niepewności, gdy zależności przyczynowo-skutkowe mają charakter probabilistyczny, czyli dają się wyrazić np. w postaci rozkładów prawdopodobieństwa;
- decyzje podejmowane w warunkach ryzyka, gdy opis związków przyczynowo-skutkowych zawiera elementy nieznanne.

Przykład 14

Rozpatruje się sytuację decyzyjną określoną przez następujące elementy decyzyjne:

A – m -elementowy zbiór wariantów działania,

S – n -elementowy zbiór sytuacji (stanów rzeczy, skutków),

G – k -elementowy zbiór celów działania,

W – k -elementowy zbiór wag celów (priorytetów),

P – n -elementowy zbiór prawdopodobieństw sytuacji.

Dla tak zdefiniowanej sytuacji należy określić macierz użyteczności U . Opis sytuacji można wtedy przedstawić w postaci tablicy 6.

Szczególne znaczenie w analizie decyzyjnej przypada identyfikacji kryterium wyboru działania (ze zbioru A), wyrażającego preferencje decydenta. Mamy tu do czynienia z różnymi przejawami racjonalności decyzji. Najbardziej popularny w analizach społeczno-ekonomicznych jest neoklasyczny model racjonalności decyzji oparty na maksymalizacji funkcji użyteczności. Pierwsza poważna krytyka tego wzorca postępowania decyzyjnego wywodzi się z prac szkoły behawiorystycznej i związana jest ze wzorcem decyzji zadowalających oraz postulatem tzw. ograniczonej racjonalności (Simon, 1982).

Istotne znaczenie ma tu teza mówiąca, że indywidualni decydenci często posługują się tzw. poziomami aspiracji: jeśli skutki decyzji wypadają poniżej tych poziomów, to poszukują decyzji

OPIS SYTUACJI DECYZYJNEJ

A \ G	S ₁			...	S _j			...	S _n		
	G ₁	...	G _k	...	G ₁	...	G _k	...	G ₁	...	G _k
A ₁	U ₁₁₁	...	U _{11k}	...	U _{1j1}	...	U _{1jk}	...	U _{1n1}	...	U _{1nk}
⋮	⋮
A _j	U _{j11}	...	U _{j1k}	...	U _{jj1}	...	U _{jjk}	...	U _{jn1}	...	U _{jnk}
⋮	⋮
A _m	U _{m11}	...	U _{m1k}	...	U _{mj1}	...	U _{mjk}	...	U _{mn1}	...	U _{mnk}
W	W ₁	...	W _k	...	W ₁	...	W _k	...	W ₁	...	W _k
P	P ₁			...	P _j			...	P _n		

lepszach, natomiast po osiągnięciu tych poziomów dalsza optymalizacja bywa zaniechana. Warto także dodać, że poziomy aspiracji ulegają modyfikacji w wyniku procesu uczenia.

Inny jeszcze jest model racjonalnego planowania programowo-celowego (Pospiełow i inni, 1985) rozwijany niegdyś przez cybernetyków radzieckich. Charakteryzuje się on hierarchią celów oraz bardziej rygorystycznym traktowaniem celów najwyższego poziomu hierarchii niż poziomów aspiracji. Odmienny jest wzorzec racjonalności ewolucyjnej A. Rapaporta związany z grami typu pułapki społeczne (Hankiss, 1986) oraz wzorzec holistycznej racjonalności ekspertów związany z pracami nad heurystycznymi („miękkimi”, nieanalitycznymi) sposobami podejmowania decyzji. Na podstawie syntezy wniosków z badań nad modelami racjonalności oraz projektowaniem komputerowych systemów wspomaganie decyzji Andrzej Wierzbicki (1987) sformułował wzorzec racjonalności quasi-zadowolającej. Zakłada on wykorzystanie poziomów aspiracji decydentów i optymalizację pomocniczej funkcji osiągnięcia i został on zastosowany w systemach wspomaganie decyzji (np. typu *DIDAS* w IASA).

Wszystkie wymienione wzorce postępowania decyzyjnego są kolejnymi etapami doskonalenia metod podejmowania decyzji,

a także – co jest również istotne – stanowią wyraz rozwoju analizy systemowej. W większości prac poświęconych analizie decyzyjnej uwaga koncentruje się jednak na wzorcach racjonalności decyzji opartych na maksymalizacji funkcji użyteczności.

Przykład 15

Zakłada się, że dla analizowanej sytuacji decyzyjnej dana jest macierz użyteczności $U = (u_{ij}) m \times n$

a. Powiemy, że wariant a_i jest optymalny w sensie kryterium max-min, zwanym także Walda, zawsze i tylko, gdy

$$\min_j u_{ij} = \max_i \min_j u_{ij},$$

czyli zaleca się maksymalizację minimalnej użyteczności możliwej do osiągnięcia za pomocą danego działania. Kryterium zaleca wybór ostrożny, czyli każde maksymalizować to, co się da osiągnąć na pewno.

b. Powiemy, że wariant a_i jest optymalny w sensie kryterium max-max zawsze i tylko, gdy

$$\max_j u_{ij} = \max_i \max_j u_{ij},$$

czyli zaleca się wybór wariantu, który w najbardziej sprzyjających warunkach okaże się najkorzystniejszy. Jest to więc postawa skrajnego optymizmu.

c. Powiemy, że wariant a_i jest optymalny w sensie kryterium Savage'a zawsze i tylko, gdy

$$\max_j w_{ij} = \min_i \max_j w_{ij} = \min_i \max_j \left[\max_k u_{kj} - u_{ij} \right],$$

czyli zaleca się dążenie do minimalizacji straty, a preferowany jest wariant, któremu jest podporządkowana najmniejsza z maksymalnych strat.

d. Powiemy, że wariant a_i jest optymalny w sensie kryterium Hurwicza zawsze i tylko, gdy

$$\alpha \min_j u_{ij} + (1 - \alpha) \max_j u_{ij} = \max_j \left[\alpha \min_j u_{ij} + (1 - \alpha) \max_j u_{ij} \right],$$

gdzie: ($0 \leq \alpha \leq 1$) jest tzw. współczynnikiem pesymizmu (im większe α , w tym większym stopniu decydent liczy się z ewentualnością najgorszą).

Kryterium to zaleca maksymalizować sumę ważoną najmniejszej i największej użyteczności, osiągalnej przy podjęciu danego działania.

e. Powiemy, że wariant a , jest optymalny w sensie kryterium Laplace'a zawsze i tylko, gdy

$$\frac{1}{n} \sum u_{ij} = \frac{1}{n} \max \sum u_{ij},$$

czyli zaleca się maksymalizację średniej arytmetycznej użyteczności przy założeniu, że wszystkie stany rzeczy są jednakowo prawdopodobne. Założenie to jest dopuszczalne, gdy brakuje przesłanek, pozwalających uznać którykolwiek ze stanów za bardziej prawdopodobny od innych.

f. Powiemy, że wariant a , jest optymalny w sensie kryterium Bayesa zawsze i tylko, gdy

$$\sum_j p_j u_{ij} = \max_i \sum_j p_j u_{ij},$$

czyli zaleca się wybrać ten wariant, dla którego wartość oczekiwana jest maksymalna (p_j oznacza prawdopodobieństwo wystąpienia stanu s_j).

W analizie decyzyjnej stosuje się zarówno retrospektywne, jak i prospektywne ujęcie podstawowych elementów decyzji, decydenta i organizacji, czyli systemu, w którym podejmowane są decyzje (tabl. 7).

Analiza decyzyjna powinna m.in. umożliwić identyfikację głównych uwarunkowań efektywności procesów decyzyjnych takich, jak determinanty:

- psychospołeczne, dotyczące zachowania i osobowości decydentów;
- informacyjne, dotyczące procesów informacyjnych służących zaspokojeniu potrzeb decydentów;
- metodologiczne, dotyczące metod stosowanych w procesie podejmowania decyzji (tabl. 8).

RETROSPEKTYWNE I PROSPEKTYWNE UJĘCIE ELEMENTÓW DECYZJI

	Ujęcie retrospektywne	Ujęcie prospektywne
Decyzja	Jakie decyzje są podejmowane w organizacji? Jaka jest realna wartość podejmowanych decyzji?	Jaka jest decyzja optymalna? Jak można poprawić wartość decyzji?
Decydent	Jakie są podstawowe cechy decydentów? Jakie czynniki wpływają na zachowania decydentów?	Jakie powinno być zachowanie decydentów w typowych (lub unikalnych) sytuacjach decyzyjnych? Jaki powinien być model „idealnego” decydenta w organizacji?
Organizacja	Jakie i jak są podejmowane decyzje w organizacji? Jakie są zasady funkcjonowania systemu decyzyjnego?	Jakie i jak powinny być podejmowane decyzje w organizacji? Jakie powinny być zasady funkcjonowania systemu decyzyjnego?

Tablica 8

PODSTAWOWE ELEMENTY ANALIZY DECYZYJNEJ

Elementy	Rodzaje, typy, cechy
Potrzeby (przyczyny decyzji)	– zewnętrzne, – wewnętrzne.
Cele (kryteria wyboru)	– zaspokojenie potrzeb, – uzyskanie akceptacji otoczenia, – usprawnienie organizacji, – maksymalizacja wartości efektów, – minimalizacja wartości strat, – maksymalizacja jakości wyrobów, – zachowanie równowagi, – wzrost.
Uczestnicy procesu decyzyjnego	– indywidualni, – kolektywni, – udział doradców, ekspertów itp.
Informacje (jako podstawa decyzji)	– pełne (niepełne), – aktualne (nieaktualne), – zawodne (niezawodne).
Liczba możliwych wariantów działania	– jeden wariant, – wiele wariantów.

Elementy	Rodzaje, typy, cechy
Typ procedur decyzyjnych	– zrutynizowana lub intuicyjna, – analityczna.
Typ kryteriów wyboru (oceny efektywności)	– skwantyfikowany (ilościowy), – nie skwantyfikowany (jakościowy).
Charakter skutków	– rozpoznane (pewne), – nie rozpoznane (niepewne, ryzykowne).
Technologia procesów decyzyjnych	– tradycyjna, – informatyczna (komputerowe wspomaganie decyzji).

Jak już powiedziano, analiza systemowa jest swoistą sztuką stawiania pytań, a zatem analiza decyzyjna musi obejmować pewne ogólne pytania, na które analityk powinien znaleźć odpowiedź.

Przykład 16

Rozpatrzmy zestaw charakterystycznych pytań dla poszczególnych faz procesu decyzyjnego:

a) sformułowanie problemu decyzyjnego:

- dlaczego powstał problem i co stanowi jego istotę?
- kto wysunął problem?
- jakie podjęto działania wstępne?
- czy powzięto już jakieś decyzje?
- jakie należy ustalić priorytety?
- jakie należy uczynić wysiłki, aby rozwiązać problem?
- jakich terminów należy dotrzymać?
- czy konieczne są jakieś natychmiastowe działania?

b) analiza stanu faktycznego:

- co jest przyczyną powstania problemu i jakie są uboczne tego skutki?
- jakie jest jego znaczenie (waga)?
- jakie są ograniczenia utrudniające osiągnięcie celów?
- czy potrzebne są dodatkowe informacje?
- z jakimi zdarzeniami należy liczyć się w przyszłości?

c) analiza stanu pożądanego:

- jakie są cele główne i cele uboczne?
- czy cele odpowiadają programowi rozwoju systemu, planom bieżącym itp.?

- kto odpowiada za osiągnięcie celu?
 - gdzie, kiedy i jak należy osiągnąć cele?
 - jakie zależności występują między poszczególnymi uczestnikami realizacji celów?
- d) analiza dotychczasowej realizacji celów:
- jakie cele uboczne już osiągnięto?
 - jakie nieprzewidziane zdarzenia nastąpiły w czasie procesu decyzyjnego?
 - czy cele były słuszne (trafnie określone)?
- e) analiza i ocena wariantów działania:
- czy ma sens pozostanie przy dotychczasowym rozwiązaniu?
 - czy istnieją możliwości określenia innych dopuszczalnych wariantów alternatywnych?
 - czy warianty odpowiadają programowi rozwoju systemu?
 - jakie kryteria służą do oceny wariantów i czy dają się one wyrazić ilościowo?
 - jak można określać ważność kryteriów i czy można utworzyć jedno, syntetyczne kryterium?
 - z jakimi długofalowymi skutkami działania należy się liczyć?
- f) projekt decyzji:
- dlaczego zaproponowany wariant jest najlepszy?
 - jakie działania należy podjąć (kto, kiedy, gdzie)?
 - czy niezbędne są dodatkowe środki?
 - jakich, kiedy i gdzie trudności realizacyjnych należy oczekiwać?
 - kogo należy poinformować o projekcie decyzji, kto będzie odpowiedzialny za jego realizację i komu ją należy powierzyć?
 - jaki system kontroli realizacji decyzji należy przewidzieć?

Wiele zagadnień analizy systemowej wiąże się z zadaniami optymalizacji, przy czym w praktyce tylko nieliczne mają postać zadań optymalizacji z jedną funkcją kryterialną (tzw. funkcją celu), większość bowiem z nich to zadania wielokryterialne. Popularność tych zadań jest zróżnicowana. Nadal popularnością cieszą się zadania jednokryterialnej optymalizacji, głównie liniowej, ale także nieliniowej, dynamicznej i stochastycznej. Nieporozumieniem jest jednak utożsamianie analizy systemowej z procesem rozwiązywania zadań optymalizacji. Aczkolwiek zadania te, oczywiście w postaci matematycznej, występują lub mogą występować w różnych fazach analizy systemowej, to jednak dość rzadko matematycznych

metod optymalizacji używa się w celu podjęcia decyzji. Jak już wcześniej zaznaczyliśmy, w analizie systemowej stosuje się zarówno metody matematyczne (analityczne, normatywne, np. metody optymalizacji), jak i metody nieanalityczne (heurystyczne). Proces analizy systemowej nie jest procesem zalgorytmizowanym, który mógłby być realizowany przez komputer, co nie wyklucza, rzecz jasna, możliwości jego komputerowego wspomaganie.

Przykład 17

Rozpatrzmy klasyczne zadanie optymalizacji systemu, w którym poszczególne możliwe rozwiązania są reprezentowane przez wektor: $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, którego współrzędne są tzw. zmiennymi decyzyjnymi. Dana jest funkcja kryterialna F , która każdemu konkretnemu wektorowi x podporządkowuje liczbę rzeczywistą $F(x) = F(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$. Ponadto dany jest zbiór rozwiązań dopuszczalnych x_0 . Ma on przeważnie postać, w której dopuszczalne są jedynie wartości x_0 , spełniające układ równań i nierówności: $g_1(x) = 0, \dots, g_k(x) = 0, g_{k+1}(x) \leq 0, \dots, g_m(x) \leq 0$.

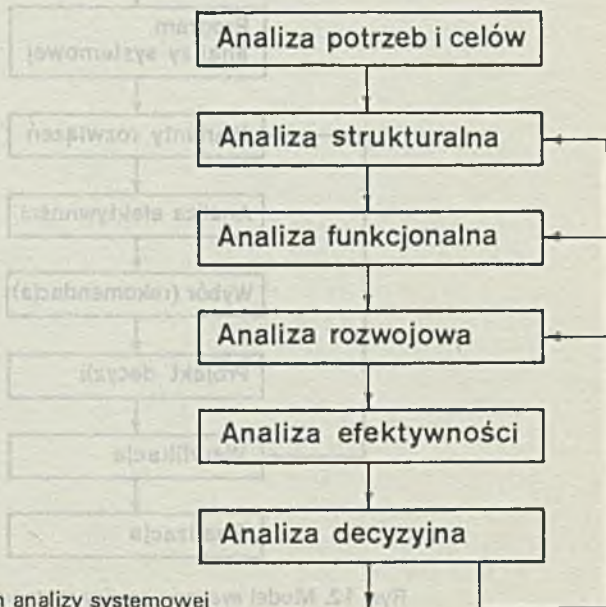
Zadanie optymalizacji jednokryterialnej polega na wybraniu, spośród wszystkich rozwiązań dopuszczalnych, czyli zbioru x_0 , takiego rozwiązania x^* , dla którego wartość funkcji celu F jest nie większa niż jej wartość dla jakiegokolwiek innego rozwiązania dopuszczalnego. Jest to w istocie zadanie minimalizacji n -argumentowej funkcji rzeczywistej przy m ograniczeniach. Przykładem zadania optymalizacji w analizie systemowej może być wyznaczenie takiego planu realizacji zadań produkcyjnych przez n wykonawców, który minimalizuje funkcję F łącznych kosztów materiałowych i energetycznych, przy istniejących m ograniczeniach dotyczących wydajności, dostępności zasobów itp.

Kończąc uwagi na temat treści analizy decyzyjnej – centralnej fazy analizy systemowej – warto powrócić do schematu, prawdopodobnie najbardziej rozpowszechnionego w literaturze i, dodajmy, niekiedy utożsamianego z istotą samej analizy systemowej (rys. 11). Uwzględnia on przede wszystkim analizę efektywności i analizę decyzyjną, ze szczególnym uwypukleniem analizy wartości kosztów i efektów każdego z dopuszczalnych wariantów działania systemu. Ma tu miejsce ewaluacja (wartościowanie) i porównywanie wariantów, a wszystko to dzieje się w oparciu o ogólny model obiektu systemowego.

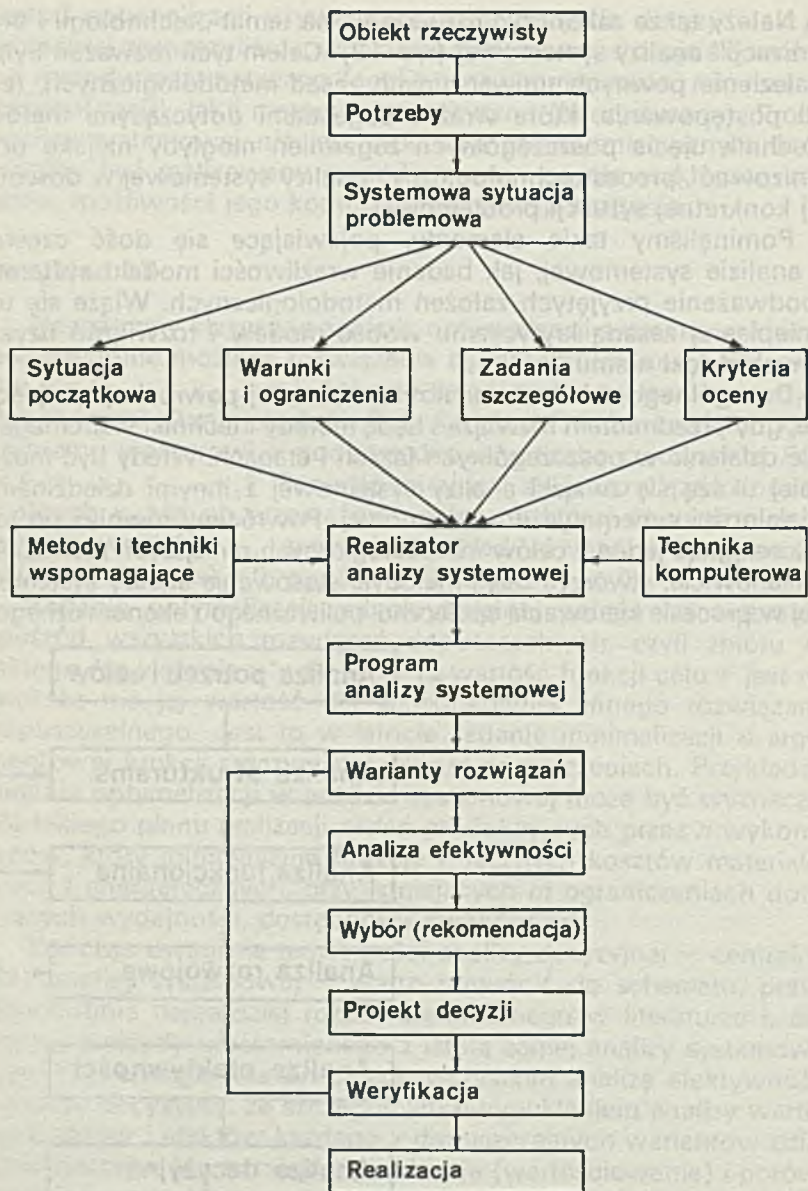
Należy także zakończyć rozważania na temat „technologii i organizacji” analizy systemowej (rys. 12). Celem tych rozważań było znalezienie pewnych uniwersalnych zasad metodologicznych, reguł postępowania, które wraz z sugestiami dotyczącymi metod i technik ujęcia poszczególnych zagadnień mogłyby niejako organizować „proces technologiczny” analizy systemowej w dowolnej konkretnej sytuacji problemowej.

Pominęliśmy takie elementy, pojawiające się dość często w analizie systemowej, jak badanie wrażliwości modelu systemu i podważenie przyjętych założeń metodologicznych. Wiąże się to z niepisaną zasadą krytycyzmu wobec modelu i rozwiązań uzyskanych dzięki niemu.

Do ogólnego schematu analizy systemowej powrócimy raz jeszcze, gdy przedmiotem rozwiązań będą metody i techniki wspomagające działania w poszczególnych fazach i etapach. Wtedy być może lepiej ukażą się związki analizy systemowej z innymi dziedzinami działalności cybernetyczno-systemowej. Powrócimy również po to, aby osiągnąć jeden z celów metodologicznych niniejszych rozważań, a mianowicie: stworzyć zarys metodyki stosowania analizy systemowej w procesie kierowania społeczno-politycznego i ekonomicznego.



Rys. 11. Makroalgorytm analizy systemowej



Rys. 12. Model systemu analizy systemowej

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 5, CZ. I

- ¹ Duże znaczenie (wagę), jakie przywiązuje się do problematyki celów w badaniach systemów, powoduje, że dziedzinę tę zalicza się do „teleologicznych”, co przynosi niekiedy wcale zabawne nieporozumienia. Nie należy wreszcie do rzadkości sytuacja, w której cele formułowane są w sposób mało precyzyjny, rozmyty bądź enigmatyczny. Zadanie identyfikacji celów systemu staje się zasadniczym zadaniem analizy systemowej.
- ² J. Zieleniewski, *Organizacja zespołów ludzkich. Wstęp do teorii organizacji i kierowania*, PWN, Warszawa 1982, s. 206.
- ³ Zagadnienie nie sprowadza się wyłącznie do hierarchizacji celów, lecz także, co pokazano w przykładzie 2, do wyróżnienia celów konkurencyjnych, komplementarnych, neutralnych.
- ⁴ K. Szaniawski, *Prognoza a podejmowanie decyzji*, PWN, Warszawa 1976.
- ⁵ Wyróżnione kryteria wyróżniają po prostu poszczególne przejawy efektywności, a mianowicie efektywność: operacyjną, ekonomiczną, informacyjną, techniczną, eksploatacyjną.
- ⁶ Z tą odmianą ryzyka mamy do czynienia w warunkach kooperacji negatywnej.

6. WSPOMAGANIE

Nie ma potrzeby przekonywać kogokolwiek, że metodologia analizy systemowej określa pewną swoistą postawę wobec badanego obiektu rzeczywistego. Przyjęcie takiej postawy nie jest oczywiście gwarancją powodzenia w procesie rozwiązywania sytuacji problemowych, aczkolwiek powinno zabezpieczać przed popełnieniem grubych błędów systemowych, przynoszących bądź niepoprawne sformułowanie problemu analizy (zbyt wąskie lub zbyt szerokie), bądź sformułowanie problemu niewłaściwego, tj. odmiennego niż ten, o który faktycznie chodziło decydującemu.

Pierwszym zatem zadaniem jest nawiązanie właściwego dialogu między analitykiem systemów a decydującym, w którego wyniku powinien zostać sformułowany ten i tylko ten problem, na którego rozwiązaniu szczególnie zależy decydującemu. Mogą oczywiście zachodzić sytuacje, w których dialog ten przynosi lepsze zrozumienie problemu dzięki rozważeniu jego istoty w szerokim, systemowym kontekście albo przeformułowanie wstępnie ustalonego problemu w taki sposób, że pojawiają się jego nowe aspekty (np. nie dostrzeżone wcześniej związki przyczynowo-skutkowe, nowe uwarunkowania efektywności itp.).

W tym miejscu uczynmy krótką dygresję. Przed laty głośna była liczba „50” Hugo Steinhausa, wybitnego polskiego matematyka, jednego z największych orędowników zastosowań matematyki w różnych dziedzinach praktycznych. Liczba ta określała liczbę godzin, które matematyk musi spędzić z użytkownikiem, aby wyciągnąć z niego to, o co mu tak naprawdę chodzi. Być może taką liczbę należałoby sformułować dla analityków systemów, gdyż doświadczenia – także autora książki – wskazują, że najtrudniej jest sformułować poprawnie, realnie i adekwatnie (względem potrzeb decydenta) problem. Dość często zadanie przekazywane analitykom systemów przybiera postać: „udoskonalcie nasz system ...” (gdy tymczasem system ten należy po prostu zmienić), „zoptimalizujcie nasz proces ...” (gdy tymczasem można go co najwyżej usprawnić), „zastosujcie komputer do ...” (gdy tymczasem nie ma powodów, aby instalować komputer w balaganie), „usprawnijcie naszą strukturę organizacyjną” (gdy tymczasem wia-

domo, że pewne szczeble i komórki organizacyjne muszą pozostać w dotychczasowym stanie) itp.

Jeszcze raz powtórzmy, że analiza systemowa nie może służyć celom kosmetycznym, lecz zmianom, i to zmianom systemowym, najczęściej o charakterze radykalnym!

Drugim ważnym zadaniem jest dobór „sił i środków” wspomagających działania analityka systemów w poszczególnych fazach i etapach procesu rozwiązywania problemu. Oznacza to konieczność nawiązania odpowiednich kontaktów z odpowiednimi specjalistami. I tak, konsultantami analityka systemów, w zależności od swoistych cech sytuacji problemowej, a więc i od cech obiektu systemowego, mogą być na przykład: ekonomista i technolog, finansista i organizator produkcji, socjolog organizacji i psycholog, matematyk i informatyk, statystyk i ekolog, specjalista od spraw jakości itp. Jeżeli przyjmujemy wymagania, aby analityk potrafił nawiązać z wymienionymi specjalistami kontakt i prowadzić właściwy dialog, który przyniesie dane niezbędne do zastosowania określonej procedury analitycznej, to trzeba się zgodzić, że są to wymagania bardzo wysokie. Do wymagań tych jeszcze powrócimy.

Poza umiejętnościami prowadzenia określonego dialogu na szczególną uwagę zasługuje zdolność doboru właściwych środków wspomagających, czyli metod i technik analitycznych, heurystycznych i innych. Bez sięgnięcia do nich nie można byłoby stosować którejkolwiek z omówionych już zasad. Oczywiście warunkiem racjonalnego wyboru metody wspomagającej jest znajomość istoty, zalet, lecz także i wad, rozległego repertuaru metod i technik analitycznych. Dokonana poniżej charakterystyka tego repertuaru nie wyczerpuje bynajmniej danych koniecznych do racjonalizacji wyboru konkretnej metody (techniki).

Już tylko klasyfikacja bądź typologia metod i technik analitycznych nastręcza sporych kłopotów. Według Andrzeja Góralskiego opisać metodę, to sformułować zbiór dyrektyw i sposobów wartościowania czynów. Ze względu na charakter powyższych elementów opisu można, najogólniej, wyróżnić:

- a) metody heurystyczne,
- b) metody i techniki matematyczne.

Najpełniejsza z opracowanych lista metod heurystycznych (Góralski, 1977) obejmuje następujące metody:

- dialog sokratejski,

- metoda Kartezjusza,
- metoda Polya,
- seminarium rozwiązywania zadań,
- metoda rekursji,
- „za i przeciw”,
- metoda pytań,
- metoda morfologiczna,
- „burza mózgów”,
- inwentyka
- „gra ze słowami”,
- superpozycja rzeczowa,
- synektyka,
- IPID,
- algorytm rozwiązywania zadań Altszullera,
- metoda systemowa,
- programowanie heurystyczne.

Nie ma potrzeby poświęcania większej uwagi wszystkim wymienionym metodom heurystycznym. Przekroczyłoby to bowiem ramy niniejszej pracy, a poza tym dostępne są kompetentne ich omówienia. Należy zwrócić uwagę na to, że autor powyższej listy metod umieścił wśród kilkunastu innych, o czym wspominaliśmy wcześniej, metodę systemową, nie przypisując jej jakiegoś szczególnego znaczenia. Sądzymy, iż jest ona jednak odmienna od pozostałych, a to zarówno ze względu na zakres zastosowań, jak i poziom zaawansowania metodologicznego. Metody takie, jak: metoda morfologiczna, „burza mózgów” czy PATTERN, traktowane są dość powszechnie jako techniki wspomagające analizę systemową rozumianą jako podstawowa metoda systemowa. Poświęcimy zatem nieco uwagi tylko niektórym metodom heurystycznym, traktując je cokolwiek instrumentalnie, a także sięgając do metod spoza przedstawionej listy.

„Burza mózgów” (brain storming) jest metodą heurystyczną rozwiązywania zadań, będącą – jak się często uważa – przejawem amerykańskiego pragmatyzmu. Pierwsza dostrzeżona sesja „burzy mózgów” odbyła się w 1938 roku, a począwszy od połowy lat pięćdziesiątych metoda zyskuje powszechne uznanie. Metodę charakteryzują dwie podstawowe dyrektywy, a mianowicie: pierwsza zaleca, by szukając idei rozwiązania, odraczać wartościowanie, druga zaś zaleca, by zabiegać o jakość tworzącą ilość. Sesję odbywa grupa brainstormingu, składająca się najczęściej z lidera

– organizatora pracy grupy, jego sekretarza, pięciu członków stałych oraz sześciu uczestników zaproszonych do wzięcia udziału w pracach tej grupy. Podczas sesji, która rozpoczyna się od sformułowania zadania i wyliczania pytań, na które należy odpowiedzieć, lider przypomina reguły gry (G ó r a l s k i, 1980):

– krytyka jest niepożądana, należy więc odraczać wartościowania pomysłów rozwiązania;

– naczelną wartością jest swobodna gra wyobraźni, każdy bowiem pomysł może prowadzić do rozwiązania;

– oczekuje się mnogości pomysłów – im więcej będzie pomysłów, tym większa stanie się szansa, że znajdą się wśród nich dobre;

– oczekuje się łączenia i ulepszania pomysłów, im lepsza bowiem będzie współpraca grupy, tym większa wiarygodność sukcesu.

Proces rozwiązywania zadań jest organizowany w następującą sekwencję działań:

1) odkrywanie faktów;

2) stawianie zadania:

– ustalenie potencjalnych zadań składowych,

– wybór rzeczywistych zadań składowych;

3) określenie zadania:

– odkrywanie potencjalnego zbioru danych,

– wybór rzeczywistego zbioru danych;

4) odkrywanie idei rozwiązania:

– produkowanie pomysłów rozwiązania,

– udoskonalenie pomysłów rozwiązania;

5) odkrywanie rozwiązań;

6) wartościowanie rozwiązań;

7) wybór rozwiązań:

– przewidywanie następstw wyboru,

– właściwy wybór rozwiązania.

Uważa się przy tym, że sedno metody Osborna stanowią pytania typu: Jakie są inne zastosowania? Zaadaptować?, Zmodyfikować? Powiększyć? Zmniejszyć? Dokonać substytucji? Przegrupować? Odwrócić? Połączyć?

Obszar zastosowań „burzy mózgów” jest bardzo rozległy, a doświadczenia z zastosowań praktycznych tej metody – bogate. Niewątpliwie brainstorming znajduje zastosowanie w procesie analizy systemowej jako technika wspomagająca ją, np. w fazie poszukiwania alternatywnych wariantów rozwiązania problemu.

W latach 1938–1948 amerykański astrofizyk F. Zwicky opracował metodę morfologiczną, która miała przełamać obserwowany impas metodologiczny w projektach badawczych. Zwicky określił postawę właściwą dla swojej metody jako: „analizę i konstrukcję”. Celem tej metody jest:

- zapobieganie tendencyjności badań;
- stwarzanie uwarunkowań sprzyjających kompletności sformułowania zadań;
- stwarzanie możliwości dochodzenia do niekonwencjonalnych rozwiązań.

Procedura morfologiczna obejmuje następujące stadia i kroki:

1. Postawienie zadania:

- określenie dziedziny badań;
- ustalenie granic zadania przez tyczenie, które polega „na myślowym pokryciu rozpatrywanej dziedziny siecią punktów próbnych, poddawanych następnie badaniu w celu stwierdzenia, co w nich jest interesującego”;
- zdefiniowanie zadania.

2. Analiza:

- identyfikacja zadań składowych;
- wyznaczenie rozwiązania zadań składowych.

3. Synteza:

- budowa tzw. skrzynki morfologicznej, która jest zestawieniem o wierszach odpowiadających zadaniom składowym, a elementy wiersza – rozwiązaniem danego zadania składowego;
- sformułowania kryteriów oceny rozwiązań;
- redukcja „skrzynki”;
- sprawdzenie, czy zredukowana „skrzynka” stanowi rozwiązanie.

4. Opracowanie wyników

Podobnie, jak w przypadku „burzy mózgów”, zakres możliwości praktycznego zastosowania analizy morfologicznej jest bardzo szeroki. Niewątpliwie jest ona szczególnie przydatna w badaniach innowacyjnych, gdyż metoda umożliwia obiektywizację analizy, stwarza możliwość uzyskania rozwiązań jakościowo nowych, eliminując niepożądany wpływ tradycji. Z tych to powodów metoda morfologiczna powinna interesować analityków systemów.

Metoda ekspertyzy (oceny ekspertów) służy przede wszystkim do określenia perspektyw rozwojowych określonej gałęzi działalności naukowo-technicznej, społeczno-ekonomicznej, gospodarczej. Prace związane z ekspertyzą zespołową rozpoczyna się z chwilą powołania specjalnej grupy roboczej. Grupa wylania zespół ekspertów spośród specjalistów odpowiednich wiodących instytucji. Eksperti odpowiadają na szereg pytań dotyczących np. perspektyw rozwoju danej dziedziny.

Etapem pierwszym ekspertyzy zespołowej jest wstępna przedprognozowa orientacja, uzyskiwana na podstawie analizy podstawowych kierunków rozwoju badanej dziedziny. W etapie drugim opracowywany jest schemat (tablica) „cele – środki”, a w etapie trzecim – „tablice ekspertyz”, zawierające dane dotyczące zagadnień przedstawianych ekspertom.

Właściwe opracowanie tablic wymaga spełnienia następujących postulatów:

- uzyskanie ilościowych odpowiedzi dotyczących zagadnień przedstawionych ekspertom;
- uzyskanie danych o charakterze źródeł argumentacji, a także o zakresie i stopniu wpływu każdego ze źródeł na odpowiedź eksperta;
- uzyskanie od eksperta uzasadnionej i wyrażonej liczbowo oceny stopnia jego wiedzy w zakresie danej dziedziny.

Aby został spełniony pierwszy z postulatów, należy dokonać klasyfikacji przedłożonych ekspertom zagadnień w następujący sposób:

- ocena względnej ważności rozwoju różnych kierunków badań i opracowań (np. w stopniach według skali stustopniowej);
- ocena czasu realizacji określonego zdarzenia;
- ocena wartości (ciężaru gatunkowego) różnych rodzajów rozwiązań naukowo-technicznych;
- przyłączenie się do jednej z ocen alternatywnych.

W celu spełnienia drugiego warunku ekspert powinien ujawnić i zestawić notatkę o źródłach, które stanowią podstawę jego odpowiedzi, dla każdego źródła oddzielnie w zależności od stopnia oddziaływania źródła (wysoki, średni, niski) na pogląd eksperta. Typowymi źródłami argumentacji są: przeprowadzona przez eksperta analiza teoretyczna, produkcyjne doświadczenie eksperta, uogólnienie prac autorów krajowych, uogólnienie prac autorów zagranicznych, intuicja eksperta itp.

Tablice dotyczące stopnia ważności względnej różnych kierunków badań opracowuje się wprowadzając wskaźniki charakteryzujące:

- uogólniony pogląd grupy ekspertów o ważności względnej rozwoju różnych kierunków, badań, opracowań itd.;
- stopień zgodności poglądów ekspertów;
- reprezentatywność (autorytatywność) wyboru zespołu ekspertów;
- „aktywność” ekspertów (stopień ich udziału i zaangażowania w ocenie różnych kierunków badań);
- kompetencyjność ekspertów (fachową znajomość przedmiotu).

Ostatecznymi rezultatami pracy zespołu ekspertów jest ocena ważności różnych wariantów działania oraz przyłączenie się do jednej z alternatywnych ocen.

Wydaje się, że metoda ekspertyzy zespołowej jeszcze długo pozostanie podstawowym źródłem tak dla analizy systemowej istotnych danych, jak wartości współczynników ważności (wag) celów i sposobów działania. Bez stosowania metody ekspertyzy zespołowej trudno wręcz wyobrazić sobie zastosowanie analizy systemowej w różnych dziedzinach działalności praktycznej.

Metodą, która zdobyła popularność na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych – szczególnie w dziedzinie projektowania systemów – była metoda idealnych wzorców Geralda Nadlera, zwana także IDEALS. Do dziś uchodzi za metodę stricte systemową.

Istota metody IDEALS polega na tym, że:

- bada się nie element systemu (np. stanowisko pracy), lecz system jako dialektyczną całość realizującą określone zadania (funkcje);
- rozpatruje się system nie według stanu obecnego, lecz w aspekcie jego przyszłego rozwoju;
- bada się nie szczegóły danego działania, lecz tzw. stan idealny systemu, który dopiero w dalszej kolejności sprowadza się do stanu realnego i opracowuje szczegóły.

Głównymi elementami metody, zwanej, z racji zainteresowania, nie stanem aktualnym systemu, lecz jego stanem przyszłym, metodą prognostyczną, są:

- ustalenie celów i zadań;
- sprecyzowanie funkcji, jakie mają doprowadzić do ich realizacji;

- określenie zasad, jakimi należy się kierować w procesie działania, oraz kryteriów oceny efektywności działania;
- wybór racjonalnych metod postępowania (prawidłowej polityki działania).

Metoda IDEALS akcentuje to, że racjonalne ukształtowanie przyszłego działania systemu nie jest rezultatem niejako syntezy poszczególnych jego elementów, lecz pochodną całościowej koncepcji systemu „idealnego”. Krańcowym wyrazem stanu idealnego jest osiągnięcie zamierzonych celów bez żadnych kosztów lub bez żadnych nakładów. Jest to oczywiście nierealne, lecz dobrze wiedzieć „co by było, gdyby to było możliwe”, gdyż ukierunkowuje myślenie i działanie nie na „doskonalenie stanu obecnego”, lecz na „zmierzanie ku idealowi”. W praktyce osiąga się taki system, przy którym realizuje się określoną funkcję minimalizując nakłady.

Metoda Nadlera obejmuje swoisty dekalog głównych problemów, a mianowicie:

1. Każdy realny system (instytucja, przedsiębiorstwo, resort itp.) wymaga dla swego prawidłowego funkcjonowania: celu, środków, organizacji.
2. Cele, środki i organizacja są ze sobą powiązane i wzajemnie oddziałują na siebie.
3. Organizacja danego systemu stanowi powiązanie środków ukierunkowanych na realizację założonego celu.
4. Każdy system składa się z siedmiu podstawowych elementów (tabl. 9):

Tablica 9

MACIERZ SYSTEMU WEDŁUG G. NADLERA

	Aspekty		
	Stan obecny	Stan projektowany (po usprawnieniu)	Przewidywane zmiany w przyszłości
Zadania (funkcje) Wejścia (nakłady) Wyjścia (efekty) Przebieg Otoczenie Wyposażenie Działalność ludzka			

- funkcji (zasadniczej),
- wejść (nakładów, np. surowców, robocizny),
- wyjść (rezultatów, np. produktów),
- procesów (przebiegu w przestrzeni i czasie),
- oddziaływania ze strony otoczenia (np. odbiorców, władz, banków itp.),
- wyposażenia (środków trwałych, narzędzi),
- czynności ludzkich.

5. Usprawnienie każdego systemu odnosi się do jednego z trzech jego stanów:

- stadium rozwoju,
- stanu prawidłowego (zadowolającego),
- stanu nieprawidłowego (niezadowolającego).

W zależności od tego, w jakim stanie znajduje się system, podejście do jego usprawnienia może przyjąć jedną z następujących form: twórcze zaprojektowanie nowego systemu, stopniowe i planowe ulepszanie systemu, stopniowe i systematyczne usuwanie nieprawidłowości.

6. Analiza systemu może być dokonywana z trzech punktów widzenia: badanie i analiza jego stanu, wprowadzanie praktyczne (wdrażanie i kontrola), projektowanie i ulepszanie systemu.
7. Założeniem metody IDEALS jest osiągnięcie wzrostu efektywności systemu i umożliwienie twórczego rozwoju ludzi uczestniczących w działaniu.
8. Punktem wyjścia do usprawnienia lub racjonalnego ukształtowania systemu jest wyobrażenie jego stanu idealnego. Rozwiązanie przyjęte do realizacji powinno się zbliżać do tego teoretycznie idealnego stanu w takim stopniu, w jakim to tylko jest praktycznie możliwe.
9. Przyjmuje się, że koncepcję idealnego rozwiązania pojąć może każdy, bez względu na to, na jakim miejscu w hierarchii się znajduje, i każdy może brać twórczy udział w opracowywaniu ostatecznego rozwiązania.
10. Jest rzeczą oczywistą, że po zaprojektowaniu i wprowadzeniu w życie, system może być dalej ulepszany.

Nadler kładzie nacisk na to, aby na każdym etapie i w każdym stadium rozwiązywania problemu wzorzec działania stanowił system teoretycznie idealny, którego kryteriami są: minimum kosztów, maksimum niezawodności, optymalna realizacja zadań itp. Metoda

IDEALS pierwotnie znajdowała zastosowanie w projektowaniu procesów pracy, lecz niebawem znalazła zastosowanie w racjonalizacji różnorodnych organizacji. Niekiedy uważa się, że jest ona pewnego rodzaju strategią doskonalenia systemów już istniejących. Podstawą tej strategii jest oczywiście formułowanie systemu idealnego, spełniającego najefektywniej pożądane funkcje.

Na szczególną uwagę zasługują dwa wątki w gruncie rzeczy filozoficzne, charakteryzujące metodę IDEALS, mianowicie: wątek idealizacyjny i wątek humanistyczny. Pierwszy wyraża rozumowanie: „Starajmy się osiągnąć to, co według naszych przekonań jest najlepsze, najefektywniejsze, miejmy jednakże przed oczami sytuacje idealne, nawet jeżeli wiemy na pewno, że sytuacji takiej nie uda się praktycznie zrealizować”. Drugi wątek wyraża się w silnym powiązaniu dwóch ról ludzi: jako czynnika ludzkiego w działaniu systemu oraz jako współtwórcy rozwiązania zadania.

W rozważaniach metodologicznych metoda IDEALS Nadlera i analiza systemowa są rozpatrywane oddzielnie, bez próby doszukiwania się ich wzajemnych związków. Aczkolwiek IDEALS należy lokalizować w obszarze inżynierii systemów, czyli jak chce Góralski wśród metod heurystycznych, to istnieje znaczne podobieństwo między rozpatrywanymi metodami, z pewnością zaś niektóre chwytły metodologiczne i doświadczenia z zastosowań metody wzorca idealnego mogą być z powodzeniem wykorzystane w analizie systemowej złożonych obiektów (instytucji, organizacji gospodarczych, wojskowych).

Inną popularną metodą, rozpatrywaną zarówno jako metoda heurystyczna, jak i metoda systemowa (nie ma w takim ujęciu sprzeczności), jest metoda PATTERN (Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers), która oznacza „wspomaganie planowania przez względne współczynniki oceny technicznej”. Istotną cechą tej metody jest podział zadania podstawowego na zhierarchizowany zbiór zadań składowych, ocena możliwości rozwiązania tych zadań oraz wyjaśnienie zachodzących między nimi zależności. Najczęściej metoda ta jest kojarzona z prognozowaniem, planowaniem i sterowaniem realizacją przedsięwzięć naukowo-technicznych (rys. 13). Podstawowymi elementami metody PATTERN są: scenariusz, drzewo celów, wskaźniki względnej ważności, wskaźniki stanu i terminu, wskaźniki wzajemnej użyteczności.

Scenariusz stanowi podstawę prawidłowego określenia celów, gdyż obejmuje on długoterminowe prognozy rozwoju społeczno-gospodarczego i naukowo-technicznego. Drzewo celów określa zależności logiczne i strukturalne celów (od finalnego celu strategicznego do celów podporządkowanych). Wskaźniki względnej ważności elementów drzewa celów określa się ilościowo:

$$r_{ij}$$

gdzie: i – numer poziomu drzewa celów,

j – numer elementu drzewa celów na poziomie i -tym,

przy czym $0 \leq r_{ij} \leq 1$ $\sum_i \sum_j r_{ij} = 1$.



Rys. 13. Podstawowe elementy metody PATTERN

Wartości wskaźnikom r_{ij} nadawane są najczęściej w kilku fazach metodą delficką. Do oceny wartości elementów poszczególnych poziomów drzewa celów stosuje się różne kryteria o określonych znaczeniach (wagach). Dzięki temu można wyznaczyć wartości współczynników względnej ważności poszczególnych zadań. Ekspertci dokonują ustalenia zbioru wartości znaczeń (wag), tj. dokonują oceny ogółu zadań względem ogółu przyjętych kryteriów. Procedura ta powtarza się zazwyczaj wielokrotnie, aż do ostatecznego skryształizowania się ocen i ich uzasadnień.

W następnym etapie stosowania metody chodzi o to, aby odnaleźć i zlokalizować te elementy drzewa celów, których czas realizacji jest nie do przyjęcia ze względu na założony termin zakończenia zadania podstawowego. Ponadto dąży się do uzys-

kania wartości współczynników, będących ilościową oceną osiągalności rozwiązania j -tego zadania i -tego poziomu hierarchicznego. Ocen tych dokonują eksperci. Ekspertcy dokonują także oceny współczynników wzajemnej użyteczności, tj. starają się ocenić, dla np. poziomu i -tego, jak dalece rozwiązanie zadania j wpłynie na zmniejszenie nakładów sił i środków na działanie związane z rozwiązaniem innego zadania j . Ocen tych dokonuje się zazwyczaj jedynie dla dwu najniższych hierarchicznych poziomów drzewa celów. Procedurę PATTERN kończy wyznaczenie współczynnika łącznego w postaci np. prawdopodobieństwa osiągnięcia finalnego celu strategicznego, wynikającego z rozwiązywania zadania dowolnego poziomu drzewa celów.

Ze względu na podstawowe znaczenie dla metody drzewa celów, warto przykładowo nakreślić jego poziomy:

- O. Zadanie podstawowe, którego rozwiązanie pozwala osiągnąć cel strategiczny.
- A. Środki ogólne, niezbędne do rozwiązania zadania podstawowego.
- B. Klasy zadań, których rozwiązanie dostarcza środków ogólnych.
- C. Podklasy zadań, warunkujące możliwość rozwiązania wyróżnionych klas zadań.
- D. System działania lub systemy techniczne, będące środkami do rozwiązywania podklas zadań.
- E. Podsystemy działania lub podsystemy techniczne, realizujące wyróżnione funkcje systemów działania (technicznych).
- F. Zadania organizacyjne lub zadania techniczne, których rozwiązanie warunkuje osiągnięcie założonych właściwości podsystemów działania (technicznych).
- G. Szczegółowe zadania organizacyjne lub techniczne, wyróżnione na drodze podziału zadań organizacyjnych (technicznych).

Zalety metody PATTERN nie zostały jeszcze w pełni wykorzystane w planowaniu i prognozowaniu społeczno-gospodarczym i naukowo-technicznym. Wykorzystanie ich w analizie systemowej może przynieść wzrost efektywności działania w stopniu wyższym niż dotychczas.

Jeszcze trudniejsze jest przedstawianie klasyfikacji matematycznych metod modelowania systemów i rozwiązywania sytuacji (problemów) decyzyjnych. Jeżeli sięgniemy do badań operacyj-

nych, które stanowią dziś już klasyczny repertuar narzędzi matematycznych, to na pewno można dostrzec użyteczność takich metod, jak metody programowania matematycznego (optymalizacji) liniowego, nieliniowego, dynamicznego i stochastycznego, metody teorii gier, teorii obsługi masowej, teorii grafów i sieci itp. Wymienione metody stosuje się zarówno w rozwiązywaniu zadań sterowania optymalnego, zadań planowania techniczno-ekonomicznego, jak i w dziedzinie projektowania technicznego. Metody te wcale nie muszą być stosowane do rozwiązywania systemowych sytuacji problemowych, co stanowiło niemal regułę badań operacyjnych. Dopiero później weszły one do repertuaru technik modelowania systemów technicznych, gospodarczych i wojskowych. Repertuar ten wzbogacały następnie metody tworzone już z myślą o badaniu (analizie, ocenie i syntezie) systemów.

Faktem natomiast jest obserwowane od wielu lat dążenie do wykorzystania wspomnianych wyżej metod i technik matematycznych do modelowania systemów rzeczywistych. Dzieje się tak z różnym zresztą skutkiem, albowiem im większa jest złożoność i dynamika procesów oraz im większy udział tzw. czynników ludzkich w przemianach strukturalnych i funkcjonalnych systemów, tym bardziej rezultaty modelowania odbiegają od oczekiwań.

„Modelem matematycznym będziemy nazywać skończony zbiór symboli i relacji matematycznych oraz bezwzględnie ścisłych zasad operowania nimi, przy czym zawarte w modelu symbole i relacje mają interpretację odnoszącą je do konkretnych elementów modelowanego wycinka rzeczywistości. Zbiór symboli i relacji matematycznych to twór abstrakcyjny; czynnikiem przekształcającym go w model matematyczny jest fizyczna interpretacja” (Gutenbaum, 1987).

Jakub Gutenbaum (1987) rozpatruje następujące kategorie modeli systemów: modele funkcyjne i stochastyczne, modele korelacyjne i przyczynowe, modele dynamiczne i statyczne, modele systemów o parametrach rozłożonych w przestrzeni, modele ciągłe i dyskretne, modele całkowitoliczbowe i binarne, a ponadto modele teorii katastrof i modele rozmyte.

Przykład 18

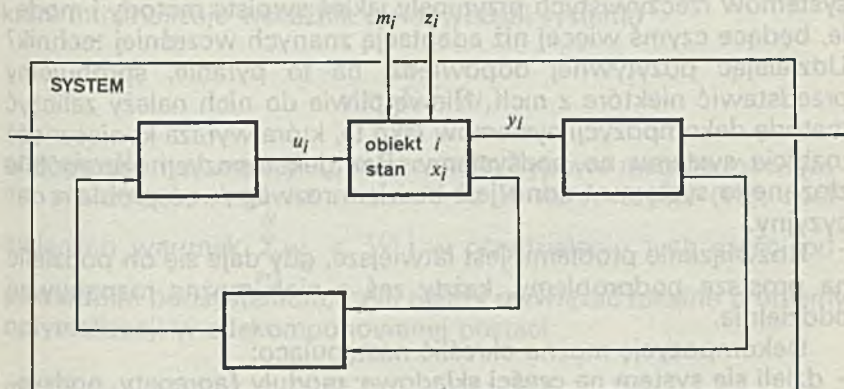
Rozpatrzmy system złożony z pewnej liczby podsystemów, powiązanych za pośrednictwem wejść i wyjść (rys. 14). Model matema-

tyczny tego systemu może mieć postać układu równań różniczkowych opisujących poszczególne podsystemy:

$$\frac{dx_i(t)}{dt} = f_i[x_i(t), u_i(t), m_i(t), z_i(t)], \quad i = 1, \dots, N,$$

$$y_i(t) = g_i[x_i(t), u_i(t), m_i(t), z_i(t)],$$

oraz równań struktury: $u_i = H_i y$, gdzie $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$, H jest macierzą złożoną z zer i jedynek.



Rys. 14. Ogólny schemat dekompozycji systemu

Radzikowski (1980) analizując „matematyczne techniki zarządzania” wyróżnia pewne grupy metod użytecznych w procesie zarządzania, a mianowicie: metody bilansowe, metody ekstremalne, deterministyczne metody optymalizacyjne oparte na modelach statystycznych i na modelach dynamicznych, niedeterministyczne metody optymalizacyjne (modele statystyczne i dynamiczne), metody statystyczne, metody symulacyjne i metody badań operacyjnych. Do tych grup są zaliczane poszczególne szczegółowe metody i algorytmy, wśród których, poza wymienionymi już znanymi metodami, znajdują się także metody ekonometryczne, metody badania zjawisk w czasie, metody teorii korelacji i regresji, model analizy przepływów międzygałęziowych oraz symulacja.

Powyższe metody i modele matematyczne powstawały w różnych warunkach na zapotrzebowanie niejako różnych dyscyplin

i dziedzin działalności praktycznej. Wiele z nich powstało wcześniej niż sama analiza systemowa, a w każdym razie większość metod rozwijana była niejako obok niej. Obecnie nietrudno dostrzec użyteczność ich w różnych stadiach analizy systemowej. Czyni to wrażenie pewnego eklektyzmu i może przynieść zarzut braku wyraźnej orientacji metodologicznej. Jednakże – co należy ponownie podkreślić – analiza systemowa w prezentowanym wydaniu to nie analiza systemowa oparta na jednym i tylko jednym typie modelu matematycznego.

Można także sformułować inne pytania: czy potrzeby analizy systemów rzeczywistych przyniosły jakieś swoiste metody i modele, będące czymś więcej niż adaptacją znanych wcześniej technik? Udzielając pozytywnej odpowiedzi na to pytanie, spróbujemy przedstawić niektóre z nich. Niewątpliwie do nich należy zaliczyć metodę dekompozycji systemów jako tę, która wyraża konieczność rozbicia systemu na podsystemy. Bez dekompozycji szczególnie złożonego systemu trudno jest bowiem rozwiązywać problem decyzyjny.

Rozwiązanie problemu jest łatwiejsze, gdy daje się on podzielić na prostsze podproblemy, każdy zaś z nich można rozpatrywać oddzielnie.

Dekompozycję można określić następująco:

- dzieli się system na części składowe: moduły (agregaty, podsystemy) i funkcje;
- zachowuje się hierarchiczną strukturę modułów,
- przedstawia się przepływy (sprzężenia) między modułami.

W zależności od typu opisu systemu można rozróżnić trzy rodzaje dekompozycji: dekompozycję zachowania, dekompozycję dynamiki i dekompozycję algorytmu, a także można mówić o dekompozycji przestrzennej i dekompozycji czasowej systemu.

A zatem dekompozycja opiera się na zastąpieniu pewnego zadania pierwotnego przez inne zadania, tzw. zadania zdekomponowane, składające się np. z kilku zadań optymalizacyjnych o mniejszym wymiarze powiązanych ze sobą. Dla każdej z metod dekompozycji należy postawić pytanie: jakie warunki powinno spełniać zadanie zdekomponowane, aby na podstawie znajomości jego rozwiązania można było jednoznacznie określić rozwiązanie zadania pierwotnego, które jest celem analizy (F i n d e i s e n, 1974).

Przykład 19 (Kulikowski, 1970)

Należy określić sterowanie $u_i, i = 1, \dots, N$, podsystemów o wskaźniku efektywności $F_i(u_i)$ oraz ograniczeniach lokalnych $G_i(u_i) \leq 0$ oraz o ograniczeniu globalnym $\sum_{i=1}^N H_i(u_i) \leq W$.

Inaczej mówiąc, należy wyznaczyć sterowanie systemu

$$u = (u_1, u_2, \dots, u_N),$$

które minimalizuje wskaźnik efektywności systemu

$$y = \sum_{i=1}^N F_i(u_i)$$

przy określonych wyżej ograniczeniach. Typowa metoda rozwiązania problemu polega na rozdzieleniu W na N części (w_i), spełniających warunek $\sum_{i=1}^N w_i \leq W$ i w przydzieleniu tych części odpowiednim podsystemom, czyli należy rozwiązać lokalne problemy optymalizacji w zdekomponowanej postaci

$$\min F_i(u_i), G_i(u_i) \leq 0, H_i(u_i) = w_i, i = 1, \dots, N.$$

Jeżeli zostaną wyznaczone rozwiązania u jako funkcje w_i , czyli $u_i(w_i)$, to można obliczyć funkcje $f_i(w_i) = F_i(u_i(w_i))$, oraz sformułować kolejny problem optymalizacji wyższego poziomu:

$$\min_{W_i} \sum_{i=1}^N f_i(w_i) \quad \text{przy warunku} \quad \sum_{i=1}^N w_i \leq W.$$

Koordynując poszczególne rozwiązania zadań lokalnych uzyskuje się rozwiązanie problemu globalnego (dla „całego systemu”).

Metodą niejako „odwrotną” do metody dekompozycji jest metoda agregacji, która wywodzi się z dążenia do przedstawienia powiązanych ze sobą podsystemów przez system „zastępczy”, integrujący własności podsystemów składowych. Ważnym warunkiem agregacji jest wymaganie, aby system zagregowany miał takie same własności (lub dał się opisać równaniem tego samego typu) co podsystemy składowe.

Dekompozycja i agregacja to dwie techniki systemowe, bez których niemożliwe staje się rozwiązanie zadań analizy i syntezy systemów o złożonych strukturach. Wyrażają one dwie tendencje, które są charakterystyczne dla analizy systemowej: tendencję stricte analityczną („dzielenie całości na części”) oraz tendencję integracyjną lub syntetyczną („łączenie części w całość”). Nie oznacza to bynajmniej „prostego” podziału i „prostego” sumowania, gdyż przedmiotem wykonywanych zabiegów (w szczególności operacji formalnych) nie są jakieś przypadkowe skupiska elementów, lecz systemy, czyli ustrukturalizowane całości, których części są sprzężone w określony sposób.

Inną techniką systemową, a raczej grupą technik analitycznych, są metody identyfikacji systemów. Identyfikacją systemu nazywa się sposoby ustalenia modelu matematycznego systemu na podstawie badań eksperymentalnych. Celem identyfikacji jest ustalenie zależności między określonymi wielkościami systemu w stanie ustalonym lub w czasie trwania określonego procesu. Większość znanych metod identyfikacji zaliczyć można do metod statystycznych. Wśród nich wyróżnia się następujące:

- metody identyfikacji własności statystycznych obiektów deterministycznych (np. aproksymacja charakterystyki statycznej obiektu, identyfikacja przy eksperymencie ciągłym);
- bezpośredni pomiar parametrów obiektu probabilistycznego (np. metoda najmniejszych kwadratów, metoda momentów, metoda aproksymacji stochastycznej, metoda największej wiarygodności, metoda minimalnego ryzyka);
- metoda analizy regresji;
- metoda funkcji korelacyjnej;
- metoda analizy czynnikowej;
- metoda statystyki opisowej itp.

Ogólnie biorąc, zadanie identyfikacji systemu polega na zastosowaniu określonego algorytmu identyfikacji, wykorzystującego dane aprioryczne i dane pomiarowe w celu znalezienia najlepszego (w sensie przyjętego kryterium) modelu systemu.

Przykład 20

Dla oceny adekwatności modelu i obiektu rzeczywistego służy kryterium identyfikacji Q_n , które jest w pewnym stopniu miarą odległości między sygnałem wyjściowym obiektu Y_n a modelem \hat{Y}_n

dla tego samego sygnału wyjściowego U_n lub też odległości między sygnałem wyjściowym obiektu U_n a modelu \bar{U}_n dla tego samego sygnału wyjściowego Y_n . Przykładem takich kryteriów mogą być następujące funkcje:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n \|y_i - \bar{y}\|^2,$$

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n \|y_i - \bar{y}_i\|.$$

$$Q_1 = \max_i \|y_i - \bar{y}_i\|, \quad i = 1, \dots, n.$$

Przykład 21 (Grudzewski, 1984)

Dla przemysłu elektromaszynowego, na podstawie danych z lat 1971, opracowano model wyrażający zależności między strumieniem produkcji czystej a dziesięcioma wytypowanymi czynnikami

$$Y = \Phi(x_1, \dots, x_{10}),$$

gdzie:

- x_1 – zasoby zatrudnionych,
- x_2 – strumień przepracowanych godzin,
- x_3 – zasoby środków trwałych produkcyjnych,
- x_4 – zasoby środków trwałych nieprodukcyjnych,
- x_5 – strumień kosztów materialnych,
- x_6 – strumień energii,
- x_7 – wydajność pracy na jednego zatrudnionego,
- x_8 – wydajność pracy na jedną roboczogodzinę,
- x_9 – produktywność środków trwałych produkcyjnych,
- x_{10} – techniczne uzbrojenie pracy.

Ze względu na błąd dopasowania według kryterium kwadratowego najlepszą w klasie liniowych funkcji jest następująca:

$$Y = (b_0 + b_1\varphi_1 + b_3\varphi_3 + b_{10}\varphi_{10}),$$

$$\text{gdzie: } \varphi_1 = \frac{x_1 x_2 x_5 x_8}{(x_4)^2 x_9}, \quad \varphi_3 = \frac{x_3}{x_4}, \quad \varphi_{10} = \frac{x_7}{x_2 x_8},$$

$$\varphi_{10} = \frac{(x_4)^2 x_9 x_{10}}{x_2 (x_5)^2 x_8},$$

która po estymacji parametrów przyjęła postać:

$$Y = (-0,244301 \cdot 10^{-1} + 0,753988 \cdot 10^{-1}\varphi_1 - 0,889757 \cdot 10^{-3}\varphi_3 + \\ + 0,159593 \cdot 10^{-1}\varphi_7 + 0,314385 \cdot 10^{-2}\varphi_{10}) x_4 x_9.$$

Przykład 22

Rozpatrzmy następujący model walki zbrojnej: walczące strony *A* i *B* dysponują odpowiednio *K* i *L* typami środków walki o znanych charakterystykach:

M_i, N_j – początkowa liczba środków walki stron *i*-tego ($i = 1, \dots, k$) i *j*-tego ($j = 1, \dots, L$) typu;

λ_i, μ_j – szybkostrzelność środków *i*-tego i *j*-tego typu,

ρ_{ij}, π_{ij} – skuteczność poszczególnych typów środków, czyli prawdopodobieństwo trafienia jednym strzałem środka typu *j* (*i*) przez środek typu *i* (*j*).

Ponadto określono zmienne decyzyjne:

$x_{ij}(t)$ – stosunek liczności tej części grupy środków typu *i*, która w chwili *t* prowadzi ogień do środków typu *j* – do całkowitej liczności grupy środków typu *i*;

$y_{ij}(t)$ – stosunek liczności tej części grupy środków typu *j*, która w chwili *t* prowadzi ogień do środków typu *i* – do całkowitej liczności grupy środków typu *j*, które spełniają warunki:

$$0 \leq x_{ij}(t), \quad 0 \leq y_{ij}(t),$$

$$\sum_{j=1}^L x_{ij}(t) \leq 1, \quad \sum_{i=1}^K y_{ij}(t).$$

Równania różniczkowe opisujące dynamikę walki mają postać:

$$\frac{d m_i(t)}{dt} = - \sum_{j=1}^L \mu_j \pi_{ij}(t) n_j(t),$$

$$\frac{d n_j(t)}{dt} = - \sum_{i=1}^K \lambda_i p_{ij} x_{ij}(t) m_i(t),$$

dla warunków początkowych: $m_i(0) = M_i$, $n_j(0) = N_j$
 oraz $0 \leq t \leq T$.

Następnie wprowadźmy funkcje efektywności dla stron walczących, posiadających sens różnicy ważonych strat stron (w_i , w_j – współczynniki wagowe odpowiednio środków typu i i typu j):

a) dla strony A :

$$E^A = \sum_{j=1}^L w_j [N_j - n_j(T)] - \sum_{i=1}^K w_i [M_i - m_i(T)].$$

b) dla strony B :

$$E^B = - E^A.$$

W związku z tym, że $m_i(T)$ i $n_j(T)$ zależą od (x_{ij}, y_{ij}) przy ustalonym $T > 0$, to można przyjąć, że

$$E^A = E^A(x, y) \quad \text{oraz} \quad E^B = E^B(x, y).$$

Strona A wybiera taki sposób sterowania ogniem x^* , aby zmaksymalizować swój efekt E^A , przewidując odpowiednie przeciwdziałanie przeciwnika \bar{y} , tzn.:

$$E^A(x^*, y) = \max_x E^A(x, \bar{y}) = \max_x \min_y E^A(x, y).$$

Przyjmuje się analogiczne postępowanie przeciwnika.

Znaczącą rolę w analizie systemowej odgrywają metody statystyczne, zarówno metody opisu statystycznego, jak i wnioskowania statystycznego. Te drugie służą do liczbowego wyrażania decyzji o poziomie nie znanych parametrów lub o kształtach nie znanych rozkładów w zbiorowościach generalnych (tabl. 10). Statystycznych metod badania procesów społeczno-ekonomicznych dostarcza statystyka ekonomiczna. Źródłem informacji dla niej są: okresowa sprawozdawczość jednostek gospodarczych, opisy i różnego rodzaju specjalne badania. Wyniki statystycznych badań gospodarki narodowej, publikowane w syntetycznych opracowaniach (np.

rocznikach statystycznych), stanowią podstawę do oszacowania parametrów makroekonomicznych modeli systemów gospodarczych, znajdując zastosowanie podczas formułowania np. globalnych ocen efektywności, prognoz rozwojowych itp., a także w procesie planowania działalności jednostek gospodarczych. Bez stosowania metod statystycznych trudno wyobrazić sobie także np. mikroekonomiczne modele systemów gospodarczych, a więc racjonalne kierowanie nimi.

Tablica 10

ELEMENTY ANALIZY STATYSTYCZNEJ

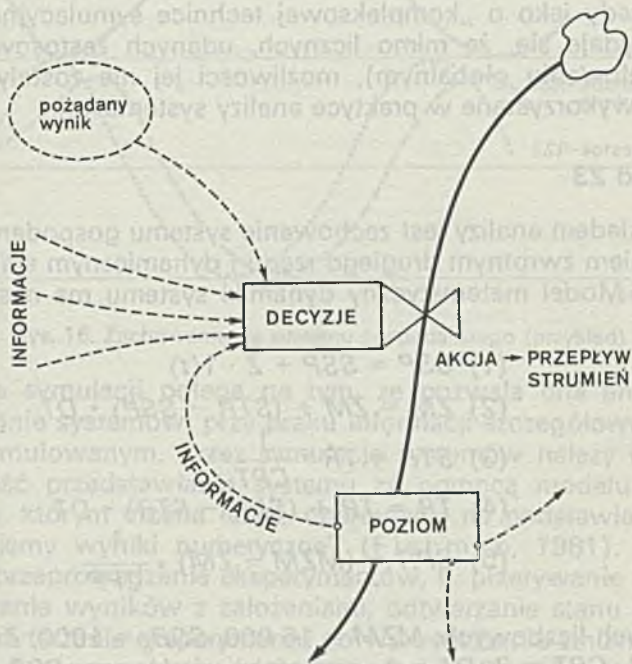
Metody	opisu statystycznego	wnioskowania statystycznego
Analizy struktury zjawisk Analizy współzależności zjawisk Analizy dynamiki zjawisk	Rozkłady empiryczne oraz ich syntetyczne charakterystyki liczbowe w odniesieniu do wyników obserwacji pełnej, a także obserwacji częściowej	Estymacja (oszacowanie) parametrów oraz weryfikacja (sprawdzanie) hipotez statystycznych na podstawie wyników prób losowych z odniesieniem do zbiorowości generalnej

Źródło: A. Luszniwicz, *Statystyka nie jest trudna*, cz. 2, PWN, Warszawa 1986.

Aczkolwiek Czesław Bobrowski zwykł mawiać, że w planowaniu gospodarczym „lepszy jest nos niż zła statystyka”, to bez statystyki zarówno w kierowaniu organizacjami, jak i w analizie systemowej trudno się obejść. Zwłaszcza, że bywa ona niekiedy jedynym źródłem danych ilościowych oraz narzędziem analizy cech jakościowych złożonych obiektów społeczno-ekonomicznych.

Wśród charakterystycznych metod i technik występują zarówno te, które mają charakter niejako uniwersalny, jak i te, których powstanie i rozwój wiąże się ściśle z postęпами w dziedzinie metodologii badań systemowych. Do tych z całą pewnością należy zaliczyć wspomnianą już na wstępie dynamikę systemów, opracowaną przez J.W. Forrestera, a spopularyzowaną w Polsce przez R. Łukaszewicza (1975) jako „dynamika systemów zarządzania”. Stosując tę metodę, traktuje się realny system ekonomiczny (przedsiębiorstwo) jako układ wzajemnie oddziałujących na siebie procesów obiegu informacji, materiałów, pieniędzy, siły roboczej i środków trwałych. Szczególną wagę przywiązuje się przy tym do uchwycenia sprzężeń zwrotnych między podstawowymi elementami przedsiębiorstwa. Charakterystyczny dla dynamiki systemów wydaje się sposób graficznego zobrazowania tych zależności za

pomocą swoistej symboliki. Taki model strukturalny systemu (rys. 15) stanowi punkt wyjścia do opisu jego dynamiki w postaci układu równań. W zasadzie występują w nim tylko dwa rodzaje zmiennych, tj. poziomy, czyli zmienne stanu procesów oraz intensywności (natężenia) określonych strumieni. Wartość chwilowa poziomu (np. stanu zapasów) równa się skumulowanej różnicy między wartościami strumieni wejścia i wyjścia elementu systemu. Strumień natomiast określa szybkość, z jaką środki powiększają lub pomniejszają stan przyporządkowanych poziomów, wartość zaś danego strumienia sterowana jest przez stanowisko decyzyjne.



Rys. 15. Ogólny model dynamiki systemów

Decydujące znaczenie, zdaniem Forrestera, mają informacyjne sprzężenia zwrotne, które charakteryzują następujące elementy:

- struktura, czyli układ powiązań między poszczególnymi wyróżnionymi obiektami;
- wzmocnienia.

Aspekt analityczny metody wyraża się w opinii, iż dynamika systemów jest narzędziem analizy obiektów, które mogą być opisane w kategoriach układu rekursywnych równań różnicowych.

Dynamika systemów umożliwia tworzenie i weryfikowanie projektów nowych struktur organizacyjnych, reguł podejmowania decyzji itp. Technika ta pozwala symulować zachowanie projektowanych systemów gospodarczych, dzięki czemu możliwa staje się eksperymentalna weryfikacja różnych wariantów działania. Aby prowadzić takie eksperymenty, należy sięgnąć do symulacyjnych języków programowania, wśród których *Dynamo* szczególnie odpowiada wymaganiom dynamiki systemów. O technice tej mówi się niekiedy jako o „kompleksowej technice symulacyjnej”, przy czym wydaje się, że mimo licznych, udanych zastosowań (np. w modelowaniu globalnym), możliwości jej nie zostały jeszcze w pełni wykorzystane w praktyce analizy systemowej.

Przykład 23

Przykładem analizy jest zachowanie systemu gospodarczego ze sprzężeniem zwrotnym drugiego rzędu i dynamicznym stanie równowagi. Model matematyczny dynamiki systemu ma następującą postać:

$$(1) \quad SSP = SSP + Z \cdot 1(t)$$

$$(2) \quad ZM = ZM + (STR - SSP) \cdot DT$$

$$(3) \quad STR = TR \cdot \frac{1}{CPT}$$

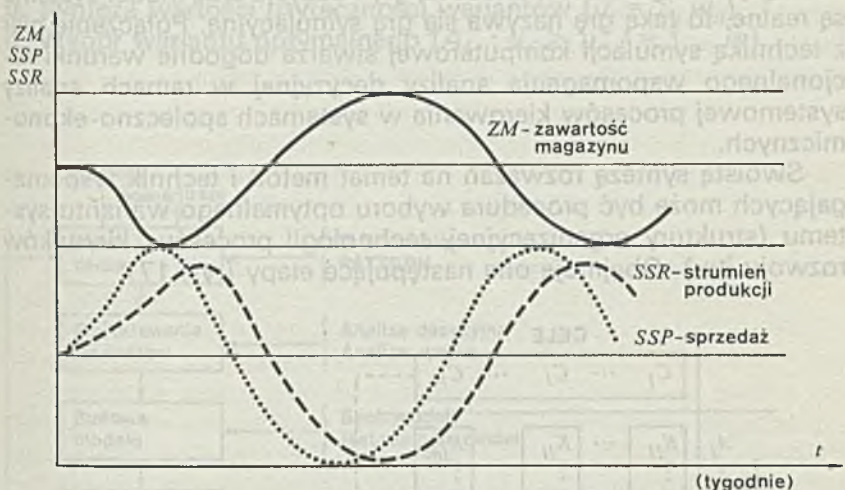
$$(4) \quad TR = TR + (SPR - STR) \cdot DT$$

$$(5) \quad SPR = (MZM - ZM) \cdot \frac{1}{CPP}$$

Dla danych liczbowych: $MZM = 16\ 000$, $SSP_0 = 1000$, $Z = 1000$, $CPP = 4$, $CPT = 8$, $DT = 1$, oraz stanu ustalonego: $SPR_0 = STR_0 = SSP_0 = 1000$, uzyskano wykresy zachowania się systemu, czyli przebieg (rys. 16) charakterystycznych wielkości: strumienia produkcji (SPR), strumienia sprzedaży (SSP), strumienia transportu (STR), bazy transportowej (TR) i zawartości magazynu (ZM).

Przedstawiona pokrótce dynamika systemów wiąże się z grupą technik symulacji komputerowej. Rozwój i obecne zainteresowanie symulacją wynika z postępu w dziedzinie informatyki – środkach

technicznych i programowych (językach symulacyjnych). Z symulacją wiąże się także wiele doświadczeń uzyskanych w dziedzinie modelowania systemów, zastosowań metod statystycznych, planowania eksperymentów itp.



Rys. 16. Zachowanie się systemu gospodarczego (przykład)

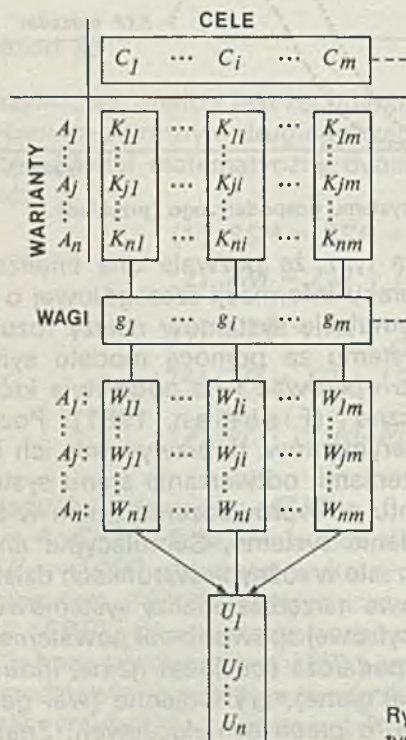
Istota symulacji polega na tym, że pozwala ona analizować zachowanie systemów, przy braku informacji szczegółowej o procesie symulowanym. Przez symulację systemów należy rozumieć „czynność przedstawiania systemu za pomocą modelu symbolicznego, którym można łatwo operować i na podstawie którego otrzymujemy wyniki numeryczne” (Fishman, 1981). Pozwala ona na przeprowadzenie eksperymentów, tj. przerywanie ich i porównywanie wyników z założeniami, odtwarzanie stanu systemu, także powtarzanie eksperymentu po wprowadzeniu zmian w parametrach lub warunkach działania systemu. Symulacyjna analiza systemu rozwijającego się w czasie w różnych warunkach działania stanowi dziś bardzo wartościowe narzędzie analizy systemowej.

Rozwój technik symulacji cyfrowej spowodował powstanie gier komputerowych typu gry gospodarcze (business game, industrial game), gry polityczne (political game), gry wojenne (war game). Niekiedy mówi się, po prostu, o grach symulacyjnych. Znajdują one zastosowanie w dziedzinie ekonomii i zarządzania jako narzę-

dzie wspomagające procesy decyzyjne, narzędzie szkolenia decydentów, a także środek wspomagający działania analityka systemów.

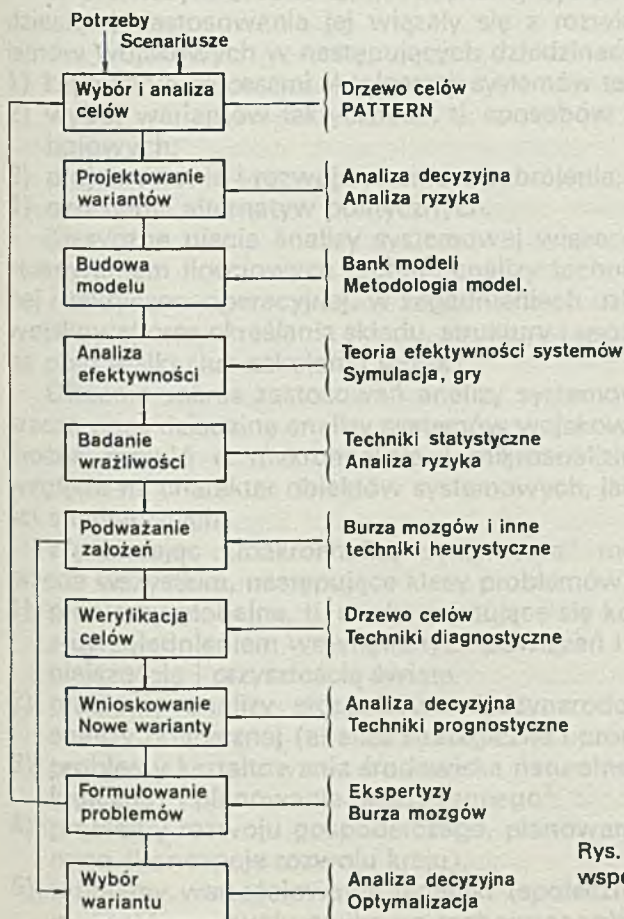
Jeżeli rozpatruje się sytuację decyzyjną, ujmowaną w kategoriach gry, oraz jeżeli scenariusz tej gry i decyzje oraz model systemu są realne, to taką grę nazywa się grą symulacyjną. Połączenie gier z techniką symulacji komputerowej stwarza dogodny warunki racjonalnego wspomaganie analizy decyzyjnej w ramach analizy systemowej procesów kierowania w systemach społeczno-ekonomicznych.

Swoistą syntezą rozważań na temat metod i technik wspomagających może być procedura wyboru optymalnego wariantu systemu (struktury organizacyjnej, technologii procesów, kierunków rozwoju itp.). Obejmuje ona następujące etapy (rys. 17):



Rys. 17. Ogólna procedura wyboru optymalnego wariantu w analizie systemowej

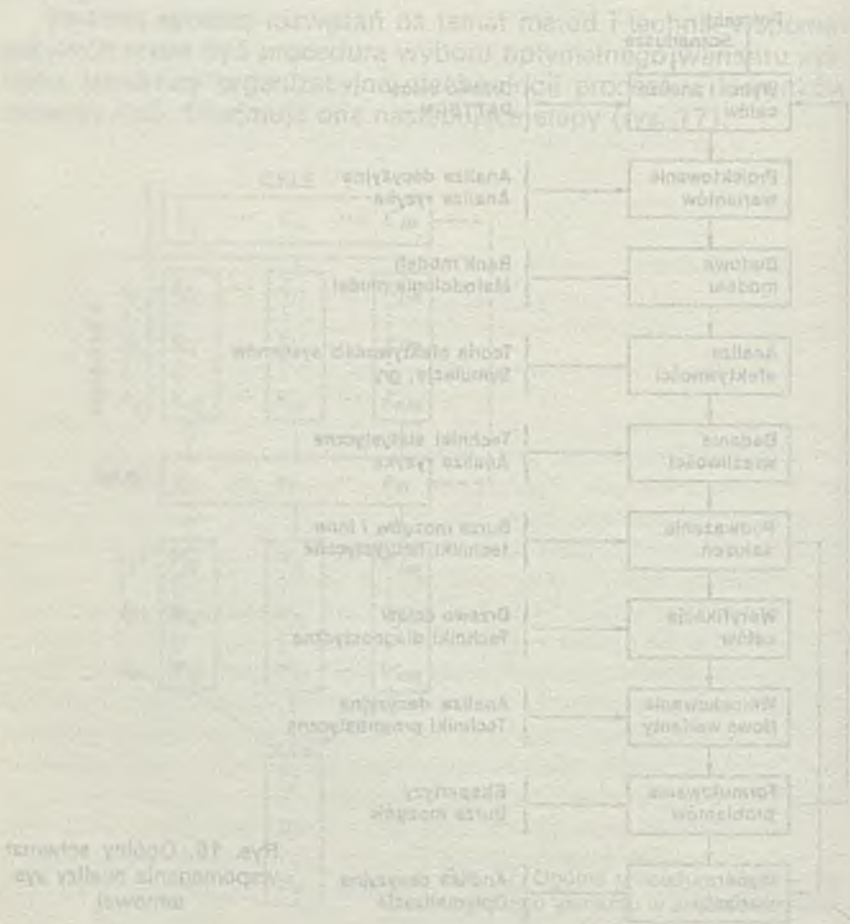
1. Określenie drzewa celów (C).
2. Określenie macierzy stopnia osiągnięcia celów $[K_{ij}]$.
3. Oszacowanie wag celów (g).
4. Określenie macierzy cząstkowych wartości „ważonych” wariantów ($w_{ij} = g_j k_{ij}$).
5. Synteza wartości użyteczności wariantów ($u_i = \sum_j w_{ij}$).
6. Wybór wariantu optymalnego ($A_k^* : u_k \geq u_i, i = 1 \dots m$).



Rys. 18. Ogólny schemat wspomaganie analizy systemowej

W procedurze tej mogą znaleźć zastosowanie niektóre z omówionych technik, np. PATTERN, ekspertyza zespołowa, metody statystyczne, wybrane techniki decyzyjne itp.

Z kolei na ogólnym schemacie (rys. 18) przedstawiono główne etapy analizy systemowej wraz z sugestiami wyboru technik wspomagających. Możliwości w tym zakresie są znaczne, podobnie jak liczne są sposoby „etapizacji” analizy systemowej jako procesu rozwiązywania systemowych sytuacji decyzyjnych.



Rys. 18. Ogólny schemat wypracowania metody systemowej

7. ZASTOSOWANIE

O aktualnych i potencjalnych zastosowaniach analizy systemowej powiedzieliśmy już w zasadzie wiele. Czas na pewną rekapitulację, tj. określenie głównych obszarów zastosowań w dziedzinie systemów społeczno-ekonomicznych.

W pierwszym okresie istnienia analizy systemowej (lata sześćdziesiąte) zastosowania jej wiązały się z rozwiązywaniem problemów wojskowych w następujących dziedzinach:

- 1) kierowanie procesami eksploatacji systemów techniki wojskowej;
- 2) wybór wariantów taktycznych, tj. sposobów i środków działań bojowych;
- 3) projektowanie i rozwój systemów uzbrojenia;
- 4) określenie alternatyw politycznych.

Klasyczne ujęcia analizy systemowej wiąże się na ogół z zastosowaniem ilościowych technik analizy techniczno-ekonomicznej i taktyczno-operacyjnej, w zagadnieniach uzbrojenia i techniki wojskowej oraz określania składu, struktury i sposobu użycia wojsk na polu walki (lub szkoleniu wojsk).

Obecnie zakres zastosowań analizy systemowej znacznie wykracza poza dziedzinę analizy systemów wojskowych. Z pewnością można mówić o makroanalizie i mikroanalizie systemowej ze względu na charakter obiektów systemowych, jak i zasięg czynności analitycznych.

Wyróżniając „makroanalizę systemową” mamy na uwadze, przede wszystkim, następujące klasy problemów:

- 1) problemy globalne, tj. studia zajmujące się kompleksowo, czyli z uwzględnieniem wewnętrznych powiązań i złożoności, teraźniejszością i przyszłością świata,
- 2) problemy analizy stosunków międzynarodowych, czyli tzw. analizy politycznej (analiza strategiczna i prognostyczna)¹,
- 3) problemy kształtowania środowiska naturalnego (systemy ekologiczne) i planowania przestrzennego²,
- 4) problemy rozwoju gospodarczego, planowania perspektywicznego (konceptje rozwoju kraju),
- 5) problemy wartościowania techniki (społeczne wartościowanie wariantów rozwoju naukowo-technicznego)³.

Przykładem aktualnych problemów traktowanych potencjalnie jako obiekt „makroanalizy systemowej” mogą być na przykład:

- poszukiwanie nowego światowego „ładu ekonomicznego”, czyli sprawiedliwego układu międzynarodowych stosunków ekonomicznych;
- poszukiwanie wariantów rozwiązania problemu zadłużenia państwowego w skali światowej (kryzys walutowy);
- poszukiwanie wariantów reformowania systemu edukacyjno-oświatowego;
- poszukiwanie nowego modelu systemu bezpieczeństwa międzynarodowego itp.

Listę problemów makroanalitycznych można z pewnością rozszerzyć. Liczba ich we współczesnym świecie nie maleje. Nie podjęte w porę, stają się z czasem barierą rozwoju.

Podobnie rzecz się ma z problemami, które skłonni jesteśmy zaliczać do obiektów „mikroanalizy systemowej”. Te będziemy wiązać z kierowaniem takimi systemami realnymi, jak: jednostka wojskowa, przedsiębiorstwo produkcyjne, usługowe, transportowe itp., szkoła, ośrodek badawczo-rozwojowy czy organizacja społeczno-polityczna. Kierowanie tymi systemami wiąże się z koniecznością racjonalizacji planowania, kontroli, motywowania, programowania i prognozowania rozwoju itp. To zaś oznacza doskonalenie organizacji i funkcjonowania procesów informacyjno-decyzyjnych, czyli racjonalizacji sfery regulacyjnej systemów.

W sferze realnej systemów występują problemy optymalizacji procesu kształtowania systemu bezpieczeństwa narodowego – szkolenia bojowego wojsk, gotowości bojowej, logistyki itp. oraz procesów produkcji i usług, zaopatrywania i kształtowania zapasów, dowozu i przewozów, transportu, obsługi ludzi i eksploatacji środków trwałych itp. Znaczenie tych problemów rośnie wraz z postępującym „niedoborem w gospodarce”, trudnościami uzyskiwania sił i środków, obniżeniem sprawności więzi kooperacyjnych, a także wysoką dynamiką zmian w otoczeniu systemów.

Współczesne systemy funkcjonowania gospodarki są niesłychanie złożone i wymagają wielostronnych ocen i analiz. Wszelkoność i rzetelność jest szczególnie ważna, gdyż stanowi podstawę formułowania wniosków na przyszłość. Błędna analiza i ocena przeszłości i terażniejszości nie pozwala bowiem na racjonalne i realne planowanie przyszłości. Racjonalizacja podejmowania decyzji zarówno w makro-, jak i mikroskali, wymaga zmian

strukturalnych i funkcjonalnych w systemach kierowania. W procesie reformowania systemów kierowania dostrzegamy szczególną rolę nowoczesnych metod systemowych. Wiodąca zaś rola przypada analizie systemowej.

Rosnąć powinno zatem także znaczenie analityków systemów jako uczestników procesów transformacji systemowej i kierowania systemami społeczno-ekonomicznymi oraz zespołów doradczo-eksperckich wspomagających planowanie obrony kraju. Od ich wiedzy i umiejętności metodologicznych w coraz większym stopniu będzie zależeć jakość decyzji – bieżących i rozwojowych – podejmowanych we współczesnych systemach kierowania politycznego, wojskowego i ekonomicznego.

Dalsze ograniczanie repertuaru technik i metod kierowania politycznego, wojskowego i społeczno-ekonomicznego do metod „tradycyjnych”, sprawdzonych w przeszłości, w odmiennych warunkach rozwojowych, lub do „mądrości” polityków (decydentów) nie wytrzyma próby czasu. Mogą one natomiast stanowić istotny багаż, z którym nie po drodze w XXI wiek.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 7, CZ. I

- ¹ J. Kukulka, *Wprowadzenie do teorii stosunków międzynarodowych*, Warszawa 1976.
- ² Z. Dembowska, *Planowanie przestrzenne w ujęciu systemowym*, PWN, Warszawa 1978.
- ³ L. Za cher, *Sterowanie procesami rewolucji naukowo-technicznej*, Ossolineum, Wrocław 1978.

8. ZAKOŃCZENIE

O samej analizie systemowej powiedziano wiele, a w każdym razie wystarczająco, aby poznać swoiste cechy tej metody. Przy okazji omówiliśmy istotę licznej już dziś grupy metod systemowych.

Na zakończenie uwag o charakterze metodologicznym warto zastanowić się nad wymaganiami stawianymi realizatorom metody, czyli analitykom systemów. Otwartość na innowacje, zdolność percepcji dynamiki zmian systemowych, wreszcie wszechstronność ujmowania analizowanych obiektów – to zapewne warunki podstawowe. Wspominaliśmy już o konieczności posiadania pewnego rodzaju erudycji metodologicznej niezbędnej przy wyborze odpowiednich metod i technik wspomagających, a także o predyspozycjach komunikacyjnych potrzebnych do nawiązania kontaktów i prowadzenia dialogu z użytkownikiem (decydentem). A zatem postawa analityka systemów przedstawia się nam jako przeciwieństwo ortodoksyjnego wyznawcy jakiejś wszechmocnej wiary, choć także jako kogoś nie pozbawionego stanowczości i głębokiego przekonania o społecznej wartości spełnianej „systemowej misji”.

Charakteryzując postawę analityka systemów, chciałoby się powtórzyć cechy konstytutywne systemowego stylu rozwiązywania problemów, uzupełniając listę tych cech o zdolności:

- myślenia alternatywnego, czyli zdolności dostrzegania zawsze alternatywnych wariantów rozwiązań;
- myślenia antycypacyjnego, czyli zdolności przewidywania dalszych skutków proponowanych rozwiązań problemów praktycznych;
- myślenia probabilistycznego i posybilistycznego, czyli zdolności analizowania obiektów w kategoriach niepewności i ryzyka oraz możliwości.

Należy podkreślić, że celem analityka systemów nie jest stwierdzenie, jaka powinna być decyzja, lecz przedstawienie określonych rekomendacji opartych wcale nie na jego własnym wartościowaniu. Gdyby tak nie było, nie spełniałby on roli analityka, lecz doradcy. Wydaje się jednak, że we współczesnych systemach

kierowania analityk systemów powinien spełniać funkcję doradcy-eksperta. Doradca na ogół reprezentuje wąską specjalność, podobnie jak ekspert. Analityk systemów reprezentuje rozległą wiedzę metodologiczną, która umożliwi mu podejmowanie bardzo różnych problemów merytorycznych (obronnych, politycznych, ekonomicznych, technicznych, ekologicznych itp.). Czynnikiem sprzyjającym takiej postawie jest ukierunkowanie na – po pierwsze – systemy, a po drugie – na problemy podejmowania decyzji.

I na jeszcze jeden ważny aspekt działalności analityków systemów należy zwrócić uwagę, a mianowicie na ukierunkowanie jej na zagadnienia o charakterze strategicznym, a więc dotyczące bardziej celów dalekosiężnych niż taktyka działania systemu. Wydaje się to szczególnie ważne w systemowych sytuacjach krytycznych, w których pojawia się dodatkowo konieczność:

- myślenia w kategoriach reformy (zmian przeprowadzonych w celu przełamania syndromu zbiurokratyzowanego kierowania i niesprawnych struktur organizacyjnych);
- myślenia w kategoriach kryzysu (niepewności towarzyszącej zmianom i stosowaniu sposobów niekonwencjonalnych).

Upadek tzw. realnego socjalizmu w krajach Europy Środkowej i Wschodniej stanowi dobitny dowód nieskuteczności działań dogmatycznych, podporządkowanych ideologii oderwanej od rzeczywistości społecznej, partykularyzmu, wąskiego widzenia sytuacji problemowych, biurokratyzmu odpornego na zmiany systemowe. A jak można dokonywać zmian systemowych bez posługiwania się metodami systemowymi? I czy można posługiwać się u schyłku XX wieku stereotypami wywodzącymi się z magicznego myślenia o systemach realnych? Są to oczywiście pytania retoryczne, skłaniające jednak do refleksji metodologicznych i do dalszego rozwoju metod systemowych z analizą systemową na czele. Transformacja polityczna i społeczno-ekonomiczna jest procesem systemowym i takich też metod wymaga. Podobnie, jak myślenie o nowym ładzie światowym, którego modelem może być „społeczeństwo informacyjne”, czyli bogate w informacje i z bogactwa tego czerpiące korzyści (Zacher, 1993).

„Działaj jak myśliciel,
myśl jak człowiek czynu”

(Henri Bergson)

CZĘŚĆ II

ZASTOSOWANIA ANALIZY SYSTEMOWEJ

1. WPROWADZENIE

Jeśli prezentacja podstaw metodologicznych analizy systemowej wypadła nie dość przekonująco, to i tak niezbędna staje się jej egzemplifikacja. Wtedy bowiem można w pełni ukazać zalety i ograniczenia metody. Prawdopodobnie najłatwiej można byłoby tego dokonać, sięgając po przykłady modelowe, ale wtedy nadal pozostaje się przecież na etapie cokolwiek akademickiego wykładu na temat metodologii. Można dobrać odpowiednie przykłady, ilustrujące sposób rozwiązywania zadań praktycznych. Ale czy na pewno praktycznych? Istnieje zatem pewna granica oddzielająca roztrząsania teoretyczne od rozwiązań praktycznych. W tym drugim przypadku należałoby sięgnąć, być może, do analiz historycznych, do materiałów empirycznych w celu ukazania, jakie były systemy przed i po zastosowaniu analizy systemowej. Trudno ukryć brak takich przekonujących przykładów, a w każdym razie nadających się do prezentacji w niniejszej pracy.

Z tych powodów zaproponowano konwencję swoistego wykładu, zawierającego wyróżnienie charakterystycznych obszarów (problemów), szczególnie podatnych na stosowanie analizy systemowej wraz z prostymi przykładami poglądowymi. Trudno byłoby uchronić się przed arbitralnością dokonywanych wyborów, jak i przed niekiedy nadmierną subiektywnością niektórych sądów i ocen.

W części drugiej przedstawiono organizacje – systemy działania. Obiekty te od wielu lat są przedmiotem różnorodnych rozważań, a także bardzo szczegółowych analiz. Nie jest już jakąś nowością ich ujęcie systemowe. Interesujące są przede wszystkim potencjalne zastosowania analizy systemowej do rozwiązywania

systemowych problemów organizacji, przed którymi nader często staje kierownictwo.

Jednym z warunków efektywnych zastosowań analizy systemowej jest, poza poznaniem podstaw metodologicznych, identyfikacja tych obszarów, realnych i potencjalnych problemów, dotyczących struktur i funkcjonowania organizacji, które wymagają szczególnej uwagi i szybkiego rozwiązania. Czas pracuje na niekorzyść organizacji, gdyż nie rozwiązane w porę problemy nader szybko objawiają się w postaci zagrożeń, konfliktów, kryzysów i różnego rodzaju dylematów i pułapek społecznych.

Jest jeszcze jeden warunek, którego nie można lekceważyć, a mianowicie wola kierownictwa organizacji o zastosowaniu analizy systemowej oraz chęć skorzystania z usług analityków systemów. Warunek ten będzie spełniony wówczas, gdy kierownictwo nabierze przekonania, że ma do czynienia z metodą, która może przyczynić się do wzrostu efektywności organizacji, zwłaszcza gdy efekty stosowania innych metod okazały się mniejsze od oczekiwanych.

W tym celu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na to, aby kierownictwo było świadome, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest procesem, który wymaga czasu i zaangażowania. Nie należy oczekiwać, że analiza systemowa przyniesie natychmiastowe rezultaty. Jest to proces, który trwa i który wymaga cierpliwości. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji, ale nie jest ona magiczną różdżką, która rozwiąże wszystkie problemy. Jest to narzędzie, które wymaga umiejętności i doświadczenia. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji, ale nie jest ona magiczną różdżką, która rozwiąże wszystkie problemy. Jest to narzędzie, które wymaga umiejętności i doświadczenia.

W tym celu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na to, aby kierownictwo było świadome, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest procesem, który wymaga czasu i zaangażowania. Nie należy oczekiwać, że analiza systemowa przyniesie natychmiastowe rezultaty. Jest to proces, który trwa i który wymaga cierpliwości. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji, ale nie jest ona magiczną różdżką, która rozwiąże wszystkie problemy. Jest to narzędzie, które wymaga umiejętności i doświadczenia. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji, ale nie jest ona magiczną różdżką, która rozwiąże wszystkie problemy. Jest to narzędzie, które wymaga umiejętności i doświadczenia.

W tym celu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na to, aby kierownictwo było świadome, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest procesem, który wymaga czasu i zaangażowania. Nie należy oczekiwać, że analiza systemowa przyniesie natychmiastowe rezultaty. Jest to proces, który trwa i który wymaga cierpliwości. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji, ale nie jest ona magiczną różdżką, która rozwiąże wszystkie problemy. Jest to narzędzie, które wymaga umiejętności i doświadczenia. Należy również pamiętać, że analiza systemowa jest narzędziem, które może pomóc w rozwiązywaniu problemów organizacji, ale nie jest ona magiczną różdżką, która rozwiąże wszystkie problemy. Jest to narzędzie, które wymaga umiejętności i doświadczenia.

2. ORGANIZACJE I KIEROWANIE

Każdej historycznej formacji rozwojowej odpowiadają pewne swoiste struktury społeczne, instytucje i organizacje, które zapewniają realizację określonych celów i redukcję potrzeb materialnych społeczeństwa. Poznanie procesu ewolucji form organizacyjnych może stanowić interesujące źródło wiedzy o powstawaniu, rozwoju i upadku różnych organizacji społeczno-politycznych, gospodarczych czy militarnych (Sienkiewicz, 1989).

Organizacją nazywać będziemy taki system, między którego elementami zachodzą więzi współdziałania. Odpowiada to klasycznemu określeniu Tadeusza Kotarbińskiego: „Organizacja to pewien rodzaj całości ze względu na stosunek do niej własnych elementów, mianowicie taka całość, której wszystkie składniki współprzyczyniają się do powodzenia całości” (1968, s. 68).

W ostatnich latach podkreśla się znaczenie efektu synergetycznego, polegającego na tym, że współdziałające elementy dają wypadkowy wynik, pod jakimś względem większy niż prosta suma skutków wywołanych przez każdy z tych elementów osobno. Zapewne ma rację Leszek Krzyżanowski twierdząc: „Zjawisko synergii leży u podstaw i stanowi sens tworzenia, funkcjonowania i rozwoju wszelkiego rodzaju organizacji” (1985, s. 153).

Przyjęcie efektu synergetycznego jako swoistego klucza do istoty organizacji jest wyrazem systemowego badania obiektów społecznych, jego zaś znaczenie potwierdzają wyniki współczesnych badań (Haken, 1978). Przyjmujemy, że efekt synergetyczny jest różnicą między efektem osiąganym przez realny obiekt, złożony z elementów, między którymi zachodzą współdziałania, a sumą efektów osiąganym przez elementy nie związane współdziałaniem. Synergia zachodzi wtedy i tylko wtedy, gdy efekt synergetyczny jest dodatni.

Organizację rozpatruje się najczęściej w dwóch ujęciach:

- a) rzeczowym, jako zbiór elementów (realizatorów działania) i relacji między nimi oraz środków (zasobów działania) niezbędnych do osiągnięcia zamierzonych celów;
- b) funkcjonalnym, jako zbiór procesów (funkcji, czynności) wykonawczych (roboczych) i informacyjno-decyzyjnych (kierujących) realizowanych przez określony system społeczny.

Są to ujęcia komplementarne, wyrażające dwa aspekty tego samego zjawiska, jakim jest powstawanie i funkcjonowanie określonych form organizacyjnych, struktur, ukierunkowujących i scalających, nadających cechy trwałości i powtarzalności działaniom poddanych ich wpływom jednostek lub zbiorowości.

Reasumując powiemy, że system jest organizacją, jeżeli wśród relacji systemotwórczych (np. współmierności, organiczności, spójności) można wyróżnić relację współdziałania, czyli współprzyczyniania się elementów systemu do osiągnięcia zamierzonych celów ogólnych.

Organizację tworzą ludzie o określonych systemach wartości, wchodzący w skład określonych struktur, tworzący i przekształcający zgodnie ze swymi celami obszary działania, określane jako: socjosfera, ekonosfera, ekosfera, technosfera i infosfera. Poszczególne sfery tworzą w zasadzie organiczne całości, lecz charakteryzują się zarówno cechami swoistymi, jak i wchodzą w rozmaite związki z innymi (np. zmiany w jednej „sferze” pociągają za sobą zmiany w innej). Każda organizacja działa w aktywnym, zmiennym otoczeniu.

Do podstawowych wyznaczników organizacji należą:

- a) wyznaczniki egzogenne, jak: potrzeby społeczne, uwarunkowania polityczne i prawne;
- b) wyznaczniki endogenne: zasoby (materialno-energetyczne, techniczne, informacyjne), modele organizacyjne, struktury i reguły działania oraz ludzie wraz z normami i wzorcami zachowań jednostkowych i grupowych.

Analiza systemowa dowolnej organizacji musi obejmować analizę wszystkich wymienionych czynników zarówno „twardych” (technicznych), jak i tych „miękkich” (psychospołecznych), a przede wszystkim ich wpływ na efektywność działania organizacji, jej powodzenie i rozwój.

Z cybernetycznego punktu widzenia cechą szczególną organizacji jest zdolność utrzymywania równowagi dynamicznej (funkcjonalnej), określana także w kategoriach mechanizmów (motywacji) homeostatycznych. Zdolność homeostazy to zdolność samosterowania i przeciwdziałania jego utracie. Dzięki niej każda organizacja jest systemem autonomicznym (Mazur, 1966).

Mechanizm homeostatyczny powoduje podjęcie przez system działań w przypadku powstania rozbieżności między pożądanym przez organizację stanem rzeczy (potrzeb) a stanem aktualnym

zaspokojenia potrzeb. Redukcja rozbieżności prowadzi do stanu swoistego nasycenia i przywraca stan równowagi. Gdy rozbieżności między wymienionymi stanami nie istnieją, to wtedy działania systemu najczęściej prowadzą do zachowania status quo.

Koncepcja homeostazy organizacji nie jest adekwatna w przypadku interpretacji działań ekspansywnych, wyjaśniania procesów rozwoju i ewolucji. W tych przypadkach zasadniczą rolę odgrywa mechanizm (motywacja) heterostatyczny. System ma pewien poziom aspiracji, charakteryzujący się znaczną zmiennością w procesie rozwoju. W przypadku powstania rozbieżności między naturalnym stanem rzeczy a poziomem aspiracji system poszukuje nowych wartości, których zdobycie nie niweluje rozbieżności, lecz często stymuluje nowe, wyższe potrzeby i – ukierunkowane na ich zaspokojenie – działania. Jednakże skutki mechanizmów heterostatycznych mogą prowadzić do wystąpienia sprzeczności, a w konsekwencji konfliktów organizacyjnych.

Organizacyjny charakter współczesnego społeczeństwa wynika z następujących, empirycznie zweryfikowanych tez. Otóż organizacje:

- towarzyszą ludziom przez całe ich życie;
- służą ludziom, stając się im coraz bardziej niezbędne do realizacji ich indywidualnych celów;
- pozwalają ludziom efektywniej działać niż w przypadku ich działań indywidualnych;
- stabilizują ład społeczny;
- są czynnikami zmiany społecznej, rozwoju społecznego;
- są źródłem pozycji społecznej uczestników działań;
- mogą także ludziom szkodzić.

A ponadto ludzie służą organizacjom, podporządkowując się ustalonym przez nie regułom.

W badaniach nad mechanizmami homeostatycznymi i heterostatycznymi współczesnych organizacji nie można nie uwzględnić wpływu czynników irracjonalnych, które ujawniają się wyraźnie w sytuacjach kryzysowych. Jest to sfera emocjonalna, sfera często fałszywych spostrzeżeń i ocen, irracjonalnych ambicji, nierealnych aspiracji, rozbieżności w sądach, konfliktów poglądów itp. Są to elementy, które trudno operacjonalizować, a jeszcze trudniej kwantyfikować. Należą jednak do immanentnych cech organizacji.

Każda historyczna formacja rozwojowa ma swoją specyficzną organizację kierowania, bowiem praca w każdej, prostej lub złożo-

nej formie stwarza przesłanki do kierowania – od prostego nadzoru i stosowania najrozmaitszych sankcji wobec naruszających ustalony porządek w zakresie wzajemnych stosunków i zachowań do złożonych systemów kierowania o strukturze hierarchicznej.

Kierowanie jest procesem oddziaływania jednego obiektu (systemu kierowania) na inny obiekt (system roboczy), zmierzającym do tego, aby organizacja, której podsystemami są oba wyróżnione obiekty, osiągnęła zamierzone (pożądane) stany (cele) i nie osiągała stanów niepożądanych.

W każdej organizacji system kierowania realizuje:

- kierowanie ludźmi;
- zarządzanie zasobami materiałowymi i technicznymi;
- sterowanie procesami roboczymi (wytwarzanie, zasilanie, wspomaganie);
- sterowanie procesami informacyjnymi.

System kierowania jest wyrazem zasady niezbędnej różnorodności (Ashby, 1963); kierować wielkimi i złożonymi organizacjami może skutecznie taki system kierowania, który charakteryzuje się odpowiednim poziomem złożoności i zapewnia, że szybkemu wzrostowi złożoności systemów roboczych odpowiadać musi szybki wzrost złożoności systemów kierowania.

Ogólnie rzecz biorąc, kierowanie:

- jest działaniem, czyli oddziaływaniem zmierzającym do celu i polegającym zarówno na wywołaniu zmian, jak i przeciwdziałaniu zmianom niepożądanym;
- polega na oddziaływaniu na ludzi bądź na ludzi i rzeczy;
- jest procesem antyentropijnym;
- jest procesem informacyjnym, nośnikiem bowiem działania są informacje;
- ma sens tylko wtedy i tylko gdy istnieje przedmiot kierowania;
- jest procesem realizowanym przez system kierowania;
- jest zarówno decydowaniem (podejmowaniem decyzji), jak i informowaniem (zbieraniem, przesyłaniem, przechowywaniem, przetwarzaniem i udostępnianiem informacji);
- jest złożonym (wielowymiarowym i wieloaspektowym) procesem o znacznym stopniu nieokreśloności, niepewności i ryzyka;
- jest realizacją określonych funkcji systemowych, wśród których szczególne znaczenie ma projektowanie, czyli koncepcyjne przygotowanie struktur, procesów, zachowań i rozwoju (Sienkiewicz, 1979).

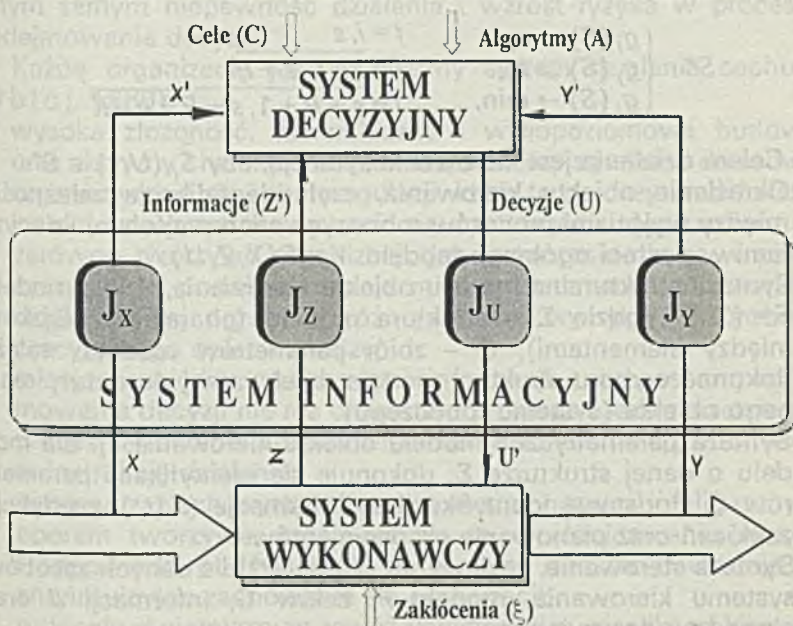
Z metodologicznego punktu widzenia w procesie analizy organizacji i kierowania zwracają uwagę następujące fakty:

- przedmiot badań jest szczególnie trudnym obiektem identyfikacji ze względu na silny wpływ otoczenia i czynników psychospołecznych;
- przedmiot badań należy do trudno obserwowalnych;
- problemy organizacyjne należą do słabo ustrukturalizowanych;
- proces badań charakteryzuje wysoki stopień nieokreśloności.

Wymienione fakty powodują, że aktualny stan badań w tej dziedzinie trudno jest uznać za zadowalający. Wobec tego metody i techniki badawcze są obciążone wszelkimi, wynikającymi z powyższych faktów, skutkami. Stwarza to jednak wyjątkowe wprost zapotrzebowanie na metody lepsze od tych, którymi posługiwano się dotychczas.

Przykład 24

Rozpatrzmy pewien bazowy model procesu kierowania. System kierowania (rys. 19) tworzy system decyzyjny oraz system infor-



Rys. 19. Model informacyjno-decyzyjny organizacji (systemu działania)

macyjny [$S = (J_x, J_y, J_u, J_z)$]. System informacyjny dostarcza systemowi decyzyjnemu:

- informacje o stanie wejść: $x' = J_x(X),$
 - informacje o stanie wyjść: $y' = J_y(Y),$
 - informacje o stanie systemu roboczego: $Z' = J_z(Z),$
- a ponadto zapewnia dostarczenie decyzji wykonawcom:

$$U' = J_u(U).$$

System informacyjny może powodować zniekształcenia i opóźnienia informacji, a zatem powiemy, że jest efektywny, gdy te zniekształcenia i opóźnienia są minimalizowane.

System decyzyjny dla danych celów działania (G) i na podstawie informacji (X, Y, Z), dzięki algorytmowi decyzyjnemu (A) określa decyzje $U = A(G, J), J = (X, Y, Z)$.

Proces kierowania można więc podzielić na następujące etapy:

1. Sformułowanie celu kierowania: dla danego zbioru sytuacji $\{S(U)\}$ cel kierowania określa wektor $(G = G_1, \dots, G_K)$, gdzie $G_i = g_i(S), i = \overline{1, K}$, przy czym określono wymagania np. w postaci:

$$S^*: \begin{cases} g_i(S) = a_i, & i = \overline{1, s} \\ g_j(S) \geq b_j, & j = s+1, s+P \\ g_l(S) \rightarrow \min, & l = s+P+1, s+P+v=K \end{cases}$$

Celem działania jest kierowanie sytuacją, aby $S_t(U, t) \in S^*$.

2. Określenie obiektu kierowania, czyli identyfikacja zależności między wyjściami procesów roboczych a ich wejściami i decyzjami w postaci ogólnego modelu: $Y = F(X, Z, U)$.
3. Synteza strukturalna modelu obiektu kierowania, tj. dla modelu $F = (\Sigma, C)$, gdzie Σ – struktura modelu (charakter związków między elementami), C – zbiór parametrów modelu; należy dokonać wyboru struktury modelu, adekwatnej do natury realnego obiektu (systemu roboczego).
4. Synteza parametryczna modelu obiektu kierowania, tj. dla modelu o danej strukturze Σ , dokonuje się identyfikacji parametrów C . Podstawą identyfikacji są informacje ($J(t)$), predykcja zakłóceń oraz planowanie eksperymentów.
5. Synteza sterowania, czyli wybór $U^* = U(t)$ dla danych zasobów systemu kierowania, modelu F , celów G , informacji J oraz algorytmu decyzyjnego A .
6. Realizacja kierowania.

7. Kontrola i (lub) adaptacja (parametryczno-strukturalna, strukturalna), czyli realizacja sprzężeń zwrotnych.

Dla sytuacji przedstawionej w przykładzie powiemy, że obiekt jest niesterowalny, gdy:

- zakłócenia uniemożliwiają osiągnięcie stanów pożądaných;
- w zbiorze celów określono cele, które nie są osiągalne w danych warunkach (lub znajdują się w tym zbiorze cele sprzeczne);
- system informacyjny dostarcza systemowi decyzyjnemu zdeformowany obraz rzeczywistości;
- dokonywana jest niewłaściwa (błędna) synteza strukturalna i parametryczna modelu obiektu kierowania (deformacja identyfikacji);
- zasoby systemu kierowania nie pozwalają na sterowanie zgodnie z danym algorytmem;
- działania korekcyjne (adaptacyjne) nie przynoszą poprawy jakości procesu kierowania.

Występowanie różnorodnych zakłóceń (zewnętrznych i wewnętrznych) zwiększa nieokreśloność modelu obiektu kierowania, a tym samym niepewność działania i wzrost ryzyka w procesie podejmowania decyzji.

Każdą organizację jako społeczny system działania cechuje (O b ł ó j, 1986):

- a) wysoka złożoność, hierarchiczna i wielopoziomowa budowa oraz aktywny charakter; dzięki temu systemy są zdolne do samoorganizowania się i samoregulacji, które to procesy umożliwiają im aktywne przystosowywanie się do otoczenia i jego zmian;
- b) zarówno tworzywo organizacji, jak i otoczenia nie są w pełni opisywalne; podobnie relacja między systemem i otoczeniem dzięki swojej ogromnej różnorodności wymyka się próbom precyzyjnego opisu i analizy;
- c) relacja pomiędzy przepływami informacji a procesem podejmowania decyzji nie ma charakteru prostego i jednoznacznego; proces kierowania nie jest więc bierną transformacją informacji w instrukcję działania;
- d) w organizacjach występuje to, co można nazwać inteligentnym oporem tworzywa; przejawia się to w różnicowaniu reakcji i odpowiedzi podsystemów na te same bodźce; powoduje to antyintuicyjne zachowanie się organizacji;
- e) w ujęciu dynamicznym rozróżnienie między ośrodkami kierującymi i wykonawczymi staje się niejasne, pojawiają się sieci

ZINTEGROWANY PROCES ANALIZY SYSTEMOWEJ ORGANIZACJI

1. Analiza celów i strategii organizacji
2. Analiza organizacji
 - kierowanie
 - komunikowanie
 - kadry
 - struktury
 - kultura organizacyjna
 - postawy i nastawienia
 - zasoby
 - organizacja procesów
3. Analiza otoczenia
 - dane o środowisku (rynki towarowe i pracy, giełda, dostawcy, kredyty, inwestycje itp.)
 - dane o konkurentach (strategie, nowe technologie, inwestycje, zasoby itp.)
 - scenariusze środowiskowe
4. Analiza i ocena
 - słabych i mocnych stron oraz kompetencji systemu
 - szans i zagrożeń oraz turbulencji otoczenia
5. Ocena możliwości i efektywności działania – poszukiwanie alternatywnych wariantów organizacji, funkcjonowania i rozwoju systemu
6. Wybór wariantu optymalnego (w sensie przyjętych kryteriów efektywności):
 - strategia rozwoju
 - struktury organizacyjne
 - kierowanie i komunikowanie
 - organizacja procesów realizacyjnych
 - zasoby
 - metody i techniki decyzyjne

zależności przyczynowo-skutkowych oraz wzajemne oddziaływanie na siebie różnych pętli sprzężeń zwrotnych;

- f) organizację cechuje różna wrażliwość na zmiany otoczenia w różnych okresach oraz różna wrażliwość na zmiany pewnych parametrów;
- g) skłonność do pogarszania efektywności działania w miarę upływu czasu.

Te, wydawać się mogło, oczywiste wnioski są dość rzadko przyjmowane za punkt wyjścia w analizach organizacyjnych. Częściej bywają zgłaszane jako przyczyny niepowodzeń tych analiz i zmian w organizacjach. Wskutek tego postawa wobec eleganckich matematycznych modeli systemów bywa nacechowana sceptycyzmem, bardzo często uzasadnionym. Ustąpi on zapewne z chwilą stworzenia narzędzia adekwatnego do analizy organizacji jako systemów społecznych, a nie do analizy organizacji jako „mechanizmów”.

Przykład 25

Na początku lat osiemdziesiątych duże zainteresowanie wzbudziła koncepcja 7S oraz zasad efektywnego kierowania organizacjami gospodarczymi¹. Podstawą propozycji jest konstatacja, że jakiegokolwiek inteligentne podejście do organizacji musi obejmować co najmniej siedem zmiennych, wzajemnie od siebie zależnych: strukturę, strategię, ludzi, styl kierowania, sposoby postępowania, wiodące wartości (kulturę), a także obecne i przewidywane moce (potencjał) organizacji. Wśród tych 7S wyróżnia się „miękkie” (styl, załoga, zdolność) oraz „twarde” (strategia, struktury, systemy planowania i kontroli), które integrują niejako w życiu organizacji podzielone wartości.

Cała sztuka kierowania polega na właściwym, harmonijnym kształtowaniu wszystkich S, z uwzględnieniem cech otoczenia, uwarunkowań kulturowych i politycznych itp.

Sformułowano następujące zasady efektywnego kierowania:

- 1) gotowość do szybkiego działania (preferencja dla działania – radykalne ograniczenie sposobu postępowania opartego na przekazywaniu problemów do analiz przez komisje i ciała kolegialne);
- 2) bliski kontakt z klientami – poznawanie ich gustów i odpowiednie zaspokajanie ich potrzeb;

- 3) autonomia i przedsiębiorczość – dzielenie organizacji na mniejsze i zachęcanie ich do myślenia niezależnego, nawet w kategoriach konkurencyjności;
- 4) wydajność pracy osiągnięta przez samych ludzi (wytwarzanie świadomości, że wyteżona praca jest sprawą o zasadniczym znaczeniu oraz że dzięki takiej pracy będą uczestniczyć w korzyściach płynących z sukcesu organizacji);
- 5) trzymanie ręki na pulsie (kierownictwo powinno być w ścisłym kontakcie z podejmowanymi działaniami o zasadniczym znaczeniu dla organizacji);
- 6) robić swoje i nie zajmować się innymi sprawami (zajmować się zaś sprawami, które organizacji są znane najlepiej);
- 7) prostota formy, nieliczny personel (niewielka liczba personelu administracyjnego, niewiele osób na wyższych szczeblach kierowniczych);
- 8) elastyczność, giętkość a zarazem twardość tam, gdzie jest to niezbędne (tworzenie klimatu, w którym dominować będzie oddanie głównym wartościom organizacji).

Przytoczone w przykładzie zasady efektywnego kierowania są niejako lekcją udzieloną przez menedżerów reprezentujących najlepiej funkcjonujące korporacje. Wydaje się, że większość z wyróżnionych S lub sformułowanych zasad ma charakter uniwersalny. Dotyczą wszystkich organizacji, mimo że w określonych warunkach kwestie, których dotyczą, mogą być różnie akcentowane. Zjawiska, o których mowa, wiążą się z działaniem każdej organizacji, zasadnicze zaś różnice występują przede wszystkim w określeniu istoty systemu wartości, a więc tego, co stanowi w istocie „jądro” problemu.

Analiza systemowa może pozwolić na poprawną realizację podstawowych etapów identyfikacji systemu, a także określić związki między głównymi czynnikami kształtującymi oblicze organizacji. Jednakże największą jej przydatność dostrzegamy w procesie tzw. kierowania (zarządzania) strategicznego, wiążanego z poszukiwaniem odpowiedzi na następujące pytania:

- jakie szanse i zagrożenia pojawiają się na skutek zmian w otoczeniu organizacji w długofalowej perspektywie?
- jakie są silne i słabe strony organizacji i czy obecna struktura i procesy pozwalają na wykorzystanie szans i unikanie zagrożeń?
- jakie działania należy podjąć w kontekście rozpoznanych szans i zagrożeń oraz silnych i słabych stron organizacji?

ELEMENTY KONCEPCJI 7S SYSTEMU ZARZĄDZANIA

- struktura (structure)
- strategia (strategy)
- systemy planowania, sterowania i kontroli (systems)
- styl zarządzania (style)
- kwalifikacje uczestników organizacji (skills)
- ludzie, uczestnicy organizacji (staffing)
- wartości – ideały i normy zachowań uznawane i obowiązujące w danej organizacji w dłuższym okresie (superordinate goals)

MODELE PRZEDSIĘBIORSTW wg W.G. OUCHIEGO

Model J – przedsiębiorstwo japońskie

- dożywotnie zatrudnienie
- rzadka ocena pracowników
- powolny awans
- brak związku między drogą kariery a specjalizacją (częsta zmiana zajmowanych stanowisk)
- dyskretne instrumenty sterowania i kontroli
- kolektywne podejmowanie decyzji
- kolektywna odpowiedzialność
- całościowy obraz przedsiębiorstwa w oczach każdego zatrudnionego

Model A – przedsiębiorstwo amerykańskie

- krótkoterminowe zatrudnienie
- częsta ocena pracowników
- szybki awans
- kariera zgodna ze specjalizacją
- technokratyczne instrumenty sterowania i kontroli
- indywidualne podejmowanie decyzji
- indywidualna odpowiedzialność
- większość zatrudnionych zna jedynie fragmentaryczny obraz przedsiębiorstwa

Model Z

Perspektywa dla przedsiębiorstw amerykańskich i zachodnioeuropejskich

- większa stabilność zatrudnienia, także w warunkach kryzysu
- wolniejszy awans, dłuższe okresy realizacji postawionych zadań
- częstsza rotacja na stanowiskach pracy (praca w różnych jednostkach organizacyjnych)
- ostrożne posługiwanie się technokratycznymi instrumentami sterowania i kontroli zachowań organizacyjnych
- wyższy stopień partycypacji pracowników z niższych szczebli hierarchii organizacyjnej w podejmowaniu ważnych decyzji
- przestrzeganie zasady indywidualnej odpowiedzialności za podejmowane decyzje, także w warunkach kolektywnego procesu decyzyjnego
- przywiązanie większej wagi do osobowości i potrzeb zatrudnionych w przedsiębiorstwie

Co do jednego zjawiska nie można mieć większych wątpliwości, a mianowicie, że kierowanie systemem okazuje się w miarę upływu czasu coraz trudniejsze. Świadomość tego powoduje, iż trwają poszukiwania efektywnego modelu „firmy” (przedsiębiorstwa). O koncepcji 7 S już wspominaliśmy (tablica 11), natomiast warto sięgnąć do modeli będących syntezą zarówno systemowych rozwiązań, jak i „narodowych” doświadczeń (tablica 12). Są to skonstruowane przez W.G. Ouchiego dwa modele przedsiębiorstwa²:

- model J charakteryzujący firmy japońskie;
- model A charakteryzujący firmy amerykańskie.

Z kolei, badając japońskie przedsiębiorstwa funkcjonujące w USA oraz sprawne firmy amerykańskie i zachodnioeuropejskie sformułował on model Z. Nie zamyka to procesu poszukiwania doskonałej organizacji i sprawnego kierowania – odpowiadającym wyzwaniom cywilizacyjnym XXI wieku.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 2, CZ. II

¹ T.J. Peters, R.H. Watermann, *In Search of Excellence*, New York 1982.

² W.G. Ouchi, *Theory Z. How American Business Can Meet the Japanese Challenge*, Mass., 1981.

3. PROCESY INFORMACYJNE

Rozwój każdej organizacji obejmuje także przemiany jej info-sfery: racjonalizację procesów informacyjno-decyzyjnych, tworzenie nowych kanałów informacyjnych, ośrodków przechowywania i przetwarzania informacji. Podejmowanie decyzji – zwiększenie ich trafności i operatywności – bardzo zależy od ilości i jakości informacji, jakimi dysponują organa decyzyjne. Informowanie jest jednym z podstawowych rodzajów procesów w każdej organizacji i obejmuje zbieranie, przesyłanie, przechowywanie, przetwarzanie i udostępnianie (upowszechnianie) informacji, zgodnie z potrzebami i wymaganiami użytkowników zarówno wewnątrz, jak i zewnątrz organizacji.

Wyrazem potrzeb informacyjnych w organizacji jest zjawisko popytu informacyjnego, związane z tendencją do likwidowania (minimalizowania) tzw. luki informacyjnej¹. Właśnie istnienie luki informacyjnej jest pierwotną przyczyną powstawania każdego systemu informacyjnego w organizacji, jest ona bowiem przejawem niedoboru informacji. Luką mogą być objęte informacje objaśniające (dotyczące istoty problemów), interpretacyjne (związane z przyczynami i skutkami, jakie problem niesie ze sobą dla systemu) i realizacyjne (dotyczące wyboru możliwych sposobów i środków działania). Luka może być postrzeżona w fazie analizy informacji początkowych, jak i w dalszych fazach informowania oraz może obejmować niedobór informacji formalnych i (lub) nieformalnych, które mogą pochodzić z systemu i (lub) jego otoczenia. Wreszcie luka informacyjna może dotyczyć m.in.: rzeczy, ludzi, stanów, procesów, faktów oraz zdarzeń przeszłych, bieżących i oczekiwanych.

Gdy istnieje luka informacyjna, uczestnicy organizacji zgłaszają swoje zapotrzebowanie na określone informacje, tworząc w ten sposób popyt informacyjny. W zasięgu działania użytkowników pożądane przez nich informacje mogą występować jako: informacje już posiadane (będące w stałej dyspozycji), informacje dostępne (posiadane i takie, które można otrzymać z otoczenia) i informacje realne (dostępne oraz takie, do których dostęp jest z różnych powodów utrudniony). Popyt może wystąpić tak w ramach infor-

macji posiadanych, jak i jako relacja między informacją posiadaną a dostępną, realną czy potencjalną. Popyt informacyjny jest zjawiskiem zróżnicowanym.

Jeżeli istnieje popyt informacyjny, to musi istnieć oczywiście podaż informacji. Obecnie usprawnianie podażowej strony informacji należy do podstawowych problemów systemów kierowania. Tworzone są specjalistyczne służby informacyjne oraz specjalistyczne systemy informowania kierownictwa.

Kierowanie w organizacji jest – z cybernetycznego punktu widzenia – procesem antyentropijnym, albowiem i przekazywanie informacji, i powzięcie decyzji jest w istocie usunięciem nieokreśloności. Informacja, a ściślej liczba informacji, określana jest wyrażeniem formalnie identycznym ze wzorem na entropię ujemną. Wzrost entropii, utożsamiany ze wzrostem nieuporządkowania, jest także równoznaczny z utratą informacji. Jest to proces samorzutny, gdy tymczasem proces odwrotny kosztuje. Koszty zdobywania, przesyłania, przechowywania i przetwarzania informacji są już na tyle istotne, że w znacznym stopniu przyczyniają się do zwiększenia kosztów „eksploatacji” współczesnych organizacji². Antyentropijność jest cechą procesu kierowania w organizacji, traktowanej jako system otwarty, co stanowi bardzo istotny wniosek³.

Przykład 26

Entropia dowolnego systemu, przez analogię z fizyką statystyczną, może być wyrażona w następującej postaci:

$$H = a \ln B,$$

gdzie: a – wielkość stała dla danego rodzaju systemów,

B – stopień nieuporządkowania w systemie.

Entropia systemu pozostawionego samemu sobie (np. pozabawionego kierownictwa) wzrasta, czyli wzrasta jego nieuporządkowanie. Zjawisku temu może zapobiec kierowanie, którego miarą może być liczba informacji kierującej. Jeżeli początkowo nieuporządkowanie wynosiło B_0 , to po wprowadzeniu do systemu informacji kierującej wyniesie ono:

$$B = B_0 \exp\left(-\frac{J}{a}\right).$$

Możemy zatem znaleźć zależność między efektywnością systemu a nieuporządkowaniem (lub liczbą informacji kierującej):

$$E = E_{\max} \left[1 - B_0 \exp \left(-\frac{J}{a} \right) \right],$$

gdzie: E_{\max} – maksymalna wartość efektywności, możliwa do uzyskania w warunkach braku nieuporządkowania.

Problemy informowania to jednak nie tylko poszukiwanie zależności między ilością informacji (lub stopniem nieuporządkowania) a innymi cechami organizacji. Można wyróżnić co najmniej trzy poziomy informacji i odpowiadające im rodzaje problemów:

- problem techniczny: jak dokładnie znaki mogą być przenoszone?
- problem semantyczny: jak ściśle znaki przekazują żądane znaczenie?
- problem pragmatyczny: jak skutecznie otrzymane znaczenie wpływa na zachowanie się w określony sposób?

Nie wszystkie rodzaje informacji i próby ich uzyskania doczekały się zadowolającego rozstrzygnięcia. Jedną z prób zilustrowano przykładem, inną przedstawimy w kolejnym przykładzie. Rzecz idzie nie tylko o liczbę informacji w wiadomości (komunikacie), lecz o jej wartość (użyteczność) ocenianą z punktu widzenia określonego odbiorcy (lub całej organizacji).

Przykład 27

W sytuacji początkowej rozpatrywane są trzy warianty rozwoju organizacji: A, B, C, o których wiadomo, że tylko jeden prowadzi do zamierzonego celu. Załóżmy, że w rezultacie analizy prognostycznej uzyskano raport komunikujący, że wariant A nie doprowadzi organizacji do zakładanego celu.

Zgodnie z propozycją A. Charkiewicza wartość (cienność) informacji zawartej w komunikacie określa wyrażenie (Sienkiewicz, 1985):

$$V(I) = \log_2 \frac{P_1}{P_0},$$

gdzie: P_0 – prawdopodobieństwo osiągnięcia celu przed otrzymaniem informacji,

P_1 – prawdopodobieństwo osiągnięcia celu po otrzymaniu informacji.

A zatem informacja jest cenna, gdy zwiększa skuteczność działania.

W przytoczonym przypadku wartość informacji wyniosła:

$$V(I) = \log_2 \frac{0,50}{0,33} = 0,58 \text{ bita.}$$

Jeżeli natomiast w wyniku np. badań symulacyjnych uzyskano ekspertyzę mówiącą, że do zamierzonego celu prowadzi realizacja wariantu C, to wartość informacji, jakiej dostarcza ekspertyza, wyniesie:

$$V(I) = \log_2 \frac{1}{0,33} = 1,58 \text{ bita.}$$

Wartość (użyteczność) informacji w tym przypadku jest o 1 bit większa niż w poprzednim.

Z przykładu tego wynika oczywisty w gruncie rzeczy wniosek, że w procesie kierowania zasadnicze znaczenie ma nie tyle zdobywanie dużej ilości informacji, ile informacji potrzebnej o największej użyteczności. Dążenie do zlikwidowania luki informacyjnej przynieść może nadmiar informacji, który stać się może istotną barierą efektywności kierowania w organizacji.

Analiza systemowa procesów informacyjno-decyzyjnych zakłada konieczność analizy wszystkich podstawowych cech informacji, a mianowicie:

- a) cech podstawowych, związanych z informacją traktowaną jako zmniejszenie nieokreśloności wyboru z pewnego wieloelementowego zbioru wariantów;
- b) cech strukturalnych, odnoszących się do wewnętrznej formalnej budowy szeregów czasowych, wyrażań symbolicznych itp. przenoszących informację;
- c) cech semantycznych, opisujących relacje między wyrażeniami (komunikatami) przynoszącymi informację i obiektami, które przez te wyrażenia (komunikaty) są opisywane;
- d) cech pragmatycznych, opisujących skutki zewnętrzne zaistnienia procesu informacyjnego.

Analiza podstawowych cech informacji odbywa się w kontekście funkcjonowania całej organizacji, potrzeb jej kierownictwa oraz działania jego wyspecjalizowanych agend informacyjnych. W szczególności przedmiotem zainteresowania są charakterystyki zależne od parametrów technicznych i organizacyjnych systemów informacyjnych, a mianowicie:

– aktualność (informację uważa się za aktualną, jeżeli jej zapis

- dostępny w pewnej chwili opisuje w dopuszczalnych granicach błędów teraźniejszy stan pewnych, interesujących zjawisk;
- relewantność (informację uważa się za relewantną, jeśli nie zawiera ona elementów, które z punktu widzenia potrzeb użytkownika są zbędne);
 - kompletność;
 - przyswajalność (informację uważa się za przyswajalną wówczas, gdy użytkownik może ją wykorzystać bez konieczności wykonania dodatkowych przekształceń formy jej prezentacji);
 - wiarygodność (informację uważa się za wiarygodną, jeśli istnieje określony stopień pewności, że jest to informacja prawdziwa lub ścisła).

Informacje nie tylko kosztują, lecz także starzeją się, tj. ich wartość zmniejsza się z upływem czasu. Szybkość starzenia się jest oczywiście różna dla różnych rodzajów informacji wykorzystywanych w organizacjach.

Przykład 28

Jako uzupełnienie przytoczonych już wcześniej reguł decyzyjnych (przykład 15) potraktujemy przypomnienie stosunkowo mało popularnej reguły, zwanej kryterium H. Greniewskiego. Łączy ona niejako swoistość procesów informacyjnych i procesów decyzyjnych. Dany jest znany już model sytuacji decyzyjnej: (A, S, u) . Zwrócono uwagę na fakt, że decydent może różnie oceniać szanse realizacji stanów (S) w zależności od podejmowanego działania (A) . Należy więc ustalić macierz:

$P = [P_{ij}] = [P(a_i, s_j)]$, $a_i \in A$, $s_j \in S$, której elementy spełniają warunki:

$$P_{ij} \geq 0 \text{ oraz } \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$$

Funkcję użyteczności w kryterium Greniewskiego określono następująco:

$$u(a_i) = V(a_i) : H(P_i),$$

gdzie: $V(a_i) = \sum_{j=1}^n u(a_i, s_j) P_{ij}$,

$$H(P_i) = -\sum_{j=1}^n P_{ij} \log_2 P_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, m.$$

Stosuje się kategorię wartości oczekiwanej użyteczności przypadającej na jednostkę niepewności (nieokreśloności, entropii). Przy tej samej jednostkowej nieokreśloności kryterium Greniewskiego preferuje to działanie, którego wartość oczekiwana użyteczności jest większa.

Analiza systemowa procesów informacyjno-decyzyjnych stanowi warunek racjonalizacji systemu kierowania organizacją: optymalizacji istniejących systemów informacyjnych i projektowania systemów informatycznych. Taka analiza w organizacji typu przedsiębiorstwo może być dążeniem do odpowiedzi na pytanie przedstawione w poniższym przykładzie.

Przykład 29

Analiza systemu informacyjnego organizacji:

- a) identyfikacja potrzeb informacyjnych organizacji:
 - określić obiekty będące przedmiotem zainteresowania każdego z działów (podsystemów) organizacji,
 - jakie nazwy zostały przyjęte dla każdego z wyróżnionych obiektów oraz jakie fakty (cechy, właściwości) charakteryzują każdy obiekt?
 - jaka jest dominująca wartość dla każdej cechy obiektu oraz jakie zależności występują między różnymi cechami itp.?
- b) identyfikacja relacji między poszczególnymi obiektami organizacji:
 - określić znane już relacje między obiektami,
 - jakie nazwy przyjęto dla wyróżnionych relacji oraz jaki charakter ma każda z nich?
 - jakie jest znaczenie każdej formalnie lub nieformalnie wyrażonej relacji itp.?
- c) identyfikacja potrzeb organizacji w zakresie przetwarzania danych:
 - jakie operacje są realizowane w analizowanych działach?
 - jakie obiekty, cechy i relacje stanowią elementy każdej operacji?
 - jaka jest częstotliwość realizacji każdej operacji?
 - jaki jest priorytet przetwarzania przynależny do każdej operacji?
 - jaki rodzaj dostępu wymagany jest dla każdej operacji?
 - jakie są wymagania w zakresie przetwarzania bieżącego?

– jakie sprawozdania wymagane są przez poszczególne komórki organizacyjne, jaki jest ich format i akceptowany czas realizacji każdego sprawozdania?

– jakie są wymagania w zakresie integracji danych i jakie rozwiązania w tym zakresie zamierza się wprowadzić itp.?

Doskonalenie procesów informacyjno-decyzyjnych metodami analizy systemowej powinno umożliwić odpowiedź na pewne ogólne pytania uzasadniające wprowadzenie zmian w „infosferze” organizacji, a mianowicie:

– czy zmiany przyniosą wzrost efektywności informowania i decydowania w organizacji?

– jakie zalety mają proponowane innowacje w porównaniu ze stanem dotychczasowym?

– jakie nakłady będą związane z nowym systemem i jakie będą koszty jego działania?

– czy zostaną zapewnione właściwe warunki działania systemu (kadrowe, organizacyjne, techniczne, finansowe itp.)?

Poprawne rozwiązanie, uzyskane dzięki analizie systemowej problemów racjonalizacji procesów informacyjnych, powinno między innymi zapewnić: większą niezawodność działania, większą sprawność w zaspokajaniu potrzeb informacyjnych, niższy koszt eksploatacji, a przede wszystkim wzrost trafności i operatywności podejmowanych decyzji. Chodzi zatem o zlikwidowanie (zminimalizowanie) luki informacyjnej, w rezultacie czego nastąpić powinien wzrost efektywności kierowania, czyli wzrost efektywności działania organizacji w bliższej i dalszej przyszłości.

Marian Mazur w oryginalnej jakościowej teorii informacji wyróżnia pewne swoiste informacyjne sytuacje systemowe⁸:

a) informowanie wierne (transinformowanie), które jest zapewnione, gdy:

– oryginały są zarazem obrazami (np. list nadany staje się listem otrzymanym),

– oryginały są takie same jak obrazy (np. dokument i jego kopia),

– oryginały są analogiczne do obrazów (np. teren i jego mapa),

– oryginały są zniekształcane w komunikaty pośrednie, które następnie odwrotnie zniekształca się w obrazy (np. zaszyfrowanie tekstu i jego odszyfrowanie);

b) informowanie pozorne (pseudoinformowanie), które powstaje,

- gdy ciągi kodów, choć zupełne, są nieoddzielne, tj. mają pewne komunikaty wspólne, przy czym może to być:
- informowanie rozwlekłe (pseudoinformowanie symulacyjne), np. używanie kilku nazw oznaczających jedno i to samo, co jest w istocie pozorną obfitością informacji,
 - informowanie ogólnikowe (pseudoinformowanie dysymulacyjne), np. posługiwanie się zubożonymi „niby-prawami”,
 - informowanie niejasne (pseudoinformowanie konfuzyjne);
- c) informowanie fałszywe (dezinformowanie), które powstaje, gdy ciągi kodów są niezupełne, choć oddzielne, przy czym może to być:
- zmyślanie (dezinformowanie symulacyjne),
 - zatajanie (dezinformowanie dysymulacyjne),
 - przekręcanie (dezinformowanie konfuzyjne);
- d) parainformowanie, które zachodzi, gdy ma miejsce:
- domniemywanie trafne (np. zrozumienie aluzji),
 - domniemywanie nietrafne: bezpodstawne (np. dopatrzenie się aluzji, której nie było), niedomyślnie (np. niedopatrzenie się aluzji, która była), opaczne (np. dopatrzenie się aluzji innej, niż była).

Racjonalizacja procesów informacyjnych w systemach działania to jedna z najważniejszych dziedzin zastosowań analizy systemowej. Wybór struktury organizacyjnej i funkcjonalnej systemów informacyjnych przesądzi o efektywności organizacji. Trafnie ten problem charakteryzuje jeden ze znanych teoretyków organizacji, Ch. Argyris: „Im bardziej organizacja staje się nieefektywna, tym bardziej wykazuje tendencję do produkowania prawdziwych informacji dla mało istotnych i z reguły dobrze ustrukturyzowanych problemów oraz mało znaczących informacji dla problemów istotnych”⁶.

Pomyślnie zakończona analiza systemowa procesów informacyjnych w organizacji stwarza warunki dla nowej organizacyjnej sytuacji, w której „na arenę” wkracza – jedno z najwspanialszych osiągnięć technicznych XX wieku – KOMPUTER. Jednakże wiadomo dziś na pewno, że komputer zastosowany w warunkach nieracjonalnych, tj. nieuporządkowanych i nieefektywnych procesów informacyjnych, przyniesie wzrost cyrkulacji bałaganu i przyrost ilości bezsensownych, nikomu niepotrzebnych informacji.

- ¹ W. Flakiewicz, *Informacyjne systemy zarządzania*, W-wa 1990.
- ² „Uznanie entropii procesu gospodarczego i entropijności systemów ekonomicznych za ich immanentną cechą wymaga traktowania gospodarki jako systemu otwartego i globalnego oraz nowego spojrzenia na granice gospodarowania na Ziemi”, B. Kamiński, M. Okólski, *Teoria ekonomii a entropia*. „Ekonomista” 1979, nr 2.
- ³ K. Kłosiński, *Teoria sytuacji decyzyjnych*, W-wa 1983.
- ⁴ E. Kolbusz, *Analiza potrzeb informacyjnych przedsiębiorstw*, Szczecin 1993.
- ⁵ M. Mazur, *Jakościowa teoria informacji*, W-wa 1970.
- ⁶ Cyt. za W. Flakiewicz, wyd. cyt.

4. PROCESY WYKONAWCZE

W centrum uwagi wszelkich analiz organizacji musi się znajdować sfera realna, albowiem tam tworzą się podstawowe wartości społeczne. Realnymi procesami gospodarczymi są procesy materialne, fizyczne. Należy do nich produkcja (włącznie z transportem, magazynowaniem, usługami materialnymi itd.), konsumpcja i obrót (Kornai, 1973).

Scharakteryzowane w poprzednim rozdziale procesy informacyjno-decyzyjne tworzą sferę regulacji, która pełni rolę służebną wobec sfery realnej. Jest to wyraz zasady swoistego prymatu sfery realnej nad sferą regulacji (warunkiem koniecznym regulacji jest istnienie obiektu realnego, regulowanego). Przekonujące stanowisko reprezentuje Janos Kornai: „W istocie trzeba ustalić dla każdej organizacji i jednostki, jaką działalność ona reguluje, jakie produkty i zasoby są w jej dyspozycji, jakie są między jednostkami zależności i podporządkowania, i zwierzchnictwa i jak jest rozdzielona między nimi odpowiedzialność w zakresie podejmowania decyzji. Są to właśnie najważniejsze cechy charakterystyczne stosunków własności, na pewno ważniejsze niż zewnętrzne formy prawne” (s. 87).

Rozpatrywanie procesów roboczych w jakiejś organizacji abstrakcyjnej jest pozbawione większego sensu i dlatego posłużymy się uogólnionym modelem przedsiębiorstwa jako szczególnego obiektu systemowego.

Niech punktem wyjścia do bardziej konkretnych rozważań analitycznych będzie model realnego polskiego przedsiębiorstwa. „Jest to przedsiębiorstwo, które przez lata stanowiło zaprzeczenie wskazań teoretycznych, a czasem nawet zdroworozsądkowej koncepcji dobrej, sprawnie działającej organizacji gospodarczej. Najważniejsze przejawy niedoskonałości przedsiębiorstwa można określić jako brak możliwości formułowania własnych celów długoterminowych, zunifikowaną w skali gospodarki i w wielu przypadkach przestarzałą strukturą funkcjonalną oraz niskim stopniem identyfikacji pracowników z organizacją, w której działają. Ograniczoną skuteczność swojego funkcjonowania przedsiębiorstwa zawdzięczają w dużej mierze stałej ochronie przed różnymi zagrożeniami z otoczenia, zapewnianej przez centralne ośrodki zarządza-

nia" (O b ł ó j, 1986, s. 8). Powyższa konstatacja może posłużyć za element analizy identyfikacyjnej organizacji funkcjonującej w realnych warunkach społeczno-ekonomicznych.

Interesującym zabiegiem analitycznym jest „spojrzenie do wnętrza” (dekompozycja) organizacji. Precyzyjne wyróżnienie granic organizacji i otoczenia oraz systemu kierowania i systemu roboczego nie jest zadaniem łatwym. Niekiedy linia demarkacyjna między wymienionymi sferami jest rozmyta, co oczywiście utrudnia identyfikację systemu. Ponadto istnieje wiele różnych koncepcji klasyfikowania podsystemów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Niekiedy wprowadzają one tylko zamęt. Zapewne najogólniejsze wyróżnienie podsystemów w organizacji typu przedsiębiorstwo (ale nie tylko) jest następujące:

- 1) system kierowania i system roboczy (wykonawczy);
- 2) system kierowania: system decyzyjny i system informacyjny;
- 3) system roboczy: system podstawowy i system wspomagania (obsługi);
- 4) system podstawowy: system przygotowania działania i system realizacji procesów podstawowych;
- 5) system obsługi: system obsługi ludzi i system obsługi techniki.

Dekompozycję można oczywiście kontynuować, stosując podział dychotomiczny, który ma jedną podstawową zaletę. Jest prosty.

Przykład 30

Organizacja typu przedsiębiorstwo przemysłowe, której celem jest np. zwiększenie zysku z Z' do $Z''\%$, w ciągu najbliższych T lat, dzięki wzrostowi o $K\%$ ogólnej sprzedaży wyrobów oraz wprowadzeniu na rynek L nowych produktów w tym czasie¹, obejmuje następujące podsystemy funkcjonalne:

- 1) podsystem kierowania – cel: przywracanie równowagi systemu w celu zachowania jego podstawowych funkcji;
- 2) podsystem produkcji – cel: przetwarzanie materiałów i energii zmierzające do otrzymania produktu (wyrobu);
- 3) podsystem eksploatacji – cel: utrzymanie poziomu technicznego produkcji przez efektywne użytkowanie i obsługiwanie obiektów technicznych (maszyn i urządzeń);
- 4) podsystem zaopatrzenia materiałowo-technicznego – cel: zapewnienie realizacji procesów technologicznych;

- 5) podsystem badań i rozwoju – cel: zdobywanie i powiększanie zasobów wiedzy naukowo-technicznej i ekonomicznej oraz wykorzystanie jej w działalności podstawowej organizacji;
- 6) podsystem kadr – cel: zapewnienie realizacji procesów pracy;
- 7) podsystem finansów – cel: finansowanie działalności przedsiębiorstwa;
- 8) podsystem kontroli jakości – cel: zapewnienie wymaganego poziomu jakości wyrobów;
- 9) podsystem marketingu – cel: kształtowanie potrzeb odbiorców wyrobów oraz informowanie o stopniu ich ukształtowania, a także badanie popytu i podaży, reklama, promocja;
- 10) podsystem zbytu – cel: zasilanie otoczenia przedsiębiorstwa produktami (usługami), dystrybucja, sprzedaż.

Między wyróżnionymi podsystemami istnieją więzi o różnej intensywności. „Wnętrze” różnych organizacji charakteryzuje różny poziom integracji podsystemów.

Z kolei do otoczenia przedsiębiorstwa należy zaliczyć takie instytucje i jednostki, jak np.: odbiorcy produktów (usług) i dostawcy surowców (półproduktów, wyrobów), organizacje konserwacyjno-remontowe, instytucje bankowe, instytucje naukowo-badawcze, komisje arbitrażowe, komisje planowania, instytucje zatrudnienia, instytucje rekreacji i wypoczynku, organy administracji terenowej oraz instytucje nadrzędnego szczebla kierowania. Dla każdego podsystemu organizacji istnieje określony obszar otoczenia, z którym zachodzą określone interakcje (stosunki).

Efektywne funkcjonowanie organizacji zależy od stopnia integracji działalności jej podsystemów, uzyskanej w procesie kierowania systemem. Odzwierciedleniem skuteczności tej integracji jest stopień, w jakim zachowywane są podstawowe funkcje systemowe:

- zdolność do formułowania i osiągania zamierzonych celów,
- zdolność do stabilizacji przez tworzenie sprawnych struktur,
- zdolności adaptacyjne,
- zdolność do efektywnego wykorzystania posiadanych zasobów oraz zdobywania zasobów nowych,
- samoregulacja, zdolność utrzymania stanów równowagi organizacyjnej.

Punktem wyjścia analizy systemowej funkcjonowania organizacji jest identyfikacja podstawowych procesów oraz procesów z nimi sprzężonych. Takim procesem w przedsiębiorstwie, procesem

podstawowym, jest proces produkcji. Jednostkowy proces pracy polega na wyróżnieniu następujących procesów sprzężonych: zaopatrzenie materiałowe, przygotowanie produkcji, technologiczny, transport wewnątrzzakładowy, kontrola techniczna, remont, a następnie rozczłonkowanie na poszczególne fazy, operacje, zabiegi, czynności i ruchy elementarne, wykonywane przez poszczególnych robotników, zespoły (brygady), oddziały, wydziały i zakłady w przedsiębiorstwie.

Następnie dla każdego procesu (komórki organizacyjnej) określa się wejścia i wyjścia, sprzęgające go z innymi wyróżnionymi elementami systemu. Opis zależności przynosi model funkcjonalny, który powinien pozwolić na identyfikację tzw. wąskich gardeł, tj. obszarów, w których wystąpiły (lub wystąpią) bariery efektywności.

Ogólny schemat postępowania analitycznego może być następujący²:

1) określenie macierzy sprzężeń $[a_{ij}]$, gdzie $i, j = 1, 2, \dots, N$ – numery podsystemów (elementów),

$$a_{ij} = \begin{cases} i, & \text{gdy istnieje powiązanie między elementami } i, j \\ 0, & \text{gdy brak powiązania;} \end{cases}$$

2) określenie macierzy technologicznej $[b_{ik}]$, gdzie: $i = 1, 2, \dots, M$, M – liczba wyrobów, $k = 1, 2, \dots, N$, N – liczba elementów systemu (podsystemu); elementami macierzy mogą być: numery operacji technologicznych, obciążenia, czasy przygotowawczo-zakończeniowe, czasy jednostkowe operacji itp.;

3) badanie stabilności struktury funkcjonalnej;

4) analiza efektywności;

5) wariantowe kształtowanie efektywnej struktury funkcjonalnej (technologicznej) – wybór wariantu efektywnego.

W analizie systemowej procesów roboczych szczególnie rolę przypada analizie decyzyjnej, a w niej zastosowaniu metod i technik optymalizacyjnych. Do popularnych już metod należą zadania optymalizacji dyskretnej, polegające na wyznaczeniu minimum lub maksimum funkcji określonej w dyskretnym, tj. niespójnym zbiorze utworzonym z izolowanych punktów. Podstawową klasę takich zadań stanowią zadania, w których na wartości zmiennych decyzyjnych jest nałożony warunek całkowitości.

Przykład 31

Rozpatrzmy charakterystyczne zadania, tzw. zadania z niepodzielnościami, które występują podczas analizy systemowej procesów roboczych w organizacji:

- 1) wyznaczanie optymalnego programu produkcji (optymalnej struktury asortymentowej);
- 2) zadania o rozkroju – wyznaczanie takiego programu rozkroju (wycięcia, podziału) materiałów, który zapewni wyprodukowanie maksymalnej liczby sztuk wyrobu finalnego;
- 3) zadania załadunku:
 - problem „plecakowy” – dane jest m przedmiotów, każdy o znanej objętości i wartości; należy załadować plecak takimi przedmiotami, których łączna wartość będzie maksymalna;
 - problem „pakowania” – dana jest liczba przedmiotów o znanej objętości, ale jest nieskończona liczba pojemników o danej objętości; należy tak zapakować przedmioty do pojemników, aby zminimalizować liczbę wykorzystanych pojemników;
- 4) zadanie wyboru parku maszynowego – projektowany zakład ma produkować pewną liczbę wyrobów w ustalonych ilościach, produkcję zaś można realizować urządzeniami pewnych typów o znanej zdolności produkcyjnej i koszcie; należy wybrać najtańszy zestaw urządzeń zapewniający wykonanie planowanej produkcji;
- 5) zadanie podziału – należy przydzielić pracowników do stanowisk, a z każdym podziałem jest związany pewien koszt, przy czym pewne podziały są z określonych powodów niemożliwe; należy dokonać takiego przydziału pracowników do stanowisk, aby każdy był związany tylko z jednym stanowiskiem, każde stanowisko miało zapewnioną obsługę, a łączny koszt przydziału był minimalny;
- 6) zadanie komiwojażera – dane są miejscowości oraz koszty (odległości) między nimi; wyjeżdżając z miasta wyjściowego, komiwojażer powinien jeden raz odwiedzić poszczególne miejsca i wrócić do miejsca wyjściowego oraz określić, w jakiej kolejności należy odwiedzać poszczególne miejsca, aby długość (koszt) całej przebytej drogi była minimalna;
- 7) zadania harmonogramowania – polegają na rozdziale w czasie niepodzielnych i nie zużywających się zasobów między uporządkowany ciąg zadań, które należy wykonać w określonym

- czasie; jako kryteria przyjmuje się: minimalizację maksymalnych opóźnień od zadanych terminów wykonania zadań, minimalizację bezpośrednich kosztów produkcji itp.;
- 8) zadania rozdziału zadań i zasobów, np. obciążenia maszyn w systemie produkcyjnym (rozdziału niezależnych zadań produkcyjnych między maszyny), rozdziału różnej kategorii zasobów między zależne operacje niepodzielne itp.;
 - 9) zadania rozmieszczenia zakładów produkcyjnych – należy podjąć decyzję o budowie pewnych zakładów produkcyjnych, których zlokalizowanie jest przewidywane w znanych miejscowościach; przyjmuje się, że zakłady powinny zaspokoić zapotrzebowanie określonych odbiorców na produkowane przez siebie wyroby przy zadanej lokalizacji odbiorców;
 - 10) zadanie przepływów o minimalnym koszcie w sieci z pojemnościami – należy przesłać przez sieć komunikacyjną pewną ilość towarów z pewnych źródeł do punktów odbioru; w źródłach dany jest zapas towarów, zapotrzebowanie na towar oraz określony jest koszt przesłania i pojemność każdego łuku sieci; trzeba określić taki przepływ, który da minimalny sumaryczny koszt przesłania towarów;
 - 11) zadania oczekiwania (kolejek) – należy tak organizować system obsługi, aby łączny koszt przestoju (oczekiwań w kolejkach) był minimalny.

Przykład 32

Przedsiębiorstwo ma w dyspozycji m rodzaju zasobów Z_1, \dots, Z_m w ilościach równych odpowiednio b_1, \dots, b_m . Zasoby te należy wykorzystać dla wytworzenia n różnych rodzajów produktów P_1, \dots, P_n . Całkowity dochód jest sumą dochodów uzyskanych z poszczególnych produktów. Dla każdego produktu P_j , $j = 1, n$ dochód jest proporcjonalny do liczby wytworzonych jednostek tego produktu i znany jest dochód jednostkowy C_j , tj. cena C_j produktu P_j . Dla dowolnego produktu zużycie każdego z zasobów Z_i , $i = 1, m$, jest również proporcjonalne do liczby wytworzonych jednostek tego produktu i znane są normy a_{ij} zużycia i tego zasobu Z_i na jednostkę j -tego produktu P_j dla $i = 1, m$, $j = 1, n$.

Należy wyznaczyć taki plan produkcyjny

$$x = (x_1, \dots, x_n)$$

gdzie x_j – liczba wytwarzanych jednostek j -tego produktu P_j , który maksymalizuje całkowity dochód

$$F(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

przy ograniczeniach na wykorzystanie zasobów

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i=1, \dots, m$$

i ograniczeniach naturalnych: $x_j \geq 0$, $a_{ij} \geq 0$, $c_j \geq 0$, $b_i > 0$ oraz

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} > 0 \quad \text{dla } j=1, \dots, n.$$

Do chwili obecnej brak jest kompleksowej metodyki analizy systemowej organizacji typu przedsiębiorstwo. Nie ulega wątpliwości, że aktualne warunki rozwojowe stwarzają potrzebę jej opracowania i stosowania w praktyce gospodarczej. Warto przy tym nadmienić, że „(...) tradycyjnym błędem w myśleniu ekonomicznym, błędem, którego skutki dawały znać o sobie od czasów wczesnych klasyków angielskich do dnia dzisiejszego, jest mylenie teorii ekonomii z teorią podejmowania decyzji” (Kornai, 1975). Innym natomiast zadaniem jest analiza podstawowych przyczyn braku bezpośrednich skutecznych zastosowań modeli optymalizacyjnych w dziedzinie systemów gospodarczych.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 4, CZ. II

¹ R.L. Ackoff w pracy *Zarządzanie w małych dawkach* (W-wa 1993) pisze: „Zysk jest konieczny do przetrwania przedsiębiorstwa, ale nie jest uzasadnieniem jego istnienia. Zysk jest potrzebą, a nie celem, środkiem, a nie kresem”. Ambrose Bierce, satyryk amerykański, wyraził to jasno definiując pieniądze jako „błogosławieństwo, z którego nie mamy pożytku, chyba że się z nim rozstajemy” (s. 7).

² W istocie jest to zagadnienie tzw. optymalizacji dyskretnej.

5. STRUKTURY ORGANIZACYJNE

Pojęcie „struktura” jest spotykane w wielu różnych dyscyplinach naukowych. W naukach społecznych, przede wszystkim we współczesnej socjologii, posługiwano się pojęciem „struktury”, a struktury społecznej w szczególności, od czasów Herberta Spencera, Emila Durkheima i Karola Marksa. Marksowi badania społeczne zawdzięczają ideę „sprzeczności strukturalnych” tłumaczących dynamikę całości społecznych. Struktura stanowi także kategorię formalną, występującą w różnych dziedzinach współczesnej matematyki. Należy także wspomnieć chociaż o „strukturalizmie” jako pewnym programie usprawniania nauk społecznych, szczególnie popularnym na gruncie antropologii (Claude Levi-Strauss), psychologii (Jean Piaget) czy językoznawstwie (Ferdinand de Saussure).

Wśród aktualnych, praktycznych problemów społeczno-gospodarczych na pierwszy plan wysuwają się zagadnienia restrukturalizacji gospodarki narodowej ze względu na dynamikę postępu technicznego oraz racjonalizacji struktur organizacyjnych i systemów zarządzania.

Struktura jest także podstawową kategorią badań systemowych (teorii systemów). Trudno poważnie analizować organizację jako system działania, nie rozpatrując jej struktury. Jednakże i w dziedzinie badań systemowych, pretendujących wszak do metodologicznej ścisłości, charakterystycznej dla nauk formalnych, toczą się spory o pojęcie struktury. Jak słusznie zauważył Leszek Krzyżanowski (1985), definicji struktury w literaturze niemal równie jest dużo, jak definicji systemu¹.

Ze względu na pewne już tradycje terminologiczne w badaniach systemowych zasadne jest traktowanie struktury jako zbioru relacji między wzajemnie ze sobą sprzężonymi elementami systemu. Przyjmując za wyjściową definicję systemu – system jako parę, którą tworzy zbiór elementów oraz zbiór relacji między elementami, pierwszy ze zbiorów będziemy traktować jako skład (konfigurację) systemu, drugi jako jego strukturę. Jest to ujęcie na tyle ogólne oraz jednoznaczne, że powinno przyczynić się do wyeliminowania zasadniczych nieporozumień.

Poznanie struktury jest podstawą zrozumienia właściwości i zachowań systemów. Celem analizy systemowej struktur jest określenie efektywnych sposobów ich racjonalizacji. Skoro struktura organizacyjna systemu jest jednym z podstawowych czynników umożliwiających realizację celów systemu, to racjonalizacja jej stanowi jeden z głównych czynników wzrostu efektywności systemu. Dlatego tak wielką wagę przywiązuje się do identyfikacji wszystkich istotnych czynników determinujących cechy strukturalne systemu.

Jednym z ważnych czynników wpływających na strukturę systemu, a więc na jego zachowanie, jest otoczenie organizacji. Ściślej rzecz biorąc takie cechy otoczenia, jak:

- charakter i intensywność zmian warunków występujących w otoczeniu;
- jakość informacji uzyskiwanych z otoczenia;
- charakter i dynamika sprzężeń między organizacją a otoczeniem.

Cechy te warunkują m.in. typ aktywności organizacji względem otoczenia: od izolacji systemu do adaptacji i dążenia do podporządkowania otoczenia celom organizacji (ekspansywność).

W dziedzinie empirycznych badań czynników determinujących struktury organizacyjne na uwagę zasługują wyniki badań tzw. grupy astońskiej (Mreła, 1983). Grupa ta wyróżniła sześć podstawowych wymiarów struktury organizacyjnej:

- specjalizację, charakteryzującą formalny podział obowiązków;
- standaryzację, określającą stopień typowości struktury organizacyjnej;
- formalizację, ustalającą w jakim stopniu zasady, procedury, komunikacja są sformalizowane w dokumentacji organizacyjnej;
- centralizację;
- konfigurację, charakteryzującą rozpiętość i spiętrzenie kierowania oraz proporcje między liczebnością różnych grup pracowników;
- tradycjonalizm, odzwierciedlający możliwy zakres zwyczajów w organizacji, w stosunku do możliwego zakresu biurokratycznych procedur.

Zwróćmy uwagę na niektóre z tych wymiarów. Formalizacja służy utrzymaniu celów systemu. Przedmiotem jej są: więzi organizacyjne (wewnętrzne i zewnętrzne) i sposoby realizacji funkcji (kierowniczych i wykonawczych). Na podstawie badań empirycznych ustalono zależności między stopniem sformalizowania struktur a rodzajem celów, koordynacją działań w organizacji, sposo-

bem sprawowania władzy organizacyjnej, ilością i jakością zasobów organizacji i – o czym już wspominaliśmy – otoczeniem.

Tego typu badania strukturalne dostarczają wielu danych niezwykle istotnych dla powodzenia analizy systemowej. Analityk systemów nie może bowiem ignorować tych bogatych doświadczeń, badając struktury i ich właściwości.

Przykład 33

Klasycznymi badaniami formalnej rozpiętości kierowania, czyli liczby osób (podwładnych) formalnie i bezpośrednio podporządkowanych kierownikowi, były prace V. Graicunasa². Twierdził on, że w każdej organizacji można wyróżnić trzy rodzaje stosunków (w znaczeniu kontaktów między ludźmi), a mianowicie:

a) bezpośrednie stosunki pojedyncze (jeżeli przełożony A ma dwóch podwładnych B i C , to stosunki pojedyncze zachodzą wtedy, gdy A wchodzi w kontrakt z B i A i A wchodzi w kontakt z C);

b) stosunki krzyżujące się (gdy B kontaktuje się z C , a C kontaktuje się z B);

c) bezpośrednio stosunki grupowe (gdy A jest w kontakcie z B w obecności C i A jest w kontakcie z C w obecności B).

Graicunas przedstawił analityczne zależności pozwalające określić maksymalną i minimalną liczbę stosunków zachodzących między członkami w organizacji. Jego zdaniem, okolicznością ograniczającą formalną rozpiętość kierowania jest ogólna liczba stosunków możliwych:

$$f = n \left(\frac{2^n}{2} + n - 1 \right),$$

gdzie: n – liczba podwładnych.

Przytoczone w przykładzie propozycje analizy struktury kierowania były niejednokrotnie przedmiotem krytyki, jednakże do dziś uchodzą za stosunkowo prosty (choć uproszczony) sposób formalizacji cech strukturalnych w sensie zasady ogólnej i narzędzia rozpoznawczego. Jednym z istotnych mankamentów tej propozycji jest nieuwzględnianie np. kosztów utrzymania stanowisk kierowniczych. M. Haire uważa, że „choć wszystkie te stosunki logiczne mieszczą się w systemie, nie jest rzeczą jasną, w jaki sposób ograniczają rozpiętość kontroli”, zdaniem zaś Herberta A. Simona,

sprawność administracji zwiększa się przez sprowadzenie do minimum liczby szczebli organizacyjnych, przez które musi przejść informacja³.

Ustalono, że między uczestnikami struktury organizacyjnej występują następujące podstawowe typy więzi:

- a) więź organizacyjna, czyli stosunki między elementami systemu, które wpływają bezpośrednio na realizację celów, wyrażone intensywnością przepływu informacji i zasileń między tymi elementami;
- b) więź służbowa, czyli zależność podwładnego od przełożonego;
- c) więź funkcjonalna, czyli stosunki polegające na np. doradzaniu, konsultowaniu, przygotowaniu danych do decyzji itp.;
- d) więź informacyjna, związana ze wzajemnym informowaniem się o stanach rzeczy i ich zmianach.

Ze względu na przewagę określonego typu więzi wyróżniono struktury:

- liniowe (przewaga więzi służbowych);
- funkcjonalne (przewaga więzi funkcjonalnej);
- liniowo-sztabowe (równowaga więzi służbowej i funkcjonalnej).

Każdy z wyróżnionych, klasycznych już typów struktur organizacyjnych cechuje określony zbiór zalet i wad. Dominujący nadal w polskiej gospodarce liniowo-sztabowy typ struktury organizacyjnej przedsiębiorstw sprawdza się w warunkach jednolitości programu produkcji i stabilności otoczenia. W innych warunkach często dochodzi do przeciążenia specjalistów funkcjonalnych czynnościami koordynacyjnymi, a także do konfliktów między tzw. linią a sztabem w procesie kierowania. Właśnie badania systemowe zwróciły uwagę na elastyczność struktur jako na jedną z podstawowych cech nowoczesnej organizacji oraz na konieczność przewyciężenia konfliktów między linią a sztabem.

Wśród nowoczesnych koncepcji struktur organizacyjnych szczególną uwagę zwracają:

- struktury dywizjonalne, polegające na tzw. segmentacji według zasady przedmiotowej (grupy wyrobów, grupy odbiorców, regionów itp.), przy czym każdym segmentem kieruje samodzielny kierownik;
- struktura macierzowa, polegająca na „nałożeniu siatki problemowej na siatkę funkcjonalną”; odmianą tego typu struktur są struktury macierzowo-zespołowe i wielowymiarowe (tensorowe);

– struktury zespołowe, stanowiące wyraz zespołowego stylu kierowania, oparte na zasadzie przekazywania uprawnień decyzyjnych nie jednostkom, lecz zespołom.

Możliwe są jeszcze inne, bardziej szczegółowe typologie struktur organizacyjnych. I tak, rozpatruje się dziesięć rodzajów struktur od struktury wydziałowo-liniowej (jedność kierownictwa) do struktur organicznych amorficznych (całkowite zaautonomizowanie) członków organizacji (W a r z y n i a k, 1987). Istnieje różnorodność strukturalna organizacji, bogactwo form więzi elementów, integrujących je we spójną całość. Oczywiście, poza wymienionymi już czynnikami, szczególna rola przypada typowi systemu kierowania. System zarządzania zawiera aspekt organizacyjny (podmiotowy) oraz regulacyjny (przedmiotowy). Aspekt organizacyjny określa typ więzi występujących w systemie (typ struktury organizacyjnej). Aspekt regulacyjny z kolei przesądza o typie instrumentów regulacji wykorzystywanych przez centrum do realizacji przyjętych celów. Te dwa aspekty są ściśle ze sobą sprzęgnięte (J e r m a k o w i c z, K r a w c z y k, 1985, s. 59).

W systemie gospodarczym – typowym dla okresu minionego, podsystem zarządzania działał zgodnie z wolą centrum gospodarczego lub politycznych ośrodków decyzyjnych. Podsystem ten charakteryzował się pionową strukturą organizacyjną oraz pionową strukturą więzi informacyjno-decyzyjnych (hierarchiczna struktura organizacji). Ponadto samoczynnie funkcjonował podsystem rynkowy, którego cechą jest występowanie więzi poziomych, przyjmujących formę powiązań handlowych, kooperacyjnych bądź bezpośredniego zasilania elementów systemu tego samego szczebla. Uważa się, że im silniejsze są więzi pionowe w systemie, tym słabsze są więzi poziome, łączące elementy organizacyjne. Rozważając różne „kombinacje systemowe”, przyjmuje się dwie skrajne granice:

- 1) scentralizowany, wieloszczeblowy system zarządzania, stosujący wyłącznie tzw. regulację administracyjną (systemy dyrektywne);
- 2) jednoszczeblowy system regulacji rynkowej wykorzystujący wyłącznie rynkowe mechanizmy gry popytu i podaży (systemy „leseferystyczne”).

Między rozwiązaniami granicznymi istnieje wiele kombinacji pośrednich o różnej efektywności.

Ogólnie biorąc, można wyróżnić dwa skrajne systemy kierowania:

1) system kierowania bezpośredniego (oparty na więzi służbowej oraz instrumentach dyrektywno-nakazowych);

2) system kierowania pośredniego (oparty na więzi funkcjonalnej i regulacji parametrycznej) oraz nieskończoną wprost liczbę mieszanym kombinacji systemowych.

Nietrudno dojść do wniosku, że nawet zdrowy rozsądek nakazuje sceptyczną postawę wobec wszelkich rozwiązań skrajnych oraz zwrócić uwagę ku poszukiwaniom jakiegoś „złotego środka”. Niewątpliwie wśród rozwiązań pośrednich między rozwiązaniami krańcowymi należy poszukiwać rozwiązań efektywnych dla organizacji funkcjonujących w określonych warunkach rozwojowych. Wszystkie działania prowadzące do unifikacji struktur najczęściej kończą się niepowodzeniem (O b l ó j, 1986). Wysoka dynamika zmian w otoczeniu skłania ku elastyczności struktur organizacyjnych, o różnej intensywności więzi pionowych i poziomych, umożliwiającym racjonalne stosowanie instrumentów kierowania bezpośredniego oraz sterowania gospodarką przede wszystkim za pomocą narzędzi ekonomicznych o charakterze pośrednim wspomaganych przez inne, bezpośrednie środki (organizacyjne, administracyjne, prawne).

Na podstawę struktury oraz wybór konkretnej struktury dla określonego systemu istotny wpływ ma wiele czynników, różnej natury⁴. Z analizy wielu różnych wyników badań empirycznych wynika, że podstawowymi czynnikami „strukturotwórczymi” są:

- wcześniejsze rozwiązania organizacyjne;
- cele, funkcje i strategia rozwoju⁵;
- typ systemu kierowania oraz jego struktura decyzyjna, struktura informacyjna oraz styl kierowania;
- typ i wielkości systemu wykonawczego (struktura i dynamika procesów wykonawczych);
- cele i struktura „nadsystemu”;
- typ otoczenia i jego dynamika⁶.

W procesie analizy systemowej struktur organizacyjnych mamy do czynienia z projektowaniem organizacyjnym, które przejawia się w podejmowaniu dwóch problemów systemowych: modernizacji i optymalizacji struktur.

Podstawą podejścia modernizacyjnego jest diagnoza organizacyjna⁷, która polega na ustaleniu, jakie cechy i funkcje, i w jakim zakresie są przez nią spełniane, oraz na ocenie, czy jest to wystarczające dla sprawnego kierowania.

**PROJEKTOWANIE
STRUKTUR ORGANIZACYJNYCH
modernizacyjne („doskonalenie”):**

**PROJEKTOWANIE ZMIAN ORGANIZACYJNYCH
innowacyjne („optymalizacja”)
PROJEKTOWANIE RACJONALNYCH STRUKTUR**

**OGÓLNY SCHEMAT DIAGNOZOWANIA
STRUKTUR ORGANIZACYJNYCH**

1. Określenie celu, przedmiotu i zakresu analizy diagnostycznej.
2. Wstępna identyfikacja organizacji i konkretyzacja metody diagnostycznej.
3. Sformułowanie kryteriów oceny diagnostycznej.
4. Opracowanie zasad i wzorców oceny oraz dobór metod i techniki pomiaru i oceny.
5. Analiza identyfikacyjna stanu faktycznego, porównanie ze wzorcami i sformułowanie ustaleń diagnostycznych.
6. Weryfikacja ustaleń diagnostycznych.
7. Formułowanie wniosków diagnostycznych i opracowanie ekspertyzy organizacyjnej.

Z kolei proces projektowania struktury organizacyjnej obejmuje pięć podstawowych etapów, które można przedstawić w postaci ogólnej metodyki.

OGÓLNY SCHEMAT PROJEKTOWANIA STRUKTURY ORGANIZACYJNEJ

1. Sformułowanie zadania projektowego:
 - identyfikacja i analiza problemu projektowego;
 - ustalenie przesłanek oceny rozwiązania projektowego.
2. Opracowanie koncepcji struktury organizacyjnej:
 - badanie czynników „strukturotwórczych”;
 - analiza podstawowych procesów (przebiegów organizacyjnych) oraz czynników wpływających na podział uprawnień decyzyjnych;
 - analiza strategii rozwoju;
 - opracowanie dopuszczalnych wariantów ramowej koncepcji struktury, analiza porównawcza i wybór koncepcji „optymalnej”.
3. Opracowanie perspektywicznej struktury organizacyjnej systemu:
 - modelowanie systemu działania oraz jego podsystemów: wykonawczego i kierowania;
 - określenie potrzeb, wymagań i ograniczeń realizacyjnych oraz prognozowanie zmian systemowych;
 - opracowanie dopuszczalnych wariantów struktury organizacyjnej, analiza porównawcza i wybór „optymalnego” wariantu struktury systemu.
4. Opracowanie projektu szczegółowego (technologicznego).
5. Synteza:
 - opracowanie dokumentacji projektowej;
 - opracowanie instrukcji wdrażania projektu struktury organizacyjnej.

Analiza systemowa może natomiast ułatwić wybór rozwiązania strukturalnego dla określonej organizacji, m.in. dzięki stosowaniu metod inżynierii systemów, metod i technik doskonalenia i projektowania struktur organizacyjnych (Baziliewicz, 1979; Sienkiewicz, 1988). Podstawowym zaś obiektem analiz syste-

mowych powinno być przedsiębiorstwo, gdyż, jak pisał przed laty Adam Smith – „państwo jest bogate, gdy bogate są przedsiębiorstwa”. „Bogatymi” mogą być zaś te przedsiębiorstwa, które są efektywnie kierowane i które dysponują efektywnymi strukturami organizacyjnymi. A ponadto warto może przypomnieć jedną z wielu trafnych wypowiedzi Winstona Churchilla „Najpierw kształtujemy nasze struktury, a potem one kształtują nas”.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 5, CZ II

- ¹ Warto przypomnieć kilka z nich: „Struktura to zasada, sposób, prawo składania elementów pełnej całości”; „Struktura jest określona przez rodzaj i sposób sprzężenia elementów ze sobą” (*Marxistische Philosophie*, Berlin 1968); „Struktura to względnie trwała jedność elementów i ich realizacji, całość przedmiotu” (*Filosofskaja Encyklopedija*, Moskwa 1970), cyt. za T. Sozański, *O pojęciu struktury w socjologii i matematyce. Grafy jako modele całości społecznej*, „Studia Socjologiczne” 1986, nr 2 (107).
- ² Na przykład J. D z i d a, *Próby kwantytatywnego określenia formalnej lub potencjalnej rozpiętości (zasięgu) kierowania*, „Prakseologia” 1970, nr 35.
- ³ Tamże.
- ⁴ Na przykład praca zbiorowa pod redakcją A. S t a b r y l y: *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, W-wa 1991.
- ⁵ Jeden z często powtarzanych sądów brzmi: „Struktura jest pochodną strategii”.
- ⁶ H.J. A n s o f f w „Zarządzanie strategiczne” (W-wa 1985) konstatuje, iż w XX wieku w otoczeniu organizacji stale wzrastała turbulencja. Zjawisko to charakteryzują cztery zasadnicze tendencje: wzrost nowości zmiany, wzrost intensywności otoczenia, wzrost szybkości zmian otoczenia i rosnąca złożoność otoczenia.
- ⁷ A. S t a b r y l a (red.), wyd. cyt.

6. SYTUACJE KRYTYCZNE

Sprzeczności stanowią immanentną cechę systemową każdej organizacji. Mają charakter uniwersalny, będąc czynnikiem ruchu (dynamiki) i rozwoju systemów. Sprzeczności jako konkretna jedność wykluczających się nawzajem przeciwieństw stanowią swoją kategorię systemową.

Najczęściej rozróżnia się „sprzeczność interesów” i „konflikt interesów”, przy czym proponuje się pojęcie „sprzeczności” odnieść do przeciwstawności interesów obiektywnych, nie uświadomionych, natomiast „konflikt” – do przeciwstawności interesów uświadomionych, subiektywnych, a więc takich, które wyrażają się w dążeniach zmanifestowanych w działaniu¹.

Mówiąc o sprzecznościach organizacyjnych rozumieć będziemy pod tym pojęciem występującą w praktyce działania niezgodność, charakteryzującą się współwystępowaniem przeciwstawnych sobie celów, cech, norm, idei i wartości między otoczeniem i organizacją, organizacją i jej elementami lub między jej elementami, a także wewnątrz jej elementów.

Każda sytuacja systemowa jest swoistym układem stosunków (relacji) między systemem a innymi systemami (sytuacje „inter-systemowe”). Z punktu widzenia efektywności organizacji szczególne znaczenie należy przypisać takiemu kształtowaniu sytuacji „infrasystemowych”, aby tworzące je relacje przyczyniły się do powodzenia całości. Stanowi to jedną z najistotniejszych funkcji kierowania.

Sytuacje określać będziemy jako normalne, gdy – przynajmniej – nie zmniejszają prawdopodobieństwa osiągnięcia zamierzonych przez system celów (realizacji podstawowych zadań i funkcji). W przeciwnym wypadku będziemy mówić o sytuacjach trudnych. Traktując sprzeczności jako immanentną cechę organizacji, możemy powiedzieć, że sytuacje trudne należy – w tym sensie – uważać za normalne, a nie za przypadki wyjątkowe.

Jeżeli sięgniemy do terminologii psychologicznej, to będzie można niektóre pojęcia stosowane do opisu sytuacji indywidualnych wykorzystać do identyfikacji sytuacji systemowych. Możemy zatem wyróżnić:

a) sytuacje deprivacji, tj. takie, w których system jest pozbawiony czegoś (np. wartości, środków), co jest potrzebne do jego normalnego funkcjonowania;

b) sytuacje przeciążenia, gdy trudność realizacji zadań organizacyjnych znajduje się na granicy możliwości ich realizacji;

c) sytuacje utrudnienia, gdy prawdopodobieństwo wykonania zadań przez system zostaje zmniejszone wskutek pojawienia się jakichś elementów zbędnych (przeszkody, bariery) lub nieobecność elementów potrzebnych (braki).

Sytuacje powyższe wydają się być charakterystyczne np. w warunkach „niedoboru w gospodarce”, używając pojęcia, którym operuje Janos Kornai (1985). Systemy kierowania powinny być tak zaprojektowane, aby miały wkomponowane mechanizmy rozwiązywania takich właśnie sytuacji. Istotnej pomocy w tym zakresie można oczekiwać od analizy systemowej.

Poza wyróżnionymi sytuacjami trudnymi trzeba wyróżnić sytuacje szczególnie trudne, które będziemy określać jako krytyczne sytuacje systemowe. Wymagają one od organizacji użycia środków wykraczających poza środki rutynowe, a w szczególności podjęcia reformowania (przebudowy) systemu. Do takich sytuacji zaliczamy następujące:

a) sytuacje konfliktowe, czyli takie, w których system znajduje się w polu działania sił przeciwstawnych (sił fizycznych, sprzecznych interesów, nacisków społecznych lub moralnych itp.);

b) sytuacje zagrożenia, gdy znacznie wzrasta (poza poziom bezpieczeństwa) prawdopodobieństwo niebezpiecznego naruszenia wartości głównych cech systemowych organizacji (np. równowagi, stabilności, spójności, kreatywności itp.);

c) sytuacje kryzysowe, w których zmiany funkcjonalne i (lub) strukturalne w systemie prowadzą do dezorganizacji jego działania (np. głębokiej nierównowagi, chaosu, regresu itp.).

Analizując charakterystyczne cechy wyróżnionych sytuacji, można sformułować następującą tezę: nie rozwiązane konflikty rodzą zagrożenia; nie usunięte skutki, a przede wszystkim źródła przyczyn zagrożeń przynoszą kryzysy. Nie rozwiązane sytuacje kryzysowe powodują bądź katastrofę (upadek) systemu, bądź jego nową formę rozwojową, czyli nową organizację o jakościowo nowych własnościach strukturalnych i funkcjonalnych, w szczególności mogą się wiązać np. z gwałtowną zmianą struktury społecznej (ładu czy porządku społecznego), a w sferze organizacji

gospodarczych np. z upadłością przedsiębiorstw lub przejęciem ich przez organizacje efektywne.

Słowo „kryzys” wywodzi się z greckiego słowa „krisis”, pochodzącego od „krinein” (oddzielać), łacińskie „cernere” znaczy także „oddzielać”. W Słowniku Języka Polskiego „kryzys” oznacza po prostu „moment przełomu”, w znaczeniu medycznym kryzys to: „najcięższy przełomowy okres choroby, przesilenie”. Kryzys może oznaczać więc pewien przełom między dwiema jakościowo różnymi formami rozwojowymi określonego systemu (np. organizacji).

Kryzysy systemu mogą być wzbudzane przez czynniki między-systemowe (zewnętrzne), pochodzące z otoczenia (np. czynniki ideologiczno-polityczne, socjokulturowe, ekonomiczne, techniczno-technologiczne, fizyczne itp). Jeżeli kryzysy systemu zostały spowodowane czynnikami wewnątrzsystemowymi, to system może utracić swą orientację na otoczenie. Stając się układem zamkniętym, żyje własnym życiem, koncentrując się na swych wewnętrznych problemach, przyjmując strategię izolacji. Warto chociażby wspomnieć, że systemy zamknięte charakteryzuje tendencja do maksymalizacji entropii. Jest to tendencja do maksymalnego nieładu. Oczywiście organizacje są systemami otwartymi, jednakże w sytuacjach kryzysowych mogą zachować się tak, jakby były systemami zamkniętymi.

Możliwości sterowania i opanowania sytuacji kryzysowych zależą od efektywności systemu kierowania, a także od stopnia zaawansowania kryzysu. Wystąpienie kryzysu aktywizuje część potencjału systemu przeznaczonego do opanowania kryzysu. Maleje ona w miarę narastania sytuacji kryzysowej, przy czym rośnie stopień wymagań dotyczących opanowania kryzysu. W procesie sterowania sytuacją kryzysową można wyróżnić okres łatwego opanowania kryzysu oraz moment, od którego powinna rozpocząć się jego katastrofa. Problem polega na takim użyciu potencjału systemu, przegrupowaniu sił i środków czy zmianie strategii rozwojowej, aby do tej katastrofy nie dopuścić.

Przykład 34

W sytuacjach kryzysowych wyróżnić można dwa podstawowe typy kierowania²:

- a) kierowanie aktywne, którego istotą jest podejmowanie ta-

kich działań, które przeciwdziałają możliwości pojawienia się destrukcyjnych skutków kryzysu; może ono występować w formie kierowania:

- antycypacyjnego, polegającego np. na opracowaniu planów alternatywnych opartych na przyjętej koncepcji zwalczania prawdopodobnych skutków kryzysu w organizacji,

- prewencyjnego, opartego na wykorzystaniu specjalnego systemu wczesnego ostrzegania o symptomach kryzysu oraz możliwościach szybkiego im przeciwdziałania;

b) kierowanie reaktywne, którego istotą jest zwalczanie skutków kryzysu oraz aktywna obrona przed katastrofą; występuje najczęściej w postaci:

- kierowania repulsyjnego, wymagającego centralizacji podejmowania decyzji za pomocą powołanych komórek (sztabów) antykryzysowych,

- kierowania likwidacyjnego, zmierzającego do likwidacji systemu, gdy brak możliwości uzyskania pomocy z zewnątrz organizacji.

Powracając jeszcze do kierowania w sytuacjach krytycznych, warto zwrócić uwagę na błędy najczęściej popełniane przez kierownictwo. Niemal powszechnie mamy do czynienia z:

- lekceważeniem pierwszych symptomów kryzysu, czyli ze zwłoką w działaniu;

- fałszowaniem obrazu rzeczywistości, czyli dezinformowaniem kierownictwa szczebla nadrzędnego;

- koncentracją na problemach doraźnych, czyli rutyną;

- konserwatyzmem poznawczym, czyli tzw. chciejstwem;

- błędami w organizacji procesów decyzyjnych, czyli patologiami decydowania (np. zjawisko grupowego myślenia);

- błędami w organizacji procesów informacyjnych, czyli patologiami informowania.

Nie ma większej potrzeby poświęcania uwagi wymienionym błędom. Nie jest to zresztą lista kompletna. Może nawet trudno dziwić się, że kierownictwo w systemowych sytuacjach krytycznych popełnia błędy.

W sytuacjach uważanych za normalne mamy do czynienia z wieloma charakterystycznymi niesprawnościami kierowania organizacjami. Podobnie jak w wypadku pojedynczego człowieka, także w systemach mogą być popełniane:

a) błędy orientacji – następują w procesach informacyjnych

z powodu głębokiej luki informacyjnej albo też nadmiaru informacji zbędnych;

b) błędy decyzji – zdarzają się w procesach decyzyjnych z powodu braku umiejętności (lub warunków) dokonywania racjonalnych wyborów celów, sposobów i środków działania;

c) błędy realizacji – zdarzają się w procesach roboczych (wykonawczych) z powodu braku umiejętności (lub warunków) wykonywania powziętych decyzji.

Wszystkie rodzaje błędów są najczęściej skutkiem niskiej efektywności poszczególnych podsystemów organizacji (systemu decyzyjnego, systemu informacyjnego, systemu wykonawczego). Błędy pogłębiają nieefektywność organizacji: błędy orientacji mogą przynosić błędy decyzji, te zaś rodzą błędy realizacji. Ogólnie rzecz biorąc, skutkiem wymienionych błędów jest niska efektywność organizacji, niewykonywanie zadań, zmierzanie ku systemowym sytuacjom krytycznym. Trzeba wyraźnie podkreślić, że zasadniczych przyczyn popełnianych błędów należy doszukiwać się w sferze regulacji, w funkcjonowaniu systemów kierowania.

Poza błędami o charakterze incydentalnym większość błędów bierze się z istnienia tzw. barier efektywności. Mają one bardzo różne źródła, na przykład wynikają z patologii zachowań, niesprawności struktur, nieracjonalnego kształtowania procesów rozwoju, a także niewłaściwych norm i wzorców kulturowych.

Jako barierę efektywności w organizacji określać będziemy zespół czynników, względnie stałych (strukturalnych, funkcjonalnych i rozwojowych), ugruntowanych na tradycji, doświadczeniach, nawykach, niekiedy ustaleniach doktrynalnych, które trwale uniemożliwiają efektywne działania (wzrost efektywności).

Najogólniej – przez analogię do podstawowych rodzajów błędów – można wyróżnić (Sienkiewicz, 1985):

- 1) barierę informacyjną;
- 2) barierę decyzyjną;
- 3) barierę realizacji.

Każdą z tych barier rodzą swoiste przyczyny, każda przynosi charakterystyczne skutki. Narzędziem racjonalnej analizy związków przyczynowo-skutkowych, w kontekście owych barier efektywności, jest analiza systemowa, przy czym służy ona nie tyle poznaniu tych związków, co znalezieniu środków pokonania barier lub niedopuszczenia w ogóle do ich powstania. Trudno nie

przeceniać tak sformułowanego celu analizy systemowej barier efektywności. Gdy analiza systemowa uniemożliwia chociażby mylenie skutków z przyczynami i kieruje uwagę przede wszystkim na usuwanie przyczyn powstawania błędów i barier efektywności w systemach, jest to już jej nie kwestionowana wartość.

Do powszechnych sytuacji krytycznych w organizacjach należy zaliczyć konflikty. Są one interesującym przedmiotem badań i analiz, choć wiele jeszcze zagadnień dotyczących przyczyn i skutków różnego rodzaju konfliktów organizacyjnych (a więc społecznych w swej istocie) budzi liczne spory i emocje³.

Niewątpliwie konflikt jest procesem przebiegającym w określonym kontekście społecznym, w którym grupa bądź jednostka dąży do zaspokojenia własnych potrzeb, realizacji własnych interesów, gdy inna grupa lub jednostka dąży do celów identycznych lub podobnych. Warunki te powodują, że w pewnym miejscu i czasie zostają ujawnione i przeciwstawione kolidujące ze sobą tendencje, niezgodne cele, sprzeczne interesy itp. Interesujące nas konflikty mogą zachodzić wewnątrz danej organizacji (między uczestnikami, grupami, podsystemami) bądź między różnymi organizacjami uwikłanymi w określone działania społeczne, gospodarcze itp. Konflikty mogą się różnić nie tylko przyczynami i skutkami, lecz np. zasięgiem, czasem trwania, intensywnością przebiegu itp. Z sytuacjami konfliktowymi są związane nie tylko zastosowania teorii gier w procesie ich modelowania, ale także związane z nimi sytuacje typu dylematy społeczne czy pułapki społeczne (H a n k i s s, 1986). Dylemat społeczny jest taką sytuacją decyzyjną (konfliktową), w której uczestniczące strony, zabiegając o urzeczywistnienie własnych interesów, w rezultacie zarówno każda z osobna, jak i obie razem, wychodzą na tym gorzej, niż gdyby interesy te ze sobą uzgodniły. Z kolei, pułapka społeczna (social gap) jest takim błędnym kołem, nie kontrolowanym przez społeczeństwo automatyzmem, który wytworzył się w wyniku złego, samolubnego rozwiązania dylematu społecznego i który prowadzi do rezultatu sprzecznego z zamiarami podejmujących decyzję: „zamiast umożliwić im uzyskanie pożądanego dobra, właśnie pozbawia ich bądź co najmniej utrudnia czy nawet uniemożliwia ich zdobycie”. Są to sytuacje coraz powszechniejsze we współczesnym świecie i coraz bardziej złożone. Coraz też częściej stają się przedmiotem analizy systemo-

wej, od której oczekuje się rekomendacji sposobów rozwiązania złożonych, systemowych sytuacji konfliktowych. W pewnych sytuacjach analityk sięga do metod gier, posługując się modelami sytuacji antagonistycznych lub kooperacyjnych, w zależności od cech konfliktów⁴.

Przykład 35

Rozpatrzmy formalny model sytuacji konfliktowej, dla której punktem wyjścia jest pojęcie konfiguracji: $C = \langle X, \varphi \rangle$, czyli dany jest zbiór obiektów X oraz funkcja φ charakteryzująca zachodzące zmiany między tymi obiektami, taka, że dla obiektów $x, y \in X$ powiemy:

- jeśli $\varphi(x, y) = +1$, to x, y są w przyjaźni;
- jeśli $\varphi(x, y) = -1$, to x, y są w konflikcie;
- jeśli $\varphi(x, y) = 0$, to x, y są neutralne.

Konfiguracja $C = \langle X, \varphi \rangle$, w której każdemu obiektowi $x \in X$ przyporządkowano nieujemną liczbę rzeczywistą za pomocą funkcji $\mu(x)$, określona jest jako sytuacja $S = \langle X, \varphi, \mu \rangle$. Jeśli dla danej sytuacji S określono co najmniej dwa obiekty $x, y \in X$, takie że $\varphi(x, y) = -1$, to sytuację tę określa się jako konfliktową. Rozwój sytuacji konfliktowych badany jest z trzech punktów widzenia, tzn. biorąc pod uwagę⁵:

- własności relacji przyjaźni i relacji konfliktu;
- siłę obiektu;
- podział łupu, czyli tego, o co strony konfliktu ubiegają się i co stanowi dla nich przedmiot pożądania.

Analiza sytuacji konfliktowych prowadzi do określenia warunków koniecznych do stworzenia sytuacji stabilnej, sposobów tworzenia koalicji i wyboru racjonalnych strategii.

Przykład 36

Jednym z najbardziej spektakularnych przykładów analizy sytuacji konfliktowych jest przykład kryzysu kubańskiego w 1962 r., wielokrotnie opisywany w wielu publikacjach⁶. Przypomnijmy fakty: po klęsce Amerykanów w Zatoce Świń Rosjanie postanowili zwiększyć swoje wpływy w tym rejonie i zainstalować balistyczne

pociski raketowe na Kubie. W trybie przyspieszonym zebrał się Komitet Wykonawczy Krajowej Rady Bezpieczeństwa USA, po czym prezydent J.F. Kennedy wydał rozkaz blokady morskiej Kuby. Postawiony wobec konieczności próby sił N.S. Chruszczow ustąpił i wycofał pociski raketowe z Kuby.

W procesie przygotowania decyzji o sposobie rozwiązania kryzysu dyskutowano następujące warianty:

- (1) Pozostawić sprawy własnemu biegowi i nie podejmować żadnych działań, co mogłoby oznaczać porażkę strony amerykańskiej.
- (2) Prowadzić negocjacje z F. Castro, co było równoznaczne z pertraktacjami z ZSRR.
- (3) Dokonać inwazji, co niesłoby niebezpieczeństwo wybuchu wojny.
- (4) Wykonać precyzyjny atak lotniczy.
- (5) Rozwinąć ofensywę dyplomatyczną, co wymagało dość znacznego czasu.
- (6) Zaproponować zmiany sprowadzające się do tego, aby w zamian za zlikwidowanie instalacji na Kubie strona amerykańska zlikwidowała swoje bazy we Włoszech i Turcji.
- (7) Dokonać morskiej blokady Kuby.

Wiadomo jest, że J.F. Kennedy traktował kryzys kubański jako sytuację konfliktową typu gra strategiczna, a więc rozgrywkę z przeciwnikiem współkształtującym i współodpowiedzialnym – przez swoje decyzje – za rozwój sytuacji⁷.

Przykład 37

Ograniczeniem polityki społeczno-gospodarczej są także pewne bariery. Pojawiają się one najczęściej przy nadmiernym forsowaniu tempa wzrostu gospodarczego, ale również w wyniku radykalnego przestawienia gospodarki na nowe kierunki rozwoju. Mogą stanowić przeszkodę dla np. preferowanego wzrostu gospodarczego.

Ekonomiści wymieniają następujące bariery:

- bariera konsumpcji (pojawia się w przypadku nadmiernego wzrostu stopy inwestycji);
- bariera żywnościowa (wiąże się przede wszystkim z niskim poziomem produkcji rolnej);

- bariera siły roboczej (dotyczy realnych możliwości wzrostu liczby zatrudnionych w okresie szybkiego zwiększenia stopy inwestycji);
- bariera surowcowo-materialowa (gdy zapotrzebowanie na różnorodne surowce, materiały, paliwa i energię przewyższa możliwości jego zaspokojenia z zasobów krajowych);
- bariera handlu zagranicznego (wyrażają ją ograniczenia dewizowe w handlu zagranicznym);
- bariera technologiczna (pojawia się np. w przypadkach starzejącego się parku maszynowego, dekapitalizacji majątku trwałego);
- bariera ekologiczna;
- bariery organizacyjne i instytucjonalne (gdy utrzymywane są przestarzałe struktury organizacyjne, nadmiernie scentralizowane systemy kierowania itp.).

Stwierdzenie sprzężeń zwrotnych między poszczególnymi dziedzinami „barierotwórczymi”, w istocie także „konfliktogennymi”, nie sprawia większych trudności. Podobnie jak dostrzeżenie szczególnego zagrożenia w sytuacjach, w których następuje spiętrzenie kilku różnych barier (ma to miejsce w konfliktowych sytuacjach kryzysowych).

Trudności sprawia analiza związków przyczynowo-skutkowych oraz sprzężeń zwrotnych, które tworzą niekiedy swoistą mozaikę nieliniowych sprzężeń dynamicznych, a przede wszystkim prognozowanie przebiegu podstawowych procesów. Diagnozy powinny dawać realistyczną ocenę aktualnych stanów poszczególnych, wzajemnie sprzężonych systemów. Analiza systemowa, opierając się na wynikach diagnoz i prognoz, powinna dostarczyć kierownictwu danych koniecznych do racjonalizowania decyzji. Nie oznacza to wcale, że analiza systemowa uchroni organizację przed powstaniem barier i kryzysu, lecz że powinna zmniejszać prawdopodobieństwo ich wystąpienia. W ostatnich latach wyodrębniła się, względnie samodzielna, dziedzina praktycznych analiz systemowych określana jako „Crisis Management”⁸. Celem „zarządzania kryzysem” jest identyfikacja sytuacji kryzysowej, a następnie określenie takich działań, których podjęcie powinno nie dopuścić do przekształcenia sytuacji w otwarty konflikt. Pomimo wielu pomyślnych procesów politycznych na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych nic nie wskazuje na to, że „krytyczne sytuacje systemowe” przestały być immanentną cechą współczesnych systemów działania⁹.

- ¹ H. Białyszewski, *Sprzeczności i konflikty interesów: Wybrane problemy teoretyczne marksizmu-leninizmu w myśli współczesnej*, KiW, W-wa 1981.
- ² Szerzej na ten temat w pracy B. Wawrzyniak, *Zarządzanie w kryzysie*, PWE, W-wa 1985.
- ³ Etymologiczne słowo „konflikt” pochodzi od łacińskiego „conflictus”, które pierwotnie znaczy „zdarzenie”. *Słownik wyrazów obcych* wydany przez PWN definiuje konflikt jako wszelkie zetknięcie się sprzecznych dążeń, niezgodności interesów, poglądów, antagonizm, kolizję, spór o zatarg. M.K. Mlicki, *O pojęciu konfliktu społecznego*, „Studia Socjologiczne” 1986, nr 1 (100).
- ⁴ „Na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych nawracający kryzys środowiska naturalnego, a następnie surowcowy i energetyczny z dramatyczną siłą zwrócił uwagę całej ludzkości na niebezpieczeństwa kryjące się w bezwzględnym i nieograniczonym wyścigu partykularnych interesów i na palącą potrzebę wypracowania strategii kooperacyjnych (Hankiss, 1986, s. 16).
- ⁵ Szerzej na ten temat w pracy Z. Pawłak, *O konfliktach*, W-wa 1987.
- ⁶ Na przykład L. Weres, *Teoria gier w amerykańskiej nauce o stosunkach międzynarodowych*, Poznań 1982; M. Crozier, E. Friedberg, *Człowiek i system. Ograniczenia działania zespołowego*, W-wa 1982.
- ⁷ Warto sięgnąć do pamiętników R. Kennedy’ego, z których dowiadujemy się, że „Prezydent od początku przyjął założenia, iż radziecki przywódca jest racjonalnym, inteligentnym człowiekiem, który nie będąc zmuszony działać pod presją czasu zmieni swoje stanowisko w obliczu naszej determinacji. Jednakże zawsze istniało ryzyko błędnej kalkulacji lub nieporozumienia i prezydent Kennedy był zobowiązany podjąć wszelkie możliwe starania, aby zmniejszyć to ryzyko po naszej stronie”. Innym interesującym stwierdzeniem jest uwaga, iż „osoby zasiadające w Komitecie były ludźmi znakomitymi, zdolnymi, w pełni oddanymi narodowi amerykańskiemu oraz sprawie, której służyli. Jednakże, jeśli sześciu z nich pias-towałoby godność prezydenta USA, to i świat mógłby się rozlecieć na kawałki” (wg. L. Weres, wyd. cyt.).
- ⁸ Wiosną 1993 r. w Centrum Informatyki Akademii Obrony Narodowej odbyło się pierwsze polsko-amerykańskie seminarium nt. „Crisis Management”.
- ⁹ W najnowszym roczniku Międzynarodowego Instytutu Badań Pokojowych SIPRI w Sztokholmie można znaleźć następujące wnioski: (1) Prawdopodobieństwo wojny w kosmosie jest dziś najmniejsze w całym ostatnim dziesięcioleciu. (2) Mocarstwa się rozbrajają, światowy handel bronią maleje, ale lokalne konflikty toczą się z podobną mocą. (3) Koniec konfrontacji Wschód-Zachód zwiększa raczej, niż zmniejsza niebezpieczeństwo proliferacji broni jądrowej.

7. PLANOWANIE ROZWOJU

Trudno byłoby dziś spotkać dorzeczne opinie podważające sens planowania w ogóle, podobnie jak trudno byłoby zastosować w praktyce efektywne, skuteczne metody planowania społecznego, planowania rozwoju organizacji o różnej skali wielkości. Powszechna jest świadomość, że np. planowanie gospodarcze jest konieczne, lecz towarzyszy jej nader sceptyczna ocena nie tylko wartości metod planowania, ale przede wszystkim skutków planowego działania w latach minionych. Należy jednak zgodzić się z sądem, że ludzie nie planują przegrywać, przegrywają, bo nie planują.

Na początku lat sześćdziesiątych pojawiły się nowe metody i techniki planistyczne, od których oczekiwano racjonalizacji planowania, ale nade wszystko wzrostu efektywności kierowania. Jedną z nich była analiza systemowa.

I chociaż trudno jest znaleźć zbyt wiele przykładów efektywnych zastosowań analizy systemowej w planowaniu rozwoju, to skutki niesystemowego planowania są szczególnie dokuczliwie odczuwane w wielu dziedzinach społeczno-ekonomicznych.

Organizacji dotyczy tzw. paradoks planowania, sformułowany przez Jay Forrestera. Polega on na tym, że systemy społeczne (Gościński, 1982, s. 143): „potrzebują planowania, często nie akceptują planowania, są wpędzane w kłopoty w tych sprawach, w których planowanie miało przynieść właśnie ulgę i wsparcie”. Niekiedy planowanie przeradzało się w pewien rytuał, sztukę dla sztuki i nie stanowiło instrumentu kierowania.

Ze względu na antyintuicyjny¹ charakter systemów społecznych, Jay Forrester uważa, że planowanie krótkookresowe stoi często w sprzeczności z planowaniem długookresowym i celami strategicznymi organizacji.

Ujęcia planowania i poglądów na temat cech planów są liczne i różnorodne. Jeden tylko wniosek jest bezdyskusyjny: plan i planowanie są nieodłącznymi elementami systemu kierowania.

Warto poświęcić kilka zdań samej definicji planu (planowania). Oto kilka częściej spotykanych²: (1) „Plan jest zapisem złożonego zbioru wzajemnie na siebie oddziałujących decyzji” (R.L. Ackoff); (2) „zbiór decyzji planistycznych dotyczących gospodarki narodo-

dowej" (J. Kryński); (3) „zbiór wskaźników, który charakteryzuje pożądaný stan systemu (...), określony w stosunku do pewnego kryterium (...) oraz wybranych przez planującego środków jego realizacji (...) przy uwzględnieniu wpływu czynników niesterowalnych" (J. Z. Majminas). A teraz kilka definicji planowania: „Planowanie jest to coś, co robimy przed podjęciem działania. Znaczy to, że jest ono antycypacyjnym podejmowaniem decyzji" (R.L. Ackoff); „(...) odpowiednio uporządkowany zbiór czynności i procesów myślowych realizowanych przez powołany do tego zespół ludzi (planistów), którzy zajmują się przygotowaniem wszelkich niezbędnych przesłanek i podstaw do podejmowania decyzji, a także przygotowaniem sposobu uruchomienia działań mających doprowadzić do osiągnięcia świadomie dobranych przyszłych stanów obiektu obejmowanego planowaniem" (K. Porwit).

Na pewno należy zgodzić się, że planowanie jest pracą związaną z opracowaniem planu oraz że jest jedną z klasycznych funkcji kierowania (zarządzania). Planowanie jednak nie powoduje bezpośredniej zmiany w otaczającym nas świecie – w organizacji i jej otoczeniu. Samo opracowanie planu nie zmienia czegokolwiek w organizacji, poza – być może – świadomością uczestników planowania. Muszą zostać uruchomione określone środki potrzebne do dokonania zmian (lub przeciwdziałania zmianom niepożądanym) zgodnie z postulatami zawartymi w planie. Ale potrzebne są decyzje i ich konsekwentna realizacja oraz wola kierownictwa i realizatorów planów.

Jedną z nielicznych prób opracowania podstaw teorii planowania były cokolwiek zapomniane już propozycje Henryka Greniewskiego (Greniewski, 1970). Były one formułowane na gruncie cybernetyki. Przedmiotem planu jest określenie systemu np. o dwóch wejściach: sterowalnych (środki) i niesterowalnych (okoliczności) i jednym wyjściu (cel). Plan tworzą następujące elementy:

- rozwiązanie, część produkcyjna;
- rozwiązanie, część imperatywna;
- baza teoretyczna;
- zadanie.

Między planującym a poszczególnymi elementami planu istnieją odpowiednie relacje: przewidywania, nakazywania, stwierdzenia, zamierzenia.

Przykład 38

Dla systemu opisanego za pomocą trajektorii wejść (f_1, f_2) , trajektorii wyjścia (g) i determinatora wyjścia (D) tworzona jest następująca formalna struktura planu:

- I. Zadanie: zamierzam, aby $g(t_0 + 1) = z_0$.
- II. Rozwiązanie, część imperatywna:
nakazuję, aby $f_1(t_0) = x_0$.
- III. Rozwiązanie, część predykcyjna:
przewiduję, że $f_2(t_0) = Y_0$.
- IV. Baza teoretyczna: stwierdzam, że dla wszystkich $t = 0, 1, 2, \dots$

$$g(t+1) = D[f_1(t), f_2(t)].$$

Rozpatrując gospodarkę narodową jako wielki system działania, stwierdza się konieczność jednoczesnego funkcjonowania planów o różnym horyzoncie czasowym. Mimo licznych kontrowersji metodologicznych i praktycznych uznaje się planowanie za niezbędne do racjonalnego podejmowania decyzji w świetle wszystkiego, co można antycypować. Taka jest zasadnicza rola planów³.

Jakie cechy powinien mieć dobry plan? Czesław Bobrowski wymienia trzy wymogi (1982):

a) plan powinien uwzględniać ograniczenia, tzn. te dane egzogeniczne, których planista nie jest w stanie zmodyfikować – w przeciwnym razie plan byłby niewykonalny;

b) plan powinien być wewnętrznie zgodny, co oznacza nie tylko niestawianie sobie jawnie sprzecznych celów, lecz również wyeliminowanie ukrytych sprzeczności;

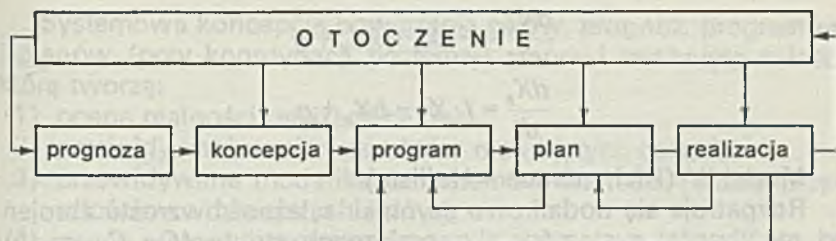
c) plan powinien być optymalny, tzn. najlepszy (w sensie przyjętych kryteriów) spośród planów dopuszczalnych.

Analiza systemowa dodaje do powyższych wymogów identyfikację ogólnych warunków systemowych, od których nie można uciec w procesie planowania. Do nich można zaliczyć np. następujące:

– żaden rozwiązywany problem, który jest przedmiotem planu, nie istnieje w izolacji, lecz jest sprzężony z wieloma innymi (zlokalizowanymi zarówno w organizacji, jak i w jej otoczeniu);

– rozwiązanie jednego problemu natychmiast stwarza następne;

– racjonalny „łańcuch działania”, którego elementem jest planowanie, ma postać (rys. 20): diagnoza- prognoza- program- plan.



Rys. 20. Schemat systemowego planowania rozwoju

Przykład 39

Klasycznym już dziś modelem analizy systemowej są modele „wyścigu zbrojeń”, służące do analizy stosunków między dwoma państwami, które charakteryzują:

- budżety wojskowe jako czynniki, których wzrost stymuluje napięcia polityczne i konflikty militarne;
- obroty handlu międzynarodowego jako czynniki stymulujące pokojowy rozwój stosunków międzynarodowych.

Model I

Analizowany jest „wyścig zbrojeń” dwóch stron, które charakteryzuje poziom zbrojeń X_A, X_B oraz współczynniki reakcji na zbrojenia strony przeciwnej:

$$\frac{dX_A}{dt} = kX_B \qquad \frac{dX_B}{dt} = l \cdot X_A$$

Model II

Rozpatruje się dodatkowo wpływ ograniczeń ekonomicznych, obniżających tempo wzrostu zbrojeń (a, b – współczynniki „zmęczenia” gospodarek stron A i B):

$$\begin{aligned} \frac{dX_A}{dt} &= kX_B - aX_A \\ \frac{dX_B}{dt} &= l \cdot X_A - bX_B \end{aligned}$$

Model III

Rozpatruje się dodatkowo czynnik „pretensji” (współczynniki $g, h > 0$ i „dobrej woli” $g, h < 0$):

$$\frac{dX_A}{dt} = -aX_A + kX_B + g$$

$$\frac{dX_B}{dt} = l \cdot X_A - bX_B + g$$

Model IV (Richardsona – Hollista)

Rozpatruje się dodatkowo czynniki: zależność wzrostu zbrojeń od możliwości systemów ekonomicznych strony (C_A, C_B, m, n) i stopień rozwoju technologicznego (W_A, W_B, e, f):

$$\frac{dX_A}{dt} = kX_B - aX_A + (eW_A - mC_A) + g$$

$$\frac{dX_B}{dt} = l \cdot X_A - bX_B + (fW_B - nC_B) + h$$

Przytoczone modele mogą być instrumentem wspomagającym planowanie rozwoju systemu obronnego państwa, a w każdym razie stanowią próbę opisu dynamiki istotnych czynników rozwojowych.

Klasycznym już dziś przykładem systemowego planowania jest, wspomniany w części pierwszej tej książki, wprowadzony przez Roberta S. McNamarę modus operandi, który stał się znany jako System Planowania – Programowania – Budżetowania (PPBS). Składał się on z trzech etapów:

- 1) określenie wymagań militarnych w związku z daną misją;
- 2) sformułowanie i rewizja programów;
- 3) przygotowanie wielkości szacunkowych rocznego budżetu.

Proces zaczyna się od określenia ogólnej polityki kraju, z której wynikają podstawowe wytyczne dla opracowania „przesuwego” planu połączonych strategicznych celów, przygotowywanych co roku, w celu zestawienia potrzeb sił zbrojnych z misjami militarnymi. Na tym etapie szczególną rolę odgrywają analizy systemów oraz długookresowe prognozowanie rozwoju techniki. Druga faza PPBS polega na ustaleniu realizacji celów, które przygotowuje się co roku na bazie pięcioletniego okresu oraz wycenia się koszty na podstawie analiz systemowych opracowanych w poprzedniej fazie. Jej końcowym rezultatem jest „Five – Year Force Structure and Financial Plan”, publikowany co roku przez Sekretarza Obrony. Trzecia faza to opracowanie rocznego budżetu, który wynika z pierwszego roku kolejnego finansowego planu pięcioletniego.

Systemowa koncepcja powiązania celów, prognoz, programów i planów (przy koordynacji poziomej) stanowi zamkniętą całość, którą tworzą:

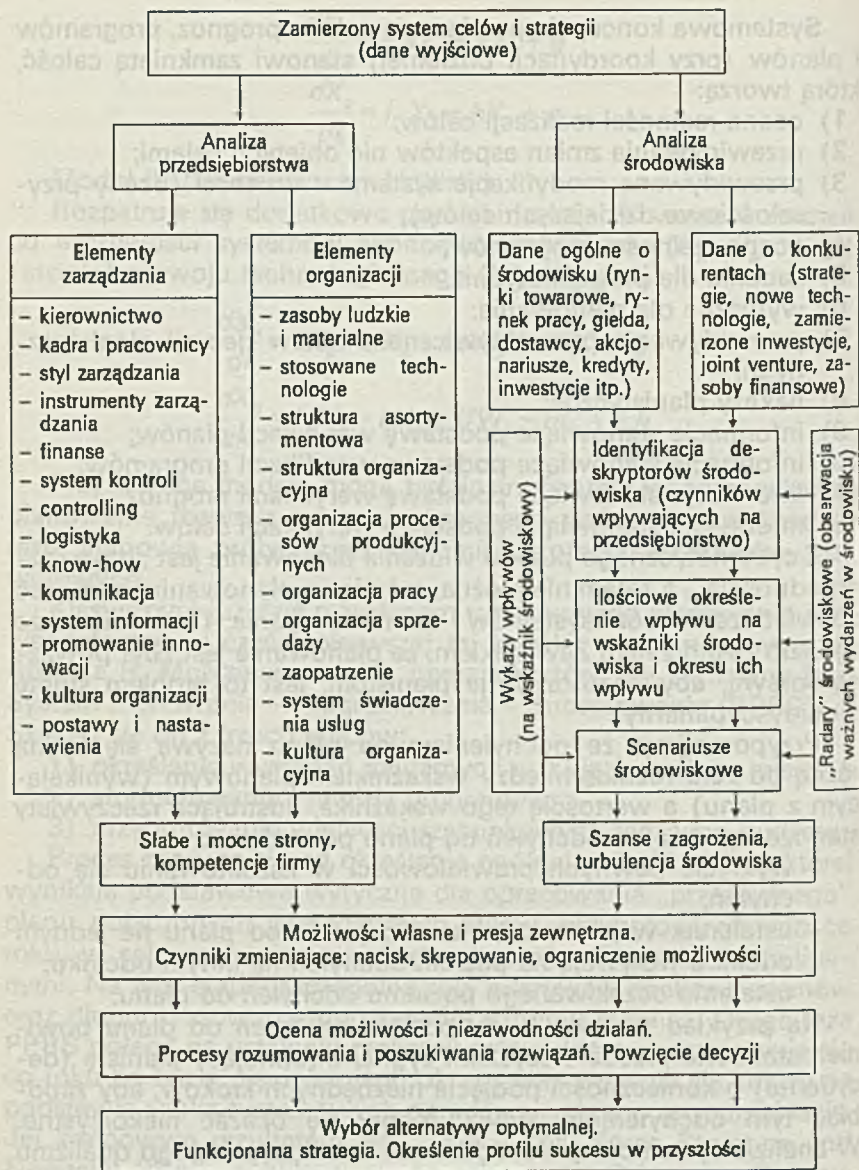
- 1) ocena realności realizacji celów;
- 2) przewidywania zmian aspektów nie objętych celami;
- 3) przewidywane modyfikacje systemów wartości (oceny przyszłościowe dzisiejszych celów);
- 4) ocena realności programów;
- 5) zadania dla programowania;
- 6) wytyczne dla planowania;
- 7) przewidywania perspektywiczne skutków decyzji planistycznych;
- 8) nakazy planistyczne;
- 9) informacje stanowiące podstawę weryfikacji planów;
- 10) informacje stanowiące podstawę weryfikacji programów;
- 11) informacje stanowiące podstawę weryfikacji prognoz;
- 12) informacje stanowiące podstawę weryfikacji celów.

Z cybernetycznego punktu widzenia planowanie jest „grą z różnorodnością”, a zatem nie można, mówiąc o planowaniu, odrzucać doświadczeń z teorii systemów i teorii sterowania. Trzeba się także zgodzić z Andrzejem Zawiślakiem, że planowanie jest zbyt poważną sprawą, aby pozostawić je planistom; jest to problem stricte multidyscyplinarny⁴.

Przypomnijmy, że odchyleniem od planu nazywa się każdą różną od zera różnicę między wskaźnikiem planowym (wynikającym z planu) a wartością tego wskaźnika, ilustrującą rzeczywisty stan rzeczy. Analiza odchyleń od planu pozwala na:

- wykrycie pewnych prawidłowości w kształtowaniu się odchyleń;
- ustaleniu, w jakim stopniu odchylenia od planu na jednym odcinku wpływają na poziom odchyleń na innym odcinku;
- ustaleniu oczekiwanego poziomu odchyleń od planu.

Na przykład przewidywany poziom odchyleń od planu powinien stanowić przede wszystkim sygnał informujący planistę (decydenta) o konieczności podjęcia niezbędnych kroków, aby zapobiec tym odchyleniom, gdyby mogły się okazać niekorzystne. W analizie systemowej nie można nie dostrzec pewnego dualizmu w organizacji, a mianowicie sfery procesów, które powinny być przedmiotem planowania, oraz sfery zjawisk, mogących być przedmiotem samoregulacji. Samoregulacja jest wszak jedną z cech



Rys. 21. Zintegrowany proces zarządzania strategicznego

Źródło: J. Penc, Zarządzanie w przedsiębiorstwie przyszłości (cz. 2), „Problemy” nr 11/1992.

organizacji i powinna niejako wspomagać planowanie. Nie ma sensu, gdyż to kosztuje, co dzięki samoregulacji, a więc niejako „za darmo”, zmierzać będzie do pożądanych stanów systemu.

Ostatnie lata przyniosły szczególne zainteresowanie planowaniem strategicznym, które jest „ciągłym poszukiwaniem i odkrywaniem” koncentrującym się na aktywnym (kreatywnym i antycypacyjnym) dostosowaniu organizacji do zmieniających się warunków zewnętrznych i wewnętrznych. Pozytywnym i oczekiwanym efektem tego procesu jest „integralny rozwój organizacji”⁵. Uważa się, że w procesie planowania strategicznego należy udzielić odpowiedzi na trzy podstawowe pytania:

- dokąd zmierzasz (określenie misji organizacji)?
- w jakim środowisku i otoczeniu się znajdujesz?
- gdy się tam dostaniesz, dokąd zmierzasz?

Ogólny model zarządzania strategicznego, w tym planowania organizacji, przedstawiono na schemacie⁶ (rys. 21).

Nietrudno jest dostrzec znaczne podobieństwo zagadnień i kwestii podejmowanych w planowaniu strategicznym z listą pytań, na które odpowiedzi poszukuje analityk systemów.

Planowanie strategiczne obejmuje proces opracowania BIZNES PLANU jako podstawowego instrumentu kierowania firmą⁷. Jego zadaniem jest przeprowadzenie wszechstronnej analizy możliwości funkcjonowania firmy oraz oceny i wyboru różnorodnych możliwości efektywnego działania. Biznes plan jest szczegółowym opisem ustaleń, które określają dlaczego i jak firma jest zdolna do realizacji szczegółowych zadań.

Przykład 40

Biznes plan może być zbudowany z podanych poniżej składowych (w zależności od konkretnego biznesu niektóre składowe można pominąć lub zmienić)

Biznes plan:

- powinien zawierać się na 20–40 stronach + załączniki;
- tworzony jest dla ludzi, dlatego musi być przejrzysty i czytelny;
- aby był efektywny, musi być rzetelny;
- nie powinien być zbyt skomplikowany (bez wchodzenia w detale);
- powinien być wizualnie przekonujący (wykresy, tabele);
- powinien zawierać projekt rozwoju na trzy, cztery lub pięć lat.

BIZNES PLAN

- Streszczenie. (Ujęcie syntetyczne)
 - Do 3 stron.
 - Ogólny obraz produktu, usługi, lokalizacja, rynek zbytu, zalety umiejętności kierownictwa, cele finansowe, projektowany rozwój.
- Dane podstawowe. (Biznes)
 - Opis produktu lub usługi.
 - Lokalizacja.
 - Dotychczasowe doświadczenia.
 - Cele i filozofia działania.
 - Wyjaśnienie dlaczego biznes skazany jest na sukces.
- Opis przedsięwzięcia.
 - Etapy rozwoju przedsięwzięcia. (Planowanie strategiczne)
 - Dział sprzedaży.
 - Metody sprzedaży i dystrybucji.
 - Reklama i promocja.
 - Zakładane zmiany w asortymencie oraz zmiany cen.
- Personel kierowniczy.
 - Nazwiska, pełnione funkcje, doświadczenia, dokonania.
- Ocena rynku.
 - Opis luki rynkowej, jej rozmiar, charakterystyka, rozwój, liczba konsumentów i ich potrzeby.
 - Opis konkurencji
 - Firmy stanowiące konkurencję + krótka charakterystyka.
 - Porównanie swojego biznesu z tymi firmami.
- Dane finansowe.
 - Wprowadzenie. Cel planowania i kontroli, korzystanie z zysków i pieniędzy inwestorów.
 - Zarys dotychczasowych wyników finansowych.
 - Projektowane zyski.
 - Projekty przepływu gotówki.
 - Obecne zestawienie finansowe.
 - Sprzęt i wyposażenie.
 - Personel i wynagrodzenia.
 - Analiza finansowa. Źródło i przeznaczenie funduszy, główne współczynniki i dane statystyczne, dodatkowe źródła finansowania.
- Dokumenty pomocnicze.

Mimo licznych kontrowersji, problematyka planowania rozwoju społeczno-gospodarczego i planowania obronnego kraju, z zastosowaniem analizy systemowej, długo znajdować się będzie w centrum zainteresowania teoretyków i praktyków planowania. Powinno to przyczynić się do powstania nowych modeli rozwoju⁸, których zastosowanie w praktyce planistycznej mogłoby wpłynąć na wzrost niezawodności i wiarygodności planowania społecznego. Dotyczy to przede wszystkim planowania strategicznego, godzi się zaś przypomnieć w tym miejscu myśl Seneki, iż „żeglarzowi każdy wiatr w oczy, jeśli nie zna portu, do którego zmierza”. Abraham Lincoln jest natomiast autorem innego godnego przypomnienia powiedzenia: „Gdybyśmy mogli wcześniej wiedzieć, gdzie jesteśmy i dokąd zdążamy, moglibyśmy lepiej ocenić, co zrobić i jak to zrobić”.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 7, CZ. II

- ¹ Oznacza to, że usprawnianie funkcjonowania organizacji przy pomocy tzw. zdrowego rozsądku bardzo często prowadzi do efektów przeciwnych niż założono.
- ² Na przykład praca zbiorowa, *Informacyjne problemy planowania*, PWE, Warszawa 1982.
- ³ Obecnie uważa się, że planowanie jednoroczne nie ma większego znaczenia w systemie planowania, słabością zaś planowania w PRL był brak planowania wieloletniego (poza próbą Michała Kaleckiego). Szerzej na ten temat np. „Gospodarka Planowa” 1986, nr 12.
- ⁴ A. Zawiaślak, *Organizacja i planowanie. Ujęcie systemowe*, PWE, Warszawa 1978.
- ⁵ A. Klasik (red.), *Planowanie strategiczne*, Warszawa 1993.
- ⁶ J. Penc, *Zarządzanie w przedsiębiorstwie przyszłości (cz. 2)*, „Problemy” nr 11, 1992.
- ⁷ W.M. Grudzewski, *Biznes plan podstawowym instrumentem kierowania firmą*, Warszawa 1993.
- ⁸ Przykładem takiego modelu może być praca S. Piaseckiego: *Model rozwoju społeczno-gospodarczego kraju*, IBS PAN, Warszawa 1988. Powstała ona w ramach problemu MR.1.30 i obejmowała następujące modele cząstkowe: rozwoju społecznego, gospodarki narodowej, współpracy międzynarodowej i zmian środowiska.

8. ANALIZA EFEKTYWNOŚCI

Pojęcie „efektywność” wywodzi się z łacińskiego „effectus – skutek, effectivus – skuteczny”. W języku polskim spotykamy najczęściej takie określenia, jak na przykład: „efektywność – pozytywny wynik, skuteczność, sprawność” (*Mały słownik języka polskiego*, 1968) albo „efektywność – pozytywny wynik, skuteczność, sprawność” (*Słownik wyrazów obcych*, 1967). Przypomnienie znaczenia podstawowego dla analizy systemowej pojęcia ma zapobiec dość częstym nieporozumieniom – a także zwyczajnemu nadużywaniu „efektywności” w różnego rodzaju rozważaniach polityczno-społecznych, ekonomicznych, gospodarczych czy też technicznych. Wcześniej przyjęliśmy traktować efektywność jako kategorię systemową, immanentną cechę każdej organizacji (Sienkiewicz, 1987). Punktem wyjścia do sformułowania koncepcji efektywności przydatnej w analizie systemowej jest pojęcie potrzeby, czyli takiej cechy systemu, ze względu na którą warunkiem niezakłóconego funkcjonowania systemu jest pewien określony stan jego otoczenia (np. potrzeba rozwoju, zachowania równowagi dynamicznej, zaspokojenie zapotrzebowania otoczenia na określone dobra itp.). Niezaspokojenie potrzeb powoduje zakłócenia funkcjonowania systemu, co może oznaczać naruszenie wartości takich cech systemowych, jak: stabilność, równowaga, kreatywność itp.

Możliwość zaspokajania potrzeb wyraża potencjał systemu. Zdolność trwania (przetrwania) i rozwoju systemu jest zdolnością racjonalnego użycia potencjału w procesie zaspokajania potrzeb.

W pierwszym ujęciu efektywność systemu jest relacją systemową między potrzebami (bieżącymi lub przyszłymi) a potencjałem systemu (użytym lub przewidywanym do użycia).

$$\begin{aligned} & \text{POTRZEBY CELE} \longleftrightarrow \text{STRATEGIA SYSTEMU} \\ & \text{POTENCJAŁ} = f(\text{SKŁAD, STRUKTURA, ZASOBY}) \\ & \text{EFEKTYWNOŚĆ} = \varphi(\text{POTRZEBY, POTENCJAŁ, WARUNKI}) \end{aligned}$$

W dosłownym znaczeniu system jest efektywny, jeżeli wywołu-
je (lub może wywołać) określony (zamierzony) efekt. Efekty zaś
mogą być dodatnie i mogą być ujemne. Pierwsze efekty nazywa się
najczęściej korzyściami, drugie – nakładami (kosztami, stratami).
W różnych okresach działania systemu relacje między korzyściami
i nakładami mogą być różne, a jeszcze inaczej relacje te mogą się
ukształtować po zakończeniu realizacji długofalowego zadania.
Aprobata uzyska takie działanie systemu, w którym korzyści domi-
nują nad nakładami. W analizie systemowej sprowadza się niekiedy
omawianą relację do tzw. analizy koszt – efekt.

Najczęściej spotykane ujęcie efektywności systemu określa ją
jako relację między korzyściami (zyskiem lub dochodem) a nak-
ładami, która przyjmuje najczęściej formalną postać różnicy
lub ilorazu wyróżnionych wielkości. Z kilku powodów wygod-
niejsza jest postać ilorazu dwóch wielkości, z których jedna jest
oceniana pozytywnie, druga zaś – negatywnie. Niektóre z tych
wielkości mogą przyjmować wartości stałe, traktowane jako ba-
zowe.

Uwagi metodologiczne zakończymy pewnymi ogólnymi stwier-
dzeniami:

- efektywność jest realną cechą systemową;
- efektywność powinna wyrażać podstawowe aspekty działa-
nia systemu w różnych okresach;
- efektywność systemu powinna wyrażać zarówno relację mię-
dzy celami zamierzonymi a celami osiągniętymi (skuteczność
działania), jak i relację między korzyściami a nakładami (eko-
nomiczność działania);
- efektywność systemu powinna umożliwiać ocenę prospet-
ywną (ex ante) i ocenę retrospektywną (ex post) działania
organizacji;
- efektywność systemu jest cechą wiążącą potrzeby społeczne
i potencjał (możliwości) systemu w aspekcie działań przy-
szłych (planowanych, przewidywanych) bądź w aspekcie
działań przeszłych (zrealizowanych).

Podstaw oceny efektywności organizacji, niezbędnej do ra-
cjonalnego kierowania procesami zarówno w sferze realnej, jak
i regulacji, dostarcza tzw. rachunek efektywności (rachunek eko-
nomiczny)¹. Oznacza on – w najogólniejszym znaczeniu tego sło-
wa – porównanie efektów działalności gospodarczej z nakładami
poniesionymi w celu ich uzyskania. Istnieje jednak niemało kwestii

spornych związanych z wyborem mierników (wskaźników) ocen organizacji gospodarczej.

System oceny organizacji gospodarczej powinien być tak skonstruowany, aby skutecznie pobudzał organizację do:

- wprowadzania postępu technicznego;
- zapewniania zgodności między strukturą produkcji a strukturą popytu;
- systematycznego obniżania kosztów działalności gospodarczej.

Taki system ocen organizacji stanowi zarówno narzędzie racjonalizacji działania, jak i instrument kierowania. Na przykład przytoczonych wyżej warunków nie spełnia taki miernik, jak produkcja dodana lub inne formy produkcji czystej (produkcja globalna, towarowa, sprzedana, zysk), gdyż wywołuje tendencję do preferowania korzyści krótkookresowych kosztem niedokonywania czy nadmiernego ograniczania nakładów przynoszących efekty po upływie dłuższego czasu. W praktyce najczęściej stosowaną miarą działalności przedsiębiorstwa jest stopa zysku, która jako miernik efektywności ma wielu zwolenników. Nie nikną jednak kontrowersje wokół wyboru wskaźników efektywności organizacji gospodarczych².

Zapewne należy przyjąć, że wskaźniki oceny powinny wyrażać dwie podstawowe zasady racjonalności: zasadę skuteczności i zasadę gospodarności jako prakseologiczne zasady efektywności działania. Są one wyrazem dążenia do stosowania mierników syntetycznych. Mikroekonomicznym kryterium efektywności gospodarowania jest wynik finansowy. Stanowi on różnicę między przychodami przedsiębiorstwa ze sprzedaży wyrobów gotowych i usług a kosztami własnymi produkcji i kosztami sprzedaży, zwiększoną o należne dotacje przedmiotowe i zmniejszoną o podatek obrotowy oraz skorygowaną o finansowe rozliczenia wykonawcze w handlu zagranicznym, różnice wyrównawcze cen, dotacje przedmiotowe, a także saldo strat i zysków nadzwyczajnych.

Warto ponadto zauważyć, że ważny wskaźnik oceny, jak rentowność przedsiębiorstwa, jest wyrażony za pomocą takich mierników, jak: akumulacja, zysk brutto i zysk netto. Na ich kształtowanie wywierają wpływ zarówno liczba sprzedanych wyrobów i wysokość cen sprzedaży, jak i wysokość ponoszo-

nych kosztów własnych. Ocena rentowności jest dokonywana dwukrotnie – pierwszy raz jako ocena wstępna, pozwalająca uzyskać orientację w wynikach działalności przedsiębiorstwa, drugi raz – jako ostatecznie ogniwo analizy kompleksowej. Analiza rentowności obejmuje przede wszystkim następujące zagadnienia:

- analiza akumulacji na sprzedaży oraz czynników wpływających na jej wysokość;
- analiza współczynników rentowności (akumulacji i wyniku finansowego);
- analiza podziału akumulacji.

Przykład 41

W celu uszeregowania przedsiębiorstw w danym sektorze przez analityków finansowych stosuje się następujące cechy systemowe³:

- jakość zarządzania;
- wiarygodność finansowania;
- jakość produktów i usług;
- umiejętność przyciągania, rozwinięcia i utrzymania wybitnych talentów;
- wartości firmy jako przedmiot długoterminowego zainwestowania;
- możliwość dokonywania innowacji;
- jakość marketingu;
- odpowiedzialność w stosunku do środowiska społecznego i przyrodniczego.

Wśród przytoczonych cech znajdują się zarówno cechy ilościowe (mierzone), jak i jakościowe (nie mierzone).

Ogólnie biorąc stosowane są w analizie cztery główne rodzaje wskaźników:

- 1) płynność – zdolność przedsiębiorstwa do wywiązywania się z bieżących zobowiązań;
- 2) stopień wspomaganie – stopień finansowania przedsiębiorstwa przez kredyt;
- 3) aktywność – efektywność, z jaką przedsiębiorstwo wykorzystuje swoje aktywa;
- 4) rentowność – zakres, w jakim wpływy przewyższają koszty.

Syntetycznym wskaźnikiem oceny rentowności jest wskaźnik typu Return on Investment (ROI), który konstruowany jest następująco:

$$\begin{array}{c}
 \text{Rentowność kapitałowa} \\
 \left[\begin{array}{ccc}
 \frac{Z}{K} \cdot 100 & & \\
 \text{Rentowność} & \frac{Z}{O} & \frac{O}{K} \\
 \text{obrotu} & & \text{Zwrot nakładów} \\
 & & \text{kapitałowych}
 \end{array} \right] \\
 \text{ROI} \\
 \frac{Z}{O} \cdot 100 \cdot \frac{O}{K}
 \end{array}$$

gdzie: Z – zysk, K – kapitał, O – obrót.

Przykład 42

Jednym z narzędzi analizy i prognozy w zakresie określania możliwości finansowych i źródła pochodzenia nadwyżki środków pieniężnych w przedsiębiorstwie jest rachunek cash flow⁴. Typowy schemat obliczania przepływów środków pieniężnych przy zastosowaniu metody pośredniej można przedstawić następująco:

zysk bilansowy
+ wzrost rezerw kapitałowych z zysku
– spadek rezerw kapitałowych z zysku
– zysk nie podzielony z roku ubiegłego
+ strata nie pokryta z roku ubiegłego
= wynik finansowy (nadwyżka roczna)
+ odpisy amortyzacyjne
– wzrost (odpisy) amortyzacji wynikające z przeszacowania majątku
+ wzrost długookresowych rezerw
– spadek długookresowych rezerw
= cash flow I

W celu uzyskania wielkości potencjału samofinansowania określa się:

$$\begin{array}{r} \text{cash flow I} \\ - \text{dywidenda} \\ \hline = \text{cash flow II} \end{array}$$

W metodzie bezpośredniej konkretne pozycje ujmowane są w rachunku wyników:

$$\begin{array}{r} \text{przychody} \\ - \text{koszty} \\ \hline = \text{cash flow} \end{array}$$

Ponadto w analizach finansowych cash flow jest oceniany także w relacjach do innych wielkości ekonomicznych, np.:

$$(1) \frac{\text{cash flow}}{\text{inwestycje}}$$

$$(2) \frac{\text{cash flow}}{\text{zadłużenie efektywne}}$$

$$(3) \frac{\text{cash flow}}{\text{kapitał własny}}$$

Przykład 43

W wycenie wartości przedsiębiorstw stosowane są najczęściej następujące wskaźniki:

$$(1) \frac{\text{Wartość majątku (aktywa)} \\ - \text{kapitał obcy (kredyty, zobowiązania)}}{=} = \text{wartość przedsiębiorstwa}$$

(2) wartość odtworzeniowa:

$$W_o = A_n - A_s > 0,$$

gdzie: A_n – wydatki konieczne do budowy nowego przedsiębiorstwa o analogicznym potencjale według ceny z dnia wyceny,

A_s – wydatki konieczne do modernizacji wycenianego przedsiębiorstwa w celu uzyskania oczekiwanego potencjału produkcyjnego.

(3) wartość przedsiębiorstwa z uwzględnieniem zdyskontowanego cash flow:

$$W_p = \sum_{i=1}^t \frac{CF_i}{(1+r)^i} + \frac{W_r}{(1+r)^t},$$

gdzie: CF_i – wielkość cash flow w roku i działalności przedsiębiorstwa, t – liczba lat projekcji cash flow, r – stopa dyskontowa, W_r – wartość rezydualna (pozostała).

Przykład 44

W tzw. metodzie dyskryminacyjno-relacyjnej⁵ przyjęto następujące mierniki oceny ujęte w skali miesięcznej:

- akumulacja z całokształtu działalności w cenach zbytu (A);
- sprzedaż ogółem według cen zbytu (S);
- produkcja czysta (C) obliczona jako różnica sprzedaży ogółem;
- ceny zbytu i kosztów materiałowych wraz z amortyzacją;
- produkcja (P);
- fundusz (F);
- średni stan zatrudnienia (Z).

Podstawą oceny jest więc sześćcioelementowy wektor wskaźników efektywności

$$E_i = \langle A_i, S_i, C_i, P_i, F_i, Z_i \rangle \quad i = 1, 2, \dots, 12,$$

przy czym do oceny stosowane są średnie tempa wzrostu poszczególnych mierników, czyli

$$dx_n = \frac{1}{3} \frac{x_{n-2} + x_{n-1} + x_n}{x_{n_0}},$$

gdzie: dx_n – średnie tempo wzrostu wartości miernika w okresie n ,
 x_n, x_{n-1}, x_{n-2} – bezwzględne wartości miernika w okresie oceny i w dwu kolejnych okresach bezpośrednio poprzedzających ten okres,

x_{n_0} – baza wartości miernika.

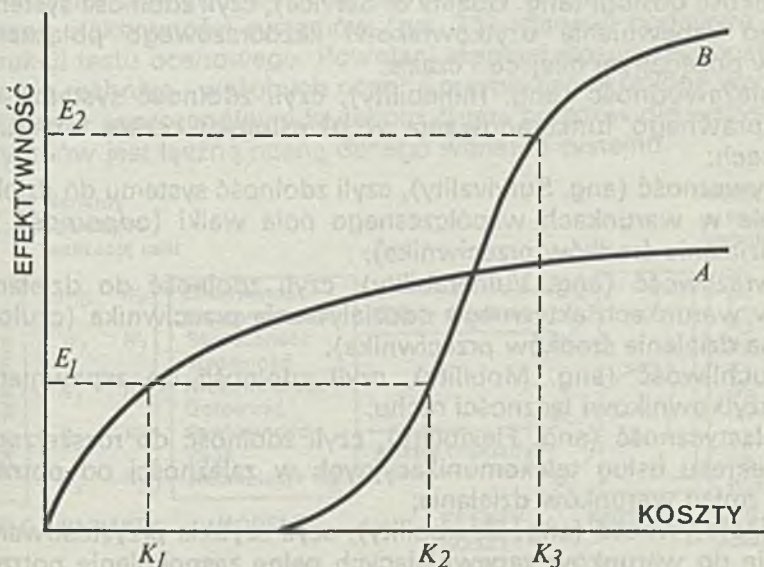
Ocenianie polega na sprawdzaniu szeregu relacji (nierówności). Każdy pozytywny wynik sprawdzenia jednej relacji oznacza przejście do sprawdzenia następnej. Spełnienie wszystkich relacji to klasa I,

czyli ocena najwyższa. Niespełnienie żadnej to brak warunków efektywności, czyli ocena najniższa. A oto ogólna procedura oceny:

- 1) $dP \geq 0$ – klasa VI
- 2) $dP > dZ$ – klasa V
- 3) $dP > dF > dZ$ – klasa IV
- 4) $dS > dP > dF > dZ$ – klasa III
- 5) $dC > dS > dF > dZ$ – klasa II
- 6) $dA > dC > dS > dP > dF > dZ$ – klasa I

Z powyższego wynika, że organizacja gospodarcza, dla której w ocenianym okresie średnie tempo wzrostu akumulacji było wyższe od średniego tempa wzrostu pozostałych czynników efektywności, przy czym najniższe było tempo wzrostu zatrudnienia, uzyskuje ocenę najwyższą (klasa I efektywności).

Klasyycznym niejako zadaniem podczas analizy systemowej, związanej z analizą efektywności, jest porównanie dwóch wariantów systemów techniki lub organizacji (np. struktury lub strategii rozwoju) A i B. Załóżmy, że można określić w postaci jawnej zależność wartości efektów od kosztów (rys. 22). Dla przedstawionej sytuacji decyzja o wyborze jednego z wariantów jest trudna, a nawet wręcz niemożliwa bez dodatkowych wymagań



Rys. 22. Analiza efektywności wariantów systemu (przykład)

i ograniczeń. Dlatego konieczne jest uzyskanie dodatkowych informacji, np. o maksymalnym dopuszczalnym poziomie kosztów lub minimalnym możliwym poziomie efektów. Jeżeli przyjmiemy, że koszty nie mogą przekroczyć np. wartości K_1 , to wybór jest oczywisty: wybierz wariant A . Jeżeli poziom kosztów zostanie zwiększony o wartość np. K_2 , to wybór jest identyczny, ale przy złagodzeniu ograniczenia do K_3 , efektywniejszy jest wariant B , przy czym nieznaczne zwiększenie limitowanych kosztów K_1 przynosi wyraźny wzrost efektów. Gdy minimalny poziom pożądanej efektywności zostanie przyjęty jako K_1 , to bardziej opłacalny jest wariant A ($K_1 < K_2$), lecz gdy wzrośnie on do np. E_3 , wybór jest oczywisty – tylko wariant B .

W przypadku złożonych systemów technicznych stosowane są najczęściej jakościowo-ilościowe testy ocenowe, obejmujące różne cechy systemowe.

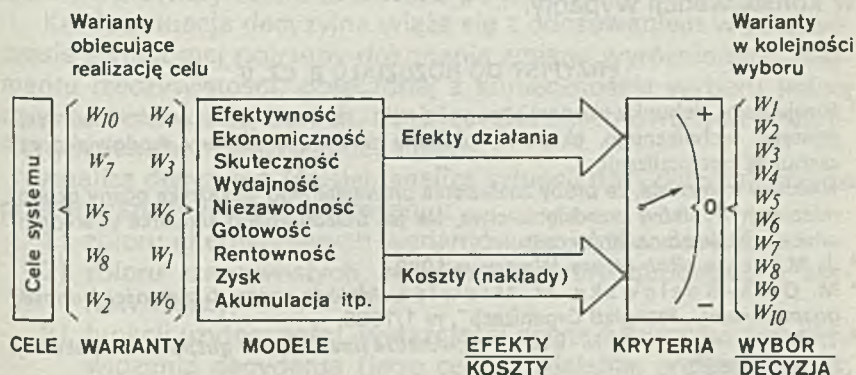
Przykład 45

Do analizy porównawczej amerykańskich taktycznych systemów łączności stosowano następujące wskaźniki:

- 1) jakość obsługi (ang. Quality of Service), czyli zdolność systemu do zapewnienia użytkownikowi każdorazowego połączenia w pożądanym miejscu i czasie;
- 2) niezawodność (ang. Reliability), czyli zdolność systemu do sprawnego funkcjonowania w określonym czasie i warunkach;
- 3) żywotność (ang. Survivability), czyli zdolność systemu do działania w warunkach współczesnego pola walki (odporność na działania środków przeciwnika);
- 4) wrażliwość (ang. Vulnerability), czyli zdolność do działania w warunkach aktywnego oddziaływania przeciwnika (czułość na działanie środków przeciwnika);
- 5) ruchliwość (ang. Mobility), czyli zdolność do zapewnienia użytkownikowi łączności ruchu;
- 6) elastyczność (ang. Flexibility), czyli zdolność do rozszerzania zakresu usług telekomunikacyjnych w zależności od potrzeb i zmian warunków działania;
- 7) operatywność (ang. Operability), czyli szybkie przystosowanie się do warunków zapewniających pełne zaspokojenie potrzeb użytkowników;

- 8) zgodność elektromagnetyczna (ang. Compatibility), czyli zdolność do działania w określonych warunkach propagacyjnych i wynikających np. ze wzajemnej interferencji;
- 9) utajnianie (ang. Security), czyli zdolność do uniemożliwienia przeciwnikowi uzyskania informacji z wiadomości przesyłanych w systemie;
- 10) wymagany zakres częstotliwości radiowej (ang. Radio Frequency Spectrum Required), czyli wymagana liczba i szerokość kanałów radiowych niezbędnych do zapewnienia działania systemu zgodnie z potrzebami i wymaganiami użytkowników;
- 11) zabezpieczenie techniczne (ang. Maintainability), czyli zdolność do zaspokojenia potrzeb systemu w zakresie obsługi technicznej;
- 12) zabezpieczenie materiałowe (ang. Logistical Support), czyli zdolność do zaspokojenia potrzeb systemu w zakresie zaopatrzenia materiałowego;
- 13) łatwość transportu (ang. Transportability), czyli zdolność do łatwego transportu środków technicznych łączności na polu walki.

Przytoczona lista cech systemowych, przyjętych jako kryteria oceny efektywności systemów (rys. 23), stanowi podstawę konstrukcji testu ocenowego. Powołani eksperci stosują test posługując się techniką „ważonych ocen” i przypisując określone wartości liczbowe poszczególnym kryteriom. Suma punktów dla wszystkich kryteriów jest łączną oceną danego wariantu systemu.



Rys. 23. Ogólny schemat oceny efektywności systemów w analizie systemowej

Powyższe, siłą rzeczy uproszczone, rozważanie wydaje się charakterystyczne dla analizy systemowej, gdyż sposób określania relacji między efektami i korzyściami oraz poszukiwania dodatkowych danych decyzyjnych w postaci racjonalizacji wymagań i ograniczeń odpowiada istocie dialogu między decydentem a analitykiem systemów w kwestiach wyboru wariantu najlepszego.

Otwarta nadal pozostaje kwestia wyboru mierników oceny efektywności systemów, zwłaszcza organizacji w sytuacjach kryzysowych. Coraz bardziej pilną potrzebą jest rozpatrywanie mierników jakości życia, bezpieczeństwa społecznego czy ochrony środowiska. Zresztą bez ich uwzględniania analiza efektywności byłaby niepełna, a to oznacza, że mówienie o analizie systemowej byłoby po prostu pewnym nadużyciem.

Analizy efektywności, podobnie jak prognozy rozwoju systemów, służą tworzeniu racjonalnych podstaw dla wyborów i decyzji. Zawsze kwestią sporną pozostanie wybór listy kryteriów oceny – cech systemowych służących do analizy efektywności systemów i różnych analiz porównawczych, albowiem wpływ czynników subiektywnych (w tym indywidualnych preferencji) zapewne pozostanie istotny. W problematyce globalnej coraz częściej pojawia się kryterium „jakości życia”. Wreszcie nie bez znaczenia jest fakt, że samo pojęcie efektywności systemów długo wymykało się ścisłym i jednoznacznym interpretacjom (Sienkiewicz, 1987).

Efektywność – jak pisał Tadeusz Kotarbiński – nie jest szczególnym przypadkiem skuteczności, gdyż efektywność dotyczy przecież nie tylko zamierzonych efektów, ale w ogóle tych, które w konsekwencji wypadły.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 8, CZ. II

- ¹ Przejawami rachunku ekonomicznego są m.in.: rachunek efektywności inwestycji, postępu technicznego, eksportu, ochrony zdrowia i ochrony środowiska czy rachunek optymalizacji.
- ² Niekiedy uważa się, że próby znalezienia uniwersalnego wskaźnika oceny ekonomicznych wyników przedsiębiorstwa, tak jak filozoficznego kamienia w średnowieczu, to daremna strata czasu.
- ³ J. Morrow, *Rób biznes*, Warszawa 1992.
- ⁴ M. Olak-Kozłowska, M. Mrowiec, *Metoda oceny działalności jednostki gospodarczej*, „Przegląd Organizacji”, nr 1/1985.
- ⁵ T. Waśniewski, Z. Miklewicz, *Analiza finansowa w gospodarce rynkowej*, Szczecin 1992.

9. RYZYKO W ANALIZIE DECYZYJNEJ

Najsłynniejszy menedżer ostatniego ćwierćwiecza Lee Iacocca tak podsumował swe bogate doświadczenia: „Gdybym miał zrekapitulować w dwu słowach cechy dobrego menedżera, powiedziałbym, że wszystko sprowadza się do zdolności decyzyjnych. Można wykorzystywać najwymyślniejsze komputery w świecie i zebrać wszelkie wykresy i liczby, ale w końcu trzeba jednak uzyskane informacje poddać syntezie i ustalić harmonogram – a potem działać. (...) Ilekroć podejmuję ryzyko, muszę przedtem upewnić się, że wyniki badań naukowych i analizy rynku potwierdzają trafność mojego wycucia. Jeśli działam na podstawie intuicji, to tylko wtedy, gdy przeczucia poparte są faktami”¹.

Trudno znaleźć lepsze, tj. trafniejsze i bardziej kompetentne wprowadzenie do analizy decyzyjnej, ze szczególnym uwzględnieniem kwestii ryzyka. Pewne jest tylko bowiem – jak mawia, z kolei, najsłynniejszy teoretyk organizacji i zarządzania Peter Drucker – że umrzemy i ... będziemy płacić podatki. Wreszcie dla analityka systemów każda realna sytuacja decyzyjna jest sytuacją niepewną i obciążoną mniejszym bądź większym ryzykiem. Rzecz w tym, aby dostarczyć przesłanek pozwalających zrationalizować ryzyko podczas decydowania („skalkulować ryzyko”) i stworzyć platformę organizacyjną i metodologiczną dla „zarządzania ryzykiem”. Omówimy zatem te kwestie po kolei.

Każda sytuacja decyzyjna wiąże się z odczuwaniem w pewnym czasie świadomej potrzeby dokonania zmiany wyróżnionego fragmentu rzeczywistości, połączonej z koniecznością wyboru jednej spośród co najmniej dwóch, istniejących i akceptowanych w określonym sensie, możliwości tej zmiany.

Analiza decyzyjna (ściślej: analiza sytuacji decyzyjnych) polega przede wszystkim na generowaniu:

- 1) zbioru alternatywnych wariantów projektów decyzji;
- 2) zbioru rzeczywistych, możliwych, prawdopodobnych stanów rzeczy;
- 3) funkcji użyteczności, wyrażającej ocenę wariantów z punktu widzenia decydenta (jego celów działania, preferencji) lub decydentów.

Tak rozumiana – w świetle omówionych w części I modeli teorii decyzji – analiza decyzyjna prowadzi do decyzji, czyli wyboru wariantu najkorzystniejszego (w sensie przyjętych reguł decyzyjnych). Szczególna rola w analizie decyzyjnej przypada tworzeniu tzw. opcji decyzyjnych, czyli tworzeniu wariantów, ze względu na konieczność spełnienia chociażby wymagań realności, realizowalności i adekwatności względem celów działania. Należy jednak zauważyć, że udziałem zarówno decydenta, jak i analityka systemów bywają „złudzenia poznawcze”, deformujące obraz rzeczywistości, pchające niejako ku „chciejstwu”, że wspomnimy o tym szczególnie częstym zjawisku².

W analizie decyzyjnej analitykom przypada najczęściej udział w rozwiązywaniu takich problemów, jak³:

a) wybór jednego i tylko jednego wariantu, najlepszego w sensie przyjętych kryteriów, przy czym dąży się, aby sposób wyselekcjonowania tego wariantu mógł stanowić metodę wielokrotnego, a w szczególności automatycznego, stosowania;

b) sortowanie wariantów, przy maksymalnym wykorzystaniu wszelakich informacji, pozwalających na wyodrębnienie podzbiorów wariantów: „na pewno dobrych” (prawdziwych, zadowalających itp.) i „na pewno złych” (nieprawdziwych, niezadowalających itp.), czyli chodzi w zasadzie o określenie warunków przynależności do różnych kategorii, uzasadniających podział zbioru wariantów na kategorie (np. zaakceptowane lub odrzucone);

c) porządkowanie wariantów według np. malejącej preferencji, bądź wspomaganie klasyfikacji wariantów, co prowadzi do uporządkowania wszystkich lub niektórych wariantów ze zbioru potencjalnych decyzji;

d) opis wariantów ze względu na ich bliższe i dalsze konsekwencje (w tym skutki główne i uboczne) w sposób systematyczny i sformalizowany, co stanowi w istocie ogólną procedurę poznawczą, ukierunkowaną jednak na wspomaganie decydentów w procesach intelektualnych (poznanie, rozumienie, ocena, wnioskowanie).

W warunkach wielokryterialnego wspomaganie decyzji⁴ odpowiedzialnym zadaniem, jakie czeka analityka systemów, jest określenie „spójnej rodziny” kryteriów oceny efektywności wariantów. Musi ona bowiem spełniać kilka podstawowych warunków, takich jak:

1) wyczerpywalność, czyli zapobieżenie przypadkom takim, że np. dla któregoś z dwóch wariantów równoważnych względem

każdego z kryteriów w praktyce występuje przewaga jednego z nich, niezgodna z sytuacją równoważności;

2) spójność między rolą przypadającą lokalnie każdemu kryterium na poziomie preferencji ograniczonych i rolą przypadającą globalnie rodzinie kryteriów na poziomie preferencji globalnych;

3) nieredundancja, czyli usunięcie jakiegoś kryterium powoduje, że rodzina kryteriów przestaje spełniać chociaż jedno z dwóch wcześniejszych wymagań.

Analitik systemów zgłębiając, z pomocą decydentów i ekspertów, sytuację decyzyjną wybiera w gruncie rzeczy pewne zasadnicze opcje, które można zlokalizować na czterech poziomach:

- pierwszy – dotyczy przedmiotu decyzji oraz sensu swego udziału w procesie, czyli charakteru wydawanych zaleceń;
- drugi – obejmuje analizę konsekwencji i opracowanie kryteriów;
- trzeci – sprowadza się do modelowania preferencji globalnych i koncepcji agregacji ocen;
- czwarty – wypracowanie procedur poznawczych i opracowanie zaleceń.

Przejdźmy obecnie do omówienia struktury procesu decyzyjnego, który można przedstawić w postaci ciągu etapów (faz), obejmujących różne procedury i czynności, między którymi występują proste i zwrotne sprzężenia (rys. 24).

Etap I: SFORMUŁOWANIE ZADANIA

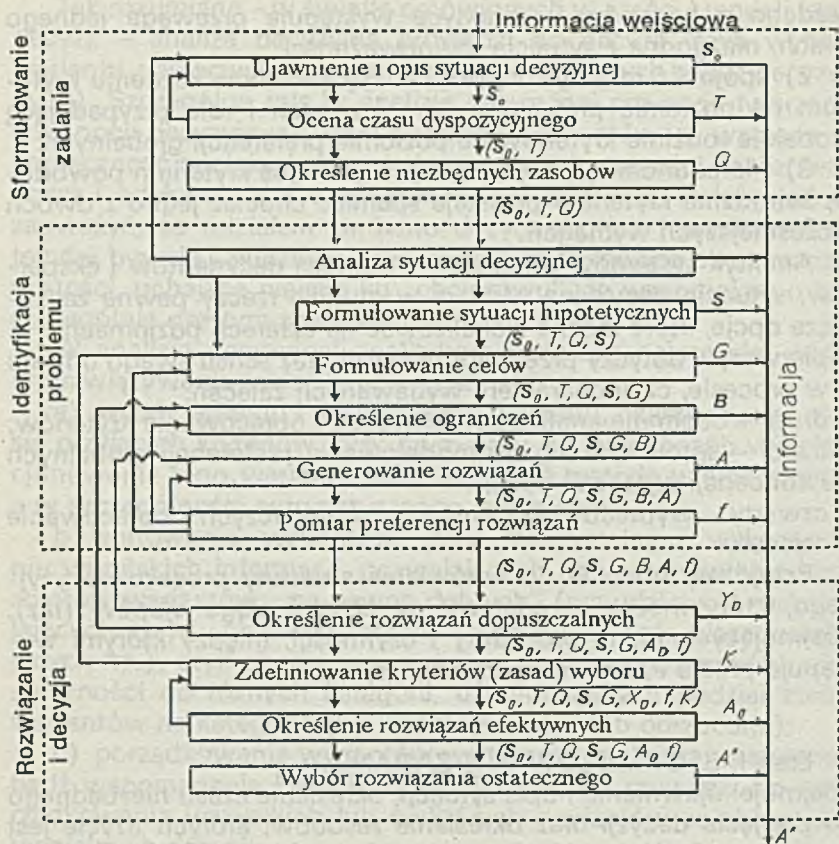
obejmuje: ujawnienie i opis sytuacji, określenie czasu niezbędnego do podjęcia decyzji oraz określenie zasobów, których użycie jest konieczne. Ogólnie biorąc poszukuje się odpowiedzi na pytania typu: jaki problem i w jakich warunkach należy rozwiązać, kiedy należy go rozwiązać oraz jakimi siłami i środkami?

Etap II: IDENTYFIKACJA PROBLEMU

obejmuje: wykonanie analizy sytuacji decyzyjnej, jej opis i opis celów, określenie ograniczeń, generowanie wariantów rozwiązań oraz „pomiar” wartości preferencji. Ogólnie biorąc celem tego etapu jest sformułowanie wariantów decyzji i ocena ich użyteczności.

Etap III: ROZWIĄZANIE – WYBÓR I DECYZJA

obejmuje następujące procedury: wyodrębnienie wariantów dopuszczalnych, definiowanie kryteriów oceny efektywności (użyte-



Rys. 24. Model procesu decyzyjnego

Źródło: L. G. Jewłanow, *Teoria i praktyka priniatija rieszienij*, Moskwa 1984.

czności) wariantów, określenie wariantów efektywnych i wybór wariantu optymalnego (zadowalającego) – rozwiązanie zadania.

Formalnie model procesu decyzyjnego można przedstawić następująco⁵:

$$\langle S_0, T, Q \mid S, G, A, f, K, A^* \rangle,$$

gdzie:

S_0 – początkowa decyzyjna sytuacja problemowa,

T – wymagany czas podjęcia decyzji,

Q – zasoby niezbędne do podjęcia decyzji,

- $S = (S_1, \dots, S_n)$ – zbiór sytuacji alternatywnych, dodatkowo definiujących sytuację wyjściową S_0 ,
 $G = (G_1, \dots, G_k)$ – zbiór celów osiągniętych dzięki rozwiązaniu zadania,
 $B = (B_1, \dots, B_l)$ – zbiór ograniczeń,
 $A = (A_1, \dots, A_m)$ – zbiór wariantów alternatywnych rozwiązania zadania,
 f – funkcja preferencji decydenta,
 K – kryterium wyboru wariantu najkorzystniejszego (optymalnego, zadowalającego),
 A^* – rozwiązanie zadania (sytuacji decyzyjnej) – rozwiązanie optymalne.

Dla przypadku decydenta grupowego mamy:

$f \equiv F(f)$ – funkcja preferencji grupowej (globalnej) zależna od indywidualnych preferencji członków grupy, czyli:

$f = (f_1, \dots, f_d)$, d – liczba członków grupy;

$K \equiv L$ – zasada dostosowania preferencji indywidualnych do preferencji grupowej (globalnej), np. zasada większości (absolutnej lub kwalifikowanej) głosów.

Punkt wyjścia stanowi początkowa sytuacja S_0 , opisywana najczęściej werbalnie, z określeniem – w miarę możliwości charakterystyk ilościowych. Czas „dyspozycyjny”, który waha się od kilku minut (niekiedy sekund!) lub godzin do kilku miesięcy lub lat, determinuje sytuację ze względu chociażby na możliwości uzyskania pełnej i wiarygodnej informacji oraz wszechstronnego uzasadnienia decyzji i naświetlenia jej następstw. Pojęcie zasobów (Q) jako charakterystyki zadania jest bardzo pojemne, gdyż mieści w sobie zarówno dane, wiedzę i doświadczenia decydentów i ekspertów, potencjał naukowo-badawczy, jak i konkretne modele i systemy informatyczne.

Nieokreśloność sytuacji powodująca warunki niepewności ma wiele źródeł, w tym – poza ograniczeniami poznawczymi decydentów i analityków – takie czynniki, jak np.: zawodność prognoz rynkowych czy zachowań giełdy, prognoz naukowo-technicznych czy meteorologicznych, albo po prostu brak efektywnych modeli wyjaśniających podstawowe zjawiska związane z przedmiotem decyzji (najczęściej określonym systemem społeczno-ekonomicznym). Właśnie w związku z tym konieczne jest sformułowanie dla danej sytuacji S_0 skończonej liczby sytuacji hipotetycznych (hipotezy, wersje, scenariusze): S_j , $j = 1, \dots, n$. Każda sytuacja S_j powinna

być alternatywna wobec pozostałych. Sytuacje powinny być niezależne od siebie („rozłączność”) i tworzyć razem „pełny” obraz sytuacji, jako następstw S_0 („zupełność”). Każda sytuacja S_i opisywana jest werbalnie, z określeniem charakterystyk ilościowych, wśród których szczególną rolę spełnia p_i – prawdopodobieństwo sytuacji, przy czym żąda się, aby $\sum_{i=1}^n p_i = 1$.

Dla każdej sytuacji decyzyjnej konieczne jest określenie zbioru celów (w szczególności zbioru jednoelementowego) oraz ich charakterystyk, takich jak: kryteria osiągnięcia celów, wagi i priorytety itp. Zakres swobody decyzyjnej zadania określa się za pomocą zbioru ograniczeń B , czyli ograniczeń finansowych, materiałowych, prawnych itp. Funkcję preferencji $f(G, S, A)$ wykorzystuje się do oceny wariantów ze względu na stopień osiągnięcia celów w określonych możliwych sytuacjach. A zatem decyzja jest wyborem wariantu najlepszego $A^* \in A$, dokonany zgodnie z przyjętym kryterium wyboru K (np. reguły maksymalizacji oczekiwanej użyteczności).

Proces decyzyjny można więc scharakteryzować następująco: dla danej sytuacji problemowej S_0 , w czasie dyspozycyjnym T i zasobach Q , należy: określić alternatywne sytuacje hipotetyczne S , zdefiniować zbiory celów G , ograniczenia B i alternatywy A , następnie dokonać oceny preferencji (użyteczności) wariantów i znaleźć rozwiązanie optymalne A^* , posługując się regułą wyboru K .

W przypadku grupowego decydowania przeprowadza się ocenę preferencji indywidualnych decydentów w celu utworzenia funkcji grupowych preferencji $F(f)$, a następnie i zgodnie z wybraną zasadą grupowego podejmowania decyzji L dokonuje się wyboru wariantu A^* odpowiadającego grupowej preferencji.

Z analizy wielu realnych zadań i sytuacji decyzyjnych płyną liczne wnioski, bardzo istotne dla rozwoju analizy decyzyjnej. Oto niektóre z nich:

a) nieznane elementy zadania mają przede wszystkim werbalny charakter i tylko niektóre bądź tylko częściowo mogą być przedstawione w sposób ilościowy, przy czym na ogół liczba czynników nieznanymi jest dużo większa od liczby czynników znanych;

b) sposób poszukiwania czynników nieznanymi oraz dochodzenie do rozwiązania zadania nie może być w pełni sformalizowany, ponieważ nie istnieją metody algorytmiczne sformułowania np. celów działania lub wariantów rozwiązania zadania;

c) zadania decyzyjne opisywane są charakterystykami, z których tylko część może być zmierzona w sposób obiektywny, w stosunku zaś do innych można tylko mówić o „pomiarze subiektywnym” (np. priorytety celów, preferencje decydentów);

d) niemal wszystkie zadania dotyczą podejmowania decyzji w warunkach niepewności, które cechuje niepełność opisu sytuacji i niemożność dokonania niezawodnej oceny przyszłych wyników (następstw), co skłania np. do częstego opierania się na intuicji i doświadczeniu decydentów;

e) niejednokrotnie decyzje mogą naruszać interesy decydentów lub ekspertów, co nie pozostaje bez związku z ich wyborami i ocenami.

Przykład 46

Rozpatruje się typy zachowań decyzyjnych analizując cechy funkcji preferencji (rys. 25) $f(y)$, przy czym $y > 0$ oznacza „wygraną” (wartości korzystne), a $y < 0$ – „przegraną” (wartości niekorzystne), $f(y) > 0$ określa „użyteczność”, a $f(y) < 0$ – „nieużyteczność” działania (variantu Y).

Biorąc pod uwagę powyższe cechy wyróżniono osiem typów decydentów (typowych zachowań w sytuacjach decyzyjnych):

1) obiektywny, czyli taki, który uważa, że użyteczność jest proporcjonalna do wartości parametru, czyli $f(y) = y$; jest to typ raczej abstrakcyjny, w rzeczywistości nie spotykany;

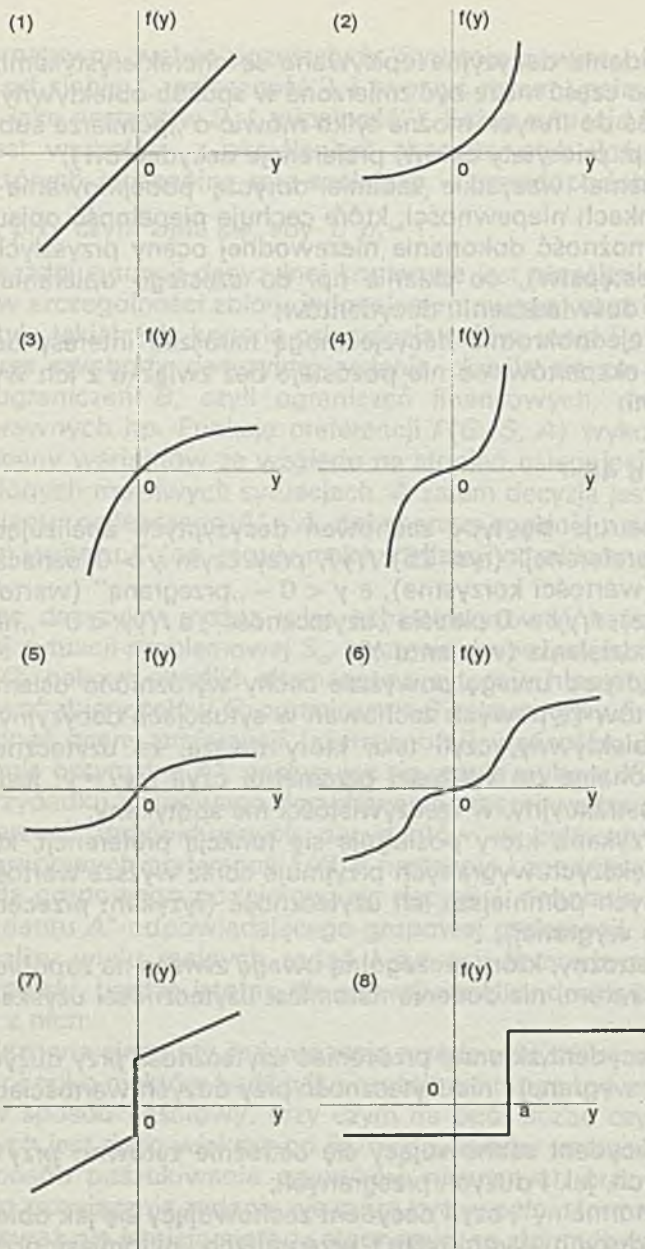
2) ryzykant, który posługuje się funkcją preferencji, która dla coraz większych wygranych przyjmuje coraz wyższe wartości, przy przegranych pomniejsza ich użyteczność (ryzykant przecenia użyteczność wygranej);

3) ostrożny, który szczególną uwagę zwraca na zapobiegnięcie dużym stratom, nie docenia natomiast użyteczności uzyskania wygranej;

4) decydent skłonny przeceniać użyteczność przy dużych wartościach wygranej i nieużyteczność przy dużych wartościach przegranej;

5) decydent zachowujący się ostrożnie zarówno przy dużych wygranych, jak i dużych przegranych;

6) „normalny”, czyli decydent zachowujący się jak obiektywny przy niedużych wygranych i przegranych, natomiast przy nieco większych wartościach parametru przejawia umiarkowaną ryzy-



Rys. 25. Typy funkcji preferencji

kowność i ostrożność, a przy bardzo dużych jego wartościach przejawia ostrożność do wygranej i obojętność do przegranej;

7) wygrywający, który oprócz obiektywnej oceny wygranej i przegranej uwzględnia stałą „premię”: dodatnią za wygraną i ujemną za przegraną;

8) decydent uważający za użyteczną tylko wygraną nie mniejszą od określonej wartości; a dalej użyteczność wygranej jest stała.

Przykład 47

Przedmiotem analizy decyzyjnej jest następująca sytuacja: decydent dysponuje majątkiem o wartości b . Możliwość utraty tego majątku, w rezultacie np. klęski żywiołowej lub nieszczęśliwego wypadku, oceniana jest jako prawdopodobieństwo p . Firma ubezpieczeniowa proponuje wypłatę równą wartości majątku, za co żąda premii o wartości a (cena polisy).

Dla takiej sytuacji wyjściowej określono dwie hipotetyczne sytuacje:

S_1 – wystąpienie nieszczęśliwego wypadku i strata majątku (z prawdopodobieństwem p),

S_2 – niewystąpienie nieszczęśliwego wypadku (z prawdopodobieństwem $1 - p$).

Następnie określono dwuelementowy zbiór decyzji $A = \{A_1, A_2\}$, gdzie: A_1 – „ubezpieczyć się”, A_2 – „nie ubezpieczać się”.

Decydent analizuje użyteczność posługując się funkcją preferencji $f(y)$, otrzymując w rezultacie

S_j	S_1	S_2	Przeciętna wygrana
	A_1	p	
A_1	$f(-a)$	$f(-a)$	$C_1 = p f(-a) + (1 - p) f(-a) = f(-a)$
A_2	$f(-b)$	$f(0)$	$C_2 = p f(-b) + (1 - p) f(0)$

Jeśli przyjęte zostanie kryterium maksymalnej wygranej, to zasada optymalnej decyzji jest następująca:

$$A^* = \begin{cases} A_1, & \text{jeżeli } C_1 > C_2, \text{ czyli } f(-a) > p f(-a) > p f(-b) + (1 - p) f(0) \\ A_2, & \text{jeżeli } C_1 \leq C_2, \text{ czyli } f(-a) > p f(-a) \leq p f(-b) + (1 - p) f(0) \end{cases}$$

Wartość ubezpieczenia b i wartość polisy a są decydentowi znane, nieznanym natomiast jest ryzyko p . Ta wielkość jest zaś znana firmie ubezpieczeniowej (dane statystyczne). Celem tej firmy jest zysk i dlatego w zależności od wielkości p określa ona politykę, przyjmując określoną funkcję preferencji $\varphi(a)$.

Wtedy średni zysk firmy ubezpieczeniowej wynosi:

$$C = p \varphi(-b + a) + (1 - p) \varphi(a),$$

czyli, aby firma „wyszła na swoje”, musi być spełniony warunek: $C > 0$.

Dla „obiektywnych” funkcji preferencji decydenta i firmy ubezpieczeniowej, tj. $f(-a) = -a$, $f(-b) = -b$, $f(0) = 0$ oraz $\varphi(-b + a) = -b + a$, $\varphi(a) = a$, rozwiązanie zadania (sytuacji decyzyjnej) jest następujące:

$$A^* = \begin{cases} A_1, & \text{jeżeli } \frac{a}{b} < p \\ A_2, & \text{jeżeli } \frac{a}{b} > p, \end{cases}$$

a warunek zysku „ubezpieczalni” $\frac{a}{b} > p$.

Wynika stąd wniosek, że decyzją optymalną jest A_2 , czyli „nie ubezpieczać się”.

Przypomnijmy, że najczęściej ryzyko przyjmuje postać:

a) prawdopodobieństwa zajścia zdarzenia ocenianego negatywnie;

b) prawdopodobieństwa zajścia zdarzeń niezależnych od decydenta, których nie można dokładnie przewidzieć i którym nie można w pełni zapobiec, ale które przez zmniejszenie wyników użytecznych i/ lub przez zwiększenie kosztów – odebrałyby działaniu zupełnie lub częściowo walor efektywności (skuteczności, ekonomiczności);

c) funkcji dwóch zmiennych: prawdopodobieństwa straty i wielkości (straty), czyli np. wartości oczekiwanej straty.

Ryzyko może występować w działaniach koniecznych (ryzyko konieczne) lub dobrowolnych (ryzyko dobrowolne), przy czym badania potwierdzają, że ludzie z reguły nie doceniają ryzyka dobrowolnego i przeceniają ryzyko konieczne. Ponadto, ludzie

z reguły nie doceniają ryzyka, które mogą kontrolować i jednocześnie przeceniają ryzyko niekontrolowane (niezależne od podmiotu).

Ryzyko może mieć charakter katastroficzny (ryzyko katastroficzne) lub chroniczny, cechujący się przebiegiem długotrwałym (ryzyko chroniczne). Ludzie często przeceniają wielkość tego pierwszego, nie doceniając drugiego, jak nie doceniają ryzyka odległego w czasie. O ocenie poziomu ryzyka decydują więc zarówno aspekty ilościowe (wartość prawdopodobieństwa i wielkości strat), jak i jego aspekty jakościowe, o których była wyżej mowa. Ocena ryzyka zależy bowiem od wielu czynników sytuacyjnych i osobowościowych, wśród których najczęściej wyróżnia się na gruncie analizy decyzyjnej te, które zostały już wcześniej scharakteryzowane (skłonność lub awersja do ryzyka). O ocenie ryzyka w podejmowaniu decyzji rozwojowych, związanych z tzw. wartościowaniem techniki, będzie mowa w następnym rozdziale. Poniżej poświęcimy uwagę ryzyku w biznesie oraz tzw. zarządzaniu ryzykiem⁶.

Nie ma biznesu bez ryzyka, tak jak można powiedzieć, że śmiałość w podejmowaniu ryzyka legła u podstaw powodzenia kapitalizmu⁷. G. Gilder twierdzi wręcz, że „Najważniejszym zadaniem sztuki rządzenia jest opanowanie i określenie ryzyka. (...) Zdrowie systemu kapitalistycznego zależy od ustanowienia równowagi między jego właściwościami ubezpieczeniowymi a ryzykiem, między solidarnością a konkurencją, między oszczędnościami a inwestycjami. Bez współpracy i bezpieczeństwa wzrost kapitału będzie równie trudny jak bez ostróg ryzyka i rywalizacji”⁸.

Wiele mówi się dziś o „zarządzaniu ryzykiem” (ang. Risk Management), mającym niewątpliwie swe źródła w latach dwudziestych, kiedy w Niemczech rozwinęła się „risikopolitik” oraz w zarządzaniu ubezpieczeniami w USA w latach trzydziestych. Celem niemieckiej „risikopolitik” była ochrona przedsięwzięć gospodarczych przed niepokonaną inflacją i sprowadzała się do zarządzania zapewniającego przedsiębiorstwom przetrwanie⁹. Obecnie styl zarządzania ryzykiem w Japonii i w USA jest bardzo znany i często praktykowany. Zwłaszcza wiele uwagi problemom związanym z „zarządzaniem ryzykiem” poświęca się w Japonii¹⁰. Wiąże się to także z występowaniem nowych rodzajów ryzyka w biznesie japońskim w latach osiemdziesiątych (przestępstwa finansowe, szantaż, zaburzenia w handlu, zmiany pozycji jena itp.)

Być może zręczniejszy byłoby mówić np. o „bezpiecznym ryzykownym zarządzaniu” niż o „zarządzaniu ryzykiem”, w każdym razie

celem tego postępowania jest poszukiwanie sposobów i środków chroniących firmę przed fiaskiem i upadkiem. Oznacza to, że ryzyko musi być kontrolowane w ramach ogólnej strategii biznesu.

Przyjęto trzy podstawowe typy zarządzania ryzykiem:

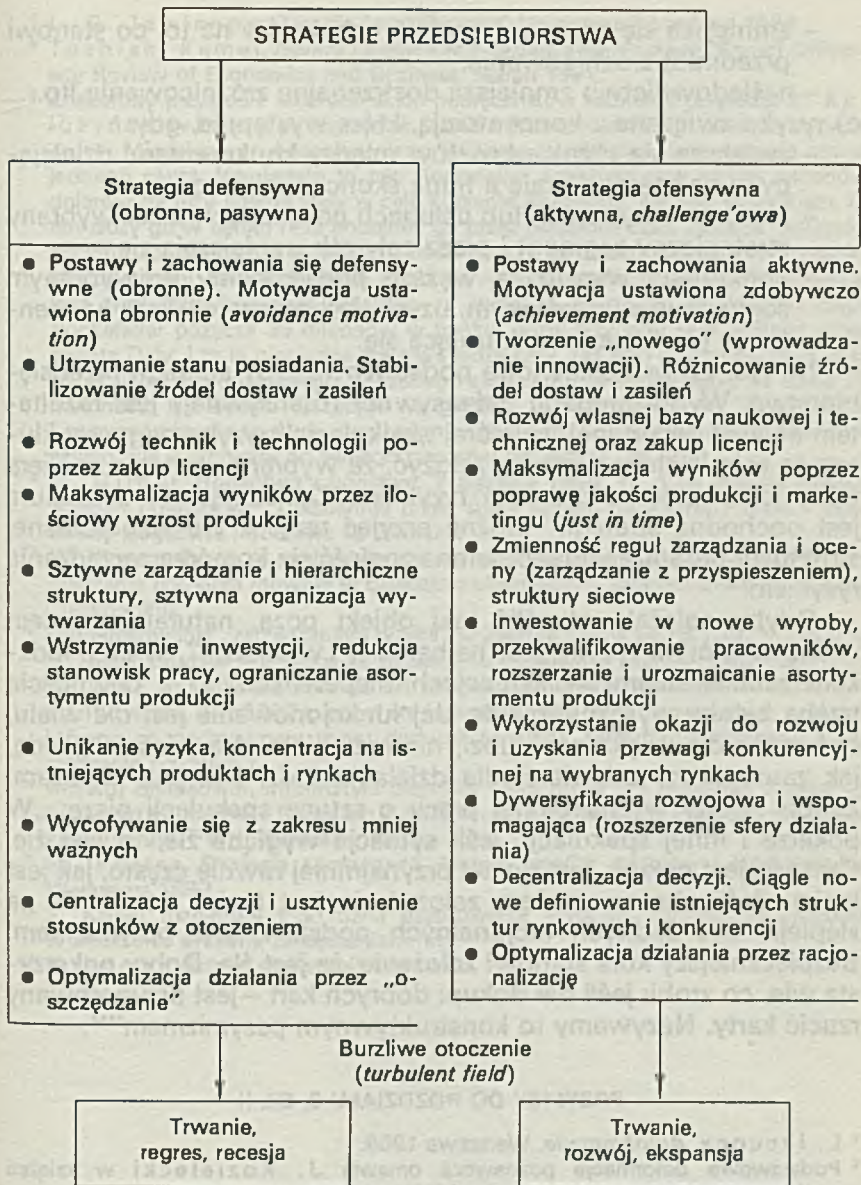
- 1) zarządzanie ubezpieczeniami;
- 2) zarządzanie biznesem;
- 3) zarządzanie strategią.

Pierwszy z wymienionych typów używany jest w kierowaniu „czystym ryzykiem”, efektywnym użyciem ubezpieczeń i podjęciem działań zabezpieczających (ochrona przed klęskami i wypadkami takimi, jak: ogień, wybuchy, trzęsienie ziemi, kradzieże, wypadki drogowe, odpowiedzialność za jakość produkcji itp.)¹¹. W drugim wypadku zarządzanie ryzykiem staje się jedną z funkcji zarządzania przedsiębiorstwa (w liniowej strukturze firmy obok wydziałów np. produkcji, sprzedaży, finansów, informacji itp. tworzony jest samodzielny wydział zarządzania ryzykiem). Wreszcie w wypadku trzecim działania ukierunkowane są na ciągłe prowadzenie doradztwa, pomocy, wspomaganie, monitoringu itp. we wszystkich kwestiach związanych z ryzykiem w zarządzaniu, w tym ryzykiem „spekulacyjnym” (rozwój nowych produktów, poszukiwanie nowych rynków i nowych obszarów interesów).

Przykład 48

W zarządzaniu strategicznym M. Porter¹² wyróżnia trzy typy ryzyka:

- a) ryzyko związane z wiodącą pozycją kosztową, które może być wynikiem:
 - zmiany technicznej niweczącej poprzednie inwestycje lub uczenie się;
 - dochodzenia do niskich kosztów przez nowo wchodzących do danego sektora lub przez konkurentów;
 - niedostrzeżenia potrzeby dokonania zmian w wyrobach lub w marketingu ze względu na nadmierną uwagę poświęcaną kosztom,
 - inflacji kosztów itp.;
- b) ryzyko związane ze zróżnicowaniem, które występuje, gdy:
 - różnica kosztów między konkurentami o niskich kosztach a zróżnicowaną firmą staje się zbyt duża,



Rys. 26. Typy strategii przedsiębiorstwa

Źródło: J. Penc, wyd. cyt.

- zmniejsza się zapotrzebowanie nabywców na to, co stanowi przedmiot różnicowania,
 - naśladownictwo zmniejsza dostrzegalne różnicowanie itp.;
- c) ryzyko związane z koncentracją, które występuje, gdy:
- zwiększa się różnica kosztów między konkurentami działającymi na szeroką skalę a firmą skoncentrowaną,
 - różnice w wyborach lub usługach pożądanym przez wybrany strategiczny segment i przez cały rok zmniejszają się,
 - konkurenci wyszukują węższe podsegmenty w wybranym segmencie strategicznym, uzyskując jeszcze większą koncentrację niż firma koncentrująca się.

Na rys. 26 przedstawiono podstawowe typy strategii przedsiębiorstwa. Wybór strategii defensywnej (ofensywnej) jest rezultatem analizy decyzyjnej, w której „kalkulacja” ryzyka odgrywa kluczową rolę. Należy ponadto założyć, że wybrana strategia zawiera także koncepcję zarządzania ryzykiem. Zakładając, że „struktura jest pochodną strategii” można przyjąć tezę, iż we współczesnej strukturze organizacyjnej powinna znaleźć się komórka zarządzania ryzykiem¹³.

Gdyby należało określić taki obiekt poza, naturalnie, polem walki, w którym ryzyko jest najbardziej „widoczne”, wraz z ludzkimi zachowaniami w sytuacjach niepewnych, to z pewnością trzeba byłoby wyróżnić giełdę. Jej funkcjonowanie jest dla wielu, być może dla większości ludzi, niezrozumiałe. Ale właśnie giełda, jak zauważono, odzwierciedla działania ludzi i ... jest chaosem. Zenon Komar w znakomitej pracy o sztuce spekulacji pisze: „W pokerze i innej spekulacji, jeśli sytuacja wygląda źle, to jest źle. Czasami jest gorzej. Jest gorzej przynajmniej równie często, jak jest lepiej. Jeśli chcesz, możesz założyć, że jest lepiej. Stawianie na »lepiej«, bez żadnych racjonalnych podstaw, jest optymizmem. Bezpieczniejszy kurs stanowi założenie, że jest źle. Dobry pokerzysta wie, co robi: jeśli nie dokupi dobrych kart – jest przygotowany rzucić karty. Nazywamy to konstruktywnym pesymizmem”¹⁴.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 9, CZ. II

¹ L. Iaccoca, *Autobiografia*, Warszawa 1988.

² Podstawowe deformacje poznawcze omawia J. Kozielski w książce pt. *Intelektualność – miejsce na ziemi*, Warszawa 1989.

³ B. Roy, *Wielokryterialne wspomaganie decyzji*, Warszawa 1990.

⁴ B. Roy, op. cit.

- ⁶ L. G. Jewlanow, *Teoria i praktyka priiniatija rieszenij*, Moskwa 1984.
- ⁷ Toshiaki Kamei, *Natura i klasyfikacje zarządzania ryzykiem*, Kansai University Review of Economics and Business, March 1991.
- ⁸ Znakomity przykład z amerykańskich podręczników ekonomii przytacza Z. Kałużyński w książce pt. *Pamiętnik rozbitka* (Warszawa 1991): „Jest to nabycie Trustu Miedziowego Anaconda przez Williama Rockefellera bez wydania nawet jednego centa. Wyglądało to tak: Rockefeller wystawia czek na 39 milionów dolarów na ręce agenta Daly w celu kupienia Anacondy, ale pod warunkiem, że ten złoży go w banku i nie podejmie go przez określony czas. Zakłada następnie fikcyjną spółkę zwaną »Koncern Miedziowy«, z podstawionymi swoimi współpracownikami, anuluje jej akcje, i nabywa Anacondę, płacąc jednak nie gotówką, lecz tymi sfabrykowanymi akcjami, za sumę 75 milionów. W dalszym ciągu Rockefeller pożycza 39 milionów w banku, gdzie leży jego czek złożony przez agenta Daly, i za te pieniądze pokrywa tenże czek, zaś jako gwarancją posługuje się akcjami owego swojego założonego »Koncernu Miedziowego«, na sumę 75 milionów. Na koniec sprzedaje na giełdzie te same akcje na 75 milionów i otrzymuje za nie tę sumę, tym razem w dolarach. Splaca nimi 39 milionów na czysto, nie włożywszy od samego początku ani grosza” (s. 107).
- ⁹ G. Gilder, *Bogactwo i ubóstwo*, Warszawa 1989. To o tej książce Ronald Reagan powiedział: „Codziennie przed snem czytam dwie strony Biblii i dwie strony Bogactwa i ubóstwa G. Gildera”.
- ¹⁰ W Niemczech po II wojnie światowej przyjęto amerykańskie koncepcje zarządzania ryzykiem głównie w dziedzinie ubezpieczeń, zapominając o tradycjach „risikopolitik”.
- ¹¹ Zainteresowanie „zarządzaniem ryzyka” w Japonii datuje się od 1957 r., kiedy to H. Takagi opublikował pracę nt. zarządzania ryzykiem w Stanach Zjednoczonych. W 1978 r. na Uniwersytecie Kansai założono Japońskie Towarzystwo Zarządzania Ryzykiem, a w 1987 r. odbył się jedenasty zjazd tego Towarzystwa, podczas którego za podstawowy temat dyskusji przyjęto „Zarządzanie biznesem i zarządzanie ryzykiem”.
- ¹² Rozwój zastosowań informatyki przyniósł także nowy typ zagrożeń. Szerzej na ten temat w pracy R. Czechowski, P. Sienkiewicz, *Przestępcze oblicze komputerów*, PWN, Warszawa 1993.
- ¹³ M. Porter, *Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów*, Warszawa 1992.
- ¹⁴ T. Kamei rozpatruje trzy różne usytuowania wydziału zarządzania ryzykiem w strukturze systemu zarządzania firmy.
- ¹⁵ Z. Komar, *Sztuka spekulacji*, Warszawa 1993.

10. RYZYKO TECHNOLOGICZNE I WARTOŚCIOWANIE TECHNIKI

Badania ewaluacyjne techniki i technologii, zwłaszcza w kontekście społecznych skutków polityki naukowo-technicznej, prowadzone są w Stanach Zjednoczonych od połowy lat sześćdziesiątych, kiedy określono je mianem „Technology Assessment” (TA). Istotą tych badań jest ocena skutków (impact analysis, impact assessment) techniki dla celów polityki i decyzji rozwojowych¹. Koncepcja ta bazuje na interdyscyplinarnym, kompleksowym i holistyczno-systemowym podejściu, akcentującym długofalowe, w szczególności negatywne skutki uboczne planowanych innowacji technicznych (rys. 27). Skłania to do postrzegania TA w kontekście ogólnego programu stosowanej analizy systemowej². Ponadto istnieją znaczące i interesujące związki TA z problemami rozwoju techniki wojskowej i działalnością służb inżynierskich³.

U podstaw TA znalazło się założenie, że wprowadzenie nowej techniki (lub modernizacja bądź rozszerzenie skali zastosowań techniki istniejącej) powoduje różnorakie skutki: ekonomiczne, ekologiczne, zdrowotne, społeczne, organizacyjne, prawne itp.

W związku z tym do podstawowych zadań TA zalicza się m.in.:

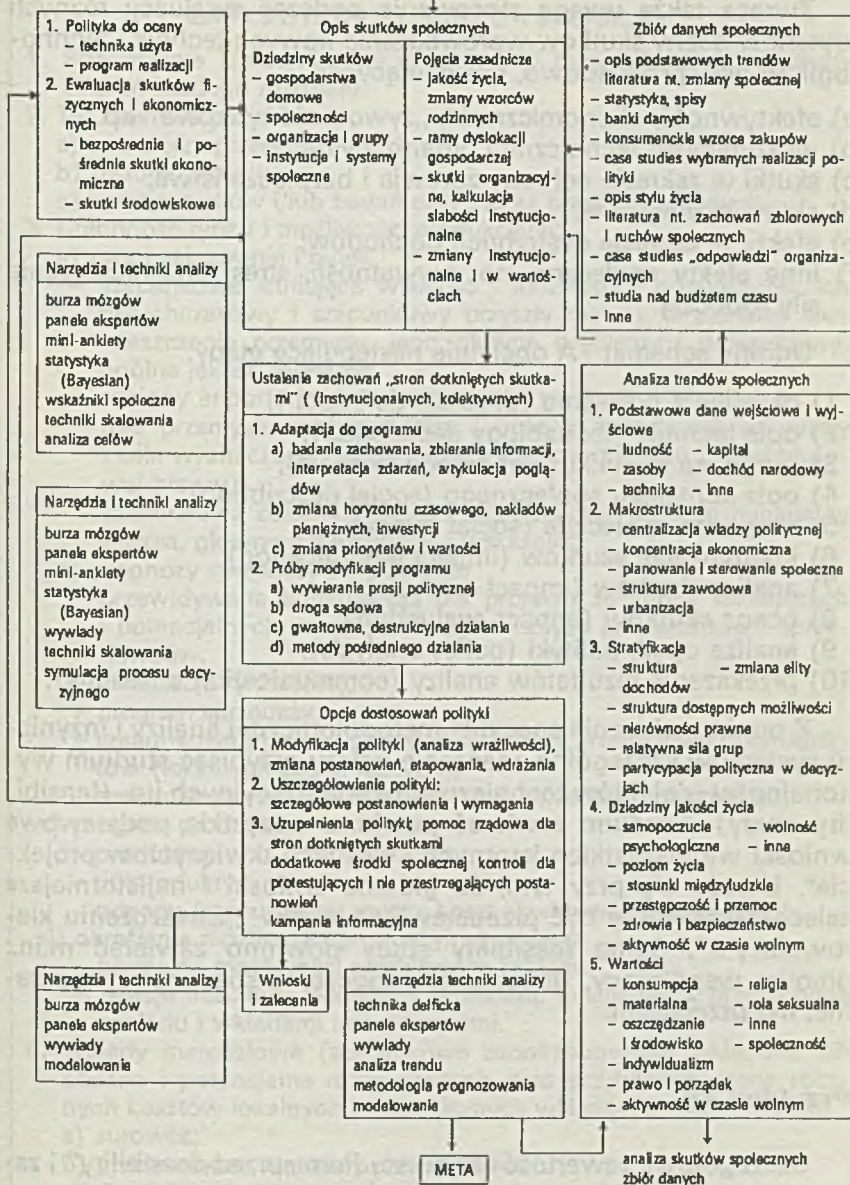
- przewidywanie i systematyczne rozpoznawanie, określanie i analizowanie konsekwencji wprowadzenia techniki;
- ustalanie, ocenę i porównywanie wariantów polityk w zakresie tych konsekwencji;
- zapewnienie warunków racjonalnego wprowadzania określonej polityki.

Z kolei, w ramach ogólnej metodyki TA prowadzone są określone analizy szczegółowe (częstkowe) takie, jak:

- analiza wykonalności (feasibility study);
- badania rynkowe (market research);
- próby laboratoryjne (clinical trial);
- analiza kosztów-korzyści (cost-benefit);
- analiza efektywności nakładów (cost effectiveness);
- analiza skutków środowiskowych (environmental impact);
- analiza skutków ekonomicznych (economic impact) itp.

ANALIZA SKUTKÓW SPOŁECZNYCH. ZBIÓR DANYCH

START



Rys. 27. Schemat metodologii analizy polityki dotyczącej skutków społecznych techniki

Zwraca także uwagę stosowanie podczas ewaluacji różnych kryteriów oceny skutków wprowadzania nowych technik i technologii, w tym, przykładowo, następujących:

- a) efektywność, ekonomiczność, „żywość rynkowa” itp.;
- b) wykonalność techniczna i organizacyjna;
- c) skutki w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa;
- d) skutki ekologiczne;
- e) efekty w zakresie dystrybucji dochodów;
- f) inne efekty społeczne, np. prywatność, stres, przemieszczenie siły roboczej.

Ogólny schemat TA obejmuje następujące etapy:

- 1) określenie problemu (problem definition);
- 2) opis techniki (technology description);
- 3) prognoza techniki (technology forecast);
- 4) opis kontekstu społecznego (social description);
- 5) prognoza społeczna (social forecast);
- 6) identyfikacja skutków (impact identification);
- 7) analiza skutków (impact analysis);
- 8) ocena skutków (impact evaluation);
- 9) analiza opcji, polityki (policy analysis);
- 10) przekazanie rezultatów analizy (communication of results).

Z punktu widzenia specyfiki metodologicznej analizy i inżynierii systemów szczególne znaczenie należy przypisać studium wykonalności projektów technicznych, organizacyjnych itp. (feasibility study). Studium zawierać powinno wszystkie podstawowe wnioski we wszystkich istotnych kwestiach tkwiących w projekcie⁴. Uważa się przy tym, że główne wnioski i najistotniejsze zalecenia powinny być przedstawione w tzw. „Streszczeniu kierowniczym”. Samo feasibility study powinno zawierać m.in.: umowę współpracy, dokumenty robocze, ekspertyzę, streszczenie, list przewodni.

Przykład 49

Szczegółowa zawartość zarysu studium „przed-feasibility” i zarys streszczenia kierowniczego może przykładowo być następująca⁵.

ZARYS STUDIUM „PRZED-FEASIBILITY”

1. Streszczenie kierownicze – synoptyczny przegląd najważniejszych ustaleń każdego rozdziału.
2. Tło i historia projektu:
 - a) sponsorzy projektu;
 - b) historia projektu;
 - c) koszty studiów i/lub badań dotychczas przeprowadzonych.
3. Chłonność rynku i możliwości produkcyjne:
 - a) zapotrzebowanie i rynek
 - szacunkowa istniejąca wielkość i możliwości produkcyjne, ich dotychczasowy i szacunkowy przyszły rozwój, terytorialne rozmieszczenie przemysłu, jego główne problemy i perspektywy, ogólna jakość towarów;
 - miniony import i jego przyszłe trendy, wielkość i ceny;
 - rola przemysłu w gospodarce i polityce narodowej, priorytety i cele wyznaczone lub odnoszące się do przemysłu (przedmiotowej branży);
 - szacunkowa obecna wielkość zapotrzebowania, jego minimalny wzrost, główne determinanty i wskaźniki;
 - b) prognozy sprzedaży i marketingu
 - przewidywana konkurencja dla projektu ze strony istniejących i potencjalnych, lokalnych i zagranicznych producentów i sprzedawców;
 - lokalizacja rynku(ów);
 - program sprzedaży;
 - szacunkowe roczne wpływy ze sprzedaży produktów i półproduktów (lokalnych/zagranicznych);
 - szacunkowe roczne koszty promocji sprzedaży i marketingu;
 - c) program produkcji
 - produkty;
 - półprodukty;
 - odpady (szacunkowy roczny koszt likwidowania odpadów);
 - d) określenie możliwości produkcyjnej zakładu
 - normalne możliwości produkcyjne zakładu;
 - relacje ilościowe pomiędzy sprzedażą, możliwością produkcyjną zakładu i wkładami materiałowymi.
4. Wkłady materiałowe (szacunkowe zapotrzebowanie wkładów, ich obecne i potencjalne rozmieszczenie oraz przybliżona ocena rocznych kosztów lokalnych i zagranicznych wkładów materiałowych):
 - a) surowce;
 - b) przetworzone materiały przemysłowe;
 - c) składniki;
 - d) materiały pomocnicze;

- e) dostawy do fabryki;
 - f) środki użyteczności, głównie elektryczność.
5. Lokalizacja i teren projektu (wstępny wybór łącznie z oszacowaniem kosztów terenu).
6. Kwestie techniczne projektu:
- a) wstępne określenie rozmiarów projektu;
 - b) technologie i urządzenia:
 - technologie i procesy mogące zostać zaadaptowane, podane w stosunku i wielkości pojemności produkcyjnej;
 - przybliżone oceny kosztów technologii lokalnych i zagranicznych;
 - przybliżony wykaz proponowanych urządzeń (główne składniki)
 - urządzenia produkcyjne;
 - urządzenia pomocnicze;
 - urządzenia obsługowe;
 - części zamienne, narzędzia;
 - przybliżona ocena kosztów inwestycyjnych urządzeń;
 - c) prace inżynierskie:
 - przybliżony wykaz prac inżynierskich, rozmieszczenia budynków, krótki opis materiałów budowlanych przeznaczonych do użycia:
 - przygotowanie i rozbudowa terenu;
 - budynki i prace specjalne;
 - prace na wolnym powietrzu;
 - przybliżona ocena kosztów inwestycyjnych prac budowlanych (lokalnych/zagranicznych).
7. Organizacja zakładu i koszty ogólne:
- a) przybliżona struktura organizacyjna:
 - produkcja;
 - sprzedaż;
 - administracja;
 - zarząd;
 - b) szacunkowe koszty ogólne:
 - fabryka;
 - administracja;
 - finanse.
8. Siła robocza:
- a) szacunkowe zapotrzebowanie w siłę roboczą, z podziałem na robotników i urzędników i na główne kategorie zawodowe (lokalne/zagraniczne);
 - b) szacunkowe roczne koszty siły roboczej, w powyższym systemie klasyfikacji, włącznie z ogólnymi kosztami wynagrodzeń.
9. Harmonogram wprowadzania projektu:
- a) proponowany przybliżony harmonogram czasu wprowadzania;
 - b) szacunkowe koszty wprowadzania, mając jego program.

10. Analiza finansowa i ekonomiczna:
- a) całkowite koszty inwestycji:
 - przybliżona ocena zapotrzebowania w kapitał obrotowy;
 - proponowane środki trwałe;
 - całkowite koszty inwestycji;
 - b) finansowanie projektu:
 - proponowana struktura kapitałowa i proponowane finansowanie (lokalne/zagraniczne);
 - odsetki;
 - c) koszty produkcji;
 - d) ocena finansowa oparta na powyższych przybliżonych wartościach:
 - okres zwrotu;
 - stopa zwrotu;
 - próg rentowności;
 - wewnętrzna stopa zwrotu;
 - e) przydatność dla gospodarki narodowej, badania wstępne:
 - stopa wymiany projektu;
 - efektywne zabezpieczenia;
 - przybliżona analiza kosztów – korzyści przy użyciu szacunkowych cen dualnych (wymiana walut, robocizna, kapitał);
 - ekonomiczne urozmaicenie przemysłu;
 - ocena efektu tworzenia nowych miejsc pracy;
 - ocena oszczędności płynących z wymiany walut.

Zarys streszczenia kierowniczego

- Tło i historia projektu.
- Chłonność rynku i możliwości produkcyjne zakładu.
- Materiały przemysłowe i wkłady.
- Surowce.
- Lokalizacja i teren.
- Kwestie techniczne projektu.
- Organizacja zakładu i koszty ogólne.
- Harmonogram wprowadzania projektu.
- Analiza finansowa (okres zwrotu, analiza progu rentowności, analiza wrażliwości).
- Ocena przydatności dla gospodarki narodowej i/lub społeczeństwa.
- Wnioski
 - główne zalety projektu;
 - główne wady projektu;
 - szanse urzeczywistnienia projektu;
 - ryzyko ekonomiczne i technologiczne.

Projekty nowej techniki i jej wartościowanie można rozpatrywać w ramach ogólnego procesu zarządzania strategicznego. Każda firma ma – według H.J. Ansoffa – cztery podstawowe strategie wzrostu: penetracja rynku, rozwój rynku, rozwój produktu i dywersyfikacja⁶. Ostatnia z nich oznacza, że zarówno produkty, jak i ich przeznaczenie (rynk) są dla przedsiębiorstwa nowe. Z kolei, w sferze rynku możliwe są cztery warianty działań, prowadzących do wzrostu rozmiarów sprzedaży, a mianowicie:

- promowanie szybszego zużycia danego produktu wśród jego obecnych użytkowników;
- promowanie nowych zastosowań danego produktu wśród obecnych użytkowników;
- kreowanie nowych użytkowników danego produktu przez rozwój dotychczasowego rynku o nowe segmenty;
- znalezienie nowych zastosowań danego produktu na rynkach nowych.

Rzecz jasna, rozwój produktu może natomiast przybierać postać tzw. małych lub dużych modyfikacji, oznaczających w praktyce faktycznie nowy produkt. „Nowy produkt” może oznaczać zarówno wykreowanie nowości absolutnie nowej dla danej dziedziny produkcji lub usług (strategia prymatu) albo nowość nową tylko dla danego producenta (strategia imitacji). Między dużą modyfikacją obecnego produktu a stworzeniem całkowicie nowego produktu, pokrewnego technologicznie, istnieją pewne sytuacje pośrednie, takie jak:

- duża modyfikacja obecnego produktu;
- produkt zastępujący jeden lub kilka produktów obecnych;
- produkt rozszerzający dotychczasowy asortyment produkcji;
- produkt – substytut, konkurencyjny w stosunku do jednego lub kilku obecnych produktów, przeznaczony do sprzedaży na tych samych rynkach;
- produkt komplementarny w stosunku do jednego lub kilku obecnych produktów, przeznaczony do sprzedaży na tych samych rynkach;
- produkt pokrewny technologicznie, ale o odmiennej strukturze popytu oraz o zupełnie innym zastosowaniu aniżeli dotychczasowe produkty firmy.

Wybór i prowadzenie określonych strategii rynkowych i produktowych są zdeterminowane wieloma czynnikami, takimi jak: faza cyklu życia danego produktu, charakter i struktura rynku,

dynamika popytu, siła konkurencji, skala inwestowania w danym przemyśle oraz skala ryzyka.⁷ Z tych powodów musi on być poprzedzony gruntownym studium wykonalności oraz w przypadku nowej techniki i technologii – zastosowaniem pełnej procedury TA.

Przykład 50

Rozpatrzmy dwie sytuacje decyzyjne:

- analiza rynkowa strategii wzrostu;
- analiza wielokryterialna strategii rozwoju techniki – produktu.

Obie sytuacje sformułowane są w kategoriach analitycznych w postaci następujących tablic:

RYNKOWE STRATEGIE WZROSTU

Rynki	Produkty	Obecne produkty	Nowe produkty
Obecne rynki		1. Penetracja rynku	2. Dyferencja produktów
Nowe rynki		3. Rozwój rynku	4. Dywersyfikacja

WIELOKRYTERIALNA OCENA STRATEGII

Kryteria Warianty	Ekonomiczne „Oplacalność” (1)	Techniczne „Nowoczesność” (2)	Społeczne „Ryzyko” (3)	Łączna ocena strategii
Strategia 1: „Kontynuacja”	O_{11}	O_{12}	O_{13}	O_1
Strategia 2: „Modernizacja”	O_{21}	O_{22}	O_{23}	O_2
Strategia 3: „Innowacja”	O_{31}	O_{32}	O_{33}	O_3
Wagi	W_1	W_2	W_3	
$O_i = \sum_{j=1}^3 O_{ij} W_j, i = 1, 2, 3, \dots$				

Pierwsza tablica nie daje podstaw do wyborów, lecz definiuje strategię wynikającą z relacji „rynek – produkty”. W drugiej sytuacji zakłada się, że w związku z polityką techniczną firmy rozpatrywane są trzy podstawowe warianty strategii rozwoju produktów (techniki):

1. „KONTYNUACJA”, czyli utrzymanie produkcji dotychczasowej techniki (z rozważeniem możliwości penetracji lub rozwoju rynku).
2. „MODERNIZACJA”, czyli wprowadzenie gruntownych zmian technologicznych (zwiększających nowoczesność, lecz zmniejszających jednocześnie koszty).
3. „INNOWACJA”, czyli dokonanie wymiany generacji techniki na nową (np. dzięki zakupowi licencji na nowy typ lub model techniki).

Najogólniej rozpatruje się trzy „zagregowane” kryteria efektywności, przy czym najczęściej dla każdego kryterium określa się scenariusze rozwoju sytuacji (np. rynku), scenariusze optymistyczne, „średnie” i pesymistyczne:

1. „OPŁACALNOŚĆ”, wyrażoną za pomocą odpowiednio dobranego wskaźnika, wyrażającego relację „koszty – oczekiwane efekty”.
2. „NOWOCZESNOŚĆ”, jako swoiste kryterium atrakcyjności rynkowej, wyrażające np. jakość, niezawodność, trwałość, ergonomiczność itp.
3. „RYZYKO”, wyrażające technologiczne i społeczne zagrożenia związane z użytkowaniem techniki.

Oczywiście dokonuje się wyboru tej strategii, dla której łączna waga ocena jest najwyższa.

Przykład 51

Rozpatrzmy model wymiany techniki (maszyn, urządzeń). Termin wymiany jest określony jednoznacznie jako funkcja kosztów eksploatacji techniki oraz kosztów nabycia i eksploatacji nowej techniki. Uważa się, że najlepszym sposobem wyznaczania optymalnego terminu wymiany techniki jest zastosowanie metody dyskonta, w której dyskontowanie przyszłych kosztów, ponoszonych na początku każdego okresu, określa wyrażenie:

$$\frac{C_n}{(1+r)^{n-1}}$$

gdzie:

C_n – koszt cząstkowy poniesiony w n -tym roku,

r – roczna stopa procentowa,

n – liczba lat.

Załóżmy, że wartość nowej techniki wynosi A . Łączny zdyskontowany koszt wymiany techniki określony jest następująco:

$$K_n = \frac{A + \sum_{i=1}^n C_i X^{i-1}}{1 - X^n},$$

gdzie:

A – wartość (koszt) początkowa techniki,

C_i – koszt cząstkowy w roku i -tym,

$X = \frac{1}{1+r}$ – stopa dyskonta.

Z analizy decyzyjnej wynika, że

1. Nie należy wymieniać techniki, gdy:

$$C_n < K_{n-1} (1 - X).$$

2. Należy wymienić technikę, gdy:

$$C_{n+1} > K_n (1 - X).$$

Z każdym przedsięwzięciem innowacyjnym w sferze techniki i technologii wiąże się ryzyko technologiczne i społeczne. Na wzrost zainteresowania problematyką ryzyka miały awarie i katastrofy związane z funkcjonowaniem złożonych systemów technicznych, a ściślej ich konsekwencje (zagrożenia) społeczne i ekologiczne^a.

W ocenie ryzyka wyróżnia się dwa podstawowe etapy: szacowanie ryzyka i ocenę akceptowalności ryzyka. Szacowanie ryzyka polega na identyfikacji możliwych niepożądanych skutków przedsięwzięć i przypisaniu tym skutkom prawdopodobieństw (lub częstości pojawiania się). Ocena akceptowalności ryzyka polega na ocenie społecznej akceptowalności tego ryzyka.

Główne metody stosowane przy szacowaniu ryzyka to: drzewa zdarzeń, drzewa błędów, awarie o wspólnej przyczynie i szacowanie ryzyka bez dekompozycji zdarzeń (Findelsen, 1985).

1. Drzewa zdarzeń, których koncepcja polega na traktowaniu danego skutku niepomyślnego jako wyniku ciągu zdarzeń. Pojedyncze zdarzenie w takim ciągu nie wystarcza do spowodowania rozważanego skutku niepomyślnego. Drzewo zdarzeń rozpoczyna się pewnym zdarzeniem inicjującym i przedstawia wszystkie możliwe ciągi zdarzeń, będące następstwami zdarzenia inicjującego. W różnych miejscach drzewa zdarzeń znajdują się punkty rozgałęzień, które ilustrują fakt, że po pewnych zdarzeniach istnieje możliwość wystąpienia różnych zdarzeń. Prawdopodobieństwo określonego skutku otrzymuje się mnożąc przez siebie prawdopodobieństwa wszystkich zdarzeń, składających się na ścieżkę w drzewie zdarzeń, po której dochodzimy do rozważanego skutku.

2. Drzewa błędów budowane są w przeciwnym kierunku niż drzewa zdarzeń. Rozpoczyna się je pewnym danym skutkiem niepożądanym i rozwija się w kierunku zdarzeń poprzedzających nakreślając wszystkie kombinacje zdarzeń niepomyślnych, które mogły doprowadzić do rozważanego skutku niepożądanego. Drzewa błędów są pomocne w zrozumieniu procesów, które decydują o możliwości pojawiania się zdarzeń w drzewach zdarzeń i ułatwiają szacowanie prawdopodobieństw pojawiania się tych zdarzeń. Drzewa błędów opierają się na diagramach logicznych używanych powszechnie w technice niezawodności. Drzewo błędów zawiera jedno zdarzenie centralne, umieszczone na szczycie, i rozbudowuje się w dół, prezentując kombinacje zdarzeń na niższym poziomie, które mogą doprowadzić do zdarzenia na szczycie. Drzewa zdarzeń i drzewa błędów wykorzystuje się zarówno do analizy jakościowej, jak i ilościowej. Jakościowo (tj. bez oszacowania prawdopodobieństw) pomagają one zorientować się w całym zakresie ryzyka i zrozumieć sytuację, której ryzyko dotyczy. Ilościowo drzewa zdarzeń i drzewa błędów pomagają w wyznaczeniu prawdopodobieństw pewnych ciągów zdarzeń lub pojedynczych zdarzeń. W konkretnym zadaniu szacowania ryzyka można wykorzystać zarówno drzewa zdarzeń, jak i drzewa błędów, jak też jedno i drugie. Kompletnie studium szacowania ryzyka może wtedy przechodzić kolejno następujące fazy: konstrukcja drzewa zdarzeń, konstrukcja drzewa błędów, analiza ilościowa drzewa błędów, analiza ilościowa drzewa zdarzeń.

3. Awarie o wspólnej przyczynie. U podstaw analizy ilościowej drzew błędów leżą dwa założenia:

- 1) zdarzenia funktora LUB wzajemnie się wyłączają;

2) wszystkie zdarzenia występujące w drzewie błędów są niezależne w sensie probabilistycznym.

W przypadku istnienia takich zależności w zagadnieniach oceny ryzyka mówi się często o awariach mających wspólną przyczynę. Uważa się w takich wypadkach, że kilka awarii, tj. kilka różnych zdarzeń, występuje w sposób zależny w sensie probabilistycznym dlatego, że następuje w wyniku tej samej przyczyny.

4. Szacowanie ryzyka bez dekompozycji zdarzeń. Technika drzew zdarzeń i drzew błędów polega na dekompozycji zdarzenia na zdarzenia bardziej elementarne. Jednak w wielu sytuacjach, przy pewnych dodatkowych założeniach, prawdopodobieństwo niepomyślnych skutków zdarzenia można oszacować bezpośrednio na podstawie istniejących danych doświadczalnych. W ten właśnie sposób przedsiębiorstwa ubezpieczeniowe szacują prawdopodobieństwo zgonu, częstość wypadków w różnych kategoriach.

W każdej ocenie ryzyka, w celu obliczenia prawdopodobieństwa interesujących nas skutków niekorzystnych, niezbędne jest posiadanie ocen prawdopodobieństw pewnych zdarzeń pierwotnych. Zdarzenia pierwotne to takie zdarzenia w drzewie zdarzeń lub drzewie błędów, których już dalej się nie dekomponuje. Są to najczęściej awarie urządzeń lub błędy operatorów (ludzi). Oceny probabilistyczne można otrzymać bezpośrednio na podstawie danych, z modeli lub na podstawie orzeczeń specjalistów. U podstaw racjonalności modelowania ryzyka leży następujące przekonanie: jeśli niepomyślnemu skutkowi nie można przypisać prawdopodobieństwa w sposób natychmiastowy i bezpośredni, to można mieć nadzieję, że skutek ten da się rozłożyć na zbiór mniejszych zdarzeń, których prawdopodobieństwa są znane na podstawie doświadczenia lub które można łatwo otrzymać od specjalistów. Niepomyślnie skutki, które rozważamy w związku z oceną ryzyka dużych przedsięwzięć, na ogół występują rzadko. Dlatego też w ocenie ich prawdopodobieństwa uciekamy się do pomocy drzew zdarzeń i drzew błędów. Gdyby badane skutki niepomyślne nie były zdarzeniami rzadkimi, to prawdopodobnie istniałaby dostateczna ilość danych empirycznych, na podstawie których można by oszacować bezpośrednio ich częstości występowania lub prawdopodobieństwa, bez pomocy drzewa zdarzeń i drzewa błędów. Stosując drzewa zdarzeń lub drzewa błędów można mieć nadzieję, że dotrze się do zbioru zdarzeń pierwotnych, które nie są rzadkie i których prawdopodobieństwa można oszacować na podstawie istniejącej

bazy danych. Jednak i to nie zawsze się udaje i konieczne staje się oparcie na subiektywnych ocenach prawdopodobieństw rzadkich zdarzeń pierwotnych.

W celu ominięcia pewnych słabych stron oceny ryzyka, wynikających z konieczności szacowania prawdopodobieństw, opracowano inną metodę, która opiera się na pojęciu „najgroźniejszego wypadku wiarygodnego”. Na podstawie tej koncepcji uzyskuje się tylko zgrubną postać oceny ryzyka. Pewne wypadki uznaje się za nieprawdopodobne i ich prawdopodobieństwo jest równe zero, inne zaś za wiarygodne, lecz wypadkom tym nie przypisuje się liczbowych wartości prawdopodobieństwa. Wadą tego podejścia jest trudność zagwarantowania, że wypadki gorsze, niż najgroźniejszy wypadek wiarygodny, nie będą występowały.

W drugim etapie oceny ryzyka, tj. ocenie akceptowalności ryzyka, należy szukać odpowiedzi na pytanie „jakie ryzyko jest społecznie akceptowalne?” Pomocne mogą być tu trzy formalne i systematyczne metody: preferencje ujawnione, preferencje wyrażone i analiza ryzyka i korzyści.

5. Preferencje ujawnione. U podłoża metody preferencji ujawnionych leży pogląd, że miarą akceptowalności nowego ryzyka wiążącego się z proponowanym projektem może być ryzyko już istniejące w społeczeństwie. Aby móc wykorzystać tę metodę, trzeba mieć informację związaną z istniejącym już ryzykiem. Dla ryzyka związanego z takimi czynnościami, jak praca zawodowa, rozrywki, przejazdy środkami komunikacji, informacja ta jest dostępna w wielu publikacjach.

Koncepcja akceptowalności ryzyka na podstawie preferencji ujawnionych ma kilka słabych punktów. I tak, pewne preferencje nigdy nie zostały ujawnione, a preferencje, które zostały ujawnione, są najprawdopodobniej preferencjami osób zawodowo podejmujących decyzje lub instytucji, a nie preferencjami całego społeczeństwa.

Określenie struktury społecznych preferencji ujawnionych napotyka trudności techniczne. Wynika to często z tego, że preferencje ujawnione społeczeństwa są złożone. Na podstawie danych empirycznych przypuszcza się, że ryzyko dobrowolne jest bardziej akceptowalne niż ryzyko przymusowe, a także, że stopień akceptowalności ryzyka zależy od wielkości oczekiwanych korzyści, z którymi to ryzyko się wiąże. Wskazano także na fakt, że działania zawierające w sobie ryzyko dużej katastrofy (dużej liczby

ofiar) są trudniej akceptowalne niż te działania, z którymi wiążą się mniejsze wypadki, nawet jeśli łączna liczba ofiar jest w obu wypadkach ta sama. W końcu ryzyko, które wiąże się z konkretnymi osobami, znanymi z nazwiska, jest trudniej akceptowalne niż to samo ryzyko związane z tą samą liczbą osób, które jednak nie są znane z góry. Jak wynika z tych uwag, dokładny opis społecznych preferencji ujawnionych, dotyczących ryzyka, nie zawsze jest łatwy.

Podejście oparte na preferencjach ujawnionych reprezentuje racjonalistyczny pogląd na społeczną akceptację ryzyka. Zakłada on, że istniejąca struktura preferencji ujawnionych jest wynikiem procesu racjonalnej akceptacji społeczeństwa. A jednak fakt, czy ryzyko zostaje zaakceptowane, czy odrzucone, jest funkcją wielu czynników, z postawami i wierzeniami danej społeczności włącznie. Zaakceptowanie ryzyka nie odbywa się ani w sposób prosty, ani racjonalny.

6. Preferencje wyrażone. Polegają one na tym, że różne osoby są pytane wprost o opinie na temat akceptowalności ryzyka wiążącego się z różnymi przedsięwzięciami, dla których wiadome są zarówno ryzyko, jak i oczekiwane korzyści. W ten sposób ryzyko i korzyści uwzględnia się formalnie, mimo że nie prowadzi się formalnego modelowania. Podejście oparte na preferencjach wyrażonych może być przydatne w przewidywaniu publicznej akceptacji ryzyka związanego na przykład z nowymi technologiami.

7. Analiza ryzyka i korzyści. Metoda analizy ryzyka i korzyści polega na jawnej ocenie ryzyka i korzyści wiążących się z rozważanym projektem, wyrażonych za pomocą wspólnej miary. Podstawowa koncepcja tej metody sprowadza się do oceny, czy korzyści przewyższają ryzyko.

Poniżej przedstawimy schemat analizy ryzyka i korzyści:

- 1) sporządza się listę wszystkich niepożądanych skutków projektu;
- 2) szacuje się prawdopodobieństwa ich wystąpienia;
- 3) oblicza się stratę, która mogłaby wyniknąć dla społeczeństwa w razie wystąpienia każdego z tych skutków;
- 4) oblicza się oczekiwaną wartość straty związaną z całym projektem, jako sumę iloczynów strat związanych z poszczególnymi skutkami przez prawdopodobieństwa ich wystąpienia.

Po wykonaniu wszystkich czterech czynności oceny niepożądanych skutków, wykonuje się analogicznie cztery czynności w celu oceny korzyści i porównuje obydwie miary. Jeśli

miara korzyści przewyższa odpowiednią miarę niepożądanych skutków, to projekt powinien być zaakceptowany przez społeczeństwo.

Przykład 52

Przeprowadzimy analizę ryzyka społecznego wynikającego z możliwości wycieków skroplonego gazu ziemnego (SGZ) spowodowanych zarówno przyczynami naturalnymi, jak również działaniami człowieka i wypadkami, do których może dojść w trakcie realizacji projektu. Ciąg zdarzeń, jaki musiałby zaistnieć, aby można było mówić o ryzyku społecznym, nazwiemy scenariuszem wypadku.

Typowy scenariusz wypadku można opisać następująco: Statek wiozący SGZ ulega kolizji w porcie, co prowadzi do powstania określonej wielkości wycieku SGZ. Nie ma natychmiastowego zapłonu, a więc tworzy się chmura par. W porcie wieje wiatr ze wschodu z prędkością 4,5 m/s, a stabilność atmosfery jest klasy *D* wg skali Pasquilla. Chmura par zostaje zapalona przez ósme źródło zapłonu.

W tym łańcuchu mało prawdopodobnych zdarzeń wszystkie elementy scenariusza muszą wystąpić albo jednocześnie, albo w ściśle określonym porządku. Roczne prawdopodobieństwo wypadku o określonym scenariuszu jest iloczynem następujących czynników:

- rocznego prawdopodobieństwa wypadku inicjującego;
- prawdopodobieństwa niewystąpienia natychmiastowego zapłonu dla tego wypadku;
- prawdopodobieństwa określonego kierunku wiatru;
- prawdopodobieństwa określonej prędkości i klasy stabilności wiatru przy zadanym kierunku;
- prawdopodobieństwa zapłonu chmury par przy zetknięciu się z *n*-tym źródłem zapłonu.

Podobnie, prawdopodobieństwo określonego scenariusza wypadku, w którym następuje natychmiastowy zapłon, jest równe rocznemu prawdopodobieństwu natychmiastowego zapłonu wycieku.

Aby oszacować ryzyko, należy określić:

- 1) oczekiwaną liczbę wypadków śmiertelnych w ciągu roku, wynikającą z działania stacji SGZ;

- 2) roczne poziomy ryzyka (to jest prawdopodobieństwo ulegnięcia wypadkowi śmiertelnemu) dla osób, które mogłyby się znaleźć w zasięgu oddziaływania stacji;
- 3) prawdopodobieństwo, że różne poziomy śmiertelności mogłyby w jakimkolwiek roku zostać przekroczone.

Oczekiwane liczby rocznych ofiar śmiertelnych w podziale na różne rodzaje wypadków i wielkości wycieków przedstawiamy poniżej w tablicy:

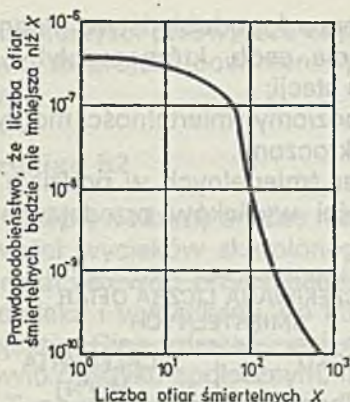
WYSZCZEGÓLNIENIE	OCZEKIWANA LICZBA OFIAR ŚMIERTELNYCH	
	W ROKU	CAŁKOWITA W [%]
RODZAJ WYPADKU		
Wyciek z natychmiastowym zapłonem	$1,06 \times 10^{-6}$	62,4
Wyciek prowadzący do utworzenia chmury par	$6,38 \times 10^{-6}$	37,6
RODZAJ WYCIEKU SGZ		
Najbardziej wiarygodny wyciek w wyniku kolizji	$9,70 \times 10^{-6}$	57,2
Największy wiarygodny wyciek w wyniku kolizji	$2,72 \times 10^{-6}$	16,0
Wyciek spowodowany uderzeniem	$3,63 \times 10^{-6}$	21,4
Wyciek w wyniku zderzenia z samolotem	$8,99 \times 10^{-7}$	5,4

Jak wynika z tego zestawienia, 62% oczekiwanych ofiar śmiertelnych to osoby, które znajdują się w zasięgu promieniowania ciepłego płonącego wycieku SGZ, zapalonego w chwili powstania wycieku. Pozostałe 38% wynika z opóźnionego zapłonu chmur par.

Roczne ryzyko dla osób w różnych grupach:

- osoby przebywające przez jeden dzień – $2,5 \times 10^{-6}$;
- osoby znajdujące się w łodziach – $1,35 \times 10^{-5}$;
- wszystkie osoby ponoszące ryzyko – $1,7 \times 10^{-5}$.

Prawdopodobieństwo przekroczenia określonej liczby ofiar w danym roku przedstawia rys. 28.



Rys. 28. Prawdopodobieństwo przekroczenia określonej liczby ofiar w danym roku

Podsumowując powyższe rozważania dokonamy zestawienia pewnych słabości i zalet sformalizowanej oceny ryzyka. Metody oceny ryzyka, opisane wcześniej w niniejszej pracy, charakteryzują się następującymi zaletami:

- 1) dane i fachowe oceny ekspertów z różnych dziedzin mogą być ujęte we wspólne logiczne ramy;
- 2) można jawnie formułować założenia;
- 3) znaczenie poszczególnych założeń można ocenić za pomocą analizy wrażliwości.

Te ważne i użyteczne zalety znalazły swą ilustrację w przytoczonym przez nas przykładzie.

Natomiast główne słabości oceny ryzyka można podzielić na następujące kategorie:

- 1) brak wystarczających i dokładnych danych;
- 2) niepełność kategorii ryzyka;
- 3) niezdolność do badania awarii o wspólnej przyczynie;
- 4) nieuwzględnianie ryzyka wtórnego;
- 5) nieuwzględnianie zagrożenia spowodowanego rozmyślnie;
- 6) trudności interpretacji wyników.

Analiza i ocena ryzyka powinny się odbywać w sposób odpowiedzialny i możliwie racjonalny. Osoby podejmujące decyzje, nie dysponując tego rodzaju metodami, muszą opierać się wyłącznie na swej intuicji i doświadczeniu w sytuacjach, które bywają niezwykle złożone.

Rola społecznego wartościowania techniki, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień ocen ryzyka technologicznego i społecznego

cznego, będzie z pewnością wzrastać. Postęp w tej dziedzinie zależy od rozstrzygnięcia kwestii związanych z tym, że ciągle niezbyt wiele wiemy o:

- negatywnych skutkach społecznych, które nie działają stresowo lub nie przyczyniają się do niezadowolenia ludzi;
- pozytywnych skutkach społecznych, które są bardzo stresujące lub które nie przyczyniają się bardzo do wzrostu zadowolenia ludzi.

Warto przypomnieć jeszcze jedno trafne spostrzeżenie P. Drucera: „Przedsiębiorczość jest ryzykowna głównie dlatego, że zaledwie niewielu tak zwanych przedsiębiorców wie, co robić”.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 10, CZ. II

- ¹ L. Zacher, *Metodologia badań ewaluacyjnych techniki (w kontekście społecznej akceptacji energii jądrowej)*, (W:) „Energetyka jądrowa – człowiek – środowisko”, UAM, Poznań 1989.
- ² Problematyka TA występuje explicite i implicite w programach badawczych IIASA.
- ³ Klasycznym dokumentem są *Wytoczne korpusu inżynierskiego Armii Stanów Zjednoczonych z r. 1973* (w związku z uchwałą o kontroli powodziowej). Na przykład J.D. Priscoll, *Social impact assessment ressearch at the US Army corps of engineers*. „Impact Assessment Bulletin”, t. 4, 1982.
- ⁴ Każdy projekt dotyczący nowej lub zmodernizowanej techniki powinien być poprzedzony profesjonalnym studium wykonalności, które niekiedy jest opracowaniem kilkusetstronicowym. Często studium zawiera wiele istotnych elementów planu działalności firmy (biznes planu). Feasibility Study różni się od planu działalności firmy tym, że przedstawia – po rozważeniu różnych wariantów – jednoznaczne wnioski we wszystkich podstawowych kwestiach zawartych w projekcie.
- ⁵ J. Morrow, *Rób biznes*, Warszawa 1992.
- ⁶ B. Wawrzyniak, *Polityka strategiczna przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 1989.
- ⁷ W. Radzikowski, *Badania operacyjne w organizacji i zarządzaniu*, UW, Warszawa 1985.
- ⁸ Po awarii okrętu *Bravo Ball* na Morzu Północnym w 1978 r. odbyło się posiedzenie grupy roboczej poświęcone analizie podobnych wypadków i ich możliwym następstwom. W dwa lata później odbyło się seminarium, którego tematykę zdominowały problemy możliwych konsekwencji awarii w elektrowniach atomowych, na co wpłynęła awaria w Tree Miles Island w Pensylwanii. W 1987 r., w rok po tragicznej katastrofie promu kosmicznego *Challenger* oraz tuż po awarii reaktora w Czarnobylu, odbyła się w IIASA międzynarodowa konferencja nt. „Ryzyko technologiczne we współczesnym społeczeństwie”.

11. INFORMATYZACJA SYSTEMÓW

Być może największym spektakularnym osiągnięciem naukowo-technicznym XX wieku jest wynalazek komputera. Nie może dziwić zatem pogląd, iż „komputer osobisty – to najwspanialszy przedmiot, wykonany kiedykolwiek na skalę przemysłową”¹.

Komputer, ów symbol XX wieku, aczkolwiek liczy sobie prawie pół wieku², to wywodzi się mimo wszystko z dalekiej, a stonkowo mało znanej przeszłości. Od antycznych abaków po pałeczki obliczeniowe, od maszyn Leibniza lub Pascala po mechanizmy Babbage’a i Holleritha, od logiki binarnej Yi King po koncepcje Boole’a „przeplatają się metamorfozy wielkiej chimerycznej idei i natchnione poszukiwania wynalazców”³. Postęp, którego owoce zbierane są w informatyce oraz jej zastosowaniach, biegł – upraszczając sprawę wzdłuż linii: powiększania pojemności pamięci, szybkości obliczeń i niezawodności działania oraz miniaturyzacji elektronicznych układów systemów komputerowych⁴. Przyniósł on mikrokomputer, którego masowe pojawienie się na rynku zmieniło na początku lat osiemdziesiątych niemal całą „filozofię” komputeryzacji (informatyzacji), albowiem obok potężnych „ośrodków obliczeniowych” (centrów komputerowych) zaczęły funkcjonować komputery bezpośrednio u użytkowników⁵. Obok dużych komputerów (mainframe) i superkomputerów (np. typu CRAY) wykorzystuje się w świecie miliony minikomputerów w biurach i domach⁶.

Dzięki postępowi technologicznemu możliwa była ewolucja informatycznych rozwiązań systemowych: od tzw. transakcyjnych systemów przetwarzania danych (lata pięćdziesiąte), ukierunkowanych głównie na zadania typu ewidencyjno-sprawozdawczego, przez tzw. systemy informowania kierownictwa (lata sześćdziesiąte–siedemdziesiąte) MIS (ang. Management Information System), które przyniosły technologię baz danych i wspomagały procesy planistyczno-analityczne, do systemów wspomaganie decyzji (lata osiemdziesiąte) DSS (ang. Decision Support System) z bazami modeli prognostycznych, symulacyjnych i optymalizacyjnych. Wreszcie, sukcesy w dziedzinie sztucznej inteligencji AI (ang. Artificial Intelligence)⁷, a w szczególności – inżynierii wiedzy⁸, przyniosły

technologię baz wiedzy, systemy ekspertowe i ekspertowe systemy wspomaganie decyzji EDSS (ang. Expert DSS).

Zmienia się zatem rola komputerów i funkcje im przypisywane w procesie automatyzacji pracy umysłowej, obejmującym następujące etapy:

- a) komputer jako środek do obliczeń (computer as a computer) i związana z tym inżynieria obliczeń;
- b) komputer jako środek do rozwiązywania problemów (computer as a problem solver) – inżynieria rozwiązywania problemów;
- c) komputer jako środek do gromadzenia i przetwarzania informacji (computer as an information collector and processor) – inżynieria informacji;
- d) komputer jako ekspert (computer as an expert), czyli jako środek do rozwiązywania problemów w oparciu o reprezentację wiedzy z zastosowaniem rozumowania – inżynieria wiedzy.

Wzrost potrzeb informacyjnych, zapotrzebowania na usługi informatyczne, przyniósł podstawowe rozwiązania systemowe, jakimi są sieci komputerowe, typu:

- a) lokalna sieć komputerowa LAN (ang. Local Area Network)⁹ – zoptymalizowana kosztowo ze względu na liczbę i rodzaj połączeń między komputerami;
- b) rozległa sieć komputerowa WAN (ang. Wide Area Network)¹⁰, zwykle złożona z systemów komputerowych lub sieci lokalnych komunikujących się za pomocą łączy synchronicznych lub asynchronicznych, stanowiących część komunikacyjnej sieci publicznej zarządzanej przez organizacje pocztowe, telefoniczne lub telegraficzne.

Powstanie sieci komputerowych jest rezultatem postępu w dziedzinie informatyki i telekomunikacji oraz wyraźnych tendencji integracyjnych. W latach siedemdziesiątych zaczęły powstawać sieci cyfrowe IDN (ang. Integrated Digital Network) z integracją komutacji i transmisji. W wyniku dzierżawienia kanałów cyfrowych dla komputerów w sieciach IDN, zamiast tworzenia osobnych sieci dla transmisji danych, powstały sieci ISDN (ang. Integrated Services Digital Network) z integracją usług, czyli sieci zapewniające cyfrowe połączenie dla szerokiego zakresu usług fonicznych i telefonicznych (teletext, telefax, videotext, poczta elektroniczna). Przewadzone są także prace nad budową sieci szerokopasmowych BISDN (ang. Broadband ISDN) i sieci inteligentnych IN (ang. Intelligent Network)¹¹.

Integracja systemów wojskowych, osiągnięta dzięki postępowi w dziedzinie elektroniki, informatyki i telekomunikacji, następowała w ostatnim dwudziestolecu: od systemów C² (Command and Control), przez C³J (Command, Control, Communication and Intelligence) do C⁴J² (EW Command, Control, Communication and Computerized, Intelligence and Interoperability, Electronic War)¹². Oznacza to dążenie do budowy zintegrowanych, dzięki nowoczesnym technologiom informatycznym, systemów dowodzenia, łączności, sterowania środkami walki, rozpoznania i walki radioelektronicznej. Projektowanie, budowa i eksploatacja systemów zintegrowanych wymaga stosowania nowoczesnych metod analizy i inżynierii systemów.

W dziedzinie automatyzacji procesów roboczych (wykonawczych) we współczesnych organizacjach gospodarczych, a w szczególności w produkcji i jej technicznym przygotowaniu, gospodarce materiałowej i eksploatacyjnej, projektowaniu i kontroli jakości wyrobów itp., rozwój przebiegał od stosunkowo prostych systemów automatyzacji procesów przez systemy automatyzacji kompleksowej, do obecnych tzw. elastycznych systemów wytwórczych FMS (ang. Flexible Manufacturing System) i zintegrowanych systemów zarządzania CIM(ang. Computer Integrated Management). Prowadzi to do urzeczywistnienia koncepcji bezludnych fabryk¹³.

Przykład 53

Rozpatrywany jest ogólny model integracji procesów wytwarzania¹⁴.

1. Środki komputerowo zintegrowanego wytwarzania.

1.1. Technologiczne przygotowanie produkcji:

- system komputerowo wspomaganego projektowania konstrukcji wyrobów CAD (ang. Computer Aided Design);
- system komputerowo wspomaganego planowania procesów technologicznych CAPP (ang. Computer Aided Process Planning).

1.2. Organizacyjne przygotowanie produkcji:

- system komputerowo wspomaganego planowania produkcji CAP (ang. Computer Aided Planning);
- system komputerowo wspomaganego harmonogramowania produkcji.

1.3. Sterowanie operatywne:

- system komputerowo wspomaganego sterowania operatywnego;
- system komputerowo wspomaganey kontroli jakości i diagnostyki CAQ (ang. Computer Aided Quality Control).

1.4. Zarządzanie i planowanie długookresowe:

- system komputerowo wspomaganego planowania potrzeb materiałowych;
- system komputerowo wspomaganego sterowania zapasami.

Do systemowych problemów związanych z informatyzacją systemów, prowadzącą do budowy FMS, można zaliczyć następujące:

- wybór typu i wzajemnego rozmieszczenia urządzeń technicznych;
- wybór systemów pomiarowych;
- wybór urządzeń spełniających funkcje manipulacji oraz transportu i składowania przedmiotów (wyrobów);
- wybór palet, uchwytów mocujących i narzędzi;
- wybór sprzętu, konfiguracji i oprogramowania systemowego, tworzących system komputerowego sterowania.

Pojęcie elastyczności systemu związane jest z możliwością łatwego i szybkiego przestawiania się systemu produkcyjnego z wytwarzania jednego rodzaju wyrobu na drugi oraz możliwościami zastępowania funkcji uszkodzonych elementów przez pozostałe sprawne elementy systemu¹⁵.

Informatyzacja zarządzania stanowi systemowy proces organizacji działania determinowany przez takie podstawowe czynniki, jak: technologia, ludzie, wiedza i umiejętność, aktualny stan otoczenia społeczno-gospodarczego, finanse, nowe potrzeby itp.

Przykład 54

Rozpatrzmy model procesu informatyzacji organizacji, składający się z następujących etapów¹⁶:

1. Określenie celów prowadzenia biznesu przez dokonanie analizy organizacji zarządzania firmą, aby zrozumieć jej aktualną strukturę, oraz zaproponowanie usprawnień organizacyjnych i określenie potrzeb firmy.
2. Analiza warunków prowadzenia biznesu, gwarantujących jego prowadzenie z określeniem dla nich procesów przepływu informacji w firmie (np. metodą Yourdona). W wyniku powstaje wstępna specyfikacja potrzeb firmy w zakresie automatyzacji działalności

firmy oraz plan wdrażania systemów informatycznych, który stanowi podstawę studium wykonalności (feasibility study).

3. Określenie struktury informacyjnej firmy i mikroanaliza przepływu informacji, jako podstawa wstępnego projektu systemu.

4. Przygotowanie zapytania ofertowego dotyczącego implementacji zaprojektowanej aplikacji oraz dostarczenie odpowiedniego oprogramowania i sprzętu.

5. Analiza postępu prac w realizacji systemu informatycznego zarządzania (w szczególności ocena dostarczonych ofert).

6. Projekt konfiguracji (architektury) i integracji systemu informatycznego w oparciu o wybrane oprogramowanie i sprzęt (instalacja minimalnej platformy programowo-sprzętowej, koniecznej dla implementacji aplikacji).

7. Realizacja aplikacji przez jej implementację na istniejącej już instalacji, łącznie z testowaniem.

8. Szkolenie personelu i przyszłych użytkowników.

9. Realizacja systemu docelowego przez instalację sprzętu, oprogramowania oraz gotowej już aplikacji, łącznie z technicznym i funkcjonalnym testowaniem systemu i przygotowaniem systemu do eksploatacji.

10. Analiza efektów realizacji systemu informatycznego w procesie zarządzania firmą, która może poprzedzać decyzję o modernizacji i rozbudowie już istniejącej instalacji i aplikacji.

Najogólniej rzecz ujmując, system informatyczny powstaje w następujących fazach¹⁷:

1. Opracowanie strategicznego planu rozwoju informatyki.

2. Analiza systemu działania (użytkownika).

3. Synteza – projektowanie systemu informatycznego.

4. Zakup sprzętu i oprogramowania.

5. Budowa (konstrukcja) systemu informatycznego.

6. Wdrożenie systemu i eksploatacja użytkowa.

Należy podkreślić, że opracowanie strategicznego planu rozwoju informatyki w firmie jest przede wszystkim dziełem analityków systemu, bowiem plan ten powstaje w wyniku m.in. analizy strategii firmy, definicji zakresu informatyzacji, analizy i oceny stanu istniejącego, specyfikacji listy proponowanych rozwiązań (w tym kryteria wyboru, wymagania i ograniczenia), analizy priorytetów (na podstawie badań mocnych i słabych stron, przewidywanych szans i zagrożeń, związanych z wdrożeniem wariantów rozwiązań systemowych) itp.

Z punktu widzenia analizy systemowej szczególną wagę należy przywiązywać do oceny efektywności systemów informatycznych firmy (informatyzacji systemu zarządzania).

Przykład 55

Ekonomiczne i społeczne efekty informatyzacji i automatyzacji systemów obejmują¹⁸:

1. Oszczędności pracy żywej (obniżenie pracochłonności i pozyskanie w ten sposób siły roboczej) oraz jej „intelektualizacja”.
2. Podwyższenie wydajności maszyn i urządzeń, dzięki m.in. wdrożeniu nowych oraz doskonalonych technik wytwarzania i technologii, modernizacji istniejącej bazy materiałowo-technicznej itp., a przede wszystkim dzięki możliwości optymalizacji planowania, użytkowania i obsługi techniki.
3. Polepszenie warunków pracy i życia, dzięki czemu uzyskuje się obniżkę normatywnej rzeczywistej pracochłonności, obniżkę strat w funduszu czasu pracy i obniżkę kosztów.
4. Skrócenie cykli produkcyjnych, dzięki m.in. polepszeniu równoległości procesów elementarnych, czyli racjonalizacji organizacji procesów.
5. Zwiększenie elastyczności procesów.
6. Podwyższenie jakości produkcji i usług.
7. Wzrost niezawodności systemów.
8. Poprawa gospodarowania środkami materiałowymi i technicznymi.

Podstawowymi korzyściami, jakie przynosi informatyzacja i automatyzacja przedsiębiorstwa, powinny być:

- wzrost produkcji;
- wzrost eksportu;
- oszczędności zasobów;
- wzrost zysku;
- wzrost innowacyjności (naukochłonności).

Od analityka systemów zależy m.in. wybór i kwantyfikacja kryteriów (wskaźników) oceny efektywności projektowania i wdrażania systemów informatycznych. Powinny one odzwierciedlać podstawowe rodzaje efektów informatyzacji: opłacalność, polepszenie wyników biznesu, polepszenie procesu podejmowania decyzji, działania organizacyjnego, jakości informacji i ogólnej kultury informatycznej. Szczególna rola analizy systemowej będzie zapewne przypadać w kształtowaniu nowych procesów w sys-

temach zarządzania i nowej funkcji zarządzania, jaką jest zarządzanie zasobami informacyjnymi IRM (ang. Information Resource Management), nowym strategicznym surowcem, wypierającym kapitał z najbardziej konkurencyjnych biznesów w globalnej postmodernistycznej gospodarce. Wniosek ten jest punktem wyjścia dla oryginalnych propozycji A. Targowskiego¹⁹, dających podstawy „architektonicznego” projektowania systemów informatycznych przedsiębiorstwa, wzmacniających ich konkurencyjne zdolności na rynku. Strategia informacyjna przedsiębiorstwa musi wywodzić się z jego strategii gospodarczej i musi ją wspomagać. Wizja zarządzania informacjami musi zaś odpowiadać „wyzwaniom przyszłości” i zapewniać likwidację luki między istniejącym a pożądanym poziomem rozwoju systemów informacyjnych przedsiębiorstwa.

Znany znawca problematyki zarządzania P. Drucker twierdzi²⁰, że każda rewolucja techniczna – np. pojawienie się w świecie starożytnym „skanalizowanych miast” i związanych z nimi cywilizacji – wymaga unowocześnienia instytucji społecznych i politycznych. Wchodzimy obecnie w stadium zmian: odejście od organizacji składającej się z wydziałów i sekcji do organizacji opartej na informacji i specjalistach o wysokich kwalifikacjach. Można już przewidzieć, jak taka organizacja będzie wyglądała; można zidentyfikować jej główne cechy i potrzeby; wskazać podstawowe zasady, wartości, struktury i zachowania. Jednak sama budowa organizacji opartej na informacji jest wciąż przed nami. Jest to menedżerskie wyzwanie przyszłości. Jest to również wyzwanie dla analizy i inżynierii systemów.

Słusznie zauważył niegdyś amerykański socjolog C.W. Mills, że „świadomość ludzi nie kształtuje ich bytu i byt materialny nie determinuje bezpośrednio świadomości. Między świadomością a bytem pośredniczy informacja, która wpływa na uświadomienie ludziom ich własnego bytu”.

PRZYPISY DO ROZDZIAŁU 11, CZ. II

¹ Ken Olsen – przez 35 lat prezes *Digitala*. DEC Forum, nr 4, jesień 1992.

² 15 lutego 1946 r. uruchomiono na Uniwersytecie Pensylwanii w Filadelfii pierwszą elektroniczną maszynę cyfrową *ENIAC*. Ważyła ona 30 t, zajmowała 72 m² powierzchni, pobierała moc 140 kWh i składała się z pół miliona części, 18 000 lamp elektronowych itp.

- ³ Jednym z wynalazców mechanicznej maszyny cyfrowej jest Konrad Zuse, konstrukcja jej pochodzi zaś z 1938 r. Była to maszyna Z1, natomiast jej wersja Z3 z 1941 r. była pierwszym zadowolająco działającym komputerem na świecie. W maju 1993 r. K. Zuse otrzymał tytuł profesora honorowego Instytutu Cybernetyki Ekonomicznej i Informatyki Uniwersytetu Szczecińskiego.
- ⁴ Szczególne znaczenie należy przypisać wynalazkowi mikroprocesora (1971 r.), który jest układem scalonym wielkiej skali integracji, wykonującym wszystkie funkcje procesora komputera. Połączony z pamięcią i układami pomocniczymi, w tym klawiaturą, tworzy mikrokomputer (komputer osobisty).
- ⁵ I to dosłownie, na biurku (PC-ty), na kolanie (laptopy), w kieszeni (notebooki).
- ⁶ Liczbę komputerów użytkowanych w świecie oszacowuje się na ok. 60 mln.
- ⁷ AI określa się jako „... dziedzinę informatyki (ang. computer science) związaną z koncepcjami i metodami wnioskowania symbolicznego, wykonywanego przez komputer, oraz z symboliczną reprezentacją wiedzy, używaną przy wnioskowaniu. Badania w dziedzinie sztucznej inteligencji mają zadanie dostarczyć komputerom zdolności, które ludzie uznają za inteligencję”. Na przykład P. Sienkiewicz, *Systemy ekspertowe w zarządzaniu*, „Informatyka”, nr 2, 1993.
- ⁸ „W szerokim tego słowa znaczeniu inżynieria wiedzy jest dziedziną zajmującą się metodologicznymi i technicznymi problemami zastosowań urządzeń technicznych do wspomagania człowieka w procesach uzyskiwania, gromadzenia, przetwarzania i generacji wiedzy. Automatyzacja tych czynności wymaga ich algorytmizacji opartej na precyzyjnych regulach, wspólnych dla dziedzin wiedzy o różnej naturze” (Zdzisław Bubnicki w przedmowie do materiałów I krajowej konferencji naukowej nt. *Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe*, Wrocław 1990).
- ⁹ LAN jest zwykle siecią składającą się z komputerów zlokalizowanych na ograniczonej przestrzeni (np. biuro, budynek lub kompleks zabudowań).
- ¹⁰ WAN zapewniają komunikację między systemami komputerowymi położonymi w dużych odległościach od siebie, np. w różnych miastach znajdujących się na terenie jednego kraju, kontynentu, a nawet na różnych kontynentach.
- ¹¹ Na przykład materiały konferencji naukowej nt. *Systemy łączności na potrzeby obrony i bezpieczeństwa RP*, WSOWŁ, Zegrze 1992.
- ¹² Na przykład Sienkiewicz P., Szczepaniak M., Więckowski W. *Dowodzenie z komputerem*. MON, Warszawa 1985; Sienkiewicz P., *Informatyczne wspomaganie dowodzenia*, „Myśl Wojskowa”, nr 1, 1993.
- ¹³ Pojęcie bezludnej fabrykacji (ang. Unmanned factory) lub bezludnej produkcji (ang. Unmanned manufacturing) oznacza zwykle systemy wytwórcze obsługiwane przez załogi, stanowiące kilka procent personelu niezbędnego do wykonania tych samych zadań metodami konwencjonalnymi. Jednym z najwcześniejszych programów rozwojowych w tej dziedzinie był zapoczątkowany w 1973 r. japoński program MUM (ang. Methodology for Unmanned Manufacturing).
- ¹⁴ Błanaszak Z., Jampolski L. *Komputerowo wspomaganie modelowanie elastycznych systemów produkcyjnych*, WNT, Warszawa 1991.
- ¹⁵ Na ogół wyróżnia się elastyczność urządzeńową, związaną z możliwościami kompensowania uszkodzeń elementów składowych systemu oraz możliwościami rozszerzania lub zmiany asortymentu produkcji, i elastyczność organizacyjną, związaną z podatnością systemu na zmiany asortymentu produkowanych wyrobów, określaną przez różnorodność obrabianych przedmiotów, czasu i koszty przebrojeń itp.

- ¹⁶ DEC Forum, nr 5, zima 1993.
- ¹⁷ Piórkowska T., Puternicki D., Staniszkis W., *Inżynieria systemów informatycznych – od strategii do realizacji*. „Informatyka”, nr 8, 1992.
- ¹⁸ Pleschak F. (red.), *Ekonomika automatyzacji*, PWE, Warszawa 1991.
- ¹⁹ Targowski A., *Strategia i architektura systemów informatycznych przedsiębiorstwa w gospodarce rynkowej*. Nowe Wydawnictwo Polskie, Warszawa 1992.
- ²⁰ Drucker P., *Rodzi się nowy typ organizacji*, „Ameryka”, nr 230, lato 1989.

12. WNIOSKI

Przedstawione w krótkich poprzednich rozdziałach podstawowe dziedziny zastosowań analizy systemowej zapewne nie spełniają ani warunku zupełności, ani tym bardziej – rozłączności. Po pierwsze, nie wyczerpują rozległej dziedziny systemowych aplikacji, brakuje bowiem tak ważnych zagadnień, wymagających zresztą osobnego omówienia, jak:

- systemy bezpieczeństwa;
- systemy uzbrojenia i techniki wojskowej;
- systemy eksploatacji (ang. maintenance);
- systemy logistyki;
- systemy komputerowego wspomagania (typu „computer aided...”);
- ekosystemy (systemy „naturalne”);
- systemy edukacyjne;
- sfera polityki („policy analysis”);
- systemy komunikacyjne;
- systemy energetyczne itp.;

że poprzestaniemy na najważniejszych i podejmowanych np. przez IIASA.

Po drugie dążyliśmy do zaprezentowania problemów ważnych z metodologicznego punktu widzenia, wspólnych niejako dla różnych konkretnych dziedzin zastosowań analizy systemowej. Spełnienie jednak powyższych założeń wymagałoby co najmniej podwojenia objętości tej, i tak już niezbyt szczupłej, książki. A ponadto wymagałoby prezentacji konkretnych modeli matematycznych (symulacyjnych) i wyników ich komputerowych realizacji, co ograniczyłoby grono czytelników do specjalistów z zakresu analizy systemowej – niezbyt dotąd liczne.

Kończąc, spróbujmy nakreślić swoistą „mapę zastosowań” analizy systemowej, wyróżniając następujące priorytetowe dziedziny:

1. „3 P”, czyli sfera prognozowania, programowania i planowania rozwoju społeczno-gospodarczego, obronnego i naukowo-technicznego.

2. „POLITYKA”, czyli wspomaganie analiz stosunków międzynarodowych w celu przygotowania racjonalnych decyzji.

3. „EKONOMIA”, czyli wspomaganie analiz makro- i mikroekonomicznych, w tym analiz porównawczych oraz optymalizacji struktur i procesów.

4. „EKOLOGIA”, czyli wspomaganie racjonalnego kształtowania środowiska naturalnego i jego zabezpieczenia przed negatywnym (destrukcyjnym) oddziaływaniem systemów stworzonych przez człowieka.

5. „OBRONNOŚĆ”, czyli sfera racjonalizacji decyzji dotyczących systemu bezpieczeństwa międzynarodowego i systemu obronnego państwa, a w tym doskonalenia planowania rozwoju sił zbrojnych, optymalizacji wydatków budżetowych, wyborów efektywnych systemów uzbrojenia i techniki wojskowej, doskonalenia struktur organizacyjnych itp., ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień efektywności bojowej, ekonomicznej i techniczno-eksploatacyjnej oraz C³I.

6. „ZARZĄDZANIE”, czyli sfera racjonalizacji decyzji w systemach zarządzania, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień planowania strategicznego i „zarządzania ryzykiem”.

7. „FIRMA”, czyli sfera racjonalizacji struktur i funkcjonowania systemów wytwórczych (produkcyjnych), zwłaszcza w warunkach działania systemów elastycznych i zintegrowanych komputerowo.

8. „INFORMATYKA”, czyli sfera zastosowań informatycznych systemów wspomaganie decyzji i systemów ekspertowych oraz sieci komputerowych, ze szczególnym uwzględnieniem ewaluacji techniki i oprogramowania, analizy wykonalności (feasibility study) oraz zarządzania zasobami informacyjnymi.

9. „LOGISTYKA”, czyli sfera racjonalizacji struktur i funkcjonowania systemów zaopatrywania, przechowywania i eksploatacji techniki, ze szczególnym uwzględnieniem planowania ich rozwoju.

10. „TRANSPORT I KOMUNIKACJA”, czyli sfera racjonalizacji struktur i funkcjonowania systemów transportowych i komunikacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem analiz porównawczych rozwiązań alternatywnych.

11. „ENERGETYKA”, czyli sfera racjonalizacji funkcjonowania systemów energetycznych, ze szczególnym uwzględnieniem systemów alternatywnych, bezpiecznych dla ludzi i środowiska.

12. „WARTOŚCIOWANIE TECHNIKI”, czyli racjonalizacja wyborów technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem społecznej ewaluacji i ryzyka technologicznego.

13. „EDUKACJA”, czyli racjonalizacja systemów edukacyjnych (organizacji, technologii, programów i treści kształcenia) w warunkach nowych wyzwań cywilizacyjnych, w szczególności społeczeństwa informacyjnego.

14. „BADANIE I ROZWÓJ”, czyli racjonalizacja sfery badań naukowych, ich efektywności i organizacji, systemów finansowania, wdrażania i popularyzacji ich rezultatów.

15. „REKREACJA”, czyli racjonalizacja systemów organizacji wypoczynku, w tym kształtowanie przestrzeni rekreacyjnej, turystyki itp.

Powyższe wyróżnienie „sfer aplikacji” nie pozostawia w zasadzie miejsca na „inne sfery”, ale chodzi przecież o wspomaganie procesów analityczno-ocenowych i decyzyjnych, realizowanych w konkretnych, realnych systemach, bez względu na „naturę” tych systemów.

Najdobitniejszym przykładem racjonalności rozpatrywania tak rozległych sfer zastosowań analizy systemowej jest działalność IIASA w Laxenburgu, powstałego, przypomnijmy w 1972 r., w podzielonym wówczas świecie, z inicjatywy tych, którzy wierzyli, że – jak stwierdził prezes PAN L. Kuźnicki – „nawet w trudnych latach uczeni potrafią porozumieć się i wspólnie ustalić najpilniejsze, ważne dla społeczności międzynarodowej problemy, które można wspólnie i skutecznie rozwiązywać”. Polska zawsze była reprezentowana w IIASA. Jak zauważył M. Mossakowski, w okresie ponad dwudziestu lat istnienia IIASA, polscy uczeni podkreślali nieodmiennie konieczność kierowania się w pracy Instytutu następującymi trzema zasadami:

1. Najwyższą merytoryczną jakością prowadzonych prac i zatrudnionych specjalistów.

2. Stabilnością w dłuższych okresach czasu reprezentowanych przez IIASA dziedzin w obrębie analizy systemowej i jej zastosowań, ze szczególnym uwzględnieniem stałego prowadzenia prac metodycznych o najwyższym poziomie światowym.

3. Prowadzeniem prac, których wyniki mają znaczenie dla rozwiązywania najważniejszych zagadnień, przed którymi stoją kraje rozwinięte, będące członkami IIASA, i cały świat.

Udział Polski w pracach IIASA oraz potencjalne i faktyczne korzyści, a także oczekiwania przedstawiono w tablicy 13. Ponadto

UDZIAŁ POLSKICH UCZONYCH W PRACACH IIASA,
POTENCJALNE I FAKTYCZNE KORZYŚCI ORAZ OCZEKIWANIA

	WCZORAJ	DZIŚ	JUTRO
DZIEDZINY	<ul style="list-style-type: none"> *zasoby wodne *regionalne programy rozwoju *dynamika miast i regionów *zarządzanie i technologia *węgiel *środowisko: kwaśne deszcze *metodyka: modelowanie i wspomaganie decyzji 	<ul style="list-style-type: none"> *zasoby wodne *środowisko: zanieczyszczenia powietrza *metodyka: dynamika systemów, optymalizacja z niepewnością, wspomaganie decyzji 	<ul style="list-style-type: none"> *przemiany społeczne i demograficzne *transformacje gospodarcze *technologia i cywilizacja
KORZYŚCI	<ul style="list-style-type: none"> *prace dla programu „Wisła” (rolnictwo+woda) *komputerowe narzędzia wspomaganie decyzji *komputerowe narzędzia analizy i prognozowania kwaśnych deszczy 	<ul style="list-style-type: none"> *metody wspomaganie decyzji *nowoczesne zastosowanie komputerowe *komputerowe narzędzia prognozowania zanieczyszczeń powietrza 	<ul style="list-style-type: none"> *analiza i pomoc w rozwiązywaniu problemów, przed którymi stoją kraje Europy Środkowej (przekształcenia społeczno-gospodarcze, środowisko), ale także i inne kraje rozwinięte (bezrobocie, ...)
OCZEKIWANIA	<ul style="list-style-type: none"> *metody lepszego wykorzystania zasobów ważnych dla rozwoju społeczno-gospodarczego *narzędzia prowadzenia efektywnych negocjacji (np. dotyczących środowiska) 	<ul style="list-style-type: none"> *znajomość dynamiki systemów złożonych *metody wspomaganie podejmowania decyzji w warunkach niepewności 	<ul style="list-style-type: none"> *techniczne i merytoryczne narzędzia do podejmowania decyzji strategicznych w najważniejszych problemach transformacji systemowej i szeroko pojętego środowiska człowieka

uważa się, że do problemów strategicznych rozwoju Polski i Europy Środkowej, które mogłyby stać się przedmiotem prac IIASA, należą następujące:

- 1) transgraniczne przepływy zanieczyszczeń;
- 2) negocjacje i porozumienia w zakresie środowiska;
- 3) środowisko (zdrowie), nadmierna śmiertelność;
- 4) transformacja ekonomiczna: nowy ład gospodarczy;
- 5) zmiany demograficzne (migracje), bilans siły roboczej;
- 6) nowe bezrobocie;
- 7) infrastruktura przemian: transport i komunikacja;
- 8) technologia a przemiany cywilizacyjno-kulturowe: rewolucja komputerowa, przemiany systemów edukacyjnych.

Pisanie o korzyściach wynikających z zastosowań analizy systemowej dla Polski w okresie transformacji systemowej jest zajęciem o wątpliwej satysfakcji. Rzucą się w oczy brak zainteresowania, a zatem i środków, analizą systemową przez kręgi decyzyjne. Podobna sytuacja miała miejsce w okresie PRL, choć należy podkreślić, że w latach siedemdziesiątych znaczący był udział polskich naukowców w pracach IIASA w Laxenburgu. Dziś natomiast można odnieść wrażenie, że albo brakuje czasu (i pieniędzy) na analizy systemowe i wspomaganie decyzji politycznych, społeczno-ekonomicznych, rozwojowych itp., albo – widoczne przekonanie o nieomyślności różnych polityków (decydentów) wskazuje na brak wyobraźni, najdelikatniej rzecz ujmując. Nie zmienia oceny tego stanu sięganie po bardzo kosztowne analizy i ekspertyzy, których autorami są zagraniczni eksperci, doradcy i konsultanci. Odnieść można wrażenie, że stan ten wynika z przekonania, że w Polsce metodologia i zastosowanie analizy systemowej to swoista „terra incognita”. Tymczasem sytuacja nie jest tak tragiczna, jak wynika z wypowiedzi bezceremonialnie negujących wszystko, co kojarzy się z przeszłością. Dowodem, że jest nieco inaczej, może być działalność Instytutu Badań Systemowych PAN, Polskiego Towarzystwa Współpracy z Klubem Rzymskim czy choćby Polskiego Towarzystwa Cybernetycznego. Potwierdzają to również kontakty z ekspertami i analitykami systemów przybywającymi ochoczo z zagranicy, w tym uczonymi polskiego pochodzenia. Rzecz polega bowiem na tym, aby w warunkach systemu otwartego efektywnie współpracować ze wszystkimi ośrodkami, zasługującymi na to, racjonalnie wykorzystując dotychczasowy, wcale niemający narodowy dorobek. O racjonalności takiej strategii przeko-

nuje przebieg Dni Międzynarodowego Instytutu Stosowanej Anali-
zy Systemowej, które odbyły się w warszawskim Palacu Staszica
w dniach 20–21 kwietnia 1993 roku. Jeszcze raz sięgnijmy do
wypowiedzi otwierającego obrady L. Kuźnickiego: „Jeżeli w owym
skomplikowanym, podzielonym świecie udało się Instytutowi zna-
leźć swe miejsce i uzyskać ważne osiągnięcia naukowe, to jego
rola i znaczenie, a także możliwości pracy rosną w wolnej od
totalitaryzmów, jednoczącej się Europie, Europie, dla której efek-
tywna współpraca gospodarcza, naukowa, kulturalna, polityczna
staje się nakazem chwili i warunkiem istnienia”.

„Prawdziwym i absolutnie zasadniczym
»czynnikiem produkcji« nie jest dzisiaj
ani kapitał, ani ziemia, ani praca. Jest
nim wiedza”.

Peter Drucker

ZAKOŃCZENIE

Przełom demokratyczny 1989 r. w Polsce stworzył fazę przejścia od systemu realnego (autorytarnego) socjalizmu do gospodarki rynkowej i ładu demokratycznego. Rozpoczął się trudny i złożony proces transformacji systemowej.

Nadziejom na rychle wyrównanie luk rozwojowych między krajami postkomunistycznymi a krajami wysoko rozwiniętymi towarzyszą liczne obawy i lęki. Wielu powodów do tego dostarczają troski dnia codziennego, ale nie brak niepokojów biorących się z ograniczonej skuteczności wielu działań, niekiedy podejmowanych w sposób odległy od profesjonalności. Daje się też nierzadko dostrzec swoisty antyintelektualizm wielu postaw, elementy nowego myślenia magicznego, co w połączeniu z ograniczonymi środkami budżetowymi na naukę, edukację i obronność stwarza realne przesłanki do obaw o skutki działań proreformatorskich.

W tym całym splątaniu spraw politycznych, społeczno-ekonomicznych, obronnych itp. uwagę analityka systemów powinny zwrócić następujące zjawiska: (1) niedostatki myślenia strategicznego, a więc holistycznego, antycypacyjnego, alternatywnego i probabilistycznego; (2) brak autentycznych analiz systemowych w ramach określonych (dopuszczalnych) scenariuszy rozwoju; (3) brak sprawnie zorganizowanego i funkcjonującego zaplecza doradczo-ekspertskiego dla decyzji politycznych i społeczno-ekonomicznych; (4) niesatysfakcjonująca efektywność systemów informacyjnych; (5) ograniczone przekonanie o racjonalności nowoczesnych metod naukowych oraz możliwości wejścia w fazę społeczeństwa informacyjnego. Zamiast tego dostrzega się pewną arogancję władzy, wyrażającą wręcz magiczne zaklęcia o cudownych

właściwościach kapitalizmu i wolnego rynku, demokracji i pluralizmu.

Nie od rzeczy będzie przytoczyć myśl jednego z wybitnych przedstawicieli analizy systemowej i nauki zarządzania (profesora National Defense University w Waszyngtonie) Russella L. Ackoffa: „Mądrość jest to zdolność dostrzegania długookresowych konsekwencji bieżących działań, gotowość do poświęcania krótkookresowych zysków dla większych, długookresowych korzyści oraz umiejętność kierowania tym, czym można kierować i niemartwienie się tym, czym kierować nie można”.

Pozostawmy tę myśl bez żadnego komentarza.

W klasycznym już podręczniku analizy i inżynierii systemów, napisanym przez Artura D. Halla przed trzydziestu laty, czytamy taką pouczającą „przypowieśćkę”: „Społeczeństwo może również pobudzać rozwój myślenia twórczego i odpowiednio je ukierunkowywać. We wczesnym średniowieczu głównym celem społeczeństwa było z jednej strony, utrzymanie spokoju i ekonomiczne zapewnienie egzystencji, z drugiej zaś, zbawienie wiekuiste. Poważną część aktywności twórczej przypadała wówczas na klasztory. Dziś jeszcze Indianie z plemienia Hopi uważają, że jedyną i najważniejszą częścią ich egzystencji są obrzędy religijne i absorbują one bez reszty całą energię młodych ludzi z tego plemienia.

Na zachodzie Europy i w Stanach Zjednoczonych w zeszłym stuleciu główną uwagę zwracano na rozwój techniki. Myślenie w tym kierunku doprowadziło do rosnącej lawiny nowych wynalazków. Jak powiada Alfred N. Whitehead, dziewiętnasty wiek »wynałazał metodę dokonywania wynalazków«. To, co dotychczas było dziełem przypadku, stało się obecnie zorganizowaną i kulturowaną działalnością. Gdy społeczeństwo Hopi nagradzało człowieka, który najlepiej celebrował obrzędy, świat zachodni oklaskiwał tego, kto przyczyniał się do rozwoju techniki”.

Fiodor Dostojewski przewidywał, że wiek XX zadecyduje o wszystkim. Ale, jak słusznie zauważył Józef Koziński, prorocstwo wielkiego pisarza nie spełniło się, bo nie mogło się spełnić, gdyż żadne stulecie nie jest zdolne dokonać ostatecznych rozstrzygnięć, ponieważ nastąpiłby koniec historii, a nic na to jeszcze nie wskazuje. Wiek XX był stuleciem „nieprawdopodobnego”, przyniósł bowiem wiele wspaniałych odkryć i wynalazków. Był to jednak i wiek działania „destrukcyjnego” człowieka, gdyż obrodził

w okrutne totalitaryzmy, dokonujące zbrodni ludobójstwa. Uderza, jak pisał Antoni Kępiński, dysproporcja między naukowo-technicznymi osiągnięciami cywilizacji a stopniem zadowolenia z własnego życia.

Wspomniała poetka Wisława Szymborska tak pisała:

„Miał być lepszy od zeszyłych nasz XX wiek.
Już tego dowieść nie zdąży,
lata ma policzone,
krok chwiejny,
oddech krótki,

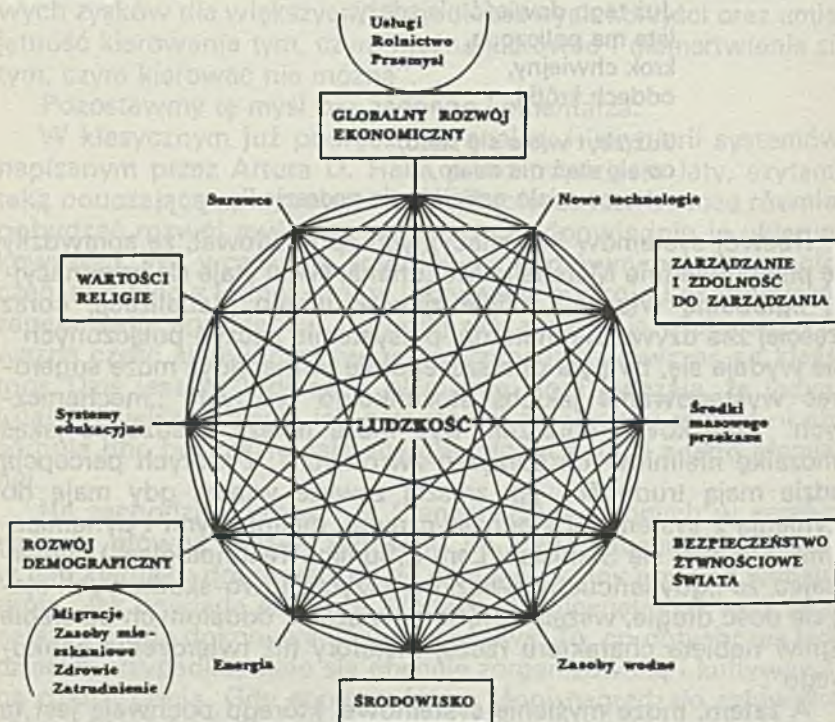
Już zbyt wiele się stało,
co się stać nie miało,
a to, co miało nadejść, nie nadeszło.”

Rozwój systemów informacyjnych spowodował, że sprawdziły się przepowiednie Marshalla McLuhana: świat staje się informacyjną „globalną wioską”. Wiele zjawisk uległo globalizacji, coraz częściej zaś używa się metafory o „systemie naczyń połączonych”. Nie wydaje się, by była ona szczególnie trafna, gdyż może sugerować występowanie jakichś stosunkowo prostych, „mechanicznych” związków i sprzężeń. Być może należy postrzegać jakąś „mozaikę nieliniowych sprzężeń zwrotnych”, z których percepcją ludzie mają trudności, jak zresztą zawsze wtedy, gdy mają do czynienia z systemami stochastycznymi, nieliniowymi i dynamicznymi. Nie myli się Stanisław Lem („Summa Technologiae”) stwierdzając, że „gdy łańcuchy związków przyczynowo-skutkowych stają się dość długie, wszelka próba powiązania oddalonych od siebie ogniw nabiera charakteru raczej metafory niż twierdzenia naukowego”.

A zatem, może myślenie systemowe, którego pochwałą jest ta książka, jest jedną wielką metaforą? Być może ma rację Gerald M. Weinberg, który na pytanie: „Co to jest system?” odpowiada w swej, bardzo pięknej książce o myśleniu systemowym: „Jak to wie każdy poeta, jakiś system to jakiś sposób patrzenia na świat. System to punkt widzenia – zrozumiały dla poety, natomiast przerażający dla pracownika nauk!”

W ramach niejako nakreślonych przez paradygmat systemowy w myśleniu o świecie trwają zarówno poszukiwania nowych metod i technik, odpowiadających swoistości złożonych i dynamicznych, nieliniowych i stochastycznych obiektów, jak i doskonalenie

metod, już istniejących i pozytywnie zweryfikowanych przez praktykę, takich jak analiza systemowa. O znaczeniu prac prowadzonych w IIASA pisaliśmy wcześniej. Teraz należy chociaż wspomnieć o pracach instytucji, której przyświeca niejako słynne hasło: „Myśleć globalnie, działać lokalnie!” Mamy oczywiście na myśli Klub Rzymski i słynne opracowywane dla niego raporty (rys. 29).



Rys. 29. Świat jako system globalny

(Źródło: A. King, B. Schneider, *Pierwsza rewolucja globalna. Jak przetrwać?* Raport Rady Klubu Rzymskiego, Polskie Towarzystwo Współpracy z Klubem Rzymskim, Warszawa, 1992 r.)

Warto przypomnieć, że w swojej pracy Klub Rzymski opiera się na trzech podstawowych zasadach:

1. Coraz bardziej widoczne jest, że świat tworzy system globalny, tak więc celowe jest prowadzenie badań naukowych również w ujęciu globalnym.

2. Biosfera jest ograniczoną przestrzenią życiową systemu światowego, którą w naszych czasach ludzkość bezustannie osłabia, nie zdając sobie z tego sprawy w należyтым stopniu.
3. Należy liczyć się nie tylko z obecnymi, ale i z perspektywicznymi następstwami wynikającymi z ograniczoności przestrzeni życiowej i jej podatności na okaleczenie.

Główną funkcją działalności Klubu jest inspirowanie decydentów i społeczności światowej do głębszego zrozumienia problemów wynikających ze zmian w świecie. Jednakże zmiany o charakterze globalnym, na co zwraca uwagę dyrektor Worldwatch Institute Lester R. Brown, nie zaczynają się na szczeblu globalnym. Rozpoczynają się od jednostek i dopiero potem rozszerzają się na coraz większe grupy obiektów.

Człowiek coraz więcej wie o niszczeniu jego planety, lecz relatywnie coraz mniej może na to poradzić. Potwierdzają to kolejne, przynoszące rozczarowania, konferencje ekologiczne organizowane z inspiracji Klubu Rzymskiego. Ze stosunkami człowieka z przyrodą łączą się dwa rodzaje konfliktów racjonalności: 1) czasowy – to co dobre krótkookresowo, może być złe długookresowo; 2) przestrzenno-funkcjonalny – to co dobre lokalnie, może być złe globalnie, a to co dobre dla poszczególnych państw, narodów czy grup społecznych, może obniżać racjonalność globalną.

Nadzieją na rozwiązanie powyższych konfliktów jest swoista postawa metodologiczna, którą cechuje:

- a) przyjmowanie globalnej perspektywy w badaniu sytuacji przy zachowaniu świadomości, że rosnąca współzależność państw, niebezpieczne nasilenie niektórych problemów światowych, wreszcie przyszłe potrzeby wszystkich ludzi, przybierają rozmiary przerastające możliwości podłożenia problemom w skali poszczególnych państw;
- b) myślenie holistyczne i dążenie do głębszego rozumienia interakcji w gąszczu współczesnych problemów politycznych, społecznych, ekonomicznych, technologicznych, środowiskowych, psychologicznych i kulturalnych, dla których przyjęto określenie „problematyka globalna” (światowa);
- c) ogniskowanie studiów wokół spraw – obiecujących czy kłopotliwych – dziejących się w dalszej perspektywie niż ta, którą mogą przyjmować rządy zaabsorbowane pragnieniem utrzymania się przy władzy.

W przesłaniu do konferencji zwołanej z okazji dwudziestej rocznicy Klubu Rzymskiego (Paryż, 1988 r.) Filip, książę Edynburga tak pisał: „Żadne z pokoleń nigdy nie kochało swych proroków, a szczególnie tych, którzy wskazują następstwa błędnego rozumowania i braku zdolności przewidywania. Klub Rzymski może być dumny ze swego braku popularności w ciągu ostatnich dwudziestu lat. Ufam, że jeszcze przez wiele nadchodzących lat będzie wyraźnie mówił o trudnych do zaakceptowania faktach i wstrząsał sumieniami zadowolonych z siebie i na wszystko obojętnych ludzi”. Nowe perspektywy rozwojowe stawiają przed elitami władzy szczególne wymagania, do których należy korzystanie z ekspertyz ośrodków analizy systemowej, wartościowania techniki czy studiów prognostycznych. Na wszystkich sprawujących władzę ciąży odpowiedzialność zawierająca prawo do ryzyka i popełniania błędu, ale i obowiązek jego naprawy.

Cytowany już niejednokrotnie Peter F. Drucker uważa, że w społeczeństwie postkapitalistycznym „Grupą rządzącą będą robotnicy wiedzy, dyrektorzy do spraw wiedzy, specjaliści od wiedzy i przedsiębiorcy, którzy mają intuicję, jak alokować wiedzę, żeby ją wykorzystać produkcyjnie tak samo, jak „kapitaliści” wiedzieli, gdzie osiągać kapitał”.

Jest to mimo wszystko pewna wizja przyszłego ładu postkapitalistycznego, tworzona w świadomości ludzi żyjących w rozwiniętych systemach kapitalistycznych, o wyraźnych cechach społeczeństw „postindustrialnych” (informacyjnych). Może wydawać się, że społeczeństwa postkomunistyczne znajdujące się w okresie trudnej transformacji systemowej stają wobec konieczności rozwiązania nieco odmiennych problemów związanych z restrukturyzacją gospodarki, modernizacją struktur organizacyjnych i systemów zarządzania, stworzeniem nowoczesnej infrastruktury komunikacyjnej i informacyjnej. Wymaga to zaawansowanych technologii i dopływu nowoczesnej wiedzy technicznej, menedżerskiej i systemowej, wśród której metodologia analizy systemowej zajmuje znaczącą, niepodważalną pozycję. Spełnienie kryteriów efektywności, skuteczności działania jest warunkiem koniecznym uzyskania pożądanego rezultatu transformacji systemowej, lecz nie wystarczającym. Jak pisał niegdyś Tadeusz Kotarbiński, hasło dobrej roboty jako postulat o charakterze społecznym domaga się dwóch walorów działania: „Żeby to, co się robi, robić sprawnie, i żeby czyny nasze służyły celom godziwym”.

Podczas jednego z kolokwiów naukowych w letniej rezydencji Ojca Świętego Jana Pawła II w Castel Gandolfo powiedziano, że punktem centralnym staje się znów podmiotowość człowieka. Oznacza to prymat osoby przed rzeczami oraz nadrzędność ducha nad materią. Tylko człowiek z jego nienaruszalnymi prawami łączy Europę Wschodnią i Zachodnią w nową jedność.

A. ANALIZA SYSTEMOWA: Schemat działania

Strona 4

1. Temat: Analiza systemowa w zarządzaniu organizacją (10)

2. Cel: Schemat działania w zarządzaniu organizacją (10)

3. Opis: Analiza systemowa w zarządzaniu organizacją (10)

Strona 5

4. Cel szczegółowy: Dołączenie wykształconej w zarządzaniu organizacji (10)

5. Temat: Zarządzanie w grupach podmiotów (10)

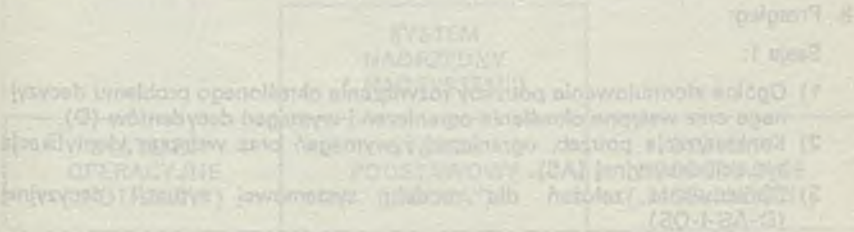
6. Opis: Zarządzanie w grupach podmiotów (10)

7. Cel: Zarządzanie w grupach podmiotów (10)

8. Opis: Zarządzanie w grupach podmiotów (10)

9. Cel: Zarządzanie w grupach podmiotów (10)

10. Opis: Zarządzanie w grupach podmiotów (10)



Strona 6

1. Opis: Opis systemu (10)

2. Opis: Opis systemu (10)

3. Opis: Opis systemu (10)

4. Opis: Opis systemu (10)

5. Opis: Opis systemu (10)

A. ANALIZA SYSTEMOWA: Scenariusz ćwiczenia

1. Temat: Analiza systemowa w zarządzaniu strategicznym.
2. Obiekt: System „Firma”
3. Cel ogólny: Trening w formułowaniu i rozwiązywaniu systemowych problemów decyzyjnych.
4. Cele szczegółowe:
 - a) Doskonalenie umiejętności w identyfikacji sytuacji decyzyjnych.
 - b) Trening w grupowym podejmowaniu decyzji.
 - c) Zapoznanie z technikami rozwiązywania problemów decyzyjnych (zadań optymalizacji).
5. Forma: Gra decyzyjna wspomagana komputerowo.
6. Uczestnicy: Zespół Decydenta (D)
Zespół Analityka Systemów (AS)
Zespół Informatyka (I)
Zespół Otoczenia Systemowego (OS)
7. Czas: Sesje zakończone omówieniem wyników i dyskusją metodologiczną.
8. Przebieg:

Sesja 1:

 - 1) Ogólne sformułowanie potrzeby rozwiązania określonego problemu decyzyjnego oraz wstępne określenie ograniczeń i wymagań decydentów (D).
 - 2) Konkretyzacja potrzeb, ograniczeń i wymagań oraz wstępna identyfikacja sytuacji decyzyjnej (AS).
 - 3) Opracowanie założeń dla modelu systemowej sytuacji decyzyjnej (D-AS-I-OS).

Sesja 2:

 - 4) Określenie wymagań dla bazy informacyjnej modelu (I-AS-OS).
 - 5) Opracowanie koncepcji komputerowego wspomaganie decyzji oraz tworzenie bazy danych i bazy modeli (I).

- 6) Organizacja systemu informatycznego wspomaganie rozwiązania sytuacji decyzyjnej (AS-I) oraz dyskusja nad informacyjnymi uwarunkowaniami problemów decyzyjnych (D-AS-I-OS).

Sesja 3:

- 7) Strukturalizacja sytuacji decyzyjnej (D-AS).
 8) Model identyfikacyjny bliższego otoczenia systemowego (AS).
 9) Dyskusja nad poprawnością identyfikacji potrzeb i możliwości systemu, wymagań i ograniczeń systemowych oraz kryteriami oceny efektywności systemu (D-AS-I-OS).

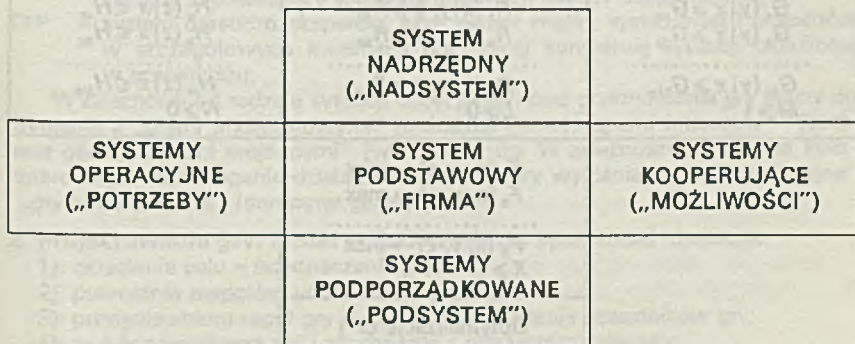
Sesja 4:

- 10) Sformułowanie matematycznego modelu decyzyjnego (AS-I).
 11) Wybór metody rozwiązania problemu decyzyjnego (AS-I).
 12) Rozwiązanie matematycznego modelu decyzyjnego oraz dyskusja nad rezultatami modelowania (D-AS-I-OS).

Sesja 5:

- 13) Rozwiązanie systemowej sytuacji decyzyjnej oraz projekt decyzji (AS).
 14) Analiza projektu decyzji oraz podjęcie decyzji (D).
 15) Dyskusja nad zaletami i wadami, możliwościami i ograniczeniami zastosowań analizy systemowej i systemów informatycznego wspomaganie decyzji w zarządzaniu (D-AS-I-OS).

IDENTYFIKACJA BLIŻSZEGO OTOCZENIA SYSTEMOWEGO „FIRMY”



METRYKA SYSTEMU

Nazwa systemu: „FIRMA”	Nazwa problemu „Identyfikacja sytuacji decyzyjnej”	Cechy programu 1. Wymagania: 2. Ograniczenia:
Nazwa systemów operacyjnych	<ul style="list-style-type: none"> ● Misja ● Cele ● Strategia 	Nazwa systemów kooperacyjnych:
Wymagania: ● POTRZEBY („Szanse”)	Ograniczenia: ● POTENCJAŁ (możliwości wewnętrzne) Wymagania: ● POTRZEBY „WEWNĘTRZNE”	Ograniczenia: ● ZASOBY (możliwości zewnętrzne) („Zagrożenia”)
ZMIENNE DECYZYJNE	KRYTERIUM OCENY EFEKTYWNOŚCI SYSTEMU:	WARUNKI OGRANICZAJĄCE:

ZADANIE OPTIMALIZACJI SYSTEMU W ANALIZIE SYSTEMOWEJ SYTUACJI DECYZYJNYCH (PRZYKŁAD)

Problem decyzyjny		
Wyznaczyć plan optymalnego wykorzystania sił i środków (x^*) – w sensie maksymalnego stopnia osiągnięcia celów systemu		
Wymagania dotyczące potrzeb (y)	Ograniczenie potencjału systemu (x)	Ograniczenie możliwości (z)
$G_1(y x) \geq G_{10}$ $G_2(y x) \geq G_{20}$ $G_M(y x) \geq G_{M0}$ $M \geq 1$	$R_1(x y, z) \geq R_{10}$ $R_2(x y, z) \geq R_{20}$ $R_L(x y, z) \geq R_{L0}$ $L \geq 0$	$H_1(z x) \leq H_{10}$ $H_2(z x) \leq H_{20}$ $H_N(z x) \leq H_{N0}$ $N \geq 0$
	$F_1(x, y, z) \rightarrow \max$ $F_2(x, y, z) \rightarrow \max$ $F_k(x, y, z) \rightarrow \max$ $K \geq 1$	
	Optimalizacja (x^*)	

B. GRA SYSTEMOWA

1. **Uwagi wstępne:** Pod pojęciem „gra systemowa” należy rozumieć: (1) model działań kooperacyjnych (w sensie kooperacji pozytywnej lub negatywnej) prowadzonych między co najmniej dwoma systemami (lub koalicjami) w warunkach rozbieżności, w szczególności sprzeczności ich celów (interesów); (2) zespół środków oraz zasad ich użycia w celu kształcenia (doskonalenia) umiejętności kierowania systemami (podejmowania decyzji) w sytuacjach decyzyjnych, których racjonalnym modelem jest gra (w sensie (1)).

W szczególności gra jest modelem sytuacji konfliktowej, gdy spełniony jest warunek antagonistycznej sprzeczności celów (interesów) uczestników danej sytuacji.

W teorii gier określa się następującą strukturę formalną:

$$G = \langle N, \{S_n\} \{F_n\}, n \in N \rangle,$$

gdzie N jest zbiorem uczestników (graczy) gry (co najmniej dwuelementowym), S_n jest zbiorem strategii n -tego gracza, a F_n jest przyjmującą skończone wartości liczbowe funkcją określoną dla wszystkich strategii graczy (funkcja wygranej).

W drugim z wyróżnionych ujęć „grą systemową” nazywać będziemy następujący zbiór elementów:

$$GRA \equiv (SCEN, REG, ORG, STR, SIG, EXP),$$

gdzie:

- SCEN** – zbiór scenariuszy, czyli dopuszczalnych sytuacji systemowych decyzyjnych,
- REG** – zbiór dopuszczalnych reguł działania – zachowań uczestników sytuacji określonych w scenariuszu,
- ORG** – organizator gry, czyli „zespół kierowniczo-oceniający” odpowiedzialny za prawidłowy przebieg gry i ocenę, poprawność decyzji podejmowanych przez uczestników gry w określonej sytuacji systemowej,
- STR** – zbiór zespołów uczestników gry („stron”) reprezentujących cele (interesy) określonych systemów,
- SIG** – system informacyjny gry, który tworzą: baza danych sytuacyjnych, baza modeli wspomagających decyzje stron, system sterujący i system komunikacyjny zapewniający wymianę informacji między uczestnikami gry,
- EXP** – system doradczo-ekspertki, czyli zespół analizy systemowej i ekspertów w szczegółowych kwestiach dotyczącej konkretnej sytuacji określonej w scenariuszu.

W zależności od rodzaju sytuacji decyzyjnych oraz przeznaczenia gry mamy do czynienia z „grami przemysłowymi” (industrial game), „grami interesów” (business game), „grami wojennymi” (war game) itp. W zależności od stopnia komputerowego wspomaganie działań uczestników gry wyróżnia się „gry tradycyjne” i „gry komputerowe” (computer game).

2. **Projektowanie gry:** Proces projektowania gry systemowej obejmuje:

- 1) określenie celu – przeznaczenia gry;
- 2) powołanie zespołów uczestników gry;
- 3) przyjęcie zbioru reguł gry i zasad oceny działania uczestników gry;
- 4) wybór scenariusza gry i zapoznanie z nim uczestników gry;

- 5) opracowanie modelu działania;
- 6) organizacja systemu informacyjnego gry;
- 7) organizacja miejsca pracy zespołów uczestniczących w grze (typu „decisions room”);
- 8) określenie wymagań i ograniczeń oraz kryteriów oceny działań uczestników i sposobów omówienia wyników gry.

3. Oczekiwane korzyści:

- badanie, opis i wyjaśnianie zjawisk zachodzących w realnych systemach działania;
- testowanie i weryfikacja wariantów rozwiązań organizacyjnych, technologicznych itp.;
- propagowanie i wdrażanie rozwiązań;
- stymulowanie myślenia twórczego;
- rozwój i trening umiejętności praktycznych;
- diagnostyka umiejętności i cech kadry (dobór kadry);
- przewidywanie i budowa strategii działania;
- tworzenie zespołów, integrowanie kadry itp.

OGÓLNY MODEL GRY SYSTEMOWEJ

CEL GRY

SCENARIUSZE ROZWOJU SYTUACJI		
REGUŁY GRY SYSTEMOWEJ		
ZESPÓŁ ORGANIZATORA GRY		
ZESPÓŁ A (System A)	SYSTEM INFORMACYJNY GRY	ZESPÓŁ B (System B)
ZESPÓŁ ANALIZY SYSTEMOWEJ (doradczo-ekspertki)		



WYNIKI GRY

C. PROGRAM KSZTAŁCENIA W ZAKRESIE ANALIZY SYSTEMOWEJ*

1. Analiza systemowa w Akademii Obrony Narodowej

1. Podstawy metodologiczne analizy systemowej. Rozwój metodologii badań systemowych. Elementy teorii systemów.
2. Analiza diagnostyczna systemów. Diagnoza systemu (struktur organizacyjnych).

* Programy opracował i zrealizował autor.

3. Analiza prognostyczna systemów. Prognoza rozwoju systemu. Metody prognozowania rozwoju systemów społecznych.
 4. Analiza efektywności systemów. Kryteria oceny. Ocena „koszt – efekt”. Ocena efektywności działania (walki). Ocena efektywności systemów uzbrojenia i techniki wojskowej.
 5. Analiza ryzyka. Ocena ryzyka (metody i techniki). Zarządzanie ryzykiem.
 6. Analiza decyzyjna. Podstawy teorii decyzji (modele decydenta, reguły decyzyjne). Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności i ryzyka.
 7. Metody optymalizacji systemów. Optymalizacja liniowa, nieliniowa, dynamiczna, stochastyczna. Polioptymalizacja.
 8. Systemy wspomaganie decyzji. Architektura i funkcjonowanie DSS (przykłady). Ekspertowe systemy wspomaganie decyzji.
 9. Analiza sytuacji polityczno-militarnych. Wybrane przykłady.
 10. Studium zastosowalności (feasibility study). Podstawy i technologia.
 11. Teoria gier i modelowanie konfliktów. Gry o sumie zerowej i niezerowej. Ogólny model sytuacji konfliktowej. Pułapki społeczne.
- II. Analiza i inżynieria systemów na Wydziale Ekonomicznym Uniwersytetu Szczecińskiego.
1. Podstawy metodologii badań systemowych. Paradygmat systemowy. Zasady ujęcia systemowego organizacji społeczno-gospodarczych.
 2. Modelowanie systemów społeczno-gospodarczych. Metody i techniki modelowania. Model firmy. Modele S. Beera i L. Kleina.
 3. Analiza efektywności systemów. Kryteria i wskaźniki oceny. Metodyka oceny efektywności systemów.
 4. Optymalizacja w systemach zarządzania. Przegląd matematycznych metod optymalizacji. Optymalizacja wielokryterialna w podejmowaniu decyzji kierowniczych.
 5. Decyzje rozwojowe. Podejmowanie decyzji w procesie planowania strategicznego. Ograniczenia realnych procesów decyzyjnych. Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności i ryzyka.
 6. Zarządzanie ryzykiem. Ocena ryzyka w systemach zarządzania. Zarządzanie kryzysem.
 7. Modelowanie konfliktów organizacyjnych. Metody rozwiązywania sytuacji konfliktowych. Pułapki społeczne.
 8. Projektowanie struktur organizacyjnych systemów. Metodyka projektowania modernizacyjnego (diagnostycznego) i innowacyjnego (prognostycznego).
 9. Wartościowanie techniki. Ryzyko technologiczne i społeczne. Społeczna akceptowalność techniki (Technology Assessment).
 10. Modelowanie globalne. Analiza wybranych modeli globalnych. Model jakości życia. Raporty dla Klubu Rzymskiego.

D. ZAGADNIENIA DO SAMODZIELNEGO STUDIOWANIA

1. Geneza i ewolucja koncepcji holistyczno-systemowych w filozofii i nauce.
2. Porównanie koncepcji redukcjonistycznych i holistycznych (systemowych).
3. Analiza porównawcza wybranych teorii systemowych.
4. Egzemplifikacja cech konstytutywnych myślenia systemowego.

5. Porównawcza analiza metodologiczna koncepcji strukturalistycznych i systemowych.
6. Ocena zasadności krytyki teorii systemów dokonanej przez J. Monod.
7. Analiza podstaw matematycznej teorii systemów M. Mesarovicia.
8. Komentarz do myśli H. Spencera: „To właśnie stałość relacji między częściami składowymi tworzy indywidualność całości jako różną od indywidualności jej części”.
9. Interpretacja hasła Klubu Rzymskiego: „Myśleć globalnie, działać lokalnie”.
10. Interpretacja „Trójcy Systemowej” – trzech wielkich pytań, które – według G. Weinberga – rządzą myśleniem systemowym:
 - Dlaczego widzę to, co widzę?
 - Dlaczego rzeczy pozostają takie same?
 - Dlaczego rzeczy się zmieniają?
11. Interpretacja Zasady Nieoznaczoności: „Nie możemy uzyskać pewności, czy zaobserwowane ograniczenie należy przypisać systemowi, czy jego otoczeniu”.
12. Analiza komplementarności ujęć systemów ogólnych:
 - system jako struktura relacyjna;
 - system jako zbiór relacji;
 - system jako struktura dynamiczna.
13. Analiza przykładów formalizacji wybranych obiektów społecznych, politycznych i ekonomicznych w kategoriach ogólnej teorii systemów.
14. Analiza przykładów modeli systemów według wybranych kryteriów.
15. Analiza warunków stabilności i sterowalności systemów społecznych.
16. Porównanie koncepcji decydenta racjonalnego i koncepcji ograniczonej racjonalności.
17. Analiza identyfikacyjna otoczenia systemowego wybranego złożonego obiektu społeczno-gospodarczego.
18. Analiza warunków równowagi dynamicznej w systemie globalnym.
19. Systemowe warunki i ograniczenia rozwoju systemów społecznych.
20. Analiza racjonalności kryteriów efektywności systemów działania (organizacji).
21. Systemowe warunki bezpieczeństwa systemów.
22. Analiza stabilności multipolarnego systemu bezpieczeństwa międzynarodowego.
23. Porównawcza analiza metodologii modelowania globalnego na przykładzie wybranych Raportów dla Klubu Rzymskiego.
24. Transformacja systemowa jako struktura dynamiczna – warunki stabilności.
25. Cechy systemowe „społeczeństwa informacyjnego” – szanse i zagrożenia.

SŁOWNIK PODSTAWOWYCH POJĘĆ SYSTEMOWYCH

A

Adaptacyjność, cecha systemowa wyrażająca zdolność przystosowania się (parametryczna, funkcjonalna, strukturalna) systemu do określonych zmian w jego otoczeniu (nowych warunków działania).

Analitik systemów, realizator programu analizy systemowej: funkcja, specjalność związana z wykorzystaniem wiedzy systemowej w identyfikacji, formułowaniu i rozwiązywaniu systemowych sytuacji problemowych.

Analiza systemowa, metoda systemowa; zbiór technik analitycznych i ocenowych stosowanych w identyfikacji, modelowaniu i rozwiązywaniu systemowych sytuacji problemowych (głównie decyzyjnych).

Autonom (autonomiczny system), system posiadający własność samostero-
wania i zapobiegania jej utracie; twórca: M. Mazur.

B

Bezpieczeństwo systemu, cecha systemowa wyrażająca zdolność systemu do zabezpieczenia się przed zagrożeniami.

Błąd systemowy, błąd w myśleniu lub działaniu systemowym.

C

Całość, przedmiot złożony zawierający wszystkie swoje elementy.

Cel systemu, pożądany stan rzeczy lub procesu; formalnie ustalone zamie-
rzenie wynikające z potrzeb otoczenia; realizowane przez system trwale misje
i wartości.

Ciąg systemów, zbiór systemów uporządkowany określoną relacją dzia-
łania.

Cybernetyka, nauka o sterowaniu i komunikowaniu w systemach; twórca:
N. Wiener.

Cykl decyzyjny, okres między kolejnymi decyzjami w systemie; zwykle
obejmuje fazę informacyjną, koncepcyjną, kontrolną.

Cykl życia systemu, koncepcja faz „naturalnego” rozwoju systemu od
chwili „narodzin”, przez fazę wczesnego dynamicznego rozwoju, fazę dojrzałości
i fazę schyłkową.

Czas systemowy, czas wyróżniony zdarzeniami określającymi proces reali-
zowany przez dany system.

D

Decydent, obiekt (osoba, grupa, system), którego głównym celem działania jest podejmowanie decyzji koniecznych do sterowania większym obiektem (np. organizacją).

Decyzja, postanowienie zrobienia czegoś; zachowanie się w określony sposób; akt świadomego (nielosowego) wyboru jednego z co najmniej dwóch alternatywnych rozwiązań sytuacji (problemu) decyzyjnej.

Diagnoza, proces rozpoznania sytuacji istniejącej w systemie w celu określenia stanu systemu, sformułowanie jego oceny i ustalenie określonych zaleceń (diagnozowanie); rezultat procesu diagnozowania.

Działanie, świadomie podejmowany proces (czynności, opcje) ukierunkowany na określone, antycypowane cele (pożądane stany).

E

Efektywność systemu, cecha systemowa wyrażająca całokształt możliwości systemu osiągnięcia celów (zaspokajania potrzeb, działania zgodnie z przeznaczeniem); wskaźnikiem może być:

- 1) stopień osiągnięcia celów (skuteczność);
- 2) relacja między korzyściami a nakładami (ekonomiczność).

Eksploatacja systemu, proces użytkowania (celowego zużywania potencjału) i obsługiwanego (odtworzenia potencjału) systemu.

Ekwifinalność, cecha systemowa wyrażająca zdolność do realizowania celów (zadań) w różny sposób.

Element systemu, obiekt elementarny, składowa część systemu wyróżniona ze względu na jej własności funkcjonalne; w organizacjach współprzyczynia się do powodzenia całości.

F

Filozofia systemowa, dziedzina refleksji naukowej wyróżniająca się systemowym widzeniem świata i zajmująca się formułowaniem najogólniejszych zasad myślenia i działania systemowego.

Funkcjonalność systemu, cecha systemowa wyrażająca zdolność systemu do wypełniania przypisanych mu funkcji.

G

Gotowość systemu, cecha systemowa wyrażająca zdolność do podejmowania zadań zgodnie z określonymi wymaganiami czasowymi, przestrzennymi itp.

Gra systemowa, model sytuacji infracystemowej lub intersystemowej charakteryzującej się rozbieżnością (często sprzecznością) celów (interesów) uczestników sytuacji; zespół środków służących kształceniu (rozwijaniu) praktycznych umiejętności w sytuacjach trudnych, złożonych i niepewnych.

Granica systemu, granica wyróżniająca elementy systemu (przestrzeni systemowej) od elementów jego otoczenia.

Grupa systemów, zbiór wyróżnionych systemów tworzących tzw. prakseologiczną sieć systemów; systemy połączone szczególnymi relacjami działania.

H

Holizm (grec. holos – cały), kierunek filozoficzny („filozofia całości”), wedle którego całość jest czymś więcej niż tylko sumą swych części; twórca: J.Ch. Smuls.

Homeostaza, cecha systemowa wyrażająca zdolność do samoczynnego dążenia systemu do utrzymania stanu równowagi dynamicznej.

I

Identyfikacja systemu, ogólnie – proces wyróżnienia systemu z jego bliższego otoczenia oraz określenia podstawowych cech systemowych; wąsko – zespół metod pozwalających na określenie wartości parametrów matematycznego modelu systemu.

Identyfikowalność, cecha systemowa wyrażająca możliwość oceny wartości parametrów modelu systemu.

Informacja, ogólnie – wszelka treść zaczerpnięta ze świata zewnętrznego; wąsko – każda wiadomość opisująca jakiś stan rzeczywistości (cechy rzeczy, natury, związki między nimi, poglądy ludzi itp.).

Informatyzacja systemu, proces racjonalizacji działania systemu dzięki zastosowaniu metod i środków informatyki (systemów komputerowych) we wspomaganie określonych dziedzin funkcjonalnych (głównie intelektualnych, informacyjno-decyzyjnych).

Integracja, ogólnie – zespalanie, łączenie obiektów (elementów, systemów) w większą całość (system, system wielki) w celu uzyskania pożądanych cech systemowych; wąsko – wytwarzanie poczucia i postaw zespolenia, utożsamiania się z interesem organizacji.

Inżynieria systemów, dziedzina wiedzy i praktycznej działalności systemowej, której celem jest tworzenie modeli systemów wykorzystywanych w procesie projektowania realnych systemów lub projektowania zmian w systemach istniejących.

J

Jakość systemu, cecha systemowa wyrażająca stopień spełnienia przez system określonych wymagań funkcjonalnych, strukturalnych itp., także np. estetycznych i etycznych.

Język systemowy, ogólnie – język opisu obiektów rozpatrywanych jako systemy; wąsko – język, w którym komunikują się ludzie uczestniczący w działalności systemowej (badacze systemów, analitycy systemów, inżynierowie systemów itp.).

K

Kierowanie, ogólnie – proces sterowania realizowany w systemach społecznych; wąsko – sterowanie w grupach, zespołach ludzkich.

Konfiguracja systemu, zestaw elementów systemu będący przedmiotem strukturalizacji; skład systemu, aktualny układ elementów tworzących system; przy zmianie elementów na praktycznie identyczne, struktura się nie zmienia, ale zmienia się konfiguracja systemu.

Konflikt systemowy, krytyczna sytuacja systemowa, w której systemy znajdują się w polu działania przeciwstawnych sił (np. sprzecznych celów, interesów).

Kooperacja, działanie wielopodmiotowe, w którym każdy z uczestników liczy się z czynami innych;

kooperacja pozytywna – współdziałanie (zgodność celów);

kooperacja negatywna – walka, odznaczająca się niezgodnością celów (rywalizacja).

Koordynacja, systematyczne uporządkowanie wysiłku grupowego dla zapewnienia jednoci działania w osiągnięciu wspólnego celu; oddziaływanie jednostki nadrzędnej na jednostki podległe tak, aby system – jako całość – osiągnął zamierzony cel.

Koszt systemu, cenność nakładów potencjału systemu poniesionych na określoną działalność.

Kryterium, wzgląd lub cecha systemowa brana pod uwagę przy wyborze (decyzji), ocenianiu, szacowaniu, hierarchizacji itp. (np. kryterium oceny efektywności, kryterium optymalizacji decyzji); w zadaniach optymalizacji opisywane jest przez funkcję celu (wyboru).

Krytyczne sytuacje systemowe, sytuacje systemowe (konfliktowe, kryzysowe, zagrożenia), w których występują utrudnienia (zakłócenia) normalnego działania systemu.

Kryzys systemu, krytyczna sytuacja systemowa, w której zmiany funkcjonalne i/lub strukturalne w systemie prowadzą do dezorganizacji jego działania.

L

Luka systemowa, termin mający co najmniej dwa różne znaczenia rozumiane jako: 1) brak systemu realizującego pożądaną proces działania w danej sieci (grupie) systemów; 2) rozbieżność w poziomie rozwoju systemów działania (luka techniczna, technologiczna, organizacyjna, informacyjna).

M

Metodologia systemowa, ogólnie – dziedzina systemowa zajmująca się rozwojem metod systemowych; wąsko – metody i techniki systemowe wraz z regułami ich praktycznego zastosowania.

Mitologia systemowa, zbiór poglądów uznawanych za prawdziwe bez naukowego uzasadnienia (weryfikacji); zespół wytworów „magicznego myślenia” dotyczących obiektów, traktowanych nie zawsze słusznie (poprawnie), jako systemy.

Modelowanie systemowe, proces odwzorowania realnego systemu (oryginału) w jego obraz, wyrażony w określonym języku modelowania, zgodnie z celem (przeznaczeniem) modelu.

Model systemu, odwzorowanie systemu dla określonych potrzeb w postaci odmiennej od realnej; odwzorowanie systemu – oryginału w jego obraz (dla celów poznawczych, dydaktycznych, ocenowych, decyzyjnych); modele: zjawiskowe, ocenowe, prognostyczne, decyzyjne.

Morfologia systemu, forma, budowa (konfiguracja i struktura) systemu.

Myślenie systemowe, swoisty styl myślenia o rzeczywistości jako „świecie systemów” podlegającym prawom systemowym; myślenie holistyczno-systemowe, opozycyjne wobec myślenia analityczno-redukcyjnego.

N

Nadsystem, większy system obejmujący wyróżniony system oraz jego bliższe otoczenie systemowe.

Nauki systemowe, zbiór nauk (dyscyplin naukowych), których przedmiotem są konkretne systemy realne i które posługują się językiem systemowym.

Negocjacje, jeden ze sposobów rozwiązywania sytuacji konfliktowych, oparty na dyskusji i wymianie informacji między uczestnikami sytuacji.

Niepewność, cecha sytuacji (zjawiska), która charakteryzuje brak pewnej, tj. pełnej, aktualnej i wiarygodnej informacji.

Niezawodność systemu, cecha systemowa wyrażająca zdolność systemu do realizacji zadań w określonym czasie i w określonych warunkach; wskaźnikiem jest prawdopodobieństwo sprawnego działania w określonym czasie.

O

Obiekt systemowy, wyróżniony z rozpatrywanej rzeczywistości system będący przedmiotem określonej działalności systemowej.

Obserwowalność, cecha systemowa wyrażająca zdolność oceny wartości współrzędnych stanu systemu.

Ocena systemu, wypowiedź wartościująca, wyrażająca – na podstawie przyjętego kryterium oceny – aprobatę lub dezaprobatę dla badanego stanu systemu.

Odnowa systemu, proces odtworzenia potencjału systemu zużytego w procesie działania (w szczególności – zmiana lub wymiana elementów systemu).

Ograniczenia systemowe, określone granice jakichś cech systemowych (ilościowych, jakościowych, przestrzennych, czasowych itp.); wewnętrzne (np. ograniczenie wartości potencjału systemu), zewnętrzne (np. granice możliwości zasilania i wspomagania systemu).

Optymalizacja systemu, procedura wyznaczania wartości cech systemowych maksymalizujących (lub minimalizujących) funkcje przyjęte jako kryterium, przy danych ograniczeniach; określenie wartości cech „najlepszych dla systemu” w ściśle określonym sensie.

Organizacja, całość, której wszystkie elementy współprzyczyniają się do powodzenia całości; system złożony z ludzi wyposażonych w narzędzia, których łączą określone więzi; proces tworzenia organizacji (organizowanie).

Otoczenie systemowe, grupa systemów, które wiążą z danym systemem określone relacje (np. kooperacji pozytywnej i/lub negatywnej); obiekty nie należące do systemu, lecz które bądź oddziałują na system, bądź są przedmiotem oddziaływania systemu.

P

Paradygmat systemowy, wzorzec, model postępowania poznawczego (naukowego), którego istotą jest holistyczno-systemowe ujęcie rzeczywistości.

Podejście systemowe, sposób (metoda) myślenia i oddziaływania wynikający z paradygmatu systemowego.

Podsystem, grupa elementów tworzących funkcjonalną całość, będąca integralną częścią większej całości (systemu).

Postawa systemowa, charakterystyczny styl myślenia i działania przejawiający się w konkretnych sytuacjach problemowych; wyraz ujęcia systemowego.

Postęp systemu, typ rozwoju systemu, którego rezultaty są oceniane pozytywnie, zgodnie z przyjętym kryterium postępu systemu; pozytywne zmiany morfologiczne, funkcjonalne i strukturalne.

Potencjał systemu, całokształt zdolności systemu niezbędnych do zaspokojenia określonych potrzeb (celowego działania); całość zasobów systemu wraz z regulami celowego ich użycia.

Potrzeba systemu, konieczność posiadania czegoś lub dysponowania czymś, co stanowi szczególną wartość z punktu widzenia celów (funkcji, przeznaczenia) systemu.

Predyktywność systemu, cecha systemowa wyrażająca zdolność przewidywania kierunków rozwoju systemu i efektów jego działania.

Problem systemowy, systemowa sytuacja nowa, trudna i złożona, dotycząca celów, warunków, sposobów i środków działania systemu; problemy poznawcze i decyzyjne praktyczne (decyzyjne).

Proces systemowy, proces, czyli uporządkowany przestrzennie i czasowo ciąg czynności (operacji) realizowanych w systemie i koniecznych dla jego istnienia.

Prognoza, wynik przewidywania możliwego i prawdopodobnego zachowania się i stanu systemu w przyszłości.

Projektowanie systemu, koncepcyjne przygotowanie działania systemu; proces, który daje w wyniku projekt systemu; projektowanie modernizacyjne (projektowanie zmian systemowych) i innowacyjne (projektowanie „nowych” systemów).

R

Racjonalizacja systemów, planowe, wsparte zadaniami naukowymi, ulepszenie (doskonalenie) systemów realnych przez wprowadzanie zmian do celów, systemów kierowania, struktur organizacyjnych itp.

Rozwój systemu, ukierunkowany, celowy ruch systemu; w zależności od oceny rezultatów: postęp, stagnacja, regres.

Równowaga systemu, stan systemu, w którym nie zachodzą żadne istotne zmiany w strukturze ani w warunkach określających ten stan; w szczególności – równowaga między potrzebami (oczekiwaniem) a możliwościami ich zaspokojenia.

Ruch systemu, zmiana stanów systemu wynikająca z określonej woli (decyzji), braku równowagi lub oddziaływań otoczenia.

Ryzyko, cecha działań podejmowanych w niepewności, konfliktach lub zdarzeniach niezależnych od systemu i których nie można przewidzieć; najczęstszy wskaźnik: prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia ocenianego negatywnie lub wartość oczekiwana strat.

S

Siła systemu, wypadkowa potrzeb i możliwości ich zaspokojenia przez system w wyróżnionej chwili.

Skuteczność systemu, zdolność realizacji celów działania w wymaganym czasie; wskaźnik: stopień (prawdopodobieństwo) realizacji celów systemu.

Spójność systemu, cecha systemowa wyrażająca pożądany stopień powiązań (intensywności sprzężeń) między elementami systemu, pożądany ze względu na realizację celów.

Sprawność systemu, cecha systemowa wyrażająca ogół walorów praktycznych działania, czyli ocenianych pozytywnie jego cech.

Sprzężenie, oddziaływanie elementów (systemów) za pomocą określonych organów brzegowych (wejść i wyjść), jednostronne i zwrotne; jeden z typów relacji w systemie lub między systemami.

Stabilność, cecha systemowa wyrażająca zdolność systemu do samoczynnego zmniejszania zakłóceń; dążenie – przy dowolnych warunkach początkowych i zerowych wymuszeniach – do stanu równowagi, niekoniecznie tego samego co poprzednio.

Sterowanie, proces oddziaływania jednego obiektu na drugi w celu wywołania zmian pożądanych lub przeciwdziałania zmianom niepożądanym.

Sterowalność, zdolność przejścia systemu ze stanu początkowego do stanu pożądanego za pomocą sterowania w skończonym czasie.

Strategia, wybór dalekosiężnych celów systemu i sposobów ich osiągnięcia.

Struktura systemu, zbiór relacji (sprzężeń, stosunków) między elementami tworzącymi skład systemu.

Symulacja komputerowa, technika prowadzenia eksperymentów komputerowych z modelem systemu w celu analizy zachowania się systemu rzeczywistego pod wpływem zmian otoczenia i/lub wewnętrznych zmian w systemie.

Synergia, cecha systemowa wyrażająca rezultat współdziałania elementów systemu; efekt organizacyjny.

System, obiekt wyróżniony z rzeczywistości i rozpatrywany jako całość, którą tworzy zbiór elementów i relacji między nimi; celowo zorientowana i zorganizowana całość.

Sytuacja systemowa, zbiór relacji między systemem a jego otoczeniem, rozpatrywanych z określonego punktu widzenia.

Szansa, okoliczności szczególnie sprzyjające dla systemu ze względu na wzrost jego efektywności; wskaźnik: prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia pożądanego, ocenianego pozytywnie lub wartość oczekiwana korzyści.

T

Teoria systemów, naukowa teoria, której przedmiotem są systemy; podstawowym celem jest formułowanie ogólnych praw systemowych oraz tworzenie ogólnych modeli obiektów rozpatrywanych jako systemy.

Trwałość systemu, cecha systemu związana z czasem życia systemu; wskaźnikiem trwałości systemu jest wartość oczekiwana czasu trwania systemu w stanie zdolności do spełniania jego podstawowych funkcji.

U

Użyteczność, przydatność jakiejś rzeczy, działania itp. dla zrealizowania jakiegoś celu; cecha przypisywana określonym obiektom, oczekiwana ze względu na zdolność zaspokojenia danych potrzeb.

W

Wartości systemu, cechy systemowe, których utrata powoduje zanik własności systemowych obiektu.

Wartościowanie techniki, metoda, zbiór technik analityczno-ocenowych służących do oceny skutków zastosowania nowej techniki (technologii) oraz ich społecznej akceptowalności.

Wzrost systemu, rezultat rozwoju systemu wyrażający się powiększeniem złożoności systemu (liczby elementów i relacji), zwiększeniem jego potencjału (zasobów) i zdolności sterowania.

Z

Zagrożenie, krytyczna sytuacja systemowa, gdy istnieje zwiększone prawdopodobieństwo naruszenia wartości systemowych.

Zarządzanie, ogólnie – kierowanie działalnością przedsiębiorstwa; wąsko – dysponowanie określonymi zasobami systemu w procesie osiągania zamierzonych celów.

Zasoby, rzeczy, przedmioty używane w procesie działania dla osiągnięcia celu: ludzie, materiały, energia, informacja, urządzenia itp., także czas i przestrzeń.

Zużycie systemu, wielkość zużytego potencjału systemu w procesie działania (osiągania celów, realizacji zadań).

Zysk systemu, korzyść systemu uzyskana w procesie realizacji celów; dodatnia różnica między dochodem systemu a kosztami jego uzyskania.

Ż

Żywotność systemu, cecha systemu z jego odpornością na negatywne (destrukcyjne) oddziaływania otoczenia; wskaźnikiem żywotności systemu jest prawdopodobieństwo przeżycia systemu w krytycznych sytuacjach systemowych.

LITERATURA

- Ansoff H.J., *Implanting Strategic Management*, PHI, London 1984.
- Arrow K.J., *Eseje z teorii ryzyka*, PWN, Warszawa 1978.
- Arrow K.J., *Granice organizacji*, PWN, Warszawa 1985.
- Ashby W.R., *Wstęp do cybernetyki*, WNT, Warszawa 1963.
- Auspitz J., Gasparski W., Mlicki M., Szaniawski K. (ed.), *Praxiologies and the Philosophy of Economics*, London 1991.
- Ayres R., *Prognozowanie rozwoju techniki i planowanie długookresowe*, PWE, Warszawa 1973.
- Barczak A., *Komputerowe gry wojenne*, WSOWŁ, Zegrze 1991.
- Baziliëwicz Ł.A., *Modelowanie organizacyjnych struktur*, Leningrad 1978.
- Bertalanffy von L., *Ogólna teoria systemów*, PWN, Warszawa 1984.
- Beer S., *Cybernetyka a zarządzanie*, PWN, Warszawa 1966.
- Bobrowski Cz., *Planowanie gospodarcze*, WP, Warszawa 1982.
- Bojarski W., *Podstawa analizy i inżynierii systemów*, WNT, Warszawa 1984.
- Buslenko N., Kałasznikow W., Kowalenko I., *Teoria systemów złożonych*, WNT, Warszawa 1979.
- Chojnacki A., *Modelowanie matematyczne*, WAT, Warszawa 1986.
- Cholaj H., *Globalny świat – wyzwania i spory*, „Wektory gospodarki”, Warszawa 1990.
- Cleland D.J., King W.R., *Systems Analysis and Project Management*, Mc Graw-Hill, New York 1968.
- Czerniak J., *Informacja i zarządzanie*, PWE, Warszawa 1978.
- Daniels A., Yeats D., *Podstawy analizy systemów*, WNT, Warszawa 1974.
- Dembowska Z., *Planowanie przestrzenne w ujęciu systemowym*, PWE, Warszawa 1978.
- Dietrych J., *System i konstrukcja*, WNT, Warszawa 1985.
- Długosz M., *Gry decyzyjne w badaniach i doskonaleniu organizacji*, PWE, Warszawa 1990.
- Drucker P., *Skuteczne zarządzanie*, PWN, Warszawa 1976.
- Dubos R., *Pochwała różnorodności*, PIW, Warszawa 1986.
- Filasiewicz A., *Prognoza, program, plan*, WP, Warszawa 1977.
- Findeisen W. (red.), *Analiza systemowa, podstawy i metodologia*, WNT, Warszawa 1985.
- Findeisen W., *Wielopoziomowe układy sterowania*, WNT, Warszawa 1974.

- Fishman G.S., *Symulacja komputerowa. Pojęcia i metody*, PWE, Warszawa 1981.
- Flakiewicz W., *Systemy informacyjne przedsiębiorstw i instytucji*, PWE, Warszawa 1987.
- Forrester J., *Industrial Dynamics*, MIT, Massachusetts 1961.
- Gasparski W., *Projektowanie. Konceptyjne przygotowanie działań*, PWN, Warszawa 1978.
- Gasparski W. (red.), *Projektoznawstwo. Elementy wiedzy o projektowaniu*, WNT, Warszawa 1988.
- Gasparski W. (red.), *Nauka – Technika – Systemy*, Ossolineum, Wrocław 1981.
- Gawrilec J., *Planowanie społeczno-gospodarcze. Systemy i modele*, PWN, Warszawa 1980.
- Goode H.H., Marchol R.E., *System engineering – an Introduction to the Design of Large-scale Systems*, McGraw-Hill, New York 1957.
- Gościński J., *Sterowanie i planowanie. Ujęcie systemowe*, PWE, Warszawa 1982.
- Gościński J., *Zarys teorii sterowania ekonomicznego*, PWE, Warszawa 1976.
- Góralski A., *Twórcze rozwiązania zadań*, PWN, Warszawa 1980.
- Góralski A. (red.), *Zadanie, metoda, rozwiązanie. Techniki twórczego myślenia*. Zbiór I, WNT, Warszawa 1977.
- Graham J., *Analiza systemowa w jednostkach gospodarczych*, PWE, Warszawa 1976.
- Greniewski H., *Sprawy te i jeszcze inne*, KiW, Warszawa 1970.
- Grudzowski W. (red.), *Identyfikacja procesów w zarządzaniu*, PWN, Warszawa 1984.
- Gutenbaum J., *Modelowanie matematyczne systemów*, PWN, Warszawa 1987.
- Gwisziani D.Ż. (red.), *Siestimnyje issledowanija. Metodologičeskije problemy*, Nauka, Moskwa 1980.
- Habr J., Veprek J., *Systemowa analiza i synteza*, PWE, Warszawa 1976.
- Haken H., *Synergetics*, Springer-Verlag, Berlin, New York 1978.
- Hall A.D., *Podstawy techniki systemów*, WNT, Warszawa 1968.
- Hankiss E., *Pułapki społeczne*, WP, Warszawa 1986.
- Hitch Ch.J., McKean R.N., *Ekonomika obrony w erze jądrowej*, MON, Warszawa 1965.
- Jajuga T. i K., Wrzosek K. i S., *Elementy teorii systemów i analizy systemowej*, AE, Wrocław 1993.
- Jaźwiński J., W a ż y Ń s k a - F i o k K., *Bezpieczeństwo systemów*, PWN, Warszawa 1993.
- Jermakowicz W., Krawczyk R., *Reforma jako innowacja społeczna*, MAW, Warszawa 1985.
- Kasprzak T. (red.), *Badania operacyjne w nowoczesnym zarządzaniu*, PWE, Warszawa 1974.
- Kasprzak T., *Analiza działalności systemów ekonomicznych*, PWE, Warszawa 1978.
- Keeney R., Raiffa H., *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, J. Wiley, New York 1976.
- Kiliński A., *Jakość*, WNT, Warszawa 1979.
- Kisielnicki J., *Metody systemowe*, PWE, Warszawa 1985.

- Klir G.J., *Architecture of Systems Problem Solving*, Plenum Press, New York 1985.
- Klir G. (red.), *Ogólna teoria systemów*, WNT, Warszawa 1976.
- Kocowski T., *Systemowa koncepcja repertuaru potrzeb człowieka*, Komunikat Ośrodka Badań Progностycznych Politechniki Wrocławskiej, nr 54, 1974.
- Konieczny J., *Inżynieria systemów działania*, WNT, Warszawa 1983.
- Konieczny J., *Podstawy eksploatacji urządzeń*, MON, Warszawa 1975.
- Koontz H., O Donnell C., *Management a Systems and Contingency Analysis of Managerial Functions*, McGraw-Hill, New York 1976.
- Kornai J., *Anti-equilibrium. Teoria systemów gospodarczych*, PWN, Warszawa 1975.
- Kornai J., *Niedobór w gospodarce*, PWE, Warszawa 1985.
- Kozielecki J., *Psychologiczna teoria decyzji*, PWN, Warszawa 1975.
- Koźmiński A., *Analiza systemowa organizacji*, PWE, Warszawa 1976.
- Koźmiński A., *Zarządzanie. Analiza systemowa procesów i struktur*, PWE, Warszawa 1974, wyd. II 1976.
- Koźmiński A. (red.), *Współczesne koncepcje zarządzania*, PWE, Warszawa 1985.
- Koźmiński A. (red.), *Współczesne teorie organizacji*, PWN, Warszawa 1983.
- Kulikowski J.L., *Informacja i świat w którym żyjemy*, WP, Warszawa 1978.
- Kulikowski R., *Analiza systemowa i jej zastosowanie. Modelowanie środowiska, zarządzanie i planowanie rozwoju*, WNT, Warszawa 1977.
- Kulikowski R., *Sterowanie w wielkich systemach*, WNT, Warszawa 1970.
- Krzyżanowski L., *Podstawy nauki zarządzania*, PWN, Warszawa 1985.
- Quade E.S., *Systems Analysis Techniques for Planning-Programming-Budgeting*, RAND, Santa Monica 1966.
- Quade E.S. (red.), *Analysis for Military Decisions*, The Rand Lectured on Systems Analysis, Amsterdam 1964.
- Quade E.S., *Analysis for Public Decisions*, A RAND Corporation Research Study, New York 1989.
- Lipiec-Zajchowska M., *Metody symulacji komputerowej w prognozowaniu makroekonomicznym*, PWE, Warszawa 1988.
- Łukaszewicz R., *Dynamika systemów zarządzania*, PWN, Warszawa 1975.
- Matczewski A., *Zarządzanie produkcją przemysłową*, PWE, Warszawa 1990.
- Mazur M., *Cybernetyczna teoria układów samodzielnych*, WNT, Warszawa 1966.
- McHale J., *Człowiek i środowisko*, PWN, Warszawa 1975.
- Meadows D. i inni, *Granice wzrostu*, PWE, Warszawa 1979.
- Mesarović M., *General Systems Theory: Mathematical Foundations*, Academic Press, New York 1975.
- Mesarović M., Pestel E., *Ludzkość w punkcie zwrotnym?* PWE, Warszawa 1977.
- Morawski W. (red.), *Organizacja*, PWN, Warszawa 1975.
- Mreła K., *Struktury organizacyjne. Analiza wielowymiarowa*, PWE, Warszawa 1983.
- Nowakowska M., *Nowe idee w naukach społecznych*, PWN, Warszawa 1980.
- Oblój K., *Zarządzanie. Ujęcie praktyczne*, PWE, Warszawa 1986.
- Pajestka J., *Kształtowanie procesu rozwoju. Racjonalność i manowce polityki*, PWE, Warszawa 1983.

- Pajestka J., *Polskie frustracje i wyzwania*, BGW, Warszawa 1991.
- Peters T.J., Watermann R.H., *In Search of Excellence, Lessons from American Best Run Companies*, New York 1984.
- Piekarz H., *Efekt organizacyjny jako kryterium oceny systemu wytwórczego*, AE, Kraków 1991.
- Pospielow G.S., Irikow W.A., Kirilow A.J., *Procedury i algorytmy formowania kompleksnych programm*, Nauka, Moskwa 1985.
- Radzikowski W., *Badania operacyjne w organizacji i zarządzaniu*, UW, Warszawa 1985.
- Radzikowski W., *Matematyczne techniki zarządzania*, PWE, Warszawa 1980.
- Reusch P., Drązek Z., Flottmann J., *Systemy wspomaganie planowania i systemy wspomaganie decyzji*, USz, Szczecin 1992.
- Rogucki A., *Analiza systemowa w planowaniu obrony*, MON, Warszawa 1975.
- Rogucki A., *Cele i zadania analizy systemów w planowaniu obrony*, WAP, Warszawa 1972.
- Rostanowska-Plichcińska K., *Gry modelowe w planowaniu rozwoju przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 1987.
- Sadowski W., *Podstawy ogólnej teorii systemów*, PWN, Warszawa 1978.
- Sage A.P., *Decision Support Systems Engineering*, J. Wiley, New York 1991.
- Sienkiewicz P., *Inżynieria systemów*, MON, Warszawa 1983.
- Sienkiewicz P., *Inżynieria systemów kierowania*, PWE, Warszawa 1988a.
- Sienkiewicz P., *Poszukiwanie Golema*, KAW, Warszawa 1988b.
- Sienkiewicz P., *Systemy kierowania*, WP, Warszawa 1989.
- Sienkiewicz P., *Teoria efektywności systemów*, Ossolineum, Wrocław 1987.
- Sienkiewicz P., *Teoria efektywności systemów kierowania*, ASG WP, Warszawa 1979.
- Simon H.A., *Podjęcie decyzji kierowniczych. Nowe nurty*, PWE, Warszawa 1982.
- Sovietov B., Jakovlev S., *Modelirovanije sistiem*, Moskwa 1985.
- Stabin J., Moisiejewa V., *Avtomatizirovannyj sistiemnyj analiz*, Moskwa 1984.
- Stoner J., Wankel Ch., *Kierowanie*, PWE, Warszawa 1992.
- Szilejko A., Kocznev V., Chimyszyn F., *VViedeniije v informacionnuju teoriju sistiem*, Moskwa 1985.
- Szaniawski K., *Filozofia podejmowania decyzji*, „Prakseologia” 1980, nr 2(74).
- Szczepański J., *Konsumpcja a rozwój człowieka. Wstęp do antropologicznej teorii konsumpcji*, PWE, Warszawa 1981.
- Szymański J.M., *Życie systemów*, WP, Warszawa 1991.
- Targowski A., *Dogonić czas*, Bellona, Warszawa 1993.
- Tyzka T., *Analiza decyzyjna i psychologia decyzji*, PWN, Warszawa 1986.
- Wawrzyniak B., *Polityka strategiczna przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 1989.
- Wawrzyniak B., *Szkoła zarządzania*, PWE, Warszawa 1987.
- Wawrzyńczak R., *O formułowaniu celów*, „Prakseologia” 1981, nr 2(78).
- Webber R.A., *Zasady zarządzania organizacjami*, PWE, Warszawa 1984.
- Weinberg G., *Myślenie systemowe*, WNT, Warszawa 1979.
- Wiener N., *Cybernetyka, czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie*, PWN, Warszawa 1971.

- Wierzbiński A., *Trendy w metodologii prognozowania a wariantowanie planów perspektywicznych*. Materiały konferencji na temat planowania perspektywicznego. Instytut Gospodarki Narodowej, Warszawa 1987.
- Zacher L., *Globalne problemy współczesności, „Transformacje”*, Warszawa 1992.
- Ziemia S., Jarominek W., Staniszewski R., *Problemy teorii systemów*, Ossolineum, Wrocław 1980.
- Ziemiński S., *Problemy dobrej diagnozy*, WP, Warszawa 1973.

WYKAZ TABLIC

Część I

- Tablica 1. Elementy wyników analizy systemowej.
- Tablica 2. Struktura analizy systemowej.
- Tablica 3. Struktura analizy systemowej w procesie doskonalenia systemu istniejącego.
- Tablica 4. Schemat analizy systemowej w procesie poszukiwania nowego systemu.
- Tablica 5. Przykład struktury celów.
- Tablica 6. Opis sytuacji decyzyjnej.
- Tablica 7. Retrospektywne i prospektywne ujęcie elementów decyzji.
- Tablica 8. Podstawowe elementy analizy decyzyjnej.
- Tablica 9. Macierz systemu wg G. Nadlera.
- Tablica 10. Elementy analizy statystycznej.

Część II

- Tablica 11. Elementy koncepcji „7S” systemu zarządzania.
- Tablica 12. Modele przedsiębiorstw wg W.G. Ouchiego.
- Tablica 13. Udział polskich uczonych w pracach IIASA. Potencjalne i faktyczne korzyści oraz oczekiwania.

WYKAZ RYSUNKÓW

Część I

- Rys. 1. Identyfikacja sytuacji problemowej.
- Rys. 2. Schemat rozwiązywania problemów systemowych.
- Rys. 3. Zakres zastosowań analizy systemowej.
- Rys. 4. Przedmiot zastosowań analizy systemowej.
- Rys. 5. Główne powiązania analizy systemowej.
- Rys. 6. Ogólny schemat modelowania systemów.
- Rys. 7. Ogólny schemat analizy diagnostycznej.
- Rys. 8. Ogólny schemat analizy prognostycznej.
- Rys. 9. Model ryzykowej sytuacji decyzyjnej.
- Rys. 10. Ogólny schemat analizy decyzyjnej.
- Rys. 11. Makroalgorytm analizy systemowej.
- Rys. 12. Model systemu analizy systemowej.
- Rys. 13. Podstawowe elementy metody PATTERN.
- Rys. 14. Ogólny schemat dekompozycji systemu.
- Rys. 15. Ogólny schemat dynamiki systemów.
- Rys. 16. Zachowanie się systemu gospodarczego (przykład).
- Rys. 17. Ogólna procedura wyboru optymalnego wariantu w analizie systemowej.
- Rys. 18. Ogólny schemat wspomagania analizy systemowej.

Część II

- Rys. 19. Model informacyjno-decyzyjny organizacji (systemu działania).
- Rys. 20. Schemat systemowego planowania rozwoju.
- Rys. 21. Zintegrowany proces zarządzania strategicznego.
- Rys. 22. Analiza efektywności wariantów systemu (przykład).
- Rys. 23. Ogólny schemat oceny efektywności systemów w analizie systemowej.
- Rys. 24. Model procesu decyzyjnego.
- Rys. 25. Typy funkcji preferencji.
- Rys. 26. Typy strategii przedsiębiorstwa.
- Rys. 27. Schemat metodologii analizy polityki dotyczącej skutków społecznych techniki.
- Rys. 28. Prawdopodobieństwo przekroczenia określonej liczby ofiar w danym roku.
- Rys. 29. Świat jako system globalny.



Piotr Sienkiewicz urodził się 18 września 1945 roku w Karpaczu. Do liceum uczęszczał w Łobzie. Ukończył studia na Wydziale Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej. W 1975 uzyskał stopień doktora nauk technicznych, a w 1980 roku doktora habilitowanego. W 1986 roku otrzymał tytuł profesora nadzwyczajnego. Obecnie jest profesorem w Akademii Obrony Narodowej, gdzie kieruje Centrum Informatyki. Wykładowca na uczelniach wojskowych i cywilnych. Jest członkiem wielu organizacji i towarzystw naukowych, w tym Polskiego Towarzystwa Współpracy z Klubem Rzymskim, AFCEA, IFORS, od 1988 roku pełni funkcję prezesa Polskiego Towarzystwa Cybernetycznego. Uczestnik prac Komitetu Nauk Organizacji i Zarządzania Polskiej Akademii Nauk, Komitetu Prognoz „Polska u progu XXI wieku”, Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego. Autor wielu prac naukowych i popularnonaukowych poświęconych cybernetyce, informatyce, analizie i inżynierii systemów, organizacji i kierowaniu, m.in. takich wydawnictw książkowych, jak: „Inżynieria systemów” (1983), „Dowodzenie z komputerem” (współautor, 1985), „Teoria efektywności systemów” (1987), „Poszukiwanie Golema” (1988), „Inżynieria systemów kierowania” (1988), „Systemy kierowania” (1989), „Społeczeństwo informacyjne” (współautor, 1992). Jest pułkownikiem Wojska Polskiego.