ANALIZA SYSTEMÓW W PLANOWANIU OBRONY

Antoni Rogucki

ANALIZA SYSTEMÓW W PLANOWANIU OBRONY

Antoni Rogucki

Jonium p. 265

Antoni Rogucki

ANALIZA SYSTEMÓW W PLANOWANIU OBRONY

BIBLIOTEKA
WIEDZY
WOJSKOWEJ

WYDAWNICTWO
MINISTERSTWA
OBRONY
NARODOWEJ

Antoni Rogucki

ANALIZA SYSTEMÓW W PLANOWANIU OBRONY

Aspekty
ekonomiczno-polityczne

355.077.
356.6
XXVII.7.1
XXIX

Obwolutę, okładkę i stronę tytułową projektował:
WALDEMAR WNUCZAK

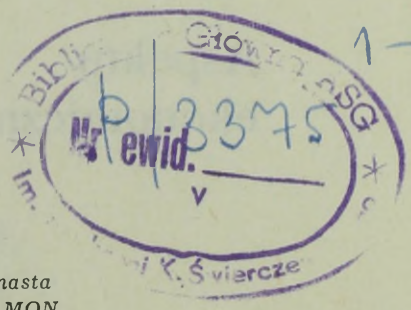
Redaktor:
MARIA HILDT

Redaktor techniczny:
MARIA BRASZCZYK

Rogucki Antoni: Analiza systemów w planowaniu obrony, W-wa 1975 Wydawn. Min. Obrony Nar. 8°, s. 436, il. tab. — Biblioteka Wiedzy Wojskowej.

UKD: 355.605

Praca metodologiczna. Ogólne zagadnienia analizy systemów oraz wybrane metody badań systemowych i ich zastosowanie w dziedzinie obronności.



Pięć tysięcy sześćset szesnasta publikacja Wydawnictwa MON

Printed in Poland

Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej
Warszawa 1975 r. Wydanie I

Nakład 5000 + 349 egz. Objętość (z wklejkami): 25,88 ark. wyd., 27,75 ark. druk. Papier druk sat. IV kl. 70 g, format 61×86/16 z Fabryki Celulozy i Papieru im. J. Dąbrowskiego w Kluczach. Oddano do składu 16.01.1975 r. Druk ukończono w lipcu 1975 r. w Wojskowej Drukarni w Gdyni. Zam. nr 73 z dnia 20.I.1975 r.
Cena zł 45.— O-1

WSTĘP

Książka jest próbą uogólnienia pewnego etapu prac zmierzających do powiązania nauki i sztuki wojennej oraz nauk politycznych i ekonomicznych z metodami cybernetyki i matematyki stosowanej. Zakłada się powszechnie, że ściślejsze współdziałanie tych dyscyplin w rozwiązywaniu wojskowych problemów planowania obrony może przyczyniać się do osiągania trwalszej równowagi bezpieczeństwa narodów i do zapewnienia pokoju światowego.

Zapotrzebowanie społeczne w poszczególnych państwach i w skali międzynarodowej na wkomponowanie historycznych metod planowania obrony w ramy współczesnych metod ekonometrii, planometrii, badań operacyjnych, matematyki stosowanej i cybernetyki pod wspólną nazwą analizy systemów obrony rośnie coraz bardziej. Miarą tego zapotrzebowania jest trudny do zahamowania wzrost budżetów wojskowych i majątku znajdującego się w dyspozycji sił zbrojnych. Według systematycznie dokonywanych przez różne instytuty naukowe szacunków budżety wojskowe państw świata przekroczyły już znacznie zawrotną kwotę 200 mld dol. rocznie. Suma ta stanowi przeciętnie około 7% dochodu narodowego świata; jest prawie o połowę wyższa od światowych wydatków na wszystkie rodzaje szkolnictwa oraz trzykrotnie wyższa aniżeli światowe wydatki na ochronę zdrowia.

Już z tego tylko względu kadra wojskowa, odpowiedzialna za bezpieczeństwo i obronę państw, coraz intensywniej rozwija — poza tradycyjną analizą polityczną i wiedzą dowódczą — także wielostronne umiejętności analityczne, techniczne i kierownicze, niezbędne w procesach racjonalnego gospodarowania zasobami przeznaczonymi na obronę oraz w procesach integrujących działalność wojskową ze środkami politycznymi, ekonomicznymi, socjologicznymi i psychologicznymi.

Opisywana gałąź stosowanych badań naukowych — ekonomiczna analiza systemów obrony rozwinęła się w momencie, gdy wcześniej

zapoczątkowane badania operacyjne zaczęły przeżywać w siłach zbrojnych pewien kryzys rozwojowy. Biorąc pod uwagę wiek analizy systemów, której dorobek liczy niewiele ponad 10 lat, można było spotkać sugestie, że stanowi ona zespół metod nawiązujący do „starych treści w nowym opakowaniu", nie wnoszący konkretnych nowości. Przy podejmowaniu badania przeważył jednak argument, iż jeśli będzie to tylko „opakowanie", to uporządkowanie zawartych w nim treści, dokonywane obecnie przez wiele instytutów i autorów, uzasadnia celowość przedstawienia go Czytelnikom. Z tego względu w badaniach rozpoczynanych w drugiej połowie lat sześćdziesiątych chodziło nie tyle o szczegółowe odwzorowywanie metod i technik badawczych stosowanych w analizie systemów, ile o krytyczne przedstawienie racjonalnego postępu w tych metodach oraz podniesienie empirycznych problemów planowania ekonomicznego obrony, przy których rozwiązywaniu może być pomocna analiza systemów. Mowa jest raczej o rozwiązywaniu problemów, a nie podejmowaniu optymalnych decyzji. Brak jest naukowych podstaw do sugerowania Czytelnikowi w ogóle, a w dziedzinie obrony w szczególności, że istnieje optymalny wybór we wszystkich kategoriach działania. Skoro brak jest nie tylko bezdyskusyjnej praktyki, ale i powszechnie uznawanej teorii wartościowania, to matematycznie ustalane ekstrema mają swój sens wyłącznie przy określonym zestawie założeń, wprowadzanych do badania na podstawie osądu oraz intuicji.

Międzydyscyplinarne założenia badawcze zmuszały w pierwszej fazie badań do skupienia uwagi na merytorycznym przedmiocie planowania obrony. Problematyka bowiem szczegółowych metod matematycznych — programowania liniowego i dynamicznego, teorii gier, rachunku wariacyjnego itd., jest tak rozległa, że nawet ze względów wydawniczych nie sposób je omówić. Techniki te są opisywane szeroko w nowszych podręcznikach akademickich, podczas gdy w zakresie planowania ekonomicznego obrony jako takiego nie spotyka się wielu pozycji nawet w literaturze światowej.

Niniejsza publikacja nie ma więc charakteru zmatematyzowanego tak, jak planowanie nie jest wyłącznie problemem matematycznym. Planowanie i podejmowanie decyzji w fazach założeń wymaga analizy jakościowej i tej właśnie analizie poświęcona jest przeważająca część pracy. Wyodrębnianie przedmiotu decyzji planistycznej jest i chyba będzie jeszcze długo sprawą arbitralną, będzie pozostawać jak dotychczas poza doświadczeniem matematycznym jako połączenie sztuki z nauką, podobnie jak jest nią dzisiaj formułowanie celów i wybieranie metod badawczych. Analiza systemów w pierwszej połowie lat sześćdziesiątych, jak oceniają autorzy amerykańscy, przepełniona była — podobnie jak klasyczne badania operacyjne — analitycznymi technikami matematycznymi: programowaniem liniowym

i teorią gier. Wprowadzano skomplikowane wzory matematyczne z astronomiczną liczbą programów na elektroniczne maszyny cyfrowe, których celem było wyłowienie systemu optymalnego. Już w połowie lat sześćdziesiątych analitycy uświadomili sobie, że całościowe planowanie zagadnień obrony w warunkach konkretnej rzeczywistości nie poddaje się całkowicie metodzie czysto ilościowej. Metodą ilościową można doskonale rozwiązywać już pewną partię problemów operacyjnych, w zasadzie niekonfliktowych. W samym założeniu jest to ogromna i płodna dziedzina pracy dla specjalistów matematyków i programistów elektronicznej techniki obliczeniowej. Poza metodą ilościową pozostają jednak podstawowe zagadnienia strategiczne, jak: rozpoczęcie wojny, oddziaływanie ideologiczne i psychologiczne na przeciwnika, negocjacje podczas wojny, polityczne zakończenie konfliktu, powojenna odbudowa itp. zagadnienia najistotniejszej wagi.

Obecnie analizy systemów w znacznej mierze utraciły dawny analityczny charakter, jaki cechował je w przeszłości.

Przyjęcie powyższych założeń badawczych zdecydowało o strukturze pracy. Rozdział I wprowadza w genezę nauk o systemach, w ich powiązania z naukami tradycyjnymi oraz w wyodrębnioną na ich tle analizę systemów, jako naukową dyscyplinę stosowaną, mającą szczególne znaczenie we współczesnej teorii nauk wojskowych i w praktyce planowania ekonomicznego obrony. W rozdziale II przedstawiono sytuację w tradycyjnych szkołach planowania obrony przed zapoczątkowaniem analiz systemowych. Rozdział III poświęcony jest omówieniu głównych pojęć występujących w analizie systemów i we współczesnym planowaniu obrony. Podstawy matematycznej teorii podejmowania decyzji w powiązaniu z zasadami modelowania i funkcją modeli w analizie systemów omówiono w rozdziale IV. Jest to ogólnoteoretyczna część badania. W rozdziale V przedstawiono zarys empirycznej, ekonomicznej identyfikacji współczesnych systemów obrony, grupującej elementy składające się na potencjał obrony, którego interpretację systemową rozwinięto w rozdziale VI. Rozdział VII poświęcono analizie nakładów i wyników w systemach technicznych uzbrojenia z podaniem ogólnego i szczegółowego modelu rachunku ekonomicznego dla zestawu sił zbrojnych. Rozdział VIII przedstawia kilka wybranych zagadnień systemowego modelu planowania obrony.

Wielostronne badania dostępnej literatury światowej o zastosowaniach analizy systemów w planowaniu ekonomicznym obrony oraz badania empiryczne prowadzone w Instytucie Ekonomiczno-Wojskowym Wojskowej Akademii Politycznej im. F. Dzierżyńskiego wykazały, że nawet w pierwszym etapie swego rozwoju analiza systemów wysuwa i rozwiązuje istotne problemy zarządzania obroną, z którymi wcześniej albo nie spotykano się tak wyraźnie, albo po prostu ich

nie dostrzegano. Dzięki dwukierunkowemu działaniu — schematyzacji problemu w pierwszej fazie jego badania i następnie uwalnianiu się od sztywnych ram schematu w drugiej fazie wnioskowania — analiza systemów stała się przekonującym narzędziem do uzasadnienia głębokich zmian w systemie planowania obrony. Szczególnie w krajach NATO stała się osnową zwartego systemu podejmowania decyzji pod nazwą „planowanie — programowanie — budżetowanie", który według wypowiedzi teoretyków amerykańskich zapoczątkował rewolucję w dziedzinie kształtowania potencjału wojennego Stanów Zjednoczonych. W pewnym sensie pod kryptonimem analizy systemów przeforsowano w Stanach Zjednoczonych liczne doświadczenia z wieloletniego planowania centralnego w państwach obozu socjalistycznego, uzupełniając je niektórymi podejściami wydedukowanymi z zasad cybernetyki, np. metodą „planowania kroczącego".

Badania wykazały również, że analiza systemów poprzez rozwój metod oceny efektywności zdeterminowanej i sytuacyjnej w warunkach wojskowych jest też bardzo przydatna przy rozwiązywaniu problemów produkcyjnych i administracyjnych w gospodarce narodowej. Na przykład modelowanie obwiedni eksploatacyjnej dla systemów uzbrojenia powinno należeć także do podstawowych zagadnień polityki gospodarczej każdego przedsiębiorstwa i jego wydziałów w zakresie wykorzystania mocy produkcyjnej.

*
* *

Przekazując Czytelnikom ważniejsze elementy pracy, pragnę w tym miejscu podziękować Kolegom z Wydziału Ekonomiczno-Wojskowego Wojskowej Akademii Politycznej im. F. Dzierżyńskiego za umożliwienie mi prowadzenia badań na kierunku planowania gospodarczo-obronnego oraz za wniesienie wielu cennych stwierdzeń i uwag. W szczególności dziękuję płk. prof. dr. hab. Wacławowi Stankiewiczowi za jego niestrudzoną inicjatywę w rozwijaniu wojskowej myśli ekonomicznej oraz w inspirowaniu nowych kierunków badań merytorycznych i metodologicznych. Obowiązany jestem także podziękować płk. dr. hab. Marianowi Danilukowi za jego cenne wskazówki, które zmniejszyły ilość zbędnych i spornych dygresji. To jednak wszystko, co podlega krytyce Czytelników, należy odnieść na rachunek autora, którego rozważania nie toczą się po utartych szlakach, lecz są dopiero poszukiwaniem kierunków dla tych szlaków.

Rozdział I

ANALIZA SYSTEMÓW WE WSPÓŁCZESNYCH NAUKACH O SYSTEMACH

1. Geneza nauk o systemach

Rozwój nauk o systemach, zapoczątkowany w okresie rewolucji przemysłowej, uległ znacznemu przyspieszeniu i wzbogaceniu w dobie współczesnej rewolucji naukowo-technicznej.

Obie te rewolucje charakteryzują się z jednej strony liczebnością odkryć i wynalazków technicznych, a z drugiej — rosnącą wartością odkrywczą metod badawczych, radykalnie zmieniających obraz świata w świadomości człowieka. Sprawniejsze metody ułatwiają odwzorowanie i modelowanie rzeczywistości, wiązanie większej liczby zmiennych, dokładniejszą ocenę ich parametrów. Stwarzają podstawy ściślejszego wartościowania i mniej zawodnego wnioskowania przy poznawaniu praw i wykorzystywaniu sił przyrody.

Współczesną rewolucję naukowo-techniczną charakteryzuje zatem ścisła więź między badaną i kształtowaną rzeczywistością a narzędziami rzeczowymi (instrumentalizacją rzeczową, materialnymi środkami technicznymi, zwanymi w handlu *hardware* [1], jak elektroniczne maszyny cyfrowe, precyzyjne urządzenia pomiarowe, szybkie środki transportowe) i narzędziami pojęciowymi (instrumentalizacją pojęciową, odzwierciedlającą relacje konkretnej rzeczywistości w abstrakcyjnych wzorach myślenia — algoryt-

[1] *Hardware* — „wyroby twarde", „towary żelazne" na oznaczenie materialnych środków trwałych (maszyn, urządzeń) w odróżnieniu od *software*, „towarów miękkich", oznaczających przeciwstawnie niematerialną wiedzę, znajomość technologii, umiejętność zarejestrowaną na nośnikach informacji lub zakodowaną w umyśle człowieka.

mach i programach, zwanych przeciwstawnie niematerialnymi produktami myśli — *software*).

Instrumentalizacja rzeczowa i pojęciowa może spełnić zadania teoretyczne i praktyczne wykonywane od zarania dziejów lub wysunięte dopiero w ostatnich dziesięcioleciach jako wynik specjalizacji badań. Pozwala ona obecnie wykonać zadania w skali dawniej nieosiągalnej, z nieznaną przedtem dokładnością i niezawodnością wyniku, otrzymywanego w coraz krótszym czasie na podstawie lepszej informacji i na ogół przy niższych kosztach społecznych.

Problem znalezienia wspólnych praw, miar, celów, pojęć i podobieństwa budowy, niezależnie od konkretnych cech narzędzi materialnych i pojęciowych, już przed rewolucją przemysłową mobilizował naukę do kompleksowego wyjaśnienia działających w świecie przeciwstawnych sił, utrzymujących go w równowadze. Wcześniejsze próby wiązały się z analityczną klasyfikacją nauk i znajdowały wyraz m.in. w idei uniwersalnej symboliki G.W. Leibniza (1863, *Mathesis Universalis*), w *Zarysie filozofii nauk* A.M. Ampére'a (1834), w *Prolegomenach* H. Spencera (1870). Autorzy ci usiłowali uogólnić twierdzenia nauki, „...prawdziwe dla poszczególnych jej rzędów na wiele innych rzędów" [2]. Wysoką rangę problemowi jedności i kompleksowości myślenia naukowego oraz działania społecznego nadała filozofia marksistowsko-leninowska. Wykryła ona i uogólniła dialektyczne prawa materializmu historycznego i dostarczyła nauce przesłanek do nowych prób badania kompleksowego. Próby te zwielokrotniły się z początkiem bieżącego wieku, gdy stwierdzono, że np. prawo Le Chateliera (1850—1936), znane w chemii fizycznej jako prawo najmniejszej akcji lub prawo adaptacji [3], jest prawem powszech-

---

[2] A.Ł. Tachtadżian: *Tiektołogija: Istorija i problemy.* W: *Sistiemnyje issledowanija 1971,* Moskwa 1972, s. 202.

Proces integracji pojęć i metod badawczych, przeciwdziałający nadmiernemu ich zróżnicowaniu i „cechowej hermetyzacji" przypomina podobny proces w technice, polegający na unifikacji, normalizacji i typizacji zespołów, podzespołów i części przystosowanych funkcjonalnie i gabarytowo do rozmaitych maszyn o różnorodnym przenaczeniu roboczym.

[3] Dalsze rozwinięcia tego prawa patrz: W.D. Bancroft: *A Universal*

nym, inaczej tylko nazywanym w fizyce, biologii i ekonomii. Jego nowsze sformułowanie cybernetyczne brzmi: system zdąża do takich zmian, które sprowadzają do minimum oddziaływania zewnętrzne. Podobną treść zawiera prawo doboru naturalnego z teorii G. Darwina (1909) o trwałości form życia przystosowanych do otoczenia i o zanikaniu form nieprzystosowanych. Prawo to zostało następnie uogólnione także na fizyczne i chemiczne struktury atomowe oraz struktury kosmiczne.

Znaczenie wspólnego prawa minimalnej akcji dla praktycznej działalności jednostki ludzkiej i społeczeństwa ujawniło się na początku XX wieku w wyniku wielkiego zapotrzebowania na rozwój nauk ergologicznych (teorii organizacji i kierowania, prakseologii, ekonomik szczegółowych itd.). Intensywne badania nad zasadami gospodarności, minimalizacją nakładów lub maksymalizacją efektów wszelkich form i skal działania doprowadziły do wykrycia wielu współzależności decydujących o wynikach działania społecznego. Jedną z odpowiedzi na społeczne zapotrzebowanie w zakresie uniwersalnych reguł działania było m.in. ukazanie się w Związku Radzieckim oryginalnej pracy A. Bogdanowa *Uogólniona nauka organizacji (tektologia)*. Praca ta pod wieloma względami wyprzedziła idee rozwinięte później przez cybernetykę. Z powodu jednak krytyki jej założeń filozoficznych przeszła do historii nauk o systemach bez większego bezpośredniego wpływu na ich rozwój.

Prawo minimalnej akcji czy też maksymalnego efektu ma szczególne znaczenie w działaniach polityczno-militarnych. Nic więc dziwnego, że podczas drugiej wojny światowej w sposób przyspieszony dojrzewały osiągnięcia nauk przyrodniczych i technicznych, jak też metodologia planowania i podejmowania decyzji związanych z kierowaniem nadzwyczajnym wysiłkiem społeczno-gospodarczym. W końcowej fazie wojny synteza tych osiągnięć wystąpiła w dwóch postaciach: wykorzystania energii atomowej i sformułowania zasad ogólnej dyscypliny metodologicznej, zwanej cybernetyką. Pierwsza postać koronuje wyna-

---

Law, „Science" 1911, t. 33; E.S. Fedorow: *Priroda i czełowiek*, „Priroda" 1917, nr 4; W.B. Cannon: *The Wisdom of the Body*, Londyn 1932.

lazki techniki materialnej, druga — osiągnięcia filozofii, matematyki i nauk społecznych. O ile bodźcem przyspieszającym opanowanie energii atomowej było dążenie do spotęgowania siły niszczenia, o tyle cybernetyka podejmowała konstruktywne problemy sterowania złożonymi środkami walki oraz automatyzacji łączności między siłami zbrojnymi intensywnie walczącymi na rozległych teatrach wojennych.

Za przełomową datę w rozwoju nauk o systemach uważa się rok 1948, w którym zakończono dwie ważne prace: N. Wienera *Cybernetyka, czyli sterowanie i łączność w organizmach żywych i w maszynach* oraz C. Shannona *Matematyczna teoria łączności* [4]. Odkrywczość tych prac polegała głównie na syntezie przemyśleń międzydyscyplinarnych zespołów badawczych, złożonych zarówno z przedstawicieli nauk ścisłych, jak i humanistycznych w połączeniu ze specjalistami nauk technicznych i sztuki wojennej. Dokonali oni wstępnego „zagospodarowania ziemi niczyjej" między poszczególnymi dyscyplinami i stworzyli podstawę wspólnego języka dla współczesnych badań naukowych. Przy dalszym wzroście społecznego zapotrzebowania na badania wielkich, scentralizowanych związków gospodarczych, informacyjnych, energetycznych oraz automatyzacji procesów wytwórczych, wcześniejsze teorie kierowania i łączności, teorie regulacji, teorie maszyn matematycznych i inne zaczęły przyswajać pojęcia wprowadzone przez cybernetykę, ułatwiające rozwiązywanie problemów wyboru i sterowania systemami.

Przyjęciu cybernetyki towarzyszyły na zasadzie homeostazy również pewne opory. „Po Koperniku i Darwinie formuły cybernetyczne stanowiły trzeci duży wstrząs charakterystyczny dla ludzi przyzwyczajonych do antropocentryzmu" [5]. Okres krystali-

---

[4] N. Wiener (w polskim przekładzie): *Wstęp do cybernetyki*, Warszawa 1961; tegoż: *Cybernetyka i społeczeństwo*, Warszawa 1960; tegoż: *Sztuczne myślenie — wstęp do cybernetyki*, Warszawa 1958; C. Shannon, W. Weaver: *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, Illinois 1949.

[5] *Sowierszenstwowanije uprawlenija narodnym choziajstwom na osnowie ekonomiko-matiematiczeskich mietodow i wyczislitielnoj tiechniki, Awtomatizirowannyje sistiemy uprawlenija*, Moskwa 1972, s. 16.

zacji zajął około dziesięciu lat. W drugiej połowie lat pięćdziesiątych cybernetyka rozszerzając się na skalę ogólnoświatową weszła w fazę intensywnego rozwoju. Okazało się bowiem, że jest ona swego rodzaju narzędziem formułowania i rozwiązywania problemów dialektycznych; innymi słowy „utechniczniona" dialektyką. W chwili obecnej jednak wydaje się, że jest to bardziej dziedzina badań, aniżeli całkowicie uporządkowana i zakończona nauka [6]. Rozwija się ona w licznych kierunkach; niektóre z nich stały się prawie odrębnymi dziedzinami badań. Tak więc obok przenikania metod cybernetycznych do starych dyscyplin naukowych ukształtowała się na bazie cybernetyki dość liczna grupa specjalistycznych, nowych dyscyplin, które umownie nazywane są „naukami o systemach" lub „naukami systemowymi".

2. Podział nauk o systemach

Nauki o systemach, podlegające ciągłemu rozwojowi, klasyfikowane są dotychczas z różnych punktów widzenia; ich liczba, zakresy i kryteria wyodrębnienia różnią się u poszczególnych autorów [7].

Nauki o systemach rozwijają się, ogólnie biorąc, w dwóch poziomach: badań teoretycznych (poziom abstrakcji) i badań stosowanych (poziom praktyki).

Poziom abstrakcji rozszczepił się na dwa główne kierunki: ogólną teorię systemów i cybernetykę teoretyczną (rys. 1).

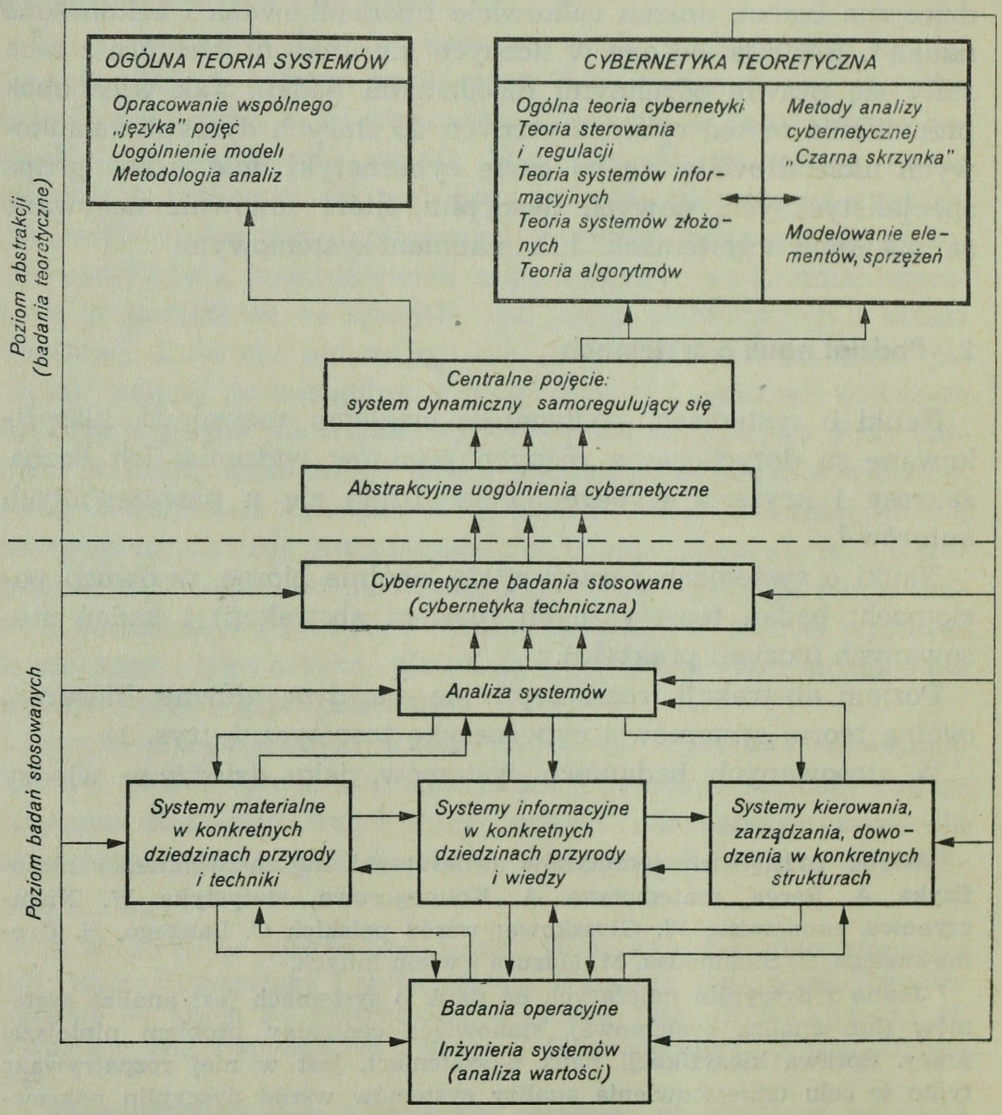
W stosowanych badaniach systemów, jako dziedzinie wiedzy

---

[6] Wśród radzieckich teoretyków cybernetyki można wymienić: radiofizyka A. Berga, matematyka A. Kołmogorowa, statystyka W. Niemczynowa, ekonomistę W. Głuszkowa; wśród polskich O. Langego, H. Greniewskiego, H. Steinhausa, M. Mazura i wielu innych.

[7] Jedną z dyscyplin należących do nauk o systemach jest analiza systemów (lub analiza systemowa), stanowiąca centralny problem niniejszej pracy. Sprawa klasyfikacji nauk o systemach jest w niej rozpatrywana tylko w celu umiejscowienia analizy systemów wśród dyscyplin pokrewnych; rozważania klasyfikacyjne ograniczają się więc tylko do dyscyplin bliżej związanych z analizą systemów występujących w problematyce obrony.

szeroko wykorzystywanej w praktycznych badaniach wyróżnia się przede wszystkim analizę systemów, badania operacyjne, inżynierię systemów oraz na ich gruncie bardziej wyspecjalizowane dziedziny, jak projektowanie konkretnych systemów,



1. Powiązania cybernetyki teoretycznej i ogólnej teorii systemów z badaniami stosowanymi (cybernetyką techniczną, analizą systemów i badaniami operacyjnymi)

analiza morfologiczna i czynnikowa systemów, inżynieria społeczna, analiza efektywności — nakładów i wyników, analiza wartości.

Przedstawiony podział ze względu na możliwość zastosowania rozmaitych kryteriów ma charakter orientacyjny i z uwagi na intensywny rozwój nauki jest z reguły dyskusyjny.

Początki ogólnej teorii systemów sięgają wczesnych lat pięćdziesiątych i łączone są z nazwiskiem Bertalanffy'ego (1950). Określa on teorię systemów jako naukę międzydyscyplinarną, mogącą mieć zastosowanie w analizie zjawisk, badanych przez tradycyjne dziedziny działalności naukowej. Jej sfera zainteresowań nie ogranicza się wyłącznie do systemów materialnych, lecz do każdej całości, zestawionej ze współdziałających składników [8]. Podobne stanowisko, aczkolwiek z bardziej technicznego punktu widzenia, zajmują jego kontynuatorzy: L. Zadeh (1969), H. Quastler (1965), K. Boulding (1956), R. Ashby (1958), R.L. Ackoff (1963), Mesarović (1964), z których jedni są skłonni przyjąć punkt widzenia, iż teoria systemów jest zwyczajnym zbiorem rozmaitych narzędzi logicznych i matematycznych używanych do analizy systemów, a drudzy, że teoria systemów jest samodzielną dyscypliną naukową, której zadaniem jest opracowanie ogólnej abstrakcyjnej podstawy i jednolitego szkieletu koncepcyjnego do prowadzenia badań nad zachowaniem się systemów rozmaitych typów i klas.

Autorzy radzieccy (W. Sadowski, 1960; W. Lektorski, 1960; W. Kremianski, 1969 i wielu innych, skupionych wokół rocznika *Sistiemnyje issledowanija)* wyrażają pogląd, że ogólnej teorii systemów nie należy interpretować jako zupełnego uogólnienia wszystkich teorii, lecz jako uogólnienie odpowiadające określonym klasom (poziomom) teorii, klasom zadań itd.[9] Stąd wyróżniają oni stopnie, typy i charaktery uogólnienia, wpływające na metodologiczny aparat badawczy, stosowany inaczej, np. w nur-

---

[8] L. von Bertalanffy: *General System Theory. Foundations, Development, Applications,* Nowy Jork 1968.

[9] W. Sadowski: *Niekotoryje principialnyje problemy postrojenija obszczej tieorii sistiem.* W: *Sistiemnyje issledowanija 1971,* wyd. cyt., s. 40.

cie nauk biologicznych, nauk technicznych lub w czystej teorii systemów, opartej na najbardziej abstrakcyjnych działach matematyki (teorii zbiorów, algebrze abstrakcyjnej itp.). Odróżniają oni przy tym aspekt metodologiczny i proceduralny badań systemowych od zbioru konkretnych, pozytywnych wyników badań nad systemami oraz zbioru twierdzeń o systemach. Pierwszy aspekt nazywają podejściem systemowym, oznaczającym stosowanie systemowej metodologii badań, a drugi — stosowanymi teoriami o systemach, których przykładami są teorie informacyjne, teoria gier itd. Typowymi przykładami stosowanych teorii systemowych są badania operacyjne oraz wzbudzająca w ostatnim czasie coraz większe zainteresowanie — analiza systemów, stosowana przy rozwiązywaniu problemów ekonomicznych, administracyjnych i przemysłowych [10].

Zdaniem autorów radzieckich, nie można przeprowadzić zbyt oczywistych rozgraniczeń między poziomem abstrakcji, tj. teoriami systemów ściśle naukowymi, a teoriami stosowanymi w celach praktycznych. Na przykład cybernetyka rozwinęła się równocześnie w obydwóch, często przeplatających się poziomach — cybernetyki teoretycznej i cybernetyki technicznej [11].

Według zarysowanego podziału można przyjąć, że ogólna teoria systemów jest międzydyscyplinarną dziedziną badań naukowych, podejmującą następujące zadania:

1) opracowywanie metod odwzorowania (modelowania), opisywania i analizy badanych obiektów (wspólnego „języka" pojęć);

2) wykorzystywanie informacji o podobnych zjawiskach i prawach z różnych dziedzin nauki i techniki w celu tworzenia uogólnionych modeli systemu oraz modeli rozmaitych klas i cech systemów: dynamiki, celowego zachowania się, rozwoju historycznego, struktur hierarchicznych, procesów zarządzania itp.;

3) badanie koncepcyjnej struktury teorii systemów, opracowywanie metod badawczych i formalnego postępowania w pracach nad systemami złożonymi (metodologia ich analizy, kierowanie, projektowanie).

---

[10] *Tamże*, s. 42.

[11] „Refieratiwnyj Żurnał Kibiernietiki" 1971, 1972, t. I, II.

W ostatnich latach obserwuje się mniejsze zainteresowanie rozwojem ogólnej teorii systemów jako programu integracji nauk, a większe uogólnianiem szczegółowych teorii systemów oraz rozwijaniem logiki i metodologii badań systemowych.

Rozwój cybernetyki w ciągu bieżącego ćwierćwiecza jest tak silny, że trudno traktować ją jako jednolitą całość. Według systematyki podawanej przez niektórych autorów [12] współczesna cybernetyka obejmuje:

1) ogólną teorię przekazywania informacji, na którą składają się teoria symboli, teoria informacji oraz teoria kodowania;

2) ogólną teorię systemów informacyjnych (algebra boolowska, abstrakcyjna teoria automatów, teoria grafów);

3) ogólną teorię systemów sterowanych (teoria systemów samoregulujących się, teoria systemów uczących się);

4) ogólną teorię wielkich systemów (systemów złożonych — teoria gier, cybernetyka organizacji, cybernetyka wojskowa, cybernetyka pedagogiczna, cybernetyka napięć itd.).

Z autorami powyższego podziału można prowadzić dyskusję, zwłaszcza w odniesieniu do zakresu cybernetyki technicznej; ilustruje on przykładowo strukturę pojęcia cybernetyki teoretycznej, w której dokonują się pewne dalsze przesunięcia merytoryczne i terminologiczne.

Początkowo istniał wyraźny spór między przedstawicielami ogólnej teorii systemów a przedstawicielami cybernetyki o słuszność stosowania dwóch metod badania systemów. Obrona empirycznych i indukcjnych podstaw ogólnej teorii systemów czy też dedukcyjnych podstaw cybernetyki straciła ostatnio swoją ostrość, ponieważ zarówno ogólna teoria systemów, jak i cybernetyka posługują się współcześnie obydwoma metodami. Tak więc między cybernetyczną teorią systemów a ogólną teorią systemów dochodzi do coraz większego zbliżenia terminologicznego i metodologicznego.

Podejście systemowe, ogólna teoria systemów, analiza systemów nie ukształtowały się jeszcze w pełni jako powszechnie

[12] H. Frank: *Was ist Kybernetik? Kybernetik-Brücke zwischen den Wissenschaften*, Frakfurt n. Menem 1964; S. von Känel: *Einführung in die Kybernetik für Ökonomen*, Berlin 1971.

przyjęty kierunek naukowy. Nie przeszkadza to jednak intensywnym i płodnym badaniom prowadzonym zarówno w ZSRR i pozostałych krajach obozu socjalistycznego, jak i w krajach kapitalistycznych. Marksistowskie podejście do tych badań opiera się na gruncie materializmu dialektycznego, ponieważ z jego pozycji — tezy, antytezy i syntezy — możliwe jest głębokie zrozumienie kategorii, którymi posługuje się podejście systemowe i analiza systemów. Powierzchowne są zatem próby niektórych badaczy burżuazyjnych przeciwstawiania materializmu dialektycznego ogólnej teorii systemów, a w szczególności przeciwstawiania jego aparatu pojęciowego. Świadczą one nie tylko o niezrozumieniu dialektyki rozwoju, lecz także o metafizycznej interpretacji zasad podejścia systemowego, które według nich może mieć zastosowanie wyłącznie do analizy procesów funkcjonowania, a nie procesów rozwoju [13].

W stosunku do materializmu dialektycznego podejście systemowe i analiza systemów odnoszą się tak, jak niesprzeczne teorie cząstkowe lub szczegółowe do teorii ogólnej. Metodologicznie analiza systemów dostosowana jest zazwyczaj do konkretnych problemów oraz do celów praktyki, w szczególności do badania sposobów tworzenia systemów złożonych i kierowania nimi. Różnice między szczegółową analizą systemową i ogólną metodą dialektyczną, formułującą podstawowe prawa procesu rozwoju, nie dają oczywiście żadnych podstaw do przeciwstawienia jej dialektyce materialistycznej, ponieważ istnieje między nimi sprzężenie zwrotne. Analiza systemów ułatwia bowiem połączenie wniosków wypływających z materializmu historycznego i wielkiego doświadczenia politycznego partii w jedną całość ze szczegółowymi metodami i technikami podejmowania konkretnych decyzji — z obszernym już dorobkiem współczesnych nauk o systemach. Błędnie postępują niektórzy autorzy, starając się przedstawić badania systemowe jako odkrycie zupełnie nowej metodologii, radykalnie różniącej się od tego, co było dotychczas znane. Jest to bowiem instrumentalne wzbogacenie, „utechnicznienie"

[13] *Sowierszenstwowanije uprawlenija narodnym choziajstwom na osnowie ekonomiko-matiematiczeskich mietodow i wyczislitielnoj tiechniki. Aktualnyje problemy uprawlenija ekonomikoj*, Moskwa 1971, s. 70.

dialektyki materialistycznej. W drugą skrajność popadają ci, którzy negują wszystko, co jest nowe w analizie systemów. Obydwa te stanowiska nie przyczyniają się do rozwoju nauki z powodu wyraźnej jednostronności i niedostrzegania w kompleksowym podejściu systemowym jego genezy marksistowskiej [14]. Analizę systemów bazującą na kompleksowym ujmowaniu badanych problemów można rozpatrywać jako kontynuację ogólniejszych sformułowań klasyków marskizmu-leninizmu. Szczegółowy rozwój marksizmu-leninizmu to właśnie ciągłe, ściślejsze odkrywanie istoty sprzężeń i dokonywanie ich pomiarów, wymagające zajmowania nowych technicznie pozycji obserwacyjnych, wymagające łączenia matematyki i logiki z fantazją empirii.

3. Stosowane badania systemów

Metody i pojęcia rozwijane w cybernetyce teoretycznej i w ogólnej teorii systemów znajdują praktyczne zastosowanie przy rozwiązywaniu problemów technicznych, techniczno-wojskowych, ekonomicznych i politycznych. Także analiza systemów w istotnej mierze korzysta z aparatury pojęciowej cybernetyki i jej metod badawczych, opartych na wysokim stopniu abstrakcji i skrajnej idealizacji. Z racji swego przedmiotu badań analiza systemów empirycznych musi w dużej mierze rezygnować z idealizacji na korzyść rozpoznawania empirii. Celem tych zastosowań nie są bowiem badania czysto naukowe (chociaż mogą one także przyczynić się do rozwoju nauki), lecz opracowywanie racjonalnych uzasadnień dla praktyki przy podejmowaniu decyzji dotyczących optymalizacji wykorzystania zasobów w warunkach ich ograniczoności oraz niepewności co do sytuacji, w której zostaną docelowo zużyte.

W dziedzinie praktycznych zastosowań nauk o systemach najwcześniej rozwinęły się i z tego względu osiągnęły w swojej klasie najwyższy stopień dojrzałości badania operacyjne [15]. Aczkol-

---

[14] *Tamże*, s. 71—72.

[15] Należy przy tym zwrócić uwagę na odmienne znaczenie terminu „operacyjne" aniżeli to, które dotyczy sztuki wojennej i oznacza działania

wiek badania operacyjne rozwinęły się na gruncie wojskowym podczas drugiej wojny światowej i wówczas wiązały się ze specjalistycznym zastosowaniem wojskowo-operacyjnym, to współcześnie ich domeną jest obok specjalizacji wojskowej także wszelka działalność techniczno-gospodarcza i polityczno-administracyjna, wymagająca analizy czynnościowej. Badania operacyjne można scharakteryzować jako sposób rozwiązania złożonego zagadnienia ekonomicznego, organizacyjnego, technicznego czy też wojskowego przez zespół specjalistów reprezentujących różne dyscypliny naukowe, używających do tego rozwiązania modeli matematycznych i rozmaitych metod statystycznych, obsługiwanych przez elektroniczną technikę obliczeniową.

Według P.M. Morse'a i G.E. Kimballa (1951), którzy opracowali pierwsze modele badań operacyjnych, stanowią one „...naukową metodę uzyskiwania ilościowych podstaw do użycia organów wykonawczych w operacjach, którymi można kierować" [16].

Przy studiowaniu klasycznych prac na temat badań operacyjnych (np. Churchmann, Ackoff, Arnoff, 1957) zauważa się wyraźne dążenie do kompleksowego, systemowego podejścia i starannego formułowania problemu. W miarę rozwoju badań operacyjnych oraz ich metodologicznej specjalizacji gałęziowej zwężało się podejście kompleksowe. Problemowy zakres konkretnych badań operacyjnych malał, a tematem nowszych publikacji są przeważnie wykłady roboczych technik analizy operacyjnej. W praktyce badań operacyjnych ujawniła się tendencja do używania konkretnych, wypróbowanych już metod, zamiast dążenia do kompleksowego rozwiązania badanego zadania szeroko pojętymi metodami analizy operacyjnej. W ten sposób badania operacyjne przekształcając się w powtarzanie skomputeryzowanych algorytmów jak gdyby nabierały cech zrutynizowanej rachunkowości, a nie oryginalnego formułowania i rozwiązywania proble-

---

wojskowe wyższego szczebla niż działanie taktyczne. Operacja rozumiana jest tutaj jako czynność lub działanie czy też zabieg w ogóle, podobnie jak czynność handlowa, działanie wytwórcze, zabieg lekarski itp.

[16] P.M. Morse, G.E. Kimball: *Methods of Operations Research, Cambridge* 1951.

mów decyzyjnych, co dawniej odróżniało je od tradycyjnej kalkulacji techniczno-handlowej.

Z początkiem lat sześćdziesiątych zarówno ze strony zleceniodawców, jak i specjalistycznych biur prowadzących badania operacyjne wystąpiły żądania dotyczące wdrożenia podejścia systemowego w badaniach operacyjnych, a w szczególności w fazie formułowania problemu i w fazie realizacji wyników badania. Niektóre biura zaczęły przed sformułowaniem problemu badawczego domagać się od zleceniodawców uprzedniego przeprowadzenia szczegółowej analizy systemu, dzięki której można postawić diagnozę, na czym polega istotny problem badawczy [17]. W ten sposób postępują brytyjskie firmy badawcze (*Metry-Sigma*), francuskie (*Sema*) oraz amerykańskie (*RAND Corporation*). Tak więc ukształtował się wstępny podział zadań między zakresem badań operacyjnych i analizą systemów.

Badaniom operacyjnym poddawane są zagadnienia dopiero wtedy, gdy za pomocą analizy systemów został poprawnie zidentyfikowany system, dla którego sensowne jest rozwiązywanie optymalizacyjnego zagadnienia ilościowego; gdy został sformułowany problem do rozwiązania oraz określono założenia skutecznego rozwiązania i praktycznego wdrożenia wyników. Występuje tutaj podobny tryb postępowania jak przy projektowaniu technicznym, które z reguły jest poprzedzane fazą opracowania założeń techniczno-ekonomicznych.

Do grupy stosowanych badań systemowych o ściśle praktycznym celu należy także tzw. inżynieria systemów lub analiza wartości (*value engineering, system engineering*), dyscyplina projektowania systemowego, stosująca metody projektowania nowych systemów, zdolnych do spełniania z góry ustalonych zadań (funkcji) o określonej niezawodności przy zachowaniu wyznaczonych ograniczeń i najniższych kosztów. Ogólna metoda analizy wartości została opracowana do rozwiązywania problemów technicznych poprzez dokładną analizę funkcjonalną (także w znaczeniu czynnościowej wytrzymałości materiałów) połączoną z twórczym

---

[17] J. Habr, J. Vepřek: *Systémová analýza a synteza*, Praga 1973, s. 66.

myśleniem w celu wytworzenia wyrobu, spełniającego co najmniej równie dobrze poprzednie funkcje dawnego wyrobu, ale niższym kosztem. Metodologicznie analiza wartości podobna jest do badań operacyjnych, mimo iż używa nieco innej terminologii [18]. Łączy się w niej metodologię analizy wartości z techniczną znajomością cech środowiska, w którym pracują systemy techniczne, znajomością charakterystyk elementów materialnych, znajomością teorii systemów oraz technicznych praw w systemach złożonych. Analitycy wartości posługują się przeważnie technikami wypracowanymi przez matematykę, statystykę, badania operacyjne, cybernetykę i poszczególne dziedziny nauk technicznych. Koncentrują się raczej na wyborze odpowiedniej kombinacji ze wspomnianego zbioru metod, aniżeli na rozwijaniu własnych technik badawczych.

4. Wyodrębnienie analizy systemów

Pewnego pomostu do określenia formalnej i rzeczywistej treści pojęcia „analiza systemów" dostarcza nam próba przekładu terminów obcych na hasło polskie. Jeżeli system oznacza pewien układ (szczegóły tych pojęć rozważane są w rozdz. III) współdziałających przedmiotów w mniej lub bardziej uświadomionym celu, a analiza oznacza myślowy rozbiór materii i cech układu na elementy proste, to analiza systemów polega na rozbiorze układów w rozmaitych celach poznawczych i praktycznych. Trzeba tu jednak zwrócić uwagę, że dosłowne rozumienie terminu „rozbiór układów" oznacza w konkretnym przypadku zawężenie rzeczywistej treści pojęcia analizy systemów. Rozbiór całości sta-

[18] Do grupy prac z zakresu inżynierii systemów można zaliczyć: B. Dubowikow: *Podstawy naukowej organizacji kierowania jakością (Praktyka i teoria systemu organizacji pracy bezusterkowej)*, Warszawa 1969; A.D. Hall: *Methodology for Systems Engineering*, Princeton 1962; G. Nadler: *Works Systems Design: The Ideals Concept*, Homewood 1967; H.H. Good, R.E. Machol: *System Engineering*, Nowy Jork 1957; S.N. Shinners: *Techniques of System Engineering*, Nowy Jork 1968; W. Biliński, J. Ceraficki, A. Nowakowski: *Analiza wartości*, Warszawa 1972.

Nr ewid.

nowi tylko jeden z celów pośrednich, zmierzających do syntezy, czyli łączenia wniosków cząstkowych w jeden wniosek ogólny, umożliwiający tworzenie, kierowanie i ocenę systemów za pomocą zwięzłego stwierdzenia, czy dany system w stosunku do określonego środowiska jest lub nie jest zadowalający. W praktyce badawczej analiza jest metodologicznie łatwiejsza ze względu na przewagę naturalnych kryteriów dedukcyjnych wynikających z faktu badania danej struktury jako istniejącej. Natomiast synteza polegająca na budowie przyszłych struktur według z góry założonych funkcji, wymaga często posługiwania się kryteriami, uwikłanymi w złożoną, indukcyjną ocenę efektywności elementów niejednorodnych [19]. Tak więc w stosunku do treści pojęcia „analiza systemów" termin „analiza systemów" używany jest jako *pars pro toto*. Oznacza on z reguły zarówno samą analizę jako pierwszy etap badania, jak i syntezę jego wyników jako etap drugi. Treść pojęcia mogłaby być prawdopodobnie lepiej oddana przez termin „badanie systemów". Skoro jednak termin „badanie" został odniesiony do „badań operacyjnych", mających węższy nieco zakres, w literaturze fachowej przeważa termin „analiza systemów".

Rozszerzenie treści analizy systemów poza ścisłe znaczenie terminu „analiza" potwierdza się w większości definicji analizy systemów. Akademik W. Głuszkow (1972) definiuje analizę systemów jako „...metodologię uzasadnienia decyzji kierowniczych. Jej zadaniem jest udzielanie kierującym pomocy w wyborze optymalnego kierunku działania, to znaczy pomocy w dokładnym sformułowaniu celów zarówno systemu jako całości, jak i poszczególnych jego elementów oraz określenie w ten sposób najbardziej racjonalnych sposobów osiągnięcia najwyższego efektu. Szczególnie istotne w analizie systemów jest podporządkowanie cząstkowych (partykularnych), lokalnych celów poszczególnych podsystemów jednemu końcowemu celowi, sformułowanie alternatywnych wariantów decyzji i ich ocena z uwzględnieniem wszystkich ujawnionych plusów i minusów. Doświadczenia ana-

---

[19] A.A. Lapunow, S.V. Jabłonski, *Tieoreticzeskije problemy kibiernietiki*, Moskwa 1963.

lizy systemów wskazują, że wyboru alternatyw dokonuje się z zasady w rezultacie specjalnych badań, opartych najczęściej na rachunku ekonomicznym. Analiza systemów rozwija się szczególnie intensywnie dzięki zastosowaniu elektronicznej techniki obliczeniowej" [20].

S. von Känel (1971), który w swym obszernym *Wprowadzeniu do cybernetyki dla ekonomistów* przeznaczył ostatni rozdział analizie i projektowaniu systemów, stwierdza, że „...cybernetyczna analiza systemów jest wychodzącym z cybernetyczych punktów widzenia i kierującym się tymi punktami procesem odkrywania, opisywania i modelowego przedstawiania strukturalnych i funkcjonalnych cech rzeczywistych systemów społecznych (ekonomicznych), istotnych dla realizacji świadomego celu oraz samoregulujących się sposobów działania i zachowywania. Stosowane są przy tym metodologiczne zasady analizy cybernetycznej oraz modelowania systemów i procesów" [21].

W definicji Känela widoczne jest pewnego rodzaju zawężenie analizy systemów do cybernetycznych punktów widzenia, które — jak to wynika z przedmiotu badań systemowych — nie wyczerpują wszystkich aspektów badania.

Ch. J. Hitch (1958), jeden z poważnych w swoim czasie zleceniodawców w zakresie badań systemowych i ich rozwoju, zwraca uwagę, że „...analiza systemów stanowi następny krok w rozwoju badań operacyjnych zapoczątkowanych podczas drugiej wojny światowej i jest techniką badania problemów wojskowych w szerszym kontekście i dalszej perspektywie czasowej, aniżeli przy klasycznych badaniach operacyjnych" [22].

Hitch zakreśla analizie systemów w tym sformułowaniu na ogół wąski przedmiot badań, dotyczący tylko problematyki wojskowej. Zakres ten w praktyce jest jednak znacznie szerszy, na co *implicite* wskazują zarówno wypowiedzi Głuszkowa, jak i Känela, a wryaźnie potwierdzają uwagi E. Quade'a (1968). „Trzeba podkreślić, że analiza systemów bynajmniej nie ma charakteru wyłącznie militarego, lecz jest także szeroko wykorzystywana przez dyrektorów i inżynierów w dużych przedsiębiorstwach przemysłowych, telefonicznych, elektroenergetycznych, transportowych itp., jak również w administracji państwowej (sądownictwo, informacja, ochrona środowiska, opieka społeczna, wychowanie, kształcenie, itd.). Normalna kupiecka analiza systemów jest koncepcyjnie prostsza, ponieważ ma je-

---

[20] *Sowierszenstwowanije uprawlenija narodnym choziajstwom na osnowie ekonomiko-matiematiczeskich mietodow i wyczislitielnoj tiechniki. Aktualnyje problemy uprawlenija ekonomikoj, wyd. cyt.*, s. 16—18.

[21] S. von Känel: *op. cit.*, s. 308.

[22] Ch. J. Hitch: *An Appreciation of Systems Analysis*, „Journal of the Operations Research Society of America", sierpień 1958, s. 199—209.

den cel nadrzędny — zysk; problem konfliktowy nie odgrywa przy tym znaczniejszej roli" [23].

Według V. Jr. Hare'a (1967) „...analiza systemów jest wyborem elementów, relacji i postępowania zmierzającego do ... specyficznego celu" [24].

B. Langefors (1966) nie usiłuje podać bezpośredniej definicji analizy systemów, lecz uważa, że „...przyjęcie podejścia systemowego oznacza, iż prace analityczne i projekcyjne będą wynikały z założeń traktujących badany obiekt jako system. Traktowanie to musi bazować na definicji systemu, to znaczy uwzględniać istnienie zbioru elementów systemu oraz zbioru zależności między nimi" [25].

Przytoczone definicje analizy systemów naukowców cywilnych i wojskowych wskazują na pewne różnice w pojmowaniu istoty, zakresu i przedmiotu analizy systemów. Wynikają one głównie z tego, że analiza systemów rozwija się praktycznie od 10-12 lat, i to w różnych dziedzinach równocześnie. Nie jest przeto zamkniętą jednolitą teorią, jednoznaczną metodą czy też zestawem algorytmicznie określonych technik badawczych. Kształtuje się ona stosownie do treści merytorycznej badanych systemów i ich problemów. Poszczególne badania oraz ich wyniki powiązane są dość elastyczną nicią metodologiczną.

Analiza systemów w dotychczasowej praktyce posługuje się rozmaitymi zestawami metod i podejść badawczych. Wprowadza przy tym wszelkie dostępne narzędzia badań naukowych, zweryfikowane przez pryzmat pojęć cybernetyczno-matematycznych, w celu udzielania pomocy podejmującym decyzje przy wyborze kierunków wykorzystania zasobów i sposobów działania. Wybór poprzedzany jest całościowym badaniem problemu, w którym — stosując analityczne schematy rozumowania — poszukuje się zamiennych celów, wariantowych rozwiązań oraz porównuje ich konsekwencje. W ten sposób dostarcza się branżowym rzeczoznawcom i „decydentom" obiektywnego materiału do wytyczania dalszych kierunków badań oraz przeprowadzenia końcowego osądu i podjęcia decyzji.

---

[23] E.S. Quade, *Systems Analysis and Policy Planning Applications in Defense*, Nowy Jork 1968.

[24] V. Hare, Jr.: *Systems Analysis: A Diagnostic Approach*. Nowy Jork 1967.

[25] B. Langefors: *Teoretical Analysis of Informations Systems*, Lund 1966.

5. Kierunki analizy systemów

Coraz liczniejsze sprawozdania z przeprowadzonych badań stosowanych, publikowane pod hasłem „analiza systemów", pozwalają rozróżnić w nich według kryterium przedmiotu i stosowanych metod trzy główne kierunki:

1) analizę systemów materialnych (biologicznych, technicznych, występujących w konkretnych dziedzinach przyrody i techniki);

2) analizę systemów informacyjnych (realnych i abstrakcyjnych);

3) analizę systemów kierowania, zarządzania i dowodzenia (jako społecznych procesów decyzyjnych, prakseologicznych i cybernetycznych).

Analiza systemów materialnych (technicznych, biologicznych) opracowuje i wykorzystuje metody niezbędne do badania, oceniania i projektowania zmian doskonalących funkcjonowanie tych systemów. W tym zakresie stosowana jest ona przede wszystkim przy projektowaniu takich systemów, jak systemy automatycznych maszyn liczących, systemy transportowe, systemy uzbrojenia dla całości sił zbrojnych oraz dla poszczególnych rodzajów sił zbrojnych, wojsk, broni i służb, systemy technologiczne linii produkcyjnych, systemy łączności, systemy komunikacyjne i drogowe, systemy energetyczne, wodne itd.

Analizę systemów technicznych rozwijają przede wszystkim wielkie zjednoczenia i koncerny wytwarzające zautomatyzowane systemy obliczeniowe, korporacje finansujące rozległe przedsięwzięcia inwestycyjne oraz resorty administracji państwowej, odpowiedzialne za rozwój technicznych systemów produkcji, administracji i obrony. Można tu wymienić takie instytucje, jak: Główny Zarząd Techniki Obliczeniowej i Systemów Zarządzania w ZSRR, realizujący zgodnie z Uchwałami XXIV Zjazdu KPZR olbrzymi program automatyzacji zarządzania gospodarką narodową, któremu podlegają liczne instytuty techniczne, matematyczne i zarządzania gospodarką narodową; w krajach zachodnich

— światowej sławy firmy *IBM, Siemens, Univac* oraz inne wytwarzające zautomatyzowaną technikę obliczeniową; instytuty podległe resortom obrony itp.

W ujęciu korporacji *RAND (Research and Analysis Development Corporation)* analizie systemów technicznych stawia się następujące zadania:
— ustalenie celu, który ma spełniać system (analiza i sformułowanie problemu);
— określenie zadań i czynności systemu (analiza funkcji);
— opracowanie alternatywnych i wariantowych rozwiązań systemu;
— identyfikacja innych systemów mogących współdziałać z danym systemem;
— opracowanie modelu działania systemu;
— zebranie i opracowanie danych ilościowych o działaniu modelu;
— wypróbowanie modelu;
— określenie nakładów, kosztów i efektów systemu;
— rozwiązanie problemów dotyczących ryzyka systemu;
— wykonanie dodatkowych wariantów systemu;
— wybór najkorzystniejszego systemu.

W takim ujęciu analiza systemów technicznych wykazuje wiele wspólnych elementów z inżynierią systemów (projektowaniem systemów, analizą wartości).

Ostatnio kierunek analizy systemów technicznych rozszerzył się także na dziedzinę prac badawczych i rozwojowo-wdrożeniowych, w której stosuje się ją do szacowania i porównywania projektów oraz planów badawczych [26].

Analiza systemów informacyjnych stosowana jest zarówno przez zakłady wytwarzające automatyczną technikę obliczeniową przy opracowywaniu programów gromadzenia, prze-

---

[26] Wśród licznych publikacji na ten temat można wymienić: Cz. Bąbiński: *Elementy nauki o projektowaniu*, Warszawa 1969; *Maszinnyje mietody informacji ob opytie naucznotiechniczeskogo razwitija*, Moskwa 1972; B.H. Rudwick: *Systems Analysis for Effective Planning*, Nowy Jork 1969; E.S. Quade: *Systems Analysis Techniques for Planning-Programming-Budgeting*, Nowy Jork 1966; P.E. Bieleńki: *Mietod sistiemnogo analiza w organizacji proizwodstwiennych processow*, Moskwa 1972; J.S. Sołnyszkow: *Ekonomiczeskije faktory i wooruženije*, Moskwa 1973; P.D. Fox: *A Theory of Cost-Effectiveness for Military Systems Analysis*, „Operations Research" 1965, nr 2, t. 13; R. McKean: *Efficiency in Government Through Systems Analysis*, Nowy Jork 1967.

twarzania i wykorzystywania informacji, jak i przez doradcze biura naukowej organizacji pracy i kierownictwa, zajmujące się informatyką wielkich zjednoczeń, koncernów oraz instytucji administracyjnych — państwowych i społecznych. W tym kierunku analizy zmierza się do rozpoznania systemów informacyjnych oraz do zaprojektowania ich efektywnego funkcjonowania przy założeniu istnienia sformułowanych wymagań wstępnych dla danego systemu. Wymagania w stosunku do systemu informacyjnego ustalane są w procesie analizy systemów dowodzenia, zarządzania i kierowania. W wymaganiach tych określa się, jaka informacja potrzebna jest danemu systemowi dowodzenia lub zarządzania oraz jaka powinna być jej niezbędna dokładność i częstotliwość przekazywania do poszczególnych komórek systemu kierowniczego. Celem analizy systemów informacyjnych jest zatem optymalne „zagospodarowanie" dróg gromadzenia informacji i sposobów jej przekazywania do wyznaczonych miejsc zapotrzebowania za pomocą środków przetwarzania stosownie do odpowiednich programów. W szczególności chodzi tutaj o maksymalne ujednolicenie form przekazywania informacji, wykluczenie informacji błędnej i zbytecznej, grupowanie jej w układach maksymalnie ułatwiających procesy planowania i zarządzania oraz procesy związane z oceną zjawisk zachodzących w systemie. Ponadto dąży się do zminimalizowania liczby powtarzających się czynności przetwarzania, objętości nośników informacji i kosztów jej uzyskiwania przy równoczesnym podwyższaniu zdolności adaptacyjnych wobec zachodzących zmian w systemie i otoczeniu. Tak więc przy analizie systemów informacyjnych, zgodnie z zasadami wdrożonymi przez praktykę praducentów maszyn matematycznych, nie bada się samego celu działania systemu, metod zarządzania ani też oceny miejsc gromadzenia danych, związanych z powzięciem decyzji o charakterze jakościowym. Założenia w tym zakresie przyjmuje się jako wymagania zewnętrzne i z góry ustalone w stosunku do przedmiotu (modelu) badania.

Analiza systemów informacyjnych jest najbardziej rozpowszechnionym kierunkiem nauk o systemach, wykładanym na wyższych uczelniach ekonomicznych w dość obszernym, ale tak-

że w zróżnicowanym zakresie. W jej ramach wykładane są takie cykle, jak przemysłowe systemy informacyjne, metody przetwarzania masywów informacyjnych, prowadzenie i opracowywanie kartotek, metodologia analizy systemów, współczesna informatyka w działalności przedsiębiorstw i administracji, organizacja przemysłu i administracji w powiązaniu z systemem księgowego i statystycznego przetwarzania danych za pomocą maszyn elektronicznych itp. [27] Teoria grafów, algebra liniowa oraz algebra boolowska są głównymi narzędziami analizy systemów informacyjnych.

W literaturze radzieckiej ten kierunek badawczy ujmowany jest pod ogólnym hasłem cybernetyki technicznej.

Analiza systemów kierowania, dowodzenia i zarządzania, czyli kierowania w szerokim znaczeniu tego słowa, jest stosowaną dyscypliną badań systemowych, których przedmiotem są systemy kierowania występujące w konkretnych połączeniach hierarchicznych systemów społecznych, informacyjnych i techniczno-gospodarczych. W tej analizie ustala się względne odosobnienie systemu, jego strukturę i zachowanie się oraz projektuje zmiany w poszczególnych elementach, mające na celu udoskonalenie jego funkcjonowania jako całości. Przy opracowywaniu projektów zmian wykorzystuje się dla rozstrzygnięcia zagadnień szczegółowych obok innych metod — metody badań operacyjnych. W tym kierunku badań łączy się wnioski z analiz systemów informacyjnych oraz systemów technicznych (głównie systemów komunikacji i maszyn liczących) w celu stworzenia efektywniejszych systemów informacyjnych; nie zakłada się tutaj z góry zdefiniowanego celu działania systemu, sposobów

---

[27] *Tiechniczeskaja kibiernietika*, t. 1—4, wydawnictwo periodyczne od 1968—1975, Moskwa 1968/1969, 1970, 1971, 1972—1975; L. Kuleszyński: *Dowodzenie wojskami a cybernetyka*, Warszawa 1967; A. Targowski: *Organizacja procesu przetwarzania danych*, Warszawa 1971; B. Langefors: *Algebraic Topology and Networks*, Linkoping 1963; H. Leykauf, J. Winkelman: *Integrierte Daten-verarbeitungs-systeme Instrument der sozialistischen Leitung*, Berlin 1970; *Schriftenreihe Datenverarbeitung*, cz. 1—7, Berlin 1971—1973.

jego zarządzania, miejsc podejmowania decyzji oraz miejsc, zakresów, częstotliwości i dokładności dostarczanej informacji, ponieważ te zagadnienia ma właśnie zbadać i optymalizować analiza systemów kierowania (ASK). Prowadzi się ją zazwyczaj w trzech etapach: 1) zdefiniowanie systemu na konkretnym obiekcie i jego odwzorowanie; 2) badanie struktury i zachowania się systemu; 3) zaprojektowanie udoskonaleń i pozytywnych zmian w systemie.

W pierwszym etapie sprawdza się poprawność sformułowania celu systemu, określa jego elementy i elementy otoczenia, wyznacza istotne powiązania między elementami systemu a jego otoczeniem i sporządza graficzny, a następnie macierzowy model systemu. W tym wstępnym etapie rozstrzyga się, czy elementami systemu są jego czynności i zdarzenia czy też formy organizacyjne, jaki przyjmuje się stopień ogólności systemu, które elementy uznaje się za wiodące, wtórne i zależne, w jakich elementach przebiega proces decyzyjny w odróżnieniu od elementów zwykłego przetwarzania danych, jakimi metodami najlepiej zidentyfikować system oraz w jaki sposób odwzorować go. Zdefiniowanie systemu i jego odwzorowanie mają tutaj znaczenie podstawowe, ponieważ przy nim ustala się punkty zwykłego przetwarzania danych, operacji logicznych oraz punkty operacji decyzyjnych połączone sprzężeniem zwrotnym z innymi punktami. Wiele uwagi poświęca się elastyczności zachowania się systemu i jego elementu decyzyjnego. Stosuje się przy tym pośrednie i bezpośrednie metody eliminacyjne i agregacyjne w stosunku do zmieniających się celów i decyzji.

Drugi etap analizy struktury i zachowania się systemu może być przeprowadzany w sposób bezpośredni lub pośredni. W bezpośrednim badaniu wychodzi się od graficznego i macierzowego odwzorowania, stanowiących podstawę analizy utrudnień i nieprawidłowości strukturalnych systemu. W badaniu pośrednim posługujemy się rozmaitymi próbami (testami), za pomocą których sprawdza się zarówno strukturę, jak i zachowanie się systemu. Przy próbach zewnętrznych traktujemy system jako „czarną skrzynkę" i badamy jego zachowanie się poprzez symulację rozmaitych na nią oddziaływań. Przy próbach wewnętrznych bada-

my zachowanie się podsystemów i elementów oraz jakość i ścisłość powiązań między nimi. Badania poprzez próbę zostały zapoczątkowane na systemach technicznych, skąd zostały przeniesione na systemy zarządzania. Doświadczalne, systemowe analizy efektywności kierowania systemami ekonomicznymi nie zostały jeszcze rozwinięte w szerszym zakresie i niewiele mamy w tej dziedzinie wyników empirycznych (pomijając zwyczajną „próbę" historii). Główny akcent kładziony jest na prakseologiczne efekty systemów kierowania: sprawność, szybkość, niezawodność.

W trzecim, końcowym etapie ASK projektuje się zmiany w strukturze systemu lub w charakterystykach jego elementów, które mają udoskonalić działanie systemu jako całości. Głównymi metodami są tutaj zestawy technik symulacyjnych lub zestawy algorytmów heurystycznych względnie techniki stosowane w badaniach operacyjnych.

Takie wyodrębnienie analizy systemów kierowania wystąpiło w literaturze dość późno, bo dopiero w roku 1964 [28]. Nie zostało ono ujęte ani w systematyce rozwoju teorii organizacji pracy i zarządzania, podanej przez M.D. Richardsa i P.S. Greenslowa [29] z roku 1966, ani w klasyfikacji szkół współczesnych teorii zarządzania, podanej przez J. Zieleniewskiego w roku 1969 [30]. Niektóre bowiem publikacje traktują analizę systemów kierowania w ścisłym związku z teorią organizacji i kierowania (A.G. Donald, 1967) i uważają ją jako stosowane przedłużenie tej teorii, a inne łączą ją z metodami badań operacyjnych (V. Hare, 1964). Występują też publikacje akcentujące głównie „języki" programowania w kierowaniu, łącząc je z techniką przetwarzania informacji (McMillan — Gonzales, 1968). Spotyka się również publikacje pozostające na pograniczu trzech wyróżnionych kierunków analizy systemów (B.H. Rudwick, 1969; R.A. Johnson, F.E. Kast, J.E. Rosenzweig, 1963; Y. Muller, 1964). Nie ukazała się dotychczas dostatecznie opracowana całościowa i spójna metodologia

---

[28] V. Hare: *op. cit.*, s. 7.

[29] M.D. Richards, P.S. Greenslow: *Management Decision Making*, Homewood 1966.

[30] J. Zieleniewski: *Organizacja i zarządzanie*, Warszawa 1969.

badania złożonych systemów kierowania. W analizie systemów kierowania wykorzystuje się więc metody opracowane przez inne nauki i dostosowuje je do potrzeb konkretnego badania.

6. Analiza systemów a dyscypliny tradycyjne

Przedstawiona charakterystyka analizy systemów wskazuje na jej wielostronne powiązanie z innymi dyscyplinami — zarówno systemowymi, jak i tradycyjnymi. Powoduje to z jednej strony trudność ścisłego wyodrębnienia, a z drugiej rodzi pytanie, na czym polega jej istotna nowość: czy nie jest to — jak wyraził się obrazowo w stosunku do innego zagadnienia naukowiec brytyjski — „nowa butelka na nowe wino"? [31]

Z nowymi metodami rzecz ma się zazwyczaj podobnie jak z poszczególnymi rodzajami, markami i typami maszyn. Są one często kolejnymi wersjami, generacjami czy też odmianami metod istniejących wcześniej w stanie „niewykrystalizowanym", embrionalnym. Rozróżnienia nowych sposobów podejścia, metod i narzędzi mogą mieć zatem charakter zasadniczy albo tylko formalny: zmianom może ulegać cała konstrukcja pojęć lub jedynie sposoby podejścia przy rozwiązywaniu konkretnych problemów.

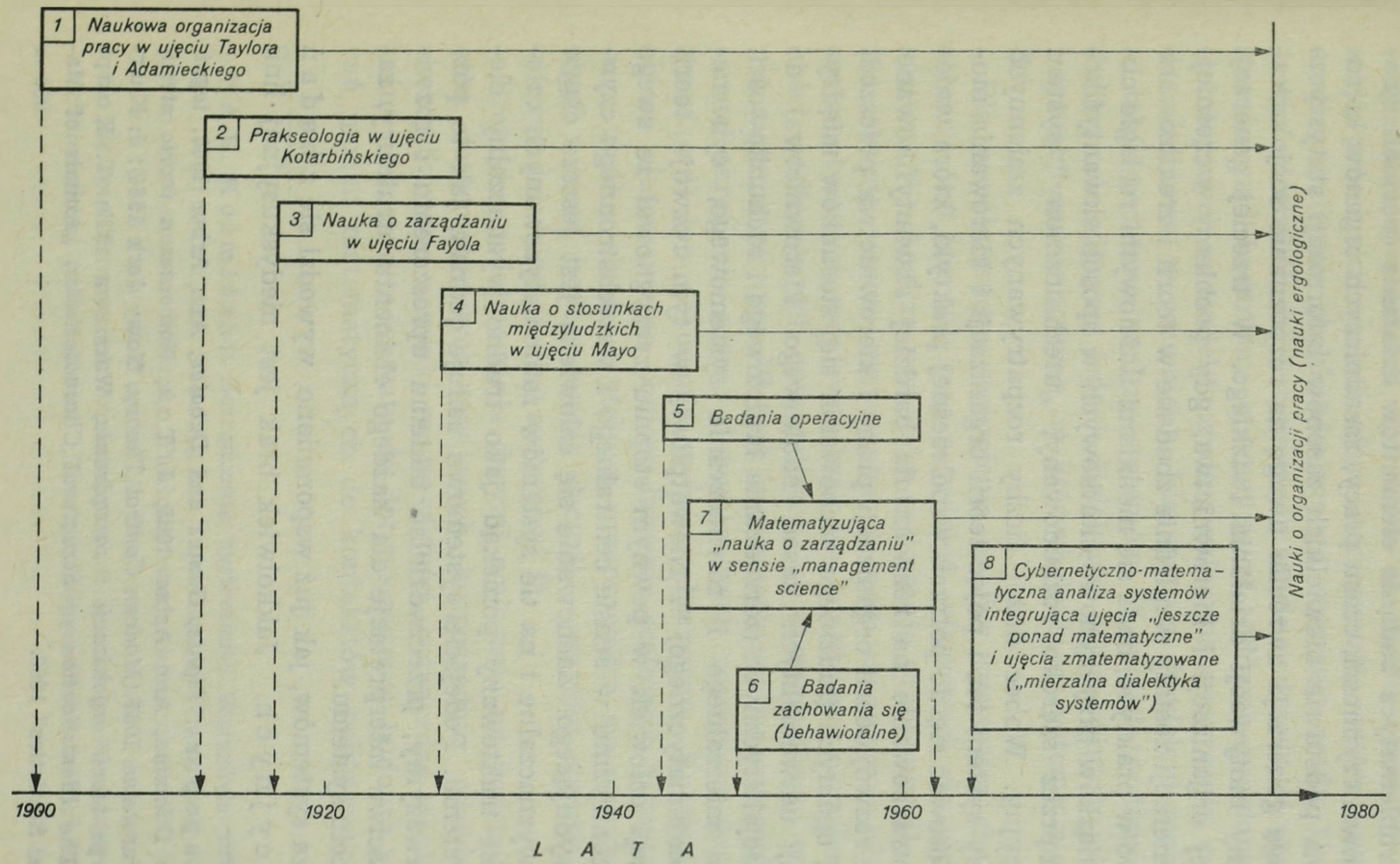
W stosunku do naukowej organizacji pracy i kierowania w jej pierwotnym ujęciu z lat dwudziestych analizę systemów można interpretować poprawnie jako trzecią generację stosowanej teorii organizacji i kierowania. Reprezentuje ona w tym układzie metodę badań prowadzonych dla systemów względnie wyodrębnionych znajdujących się w określonych warunkach sytuacyjnych (*case study*); do rozwiązywania problemu poszukuje się „klucza sytuacyjnego". Pozycję analizy systemów w genetycznym rozwoju naukowej organizacji i kierowania można zilustrować rysunkiem 2 [32].

Pierwsza generacja naukowej organizacji pracy koncentrowała

---

[31] J. Huxley: *New Bottles for New Wines*, Londyn 1957.

[32] J. Zieleniewski: *op. cit.*, s. 66, s. 128.



2. Analiza systemów jako kolejna generacja teorii organizacji i kierowania*

* Uzupełniona systematyzacja genetyczna nauk ergologicznych według Richardsa i Greenslowa (za J. Zieleniewskim, *op. cit.*, s. 66); dodano analizę systemów jako współczesną integrującą szkołę cybernetyczno-matematyczną (mierzalną dialektykę systemów).

się na problematyce badania elementów działania (normalizowanie ruchów i czynności, czasu pracy, zasadniczych organów kierowania) na podstawie niewielkich zasobów informacji statystycznej. Druga generacja zwróciła uwagę na rozpoznanie socjologicznej strony motywacji działania ludzkiego. W trzeciej generacji naukowej organizacji i kierownictwa, gdy problemy wcześniejszych generacji zostały względnie zbadane w teorii i zrealizowane częściowo w praktyce, bada się metodami ilościowymi rozległe obszary związków przyczynowo-skutkowych w sposób skwantyfikowany poprzez szeroko rozbudowany, „utechniczniony" system informacyjny. Wobec dużej liczby rozpatrywanych zmiennych pierwotny system tez i pojęć teorii organizacji i kierowania musiał dostosować się do potrzeb współczesnej praktyki, która wniosła zapotrzebowanie na rozwiązania bardziej skwantyfikowane. Stąd też rozwój teorii organizacji pracy i kierownictwa przeszedł od szkół ogólnych (ludzkiego zachowania się, stosunków międzyludzkich, uniwersalnych zasad naukowego kierownictwa) do szkół specjalistycznych (zarządzania branżowego i rachunkowości, podejścia mierzalnego i równocześnie systemowego, cybernetyczno-matematycznego) [33]. Niewątpliwie w tym rozwoju teorii organizacji człowiek w pewnym stopniu zrezygnował ze swego antropocentryzmu w sensie centralnego i wszechstronnego czynnika decydującego. Zachowanie się człowieka jest jeszcze ciągle trudno wyznaczalne i na tle systemów zautomatyzowanych człowiek jest traktowany poniekąd jako trudno wyznaczalny element systemu. Podejście systemowe usiłuje jednak, jak to później zauważymy, przeciwdziałać takiemu uproszczeniu i rozwinąć właściwe interpretacje dla każdego elementu struktury, zadania i celu systemu.

Analiza systemów, jak już wspomniano, wywodzi się z b a d a ń o p e r a c y j n y c h. Jakkolwiek brak jest niedyskusyjnej linii

[33] A. R a p o p o r t: *Fights, Games and Debates,* Ann Arbor 1960; tegoż: *Prisoners Dilemma,* Ann Arbor 1965; J. T o u: *Nowoczesna teoria sterowania,* Warszawa 1967 (*Modern Control Theory,* Nowy Jork 1964); J. K u r n a l: *Zarys teorii organizacji i zarządzania,* Warszawa 1970; T. K o o p m a n s: *The Identification of Structural Characteristics,* „Annals of Mathematical Statistics" 1950.

rozgraniczającej analizę systemów od badań operacyjnych, istnieją przesłanki uzasadniające konieczność rozstrzygania przez analizę systemów problemów innego, wyższego rzędu. Uzasadniają one odrębność, jak i w pewnym sensie nadrzędność analizy systemów nad badaniami operacyjnymi. Główną podstawą badań operacyjnych są modele rozwiązywalne matematycznie, czyli analiza ilościowa w rozumieniu klasycznym. Modele i matematyka są także podstawą analizy systemów. W analizie systemów decydującą rolę odgrywa jednak dialektyka celów różnych jakościowo i sytuacji szacunkowych, w których badane systemy mają działać.

Dla współczesnego rozumienia analizy systemów charakterystyczny jest szeroki krąg zagadnień włączonych do jednolitego systemu [34]. „Analiza systemów podejmuje problemy, dla których nie istnieją jeszcze rozwiązania za pomocą zwyczajnych metod matematycznych, ponieważ brak jest możliwości określenia wielkości, podlegających optymalizacji lub ekstremalizacji w znaczeniu matematycznym. W tych warunkach analiza systemów umożliwia określenie granic dopuszczalnych rozwiązań (przestrzeni rozwiązań) lub dokonanie wyboru alternatyw. Uporządkowanie zbioru alternatyw za pomocą łączenia scalonych (agregatowych) ocen według zbioru kryterium przeprowadza się metodami znanymi z teorii podejmowania decyzji — szybko rozwijającej się obecnie dziedziny analizy systemów" [35].

Praktyka podejmowania decyzji wyłącznie na podstawie obliczeń matematycznych, mających bezpośrednio odzwierciedlać skomplikowane warunki rzeczywistości, potwierdza niekiedy wyraźną jeszcze nieadekwatność dotychczasowej budowy i rozwiązań modeli matematycznych do kontekstów politycznych i mi-

---

[34] A. K. Koźmiński: *Zarządzanie systemowe*, Warszawa 1973, s. 9.

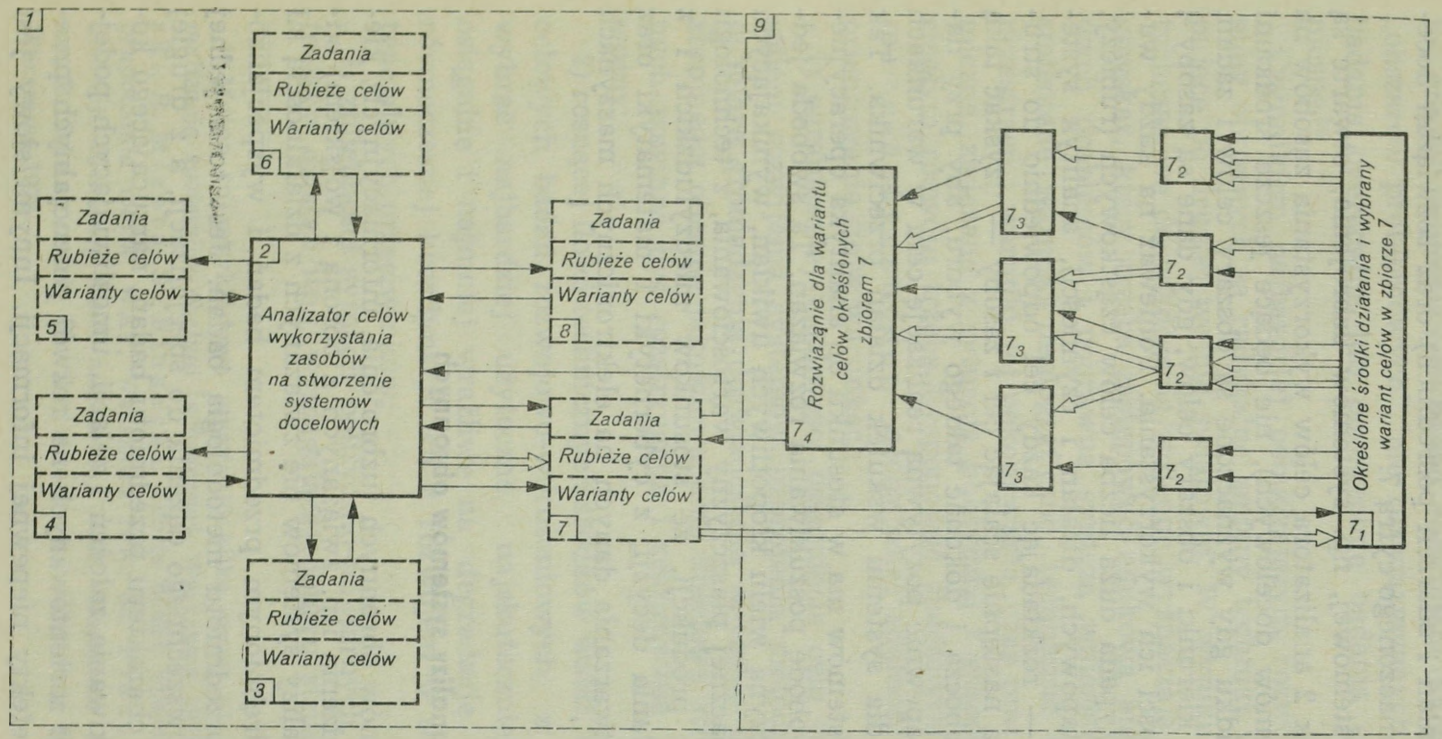
[35] J. Nejmark, R. Strongin: *Informacjonnyj podchod k' zadacze poiska ekstremuma funkcji*, „Tiechniczeskaja kibiernietika" 1966, nr 1; G. Jemielianow, J. Dudin, A. Malewicz, A. Czerkasin: *Mietody pierspiektiwnogo płanirowanija w sistiemach uprawlenija nauczno-tiechniczeskimi razrabotkami*, „Tiechniczeskaja kibiernietika" 1972, nr 4, s. 286.

litarnych. Zastosowanie modeli matematycznych przynosi efekty dopiero po analitycznym rozstrzygnięciu, które kategorie są empirycznie mierzalne i jakie warunki tej mierzalności muszą i mogą być obecnie spełnione. Tak więc strategicznych przesłanek, charakteryzujących warunki działania np. systemów uzbrojenia, dla ilościowych badań operacyjnych dostarcza analiza systemów i w tym sensie badania operacyjne mogą w całkowitej analizie stanowić element analizy systemów uzbrojenia.

Druga różnica polega w zasadzie na tym, że badania operacyjne (czyli badania działań i czynności) zajmują się głównie techniką wykonawczą. Prowadzi się je, gdy dane są cele i środki oraz gdy w tak zdeterminowanych układach badane problemy dotyczą ich wewnętrznego zagospodarowania, wewnętrznych przegrupowań ilościowych, czasowych i przestrzennych. Tak np. w analizie systemów uzbrojenia bada się problemy optymalizacji zarówno czynnościowej, jak i przedmiotowej w układach nie zdeterminowanych w sposób wąski, lecz w układach przyszłościowych, niekiedy na wiele lat przed zaprojektowaniem analizowanego systemu uzbrojenia. Rzecz oczywista problemy czynnościowe, wykonawcze nie mogą być pomijane, ale nie mogą też być wysuwane na plan pierwszy. Przy pewnych założeniach upraszczających można powiedzieć, że badania operacyjne dotyczą wyboru taktyki przy danych środkach i celach, analiza systemów natomiast wkracza w dziedzinę strategii wyboru celów i środków, rozwijając problemy nie zawsze mierzalne lub występujące w skalach trudno porównywalnych. Innymi słowy, badania operacyjne usiłują dać matematyczną (jednoznaczną) odpowiedź, jak realizować dany cel, a analiza systemów — co jest celem działania.

Powiązanie badań operacyjnych z analizą systemów ilustruje rys. 3.

W badaniach operacyjnych (blok 9) wyznaczone są względnie jednoznacznie: cel, środki, czas, przestrzeń, kryteria oraz ewentualne sposoby przeciwdziałania przeciwnika. Wariantowanie zmierzające do wyboru optymalnego czy też innego ekstremalnego przebiegu operacji odbywa się w stosunkowo wąskich obszarach zmienności celów pośrednich (czynności i zdarzeń ele-



3. Różnice między zakresami analizy, systemów i badań operacyjnych

Analiza systemów w niezdeterminowanej przestrzeni celów, rubieży, wariantów realizacji i zasobów:

3-8 — dopuszczalne zbiory zadań i warianty celów;
7 — wybrany wariant celów do szczegółowego badania operacyjnego;
1 — przestrzeń niezdeterminowanego czasu, obszaru, reakcji przeciwnika itp.,
2 — zbiór zasobów i ograniczeń zewnętrznych i wewnętrznych analizatora.

Badania operacyjne przy zdeterminowanym celu i środkach działania w określonym zbiorze:

7_1 — zbiór środków działania i cel jako problem optymalizacyjny;
7_2 — zbiór zdarzeń jako wynik czynności elementarnych;
7_3 — zbiór zdarzeń jako wynik działań (cele pośrednie, „przechodnie");
7_4 — zbiór zdarzeń realizujących cel końcowy;
9 — względnie zdeterminowana przestrzeń badań operacyjnych.

mentarnych, działań i zdarzeń pośrednich) oraz rozwiązań docelowych zbioru oznaczonego cyfrą 7.

W analizie systemowej, np. systemów uzbrojenia, otwarte są albo zasoby (blok 2 analizatora celów wykorzystania zasobów na stworzenie systemów docelowych), nie będące jeszcze środkami walki, w przypadku gdy wyznaczone są obszary celów i zadań, albo otwarte są kierunki i obszary celów, gdy dane są zasoby i czasowe możliwości ich wykorzystania. Ponieważ na każdy wariantowy cel przypada duża liczba celów cząstkowych (rubieży, przedsięwzięć etapowych, działań i czynności), analityk systemów powinien — rozkładając każdy cel odpowiednio do strumieni zasobów, a następnie scalając cel i zasoby — uzyskać taką szczegółowość roboczą i dokonać takiego wyboru, aby przy danych zasobach zapewnić pozytywną realizację celu w warunkach niekorzystnych dla systemu wskutek działań przeciwnika. Tak więc analityk systemów ma w stosunku do analityka operacyjnego „większą" swobodę poszukiwania rozwiązań. Ta swoboda jednakże jest przyczyną wielu kłopotliwych uwikłań, wynikających z braku jednoznacznej płaszczyzny wartościowania, z technologii i automatyzacji produkcji, ze stosunków międzyludzkich i z teorii podejmowania decyzji, z cybernetyki i matematyki oraz technologii przetwarzania danych na elektronicznych maszynach cyfrowych.

7. Wyróżnienie analizy systemów obronnych

Analiza systemów obronnych (uzbrojenia, informacyjnych, kierowania i dowodzenia itp. związanych z obroną i wojskiem) odróżnia się od analizy systemów nie związanych z działalnością sił zbrojnych wyodrębnionym przedmiotem badań i wyspecjalizowaną do tego przedmiotu metodologią badań. Jest to z jednej strony wynik powszechnego dążenia do specjalizacji, a z drugiej — szczególnego charakteru przedmiotu badań, narzucającego konieczność poszukiwania założeń i relacji, umożliwiających podejmowanie decyzji zorientowanych na rozwój potencjalnych przeciwników i na efekty niepewnej informacji. Innymi słowy jest

to „szkoła" empirycznych badań, rozwinięta dla zagospodarowania „obszarów problemowych", nie rozwiązywanych przez klasyczne badania operacyjne lub powszechne badania gospodarczo-techniczne [36].

Czynnikiem najbardziej pobudzającym rozwój analizy systemów obronnych są radykalne zmiany techniki wojennej, występujące po drugiej wojnie światowej. W wyniku tych zmian dotychczasowe doświadczenia wojenne wyznaczają tylko nikły drogowskaz, który trzeba zastępować naukową analizą kompleksowych problemów i poprawną syntezą wniosków. Kompleks to zmienione warunki demograficzne, techniczne i technologiczne, przestrzeń i warunki jej pokonywania, czas oraz warunki ekonomiczne, związane z sytuacją polityczną i gospodarczą. Przy ich ciągłym rozwoju trzeba dysponować zbadanymi p r z e d z i a ł a m i e l a s t y c z n o ś c i, ażeby mieć zdolność szybkiego przeorientowania się w warunkach:

1) ograniczonej możliwości osiągnięcia celu tradycyjnym sposobem rozwijania systemów uzbrojenia metodą prób i błędów w miarę gromadzenia doświadczenia w czasie trwania konfliktu zbrojnego; obecnie jakościowa oraz ilościowa struktura sił zbrojnych powinna być rozstrzygana i realizowana przed wybuchem wojny;

2) rosnącej ilości technicznych środków walki, wynalazków i docelowych badań rozwojowo-wdrożeniowych, z których trzeba wybrać najbardziej użyteczne, najskuteczniejsze, najłatwiej osiągalne i najmniej wrażliwe na degradację „moralną" przy równoczesnej koordynacji ich z rozwojem u sojuszników i potencjalnych przeciwników;

3) zmienności sytuacji polityczno-militarnych (stopni eskalacji, teatrów działań itp.), wymagającej doboru strukturalnych zesta-

---

[36] Można tu przykładowo wymienić kilka prac: St. P i a s e c k i: *Optymalizacja systemów obsługi technicznej*, Warszawa 1972; Z. K a s z u b o w s k i, R. M i z e r a, St. P i a s e c k i: *Teoria badań operacji. Problemy przegrupowania wojsk*, WAT, Warszawa 1970; St. P i a s e c k i: *Teoria badań operacji. Elementy teorii niszczenia*, WAT, Warszawa 1968; J. K o n i e c z n y, E. O l e a r c z u k, W. Ż e l a z o w s k i: *Elementy nauki o eksploatacji*, Warszawa 1972.

wów sił i środków, nadających się względnie dobrze do wielu sytuacji;

4) konieczności uzasadnienia, rozpowszechnienia, jak też zespołowego opracowywania złożonych, międzydyscyplinarnych decyzji, które dawniej podejmowano głównie tradycyjnymi metodami na podstawie czystej intuicji;

5) braku wyraźnie zarysowanych granic potrzeb obronnych, jak też jednoznacznych zasad podziału środków między rodzaje wojsk i służb przy na ogół ścisłym ograniczeniu zasobów przeznaczonych na cele obrony;

6) konieczności dostarczania kadrze kierowniczej uporządkowanych i przejrzystych informacji, umożliwiających podjęcie trafnych decyzji, skoncentrowanych na sprawach istotnej wagi;

7) stałego rozwoju metod badawczych w ogóle, a technik obliczeniowych w szczególności, stwarzających z jednej strony obiektywną zachętę do pokonywania barier teoretycznych i praktycznych, a z drugiej — obiektywną konieczność przeciwdziałania skutkom postępu w obozie przeciwników.

Obecnie warunki te przyczyniły się do tego, że analiza systemów, podobnie jak niegdyś badania operacyjne, rozwija się najintensywniej w dziedzinach dotyczących pokoju, wojny i obrony. Powstały liczne instytuty wojskowe lub współpracujące z resortami obrony instytuty i stowarzyszenia cywilne.

Wśród nich wyróżniają się: Towarzystwo Rozwoju Badań i Analiz, znane powszechnie pod nazwą *RAND Corporation*, pracujące głównie dla Dowództwa Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych; *Research Analysis Corporation*, pracujące głównie dla sił lądowych; w RFN analizę systemów rozwijają instytuty podległe Federalnemu Urzędowi Techniki Wojskowej i Dostaw. W 1972 r. utworzony został z inicjatywy ZSRR i Stanów Zjednoczonych Międzynarodowy Instytut Stosowanej Analizy Systemów (MISAS) w Laxenburgu pod Wiedniem. W pracach MISAS uczestniczą także przedstawiciele Polski [37]. Analizę systemową obrony wdrażają inne instytuty naukowo-badawcze, prowadzące wie-

---

[37] A. Konieczny: *Analiza systemowa wyzwala rezerwy*, „Trybuna Ludu" 1973, nr 336.

loletnie badania nad warunkami i czynnikami, wpływającymi na stan stosunków międzynarodowych. Można tu wymienić Międzynarodowy Instytut Badania Pokoju w Wiedniu *(International Institute for Peace in Vienna)*; Instytut Badania Pokoju w Sztokholmie (*Stockholm International Peace Research Institute,* SIPRI) oraz inne organizacje zajmujące się problematyką militarną.

Analizy systemów związanych z obroną obejmują przy tym nie tylko techniczne problemy projektowania, produkcji, eksploatacji i taktycznego użycia konkretnego systemu w warunkach konfliktu zbrojnego, lecz także rozmaite implikacje społeczne, ekonomiczne i polityczne, wynikające z ograniczoności zasobów i niepewności kontekstu polityczno-militarnego. Przedmiotem analizy systemów technicznych, np. systemów uzbrojenia jest — obok niezawodności systemu — rozległa problematyka rachunku opłacalności, rachunku nakładów i wyników oraz porównań kosztów, użyteczności, komplementarności i substytucji wariantów systemu w zmiennych sytuacjach politycznych, operacyjnych i taktycznych. Kolejno analizuje się cele i funkcje systemu, jego niezawodność i sprawność, nakłady inwestycyjne na stworzenie i nakłady eksploatacyjne. Porównuje się większą liczbę wariantów spełniających warunki techniczne w przyszłej strukturze systemów otaczających i wybiera się według założonych kryteriów wariant najkorzystniejszy. Szczególną uwagę przywiązuje się do metodologii oceny efektywności, czyli porównywania nakładów i efektów (nakładów i użyteczności), metodologii wyboru celu i formułowania kryterium oceny. Te analizy powinny być z reguły zakończone przed podjęciem klasycznych badań operacyjnych.

Problem przedmiotu analizy systemów obrony charakteryzowany jest dość wyraźnie w radzieckich publikacjach wojskowych:

„W analizie systemów poszukuje się nie tylko sposobów rozwiązania postawionych zadań, lecz także bada się same zadania i cele z punktu widzenia optymalnego wykorzystania posiadanych zasobów dla osiągnięcia ostatecznych celów strategicznych czy operacyjnych... Druga okoliczność, wypływająca z analizy syste-

mów, to konieczność łącznego rozpatrywania zagadnień politycznych, militarnych, ekonomicznych i technicznych. Tylko w takim przypadku można znaleźć prawidłowy kierunek rozwoju całości oraz ustalić właściwe proporcje rozwojowe" [38].

---

[38] A. Parchomienko: *Rukowodstwo w obłasti oborony*, Moskwa 1967, s. 17 (przedmowa do radz. przekł.: S. Enke: *Defense Management*).

Rozdział II

TRADYCYJNE PLANOWANIE EKONOMICZNE OBRONY

1. Podstawowe pojęcia

Określenie stanu początkowego w generalnych nurtach planowania obrony pozwoli na uzyskanie szerszego poglądu na już dokonane przemiany, na formułowanie nowych, konkretnych zadań i celów analizy systemów w planowaniu ekonomicznym obrony oraz na wyznaczenie perspektywicznych kierunków jego rozwoju.

„Planowanie obronne jest funkcją kierownictwa państwowego i resortu obrony narodowej związaną z podejmowaniem decyzji obronnych. Rozróżnia się trzy etapy czynności związanych z planowaniem obronnym: zbieranie i opracowanie informacji, przetwarzanie informacji w decyzję (budowa planu obronnego) oraz przekazanie decyzji zainteresowanym do realizacji" [1].

Pojęcie planowania mieści się w kategoriach kierowania, dowodzenia i zarządzania, które to kategorie określają podstawowe funkcje państwa i resortu obrony narodowej [2].

We wspomnianych kategoriach planowanie występuje jako je-

---

[1] W. Stankiewicz: *Kompleksowy system planowania w siłach zbrojnych (Zarys koncepcji)*, WAP, Warszawa 1972. Powyższe sformułowanie należy do klasy sformułowań współczesnych. Nie wracamy do wcześniejszych definicji planowania, ponieważ nie zawsze byłyby one adekwatne do merytorycznej treści planowania obronnego, prowadzonego obecnie, a tym bardziej — w przyszłości.

[2] „Przegląd Informacyjno-Dokumentacyjny NIW" 1971, nr 7, s. 5—6, Sztab Gen.; L. Bareński (*Węzłowe zagadnienia planowania gospodarczo-obronnego*, WAP, Warszawa 1971, s. 3) stwierdza, że „...planowanie w sferze militarnej obejmuje: budowę sił zbrojnych i ciągłe ich doskona-

dna spośród czterech funkcji elementarnych: 1) organizowanie, 2) planowanie, 3) pobudzanie i koordynowanie, 4) kontrolowanie.

Stosownie do tak rozłożonej treści terminów kierowania, dowodzenia i zarządzania — organizowanie polega na ustalaniu elementów działania ogólnego, ich doborze i łączeniu w spójną całość. Wpływa to na realizację drugiej funkcji — planowania, ponieważ przygotowuje dla wszystkich elementów obrony określone warunki i sposoby wykonywania zadań i osiągania celów. W szczególności ustalenie konkretnej organizacji systemu, tj. wydzielenie kierownictwa i wykonawców oraz opracowanie schematu powiązań kompetencyjnych, rzutuje na proces planowania obronnego. Kierownictwo, składające się z organu podejmującego decyzję (jednoosobowego lub kolegialnego — dowódca, komendant, szef, dyrektor, zespół, kolegium) oraz organu pomocniczego (sztab, biuro, urząd itp.), ustala zasady postępowania, wytycza zadania, cele bliższe i dalsze, określa sposoby gromadzenia informacji i jej przetwarzania, wyznacza środki i metody wykonywania zadań (technologie), gwarantuje płynny ruch zasobów, ochronę ludzi i rzeczy, współdziałanie z innymi kierownictwami itp. Oczywiste jest, że w pewnej fazie działania sama organizacja również podlega procesom planowania.

Zbieranie informacji, jako etap planowania, polega na rejestrowaniu jakościowo-ilościowych rezultatów decyzji cząstkowych. Umożliwia ono sporządzanie syntetycznych charakterystyk celów, stanów i warunków ich osiągnięcia w przyszłości. Chara-

---

lenie odpowiednio do wymagań i potrzeb wynikających ze stanu zagrożenia oraz planowanie strategiczno-operacyjne i mobilizacyjne. Plany strategiczne ustalają generalną koncepcję obrony kraju, zasady użycia sił zbrojnych, ich miejsce i rolę na zewnętrznym i wewnętrznym froncie walki, a także zadania i sposób użycia w razie wojny wszystkich paramilitarnych i społecznych oraz gospodarczych elementów powszechnego systemu obronności. ...Pożądane jest, aby planowanie to stanowiło szeroko pojęty integralny proces łączący planowanie pokojowe z planowaniem mobilizacyjnym... Wymagania wojny współczesnej oraz metody planowania socjalistycznego dowodzą, że planowanie gospodarcze rozwoju kraju i planowanie gospodarczo-obronne (mobilizacyjne) muszą się nawzajem przenikać... Integrowanie planowania gospodarczego i obronnego prowadzi do bardziej wyważonych decyzji gospodarczych w okresie pokoju".

kterystyki te obejmują ilości i rodzaje celów obronnych, ilości i rodzaje dostępnych zasobów ludzkich i materialnych, parametry dotyczące norm postępowania oraz współzależności między środkami a celami działania. Uzyskuje się je w wyniku przetwarzania odpowiednio zorganizowanej dokumentacji normatywno-katalogowej, rozkazodawczej i statystycznej.

Przetwarzanie informacji w postać projektu dla aktu woli rozstrzygającego pewien łańcuch zdarzeń obronnych należy do najtrudniejszych procesów budowy planu obronnego. Przy zbieraniu i przetwarzaniu informacji postępuje się z reguły stosownie do ustalonych metod i procedur, nazywanych metodami i procedurami lub trybem planowania obrony.

W najogólniejszym ujęciu rozróżnia się dwie metody planowania: metodę rozwiązania pełnego i metodę uzgadniania rozwiązań częściowych (metodę suboptymalizacyjną) [3]. Pierwsza metoda polega na matematycznym sformułowaniu ograniczeń, związków i parametrów między celami i zasobami w skali dotyczącej całego problemu oraz rozwiązaniu zapisanego układu przez maszynę liczącą. Druga metoda rozwiązań częściowych lub wycinkowych, stosowana w praktyce z powodu trudności teoretycznego i technologicznego opanowania metody pierwszej, jest bardziej skomplikowana logicznie i nie daje pewności co do stopnia zbliżenia się do rozwiązania optymalnego. Wymaga ona wielokrotnej iteracji uzgadniającej rozwiązania cząstkowe między sobą i w stosunku do całości. Dlatego też jest ona nazywana metodą kolejnych przybliżeń.

Przez procedurę lub tryb planowania rozumie się organizację współdziałania między różnorodnymi podmiotami uczestniczącymi w gromadzeniu i przetwarzaniu informacji oraz w formułowaniu projektów planu i podejmowaniu decyzji. W procedurze planowania określa się zadania i kompetencje uczestników procesu, terminy składania i rodzaje opracowań do podejmowania decyzji cząstkowych, kierunki wymiany informacji, uzgodnień itp. czynności na różnych szczeblach działania. Procedurę ustala się w

---

[3] P. Sulmicki: *Planowanie i zarządzanie gospodarcze*, Warszawa 1971, s. 297—298.

formie wykazu uczestników i harmonogramu prac planistycznych.

W szerokim znaczeniu merytorycznym plan obrony obejmuje decyzję wyznaczającą zbiory zadań i celów, określonych pod względem polityczno-militarnym i gospodarczo-technicznym w odpowiednio szczegółowych lub scalonych skalach podmiotowych, rzeczowych, wartościowych, terminowych, funkcjonalnych i przestrzennych. W węższym znaczeniu formalno-prawnym przez termin „plan obrony" rozumie się zbiory decyzji, wynikających z doktryny wojennej danego państwa, ujęte zazwyczaj w postaci sformalizowanych dokumentów, metodycznie charakteryzujących parametry planowanych zadań i niezbędnych środków, zatwierdzone przez uprawnione organa na określony przedział czasowy.

Nie należy jednak przy tym zapominać, że w historii świata kapitalistycznego nawet najbardziej agresywne plany wojenne nazywano planami obrony. Stykając się z eufemistycznie używanym pojęciem „obrona" w ogólnej problematyce wojskowej trzeba mieć na względzie jego wieloznaczność polityczno-militarną, a także międzynarodowo-prawną. Chociaż problem ten wydaje się pozornie oczywisty, to istnieją znaczne teoretyczne i jeszcze większe praktyczne trudności w politycznym odróżnieniu wojny obronnej od wojny zaczepnej. Pojęcie obrony jest złożoną kategorią prakseologiczną i polityczną, czyli kategorią o zmiennej, przeciwstawnej treści stosownie do subiektywnej interpretacji podmiotu posługującego się tym pojęciem.

Termin „obrona" implikuje, że treść działań zmierza do zachowania *status quo*. Działaniom obronnym w tradycyjnych systemach prawa międzynarodowego przyznawano zazwyczaj większą słuszność, aniżeli działaniom zaczepnym, naruszającym istniejący stan rzeczy. Następna implikacja wynika z hipotezy, że obronę podejmuje strona słabsza pod wpływem ataku strony silniejszej, co również w sensie moralnym stawia obrońcę w pozycji dobrej wiary, pozbawiając jej napastnika. Kolejna hipotetyczna cecha obrony, to jej wtórność w stosunku do pierwotnego działania zaczepnego.

Doświadczenia historii potwierdzają jednak, że implikacje te nie zawsze towarzyszyły konkretnym wojnom. W wielu szkołach strategii wojennej i taktyki walki uznano atak za najskuteczniejszą formę obrony, zalecając go tym samym stronom słabszym, które często z tego zalecenia korzystały. Z kolei strony silniejsze rozwijając swoje plany wojenne nazywały je

również planami obronnymi, a później w następstwie faktów działały w obronie własnej, przekraczając często zakres obrony koniecznej.

Powyższe incydentalne uwagi wskazują, że dla uniknięcia nieporozumień terminologicznych plan obrony w znaczeniu najogólniejszym trzeba interpretować jako plan dotyczący użycia sił zbrojnych w określonych celach politycznych. Natomiast rozważania na temat sprawiedliwego lub niesprawiedliwego użycia sił zbrojnych trzeba prowadzić w świetle marksistowsko-leninowskiej nauki o wojnie i wojsku, która wykryła i naświetliła genezę wojen oraz zasady oceny tworzenia i działania sił zbrojnych [4].

Przekazanie planu obronnego do wiadomości i realizacji zainteresowanym jako ostatni etap procesu samego planowania polega na wielokierunkowej i wieloszczeblowej dezagregacji oraz dekompozycji zadań i środków według wykonawców, odbiorców (inwestorów), użytkowników, dostawców, kredytodawców itp. uczestników złożonego, społecznego procesu realizacyjnego. Względna jednoznaczność przekazu wycinków planu opiera się na ogólnie obowiązujących zasadach ładu prawnego i dokumentacji normatywno-katalogowej w państwie oraz na specjalistycznych zasadach wypracowanych w wojsku i organach z nim współdziałających.

Pobudzanie i koordynowanie, jako element kategorii kierowania, zarządzania i dowodzenia, jest nieodzowne zarówno ze względu na występujące w planie współczynniki niekompletności informacji, warunki niepewności i szeroki margines błędu w definiowaniu współzależności między środkami i celami, jak i ze względu na metodę rozwiązań częściowych. Realizuje się ono poprzez ustalenie stałych zasad i norm działania oraz przez dodatkowe decyzje korygujące w toku realizacji planu na podstawie oceny jego wykonywania. Zakłada się bowiem w planie manewr siłami i środkami dzięki uruchomieniu rezerw, zmianom norm działania i osobistej interwencji kierownictwa. Ocena przebiegu dostarcza z jednej strony podstawy do opracowywania planów na następne okresy, a z drugiej — podstawy tworzenia lub uruchamiania rezerw. Materiał do ocen czerpie się z obowiązującego systemu informacji (rachunkowości i sprawozdawczości) w terminach zależnych od hierarchii szczebla oceniającego. Wy-

[4] *Marksizm-leninizm o wojnie i wojsku*, Warszawa 1964.

soki współczynnik niepewności i błędu w decyzjach natury polityczno-militarnej nadaje problemowi rezerw w planowaniu obronnym szczególnego znaczenia. Odwrotnie zaś zmienność treści potrzeb obronnych wywołuje dążenie do ścisłego normowania zużycia sił, środków i uzyskiwanych efektów. Normy są podstawą kształtowania łańcucha współzależności między decyzjami wiodącymi a pomocniczymi; równocześnie tworzą bazę parametrów opisujących warunki działania obronnego.

Kontrola, realizowana bezpośrednio przez organ kierownictwa lub pośrednio przez specjalny organ nadzoru i kontroli, zmierza do zmniejszenia rozbieżności między parametrami założonymi w planie a rzeczywistymi charakterystykami jego wykonywania. Jej prowadzenie oparte jest na założeniu, że kierownictwo lub wyspecjalizowany organ kontrolny dysponują większą ilością i wyższą jakością informacji dla poprawnej oceny realizacji planu na konkretnym odcinku lokalnym, aniżeli organ kontrolowany.

Stosownie do podziału zadań w procesach planowania obronnego wykształciły się według podmiotów organizacyjnych i odpowiedzialnych za jego przebieg oraz według przedmiotu planowania trzy tradycyjne działy planowania obronnego:
— planowanie strategiczno-operacyjne;
— planowanie organizacyjno-mobilizacyjne;
— planowanie gospodarczo-obronne [5].

W procesie planowania strategiczno-operacyjnego ustala się zgodnie z generalną koncepcją obrony kraju (doktryną wojenną)

[5] Podział ten jest w dużej mierze umowny, ponieważ między tymi trzema działami planowania istnieje ścisłe sprzężenie. Każdy plan w danym dziale bądź powołuje się na ustalenia podjęte w innym dziale, bądź powtarza je w ramach swoich ustaleń jako założenia do dalszych obliczeń. Tak więc plan strategiczno-operacyjny jako rozwiązanie kompleksowe nie może powstać w ostatecznej wersji bez planu organizacyjno-mobilizacyjnego, a ten z kolei bez planu gospodarczo-obronnego (na tym szczeblu uogólnienia plan gospodarczo-obronny gromadzi decyzje dotyczące relacji między polityczno-militarnymi funkcjami państwa i jego sił zbrojnych a jego zewnętrzną i wewnętrzną działalnością mającą na celu materialne — ekonomiczne i gospodarcze — zabezpieczenie tych funkcji). Plany te w postaci skoordynowanej mogą powstać tylko w drodze wielu wzajemnych „przymiarek", wielu kroków iteracyjnych, wykonywanych przez specjalistyczne zespoły robocze, pozwalających w końcowej fazie pokoor-

zasady użycia sił zbrojnych, ich miejsce i zadania na poszczególnych frontach i kierunkach działań. Odpowiednio do tych zadań określa się zakładane charakterystyki strukturalno-ilościowe pożądanych sił zbrojnych i kształtuje plany szkolenia wojsk, sztabów i pozostałych instytucji obronnych.

W planowaniu organizacyjno-mobilizacyjnym uściśla się — odpowiednio do założeń strategiczno-operacyjnych i szkoleniowych — wielkość i stany liczebne sił zbrojnych, sposób ich werbunku, strukturę organizacyjną, etaty stanów osobowych i rzeczowych, tabele należności, normy podstawowego wyposażenia na czas pokoju i wojny oraz ustala sposoby rozwinięcia mobilizacyjnego i przejścia na strukturę wojenną.

Celem planowania gospodarczo-obronnego jest zapewnienie realizacji zadań wypływających z dwóch poprzednich działów planowania przez pośrednie i bezpośrednie procesy: zaopatrywania materiałowo-technicznego i finansowego; ustalania i realizacji zadań przemysłowo-produkcyjnych, eksploatacyjnych, inwestycyjno-budowlanych, usługowych, rotacyjnych itp. przedsięwzięć techniczno-gospodarczych.

Przesłanki dla tych działów planowania kształtują się z reguły na podstawie:

— prognoz rozwoju międzynarodowej sytuacji polityczno-militarnej oraz koncepcji przyszłej wojny ze szczególnym uwzględnieniem początku i przebiegu konfliktu zbrojnego, jego charakteru, intensywności i czasu trwania;
— prognoz demograficznych własnych i potencjalnych przeciwników;
— prognoz rozwoju potencjału gospodarczego kraju i koalicji, a w tym prognoz potencjału wojenno-ekonomicznego, naukowego i techniczno-przemysłowego.

Powyższe terminy i pojęcia związane z planowaniem ekonomicznym obrony rozwijały się bądź równolegle z pojęciami dotyczącymi planowania i zarządzania gospodarczego w państwie (jak np. w krajach obozu socjalistycznego), bądź niekiedy wy-

dynacyjnej nadać poszczególnym planom szczegółową treść względnie wyodrębnioną i wyspecjalizowaną. Niektóre plany odgrywają podwójną rolę — celu merytorycznego i warunku ograniczającego (bilansowego).

przedzały rozwój planowania ogólnopaństwowego (jak np. w państwach kapitalistycznych). Ich wzajemne powiązanie, sekwencja nadrzędności i podrzędności wskazują, że w ich rozwoju historycznym dominował nadrzędny, organizacyjny punkt widzenia. W nich skumulowały się historyczne doświadczenia naukowej organizacji pracy i kierownictwa, wpływające na praktyczną procedurę i metodologię planowania obronnego. Doskonaliła się ona w różnych armiach i w różnych okresach pierwszej połowy XX wieku. Organizacyjny punkt widzenia dominował prawie do połowy lat sześćdziesiątych, w którym to czasie zaczął ustępować podejściu informacyjnemu i funkcjonalnemu.

2. Organizacyjno-podmiotowa treść planu obrony

Jako przykłady tradycyjnego planowania ekonomicznego obrony można rozpatrywać dwie szkoły, rozwijające się od początku bieżącego wieku w Europie i Ameryce Północnej: szkoła prusko-niemiecka oraz szkoła państw zachodnich — Francji, Wielkiej Brytanii, Stanów Zjednoczonych i pozostającej z nimi w koalicji carskiej Rosji. Różniły się one przede wszystkim aktywnością czynnika militarnego w państwie i założeniami co do jego roli w realizacji planów politycznych państwa. W pruskich koncepcjach i doktrynach wojennych podmiot militarny [6] urastał do rangi niemal „państwa w państwie" i przygotowywał się do rozstrzygnięcia konfliktu militarnego z pozycji atakującego [7] w założonym przez siebie czasie za pomocą odpowiedniej dla siebie strategii, taktyki wojennej i środków walki. Podmiot militarny planował stosowną do *blitzkriegu* strukturę i wielkość sił zbrojnych, których intensywne działania miały doprowadzić do szybkiego obezwładnienia sił militarnych przeciwnika i tym samym do rozstrzygnięcia wszystkich innych problemów — obrony kraju oraz utrzymania jego wewnętrznej równowagi polityczno-gospodarczej. Podmiot ten występował na zasadzie pluralizmu strategicznego w dwóch praktycznie niezależnych systemach organi-

[6] L. Bareński: *op. cit.*, s. 33—34.

[7] F. Foche: *De la conduite de la guerre*, Paryż 1921 (zakończenie).

zacyjnych: sił lądowych i morskich. Planowanie merytoryczne potrzeb zarówno na czas pokoju, jak i wojny odbywało się w organizacyjnym języku wojskowym, określającym liczbę związków operacyjnych, taktycznych i samodzielnych oddziałów w poszczególnych rodzajach sił zbrojnych, wojsk, broni i służb oraz ilości niezbędnych podstawowych i rezerwowych środków walki, które należało postawić do dyspozycji sił zbrojnych w razie użycia ich w otwartej wojnie. Pluralizm strategiczny oznaczał, że każdy rodzaj sił zbrojnych rozwijał własną koncepcję strategiczną, własną strukturę organizacyjną sił oraz własne zasady zabezpieczenia gospodarczego. Przy ówczesnym poziomie techniki wojennej planowanie w języku organizacyjno-mobilizacyjnym mogło objąć w sposób jednoznaczny wszystkie naturalne elementy obydwóch rodzajów sił zbrojnych oddzielnie. Rozdzielnik kadrowy (siły żywej) dokonywał wstępnego podziału zasobów męskiej siły żywej, kierowanej następnie do odrębnych profilów szkolenia lądowego i morskiego. Programy nabywania technicznych środków walki ustalane były stosownie do założonej liczby stałych i mobilizowanych jednostek organizacyjnych poszczególnych rodzajów wojsk, broni i służb oraz przewidywanych strat w rozstrzygającym okresie wojny. Cały program dzielono na środki specjalistyczne danego rodzaju wojsk i broni oraz na ogólnowojskowe środki walki (broń strzelecka, niektóre rodzaje i elementy sprzętu artyleryjskiego itp.). Uzgodnienie potrzeb i podziału wspólnych środków walki nie przedstawiało większych trudności metodologicznych ze względu na niewielki asortyment tych środków oraz przejrzystą strukturę organizacyjną sił zbrojnych, ściśle związaną z lądowym lub morskim środowiskiem walki.

Organizacyjno-mobilizacyjne wskaźniki sił zbrojnych wyznaczały także ramy dla zagadnień planowania strategiczno-operacyjnego i dla planowania gospodarczo-obronnego. Przedmiot planowania strategiczno-operacyjnego ze względu na wysoki stopień jednorodności organizacyjnej i operacyjno-taktycznej w stosunku do sił potencjalnych przeciwników skupiał się w wyborze kierunków uderzenia i kombinacjach manewrowych sił, ruchu i ognia, które pozwalałyby wykorzystać rzeczywiste lub przewi-

dywane czynniki przewagi armii i niemieckiego potencjału wojennego. Planowane działania wojenne w zasadzie miały rozgrywać się między jednorodnymi związkami operacyjno-taktycznymi, używającymi podobnych środków walki w jednakowych warunkach teatru działań wojennych. Ze względu na zakładane „szczelne" odgrodzenie linii działań wojennych od nie atakowanego zaplecza gospodarczego i technicznego treść planu gospodarczo-obronnego traktowana była jako mechaniczny iloczyn walczących jednostek organizacyjnych i wskaźników niezbędnego zaopatrzenia materiałowo-technicznego. W tym kierunku prowadzona była interwencyjna polityka rozwoju hutnictwa i ciężkiego przemysłu maszynowego, jako bazy technicznych środków walki [8].

Planowanie obronne drugiej szkoły wojennej kształtowało się także według zasad pluralizmu strategicznego w symetrycznych aspektach organizacyjnych, wypróbowanych przez militaryzm prusko-niemiecki. Różnica występowała głównie w metodzie podejmowania decyzji o gromadzeniu rezerw i rozwoju sił zbrojnych, opartej na obserwacji zmian po stronie przeciwnika i nabywanym w ten sposób doświadczeniu co do kierunków niezbędnych decyzji własnych. Ta metoda opóźniania decyzji odpowiadała Wielkiej Brytanii, Stanom Zjednoczonym i Rosji, których terytoria były praktycznie bądź niedostępne dla bezpośredniego ataku lądowego albo nieprzeniknione w krótkim czasie. Wielkość koalicji nawet dla Francji stwarzała podstawy do stosowania metody obserwacji i działania śledzącego stosownie do rozwoju sytuacji frontowej. Rozwój sytuacji wpływał na wzrost lub zmniejszenie zapotrzebowania na organizacyjnie określone jednostki bojowe i pomocnicze — bataliony, pułki, brygady i dywizje, formowane z rezerw mobilizacyjnych. Plany strategiczno-operacyjne, a w szczególności organizacyjno-mobilizacyjne i gospodarczo-obronne kształtowały się podczas wojny na podstawie względnie powolnej konwersji potencjału techniczno-ekonomicznego. Ta metoda wydawała się wówczas zupełnie logiczna; uzasadniało ją ustabilizowane tempo działań wojennych i nieznaczny stopień za-

---

[8] L. Bareński: *op. cit.*, s. 47—70.

grożenia dla terytorium kraju znajdującego się poza liniami frontu. Charakterystyczne dla owego okresu były zarówno stanowisko, jak i metoda planowania polityczno-militarnego Stanów Zjednoczonych, które włączały się w konflikt w celu obrony odległych perspektyw światowego układu polityczno-militarnego.

Przebieg i wyniki pierwszej wojny światowej wykazały, że metody planowania obronnego obydwu szkół, uwzględniające tylko prostą organizację polowych sił zbrojnych były już nieadekwatne do liczebności uruchomionych w toku wojny środków walki i potencjałów wojenno-ekonomicznych. Zasadniczy wniosek wyciągnięty z doświadczeń tej wojny potwierdzał, że wojna okresu przemysłowego wymaga innej organizacji i szkolenia nie tylko armii, lecz równocześnie innej organizacji i planowania działalności systemu gospodarczego kraju [9].

Planowanie systemów obrony stało się bardziej złożone także z wielu względów czysto wojskowych. Powstał nowy rodzaj sił zbrojnych — siły powietrzne, a w ramach dawnych dwóch rodzajów sił zbrojnych pojawiły się nowe rodzaje broni — czołgi, artyleria przeciwlotnicza, artyleria przeciwpancerna i inne. Niepomiernie wzrosły narzędzia ataku, zmalały możliwości obrony. Praktycznie stało się niemożliwe „szczelne" odgrodzenie terytorium kraju nieprzeniknioną linią frontu (G. Douhet, 1921; J. Fuller, 1920; M. Frunze, 1924; M. Tuchaczewski, 1924; E. Ludendorff, 1919) [10]. Należało przygotować także wewnętrzny, militarny front walki w postaci obrony powietrznej kraju i obrony cywilnej. Teatr działań wojennych rozciągnął się na wszystkie żywotne

---

[9] F. Foche: *op. cit., Przedmowa do wydania czwartego;* F. Hindenburg: *Aus meinem Leben,* Lipsk 1920, s. 215—218; C. Clausewitz v.: *Vom Kriege,* Bonn 1952; W. Gembruch: *Clausewitz Gedanken über das Verhältnis von Krieg und Politik,* „Wehrwissenschaftliche Rundschau" 1959, nr 11, s. 619—633; W. Gembruch: *op. cit.,* s. 619: „W latach 1914 i 1933 w zaufaniu do miecza za wysoko oceniliśmy znaczenie sił zbrojnych i wojskowej sztuki dowodzenia w rozstrzyganiu konfliktu wojennego, natomiast nie doceniliśmy działania innych środków walki i przez to samo znaczenia polityki wojennej biorącej w rachubę i wykorzystującej cały potencjał kraju".

[10] G. Douhet: *Panowanie w powietrzu,* Warszawa 1965. J.F.C. Fuller: *Druga wojna światowa 1939—1945,* Warszawa 1958.

obszary całego kraju. W znacznej mierze utrudnione zostało mechaniczne powielanie dotychczasowych struktur organizacyjnych. Pod wpływem nowych przesłanek na wzór radzieckiego systemu planowania gospodarki narodowej podjęto próby wprowadzenia do planowania obronnego wieloletnich planów organizacyjno-mobilizacyjnych i gospodarczo-obronnych. Całość zagadnień związanych z rozwojem sił zbrojnych zaczęto łączyć ze sterowanym rozwojem struktury gospodarczej kraju. Udoskonalił się głęboki interwencjonizm państwowy, merytorycznie wzorujący się w krajach zachodnich na gospodarce socjalistycznej, lecz formalnie stosujący inną terminologię i deklarujący brak jakiegokolwiek związku z naśladownictwem metod stosowanych w Związku Radzieckim.

Mimo wyraźnych zmian w przedmiotowych wskaźnikach planowania obronnego zachowywało ono siłą tradycji nadal podmiotowy charakter pluralizmu strategicznego. Wielkość potrzeb ustalały podmioty planujące rodzajów sił zbrojnych i terytorialnych dowództw wojskowych. Opracowywanie materiałów należało do organów sztabowych, wyodrębnionych jednakże w formie służb planowania i zaopatrzenia [11]. Powołanie specjalnych służb planowania w siłach zbrojnych wpłynęło w pierwszej fazie ich działania przede wszystkim na stopień umiejętności uzasadniania przez poszczególne rodzaje sił zbrojnych swoich potrzeb, których klasycznym przykładem mogą być plany zbrojeń w Niemczech hitlerowskich. Potrzeby poszczególnych sił zbrojnych wzrastały szybciej, aniżeli możliwości ich zaspokojenia. Powodowało to znaczne trudności w zbilansowaniu potrzeb i ustalaniu proporcji rozwojowych bądź priorytetów i preferencji zaopatrzeniowych [12]. Istotne w organizacyjno-podmiotowym systemie planowania gospodarczo-obronnego było to, że potrzeby „na wejściu" określał jako najbardziej kompetentny sam ich przyszły konsument, sam użytkownik systemu.

Organizacyjno-podmiotowy system planowania według zasad pluralizmu strategicznego utrzymywał się jeszcze przez kilkana-

[11] L. Bareński: *op. cit.*, s. 34—38.

[12] W. A. Boelcke: *Deutschlands Rüstung im Zweiten Weltkrieg*, Bonn 1970.

ście lat po drugiej wojnie światowej we wszystkich armiach zachodnich, skłonnych do wzorowania się na systemach planowania obronnego Niemiec lub Stanów Zjednoczonych. Nieadekwatność tradycyjnego systemu planowania obronnego ujawniła się najostrzej właśnie w siłach zbrojnych Stanów Zjednoczonych, które można przyjąć za przykład dla krytyki planowania tradycyjnego i poszukiwania nowych rozwiązań.

Zasadniczymi organami planowania były departamenty planowania trzech ministerstw — sił lądowych, morskich i powietrznych. Ich zamierzenia koordynował Połączony Komitet Szefów Sztabów, w którego skład wchodzili szefowie sztabów poszczególnych sił. Każdy reprezentował przede wszystkim partykularne aspiracje swego rodzaju sił zbrojnych, dążącego do uzyskania największych środków i dominacji nad pozostałymi. Ujawniło się to wyraźnie przy planowaniu rozwoju strategicznych i operacyjno-taktycznych sił rakietowych. Każdy rodzaj sił zbrojnych chciał rozwijać własny wiodący program rakietowy i towarzyszący mu pomocniczy program systemów uzbrojenia. Podobnie każdy rodzaj sił zbrojnych przedstawiał maksymalne strumienie potrzeb w absolutnych kategoriach naturalnych (dywizjach, „skrzydłach" lotniczych, rakietach, stacjach radiolokacyjnych itd.), tj. w języku trudnym do przetwarzania dla ekonomistów lub polityków; w języku nie uwzględniającym bezpośrednio ani kosztów nabycia ani kosztów przyszłej eksploatacji. Nie określano także sposobu współdziałania między tymi kategoriami w warunkach wojny termojądrowej. Zasada trzech maksymalnych strumieni potrzeb ujawniła ponadto brak współdziałania między rodzajami sił zbrojnych z punktu widzenia końcowego efektu obronnego. Nowe systemy uzbrojenia w wyrażeniu fizycznym jednostek organizacyjnych, ludzi, sprzętu itp. były następnie przekładane na ekonomiczny język budżetu w skali rocznej bez uwzględnienia przyszłych skutków ekonomicznych wprowadzenia tych systemów do uzbrojenia. Nie dysponowano bowiem obliczeniami całkowitych kosztów eksploatacji systemów uzbrojenia od momentu ich wprowadzenia na wyposażenie wojsk do czasu likwidacji. W ten sposób brakowało mechanizmu — poza zwyczajnym limitowaniem górnego pułapu budżetowego —który po-

zwalałby na zastosowanie rachunku ekonomicznego i dokonywanie wyboru między współzawodniczącymi projektami wysuwanymi w partykularnych koncepcjach rodzajów sił. Zapotrzebowanie środków na obronę wzrastało bez przekonania, czy odpowiednio wzrasta też efektywność nabywanych systemów uzbrojenia. Na tle coraz sprawniejszej metodologii planowania gospodarki narodowej planowanie gospodarczo-obronne wykazywało wiele braków, wpływających na wartość sił zbrojnych. Wartości tej bowiem nie można było podwyższyć drobnymi zabiegami natury organizacyjnej, nie rozwiązawszy poprawnie problemów strukturalnych [13]. Na ten stan występujący w krajach kapitalistycznych zwrócono szczególną uwagę pod wpływem pojawienia się w roku 1957 radzieckiego sputnika oraz innych oznak skoordynowania planów obrony w obozie socjalistycznym [14].

3. Budżetowy charakter planowania ekonomicznego obrony

Pluralizm strategiczny oraz organizacyjno-podmiotowa treść planów obrony, dominujące jeszcze przez szereg lat powojennych, ujawniły także inny, niezbyt pozytywny aspekt planowania ekonomicznego obrony, mianowicie jego przeważający charakter krótkoterminowego (jednorocznego) planowania budżetowego [15].

---

[13] Planowanie obronne trafnie charakteryzuje parafraza wypowiedzi J. K. Galbraitha: Planowanie obrony to góra lodowa; tylko mniejsza jej część jest widoczna, bo większa niewidoczna znajduje się pod powierzchnią. Stan ten w zakresie teorii odzwierciedla chociażby fakt, że w encyklopediach wojskowych (np. *Mała encyklopedia wojskowa*, t. II, Warszawa 1970, s. 631) są wzmianki o planach działania artylerii, łączności i zabezpieczenia chemicznego, ale o planach najwyższego rzędu, np. o generalnych planach ekonomicznych i obronnych w ogóle nie wspomina się.

[14] Ch. J. Hitch, R. N. McKean: *Ekonomika obrony w erze jądrowej*, Warszawa 1965, s. 33; R. S. McNamara: *The Essence of Security*, Nowy Jork 1968; W. Stankiewicz: *System planowania wojskowo-gospodarczego w Stanach Zjednoczonych*, WAP, Warszawa 1971, s. 11.

[15] M. Dziarmakowski: *Ewolucja klasyfikacji wydatków budżetowych Ministerstwa Obrony Narodowej*, „Materiały i Studia WAP" 1972, nr 5, s. 10—50.

Na tle rozbudowanych dokumentów budżetowych, zawierających wiele szczegółów, słabo były rozpoznawane merytoryczne cele i skutki, dla których formowano lub likwidowano rozmaite systemy uzbrojenia w poszczególnych rodzajach sił zbrojnych. Stwarzało to wrażenie, że w inicjatywach planowania ekonomicznego obrony większą rolę odgrywało sformułowanie i obrona preliminarza budżetowego, aniżeli merytoryczne powiązanie planu strategiczno-operacyjnego czy też organizacyjno-mobilizacyjnego z wielkością zadań i środków przydzielanych poszczególnym rodzajom sił zbrojnych, wojsk, broni i służb.

Rozdźwięk ten potwierdzała w Stanach Zjednoczonych sama procedura ustalania wielkości budżetu dla ministerstwa obrony. Dowództwa sił lądowych, morskich i powietrznych planując średnioterminowe oraz długofalowe zmiany i udoskonalenia swej struktury, każde w swoim zakresie i jedno niezależnie od drugiego, zestawiały tzw. zapotrzebowanie, stanowiące zbiór różnych programów przezbrojenia i reorganizacji na najbliższe 4—5 lat. Zapotrzebowania, jak już wspomniano, były określone liczbami nowych systemów uzbrojenia lub jednostek wojskowych, niezbędnych do wykonania założonych przez każde dowództwo zadań militarnych. Konkretne zapotrzebowania na samoloty, okręty, pułki i dywizje nie zawierały jednak żadnych implikacji o nakładach społecznych, które trzeba będzie ponieść w następnych latach planowanego okresu w razie ich pełnego zaspokojenia. Innymi słowy planowanie strategiczno-operacyjne i organizacyjno-mobilizacyjne prowadzone było przez dowódcze organa wojskowe z wieloletnim wyprzedzeniem, podczas gdy planowanie budżetowe znajdujące się głównie pod kierownictwem cywilnym prowadzono tylko z wyprzedzeniem rocznym. Między wynikami działalności tych dwóch nurtów, podlegających przeciwstawnym wpływom, powstawały duże rozbieżności.

Kontrolę nad wysokością całego budżetu wojskowego sprawowało ministerstwo obrony przez Pomocnika Ministra Obrony do Spraw Kontroli Budżetu (*Comptroller*). Pomocnik sporządzał preliminarz budżetowy tylko na następny rok budżetowy w wyrażeniu niezbędnych nakładów, określanych nie ilością systemów uzbrojenia lub jednostek wojskowych, lecz w kategoriach stanów

osobowych, eksploatacji i utrzymania, zakupów wojskowego sprzętu technicznego, budownictwa wojskowego, prac naukowo-badawczych, rozwojowych i projektowych oraz doświadczeń. Poszczególne kategorie stanowiły odrębny dział budżetu. Z każdym rokiem wzrastały trudności zbilansowania zapotrzebowań z limitem budżetowym preliminowanym dla ministra obrony na dany rok.

Ażeby zbilansować zapotrzebowania sił zbrojnych z preliminowanymi funduszami budżetowymi stosowano następującą procedurę polityczną. W pierwszej kolejności prezydent Stanów Zjednoczonych zajmował stanowisko wobec pułapu preliminarza budżetowego obrony, mając na względzie międzynarodową sytuację polityczną oraz wewnętrzny nacisk finansowy ze strony innych centralnych resortów federalnych. Po „wytargowaniu" górnego pułapu budżetu obrony każde dowództwo rodzaju sił zbrojnych otrzymywało oddzielnie swoją część budżetu. Była to decyzja rozwiązująca pierwszy polityczny problem wysokości i przeznaczenia funduszów obrony, decydujący o podziale środków między rodzaje sił zbrojnych, czyli o podstawowej strukturze sił zbrojnych. Tak np. w drugiej połowie lat pięćdziesiątych w globalnym budżecie przydzielano około 47% dla sił powietrznych, 29% dla sił morskich i 24% dla sił lądowych. Podział ten nie wynikał z jakiegoś rachunku efektywności poszczególnych sił, lecz z przesłanek autorytatywnych. Ponieważ absolutne przydziały budżetowe dla rodzajów sił zbrojnych nigdy nie wystarczały na pełne pokrycie zgłoszonych zapotrzebowań, każde dowództwo miało obowiązek dać własną ocenę priorytetu potrzeb i przedstawić dwie listy kolejnej ważności zgłoszonych pozycji zapotrzebowania. Pierwsza lista miała zamykać się na poziomie preliminarza budżetowego dla danego dowództwa, a druga miała być włączona do budżetu w kolejności preferowanych pozycji w wypadku podwyższenia globalnego budżetu obrony przez Kongres na wniosek komisji sił zbrojnych i kredytowej. W związku z tym wykształcił się swego rodzaju arsenał taktyki stosowanej przez poszczególne rodzaje sił zbrojnych i ich piony w celu zapewnienia sobie wyższego budżetu. Każde dowództwo przy ustalaniu własnych priorytetów kierowało się zazwyczaj zasadą pod-

noszenia sprawności tych wojsk i służb, które decydowały o zdolności wykonywania zadań bojowych ciążących na danym rodzaju sił zbrojnych w stosunku do symetrycznego rodzaju sił zbrojnych potencjalnego przeciwnika. Mniejszą wagę przywiązywano do tych programów uzbrojenia, które reprezentując formy walki oparte na współdziałaniu sił zbrojnych należały do wspólnych obowiązków wszystkich dowództw. Jako przykład tego typu preferencji wymieniano w siłach powietrznych wysoką koncentrację nakładów na strategiczne wojska rakietowe i lotnictwo bombowe dalekiego zasięgu przy równoczesnym zmniejszaniu nakładów na siły podległe dowództwom lotnictwa taktycznego i lotnictwa transportowego, niezbędne do wsparcia naziemnych działań sił lądowych. Tak samo dowództwo lotnictwa taktycznego ze swej strony zmniejszało środki współdziałania z siłami lądowymi, przygotowując część swoich bombowców szturmowych raczej do strategicznych zadań termojądrowych, aniżeli do bezpośredniego wsparcia sił lądowych w ograniczonej wojnie konwencjonalnej. Siły morskie koncentrowały swoje fundusze na rozwój zaczepnych okrętów podwodnych uzbrojonych w rakiety *Polaris*, jak też na lotnictwo bombardujące uzbrojone w rakiety z głowicami termojądrowymi, bazujące na lotniskowcach. Przydzielano mniejsze środki budżetowe i odsuwano na dalszy plan rozwój okrętów do zwalczania broni podwodnej lub do eskortowania transportowców.

Kluczowe rozstrzygnięcia problemów natury politycznej wynikały więc bardziej z przesłanek planowania budżetowego, aniżeli z merytorycznie uzasadnionego, jednolicie skoordynowanego planu strategiczno-operacyjnego. Podobnie pod większym wpływem techniki budżetowania, aniżeli pod wpływem merytorycznych potrzeb planistycznych i decyzyjnych kształtował się podział w planie ekonomicznym obrony, reprezentowanym przez roczny budżet obrony. W ten sposób — według bardzo znamiennego stwierdzenia — „...rzeczywiste siły zbrojne zdolne do konkretnych zadań bojowych stawały się raczej przypadkowym produktem ubocznym systemu zarządzania i budżetowania" [16].

[16] A. C. Enthoven, K. W. Smith: *How Much Is Enough, Shaping the Defense Program*, 1961—1969, Nowy Jork 1971; B. H. Rudwick: *Systems*

Gdyby nie działały względnie sztywne rygory limitu budżetowego, to — jak wskazują cytowane źródła amerykańskie — potrzeby obrony wzrastałyby na wejściu do systemu sił zbrojnych w coraz szybszym tempie, nie dając na wyjściu mierzalnego przyrostu efektów [17]. Budżetowy charakter planowania gospodarczo-obronnego w krajach kapitalistycznych ujawnił szczególne negatywy także ze względu na brak równolegle skoordynowanego planowania rzeczowego produkcji. W krajach socjalistycznych koordynacja rzeczowo-budżetowa jako podstawowa zasada gospodarki planowej istniała już od dawna i eliminowała te zamierzenia, które w procesie koordynacji okazywały się nierealne bądź niecelowe.

4. Problemy podziału planów i środków ekonomicznych

Do kluczowych problemów każdego procesu planistycznego należy określenie zestawu niezbędnych planów cząstkowych i powiązań między nimi, według których następuje grupowanie zagadnień planistycznych, podział zadań i uprawnień i w konsekwencji merytoryczny podział środków ekonomicznych objętych planem.

Problemy te w terminologii planistycznej znane są pod nazwami agregacji i dekompozycji planu. Przez określenie agregacja, czyli scalanie planu, rozumie się łączenie zbioru różnorodnych planów cząstkowych (jednostkowych i przekrojowych) w plan globalny (zbiorczy). Odwrotnym działaniem w stosunku do agregacji jest jego dekompozycja (lub dezagregacja), czyli rozkładanie globalnego planu na elementy według kryterium adresatów, czasu realizacji, układów terytorialnych, funkcjonalnych, ekonomicznych itp. Z terminami tymi wiąże się pojęcie centralizacji lub decentralizacji decyzji oraz systemu hierarchii organizacyjnej,

---

Analysis for Effective Planning. Principles and Cases, Nowy Jork 1969, s. 22—24.

[17] W. Niskanem: *Nonmarket Decision Making the Peculiar Economics of Bureaucracy*, „American Economic Review" 1968, nr 2, s. 293—305.

czyli nadrzędności decyzji planistycznych podejmowanych na każdym szczeblu organizacji.

Charakterystyczną cechą planowania ekonomicznego obrony, zarówno w fazach rozwoju tradycyjnego, jak i współczesnego jest wysoki stopień centralizacji decyzji, ograniczającej bezpośrednie uprawnienia niższych podmiotów dowodzenia do zakresu powtarzalnych, dyspozytorskich funkcji wykonawczych. Organ centralny dysponuje prawem szczegółowego regulowania zarówno zmian dużych, jak i średnich, jak też określania za pomocą systemu regulaminów, instrukcji, etatów, tabel i norm należności — sposobów wykonywania zadań bieżących.

Tradycyjna teoria i praktyka planowania ekonomicznego obrony wykształciła następujące kryteria podziału planów, zwane potocznie „przekrojami planu":

1) bepośredniego, pośredniego i centralnego podmiotu planującego (przekrój administracyjny, kompetencyjny);

2) przedmiotu planowania i stopnia jego konkretyzacji (przekrój rodzajowy);

3) terminów realizacji, tj. okresów czasu objętych planem (przekrój chronologiczny);

4) wykonawcy zadania (przekrój fukcjonalny);

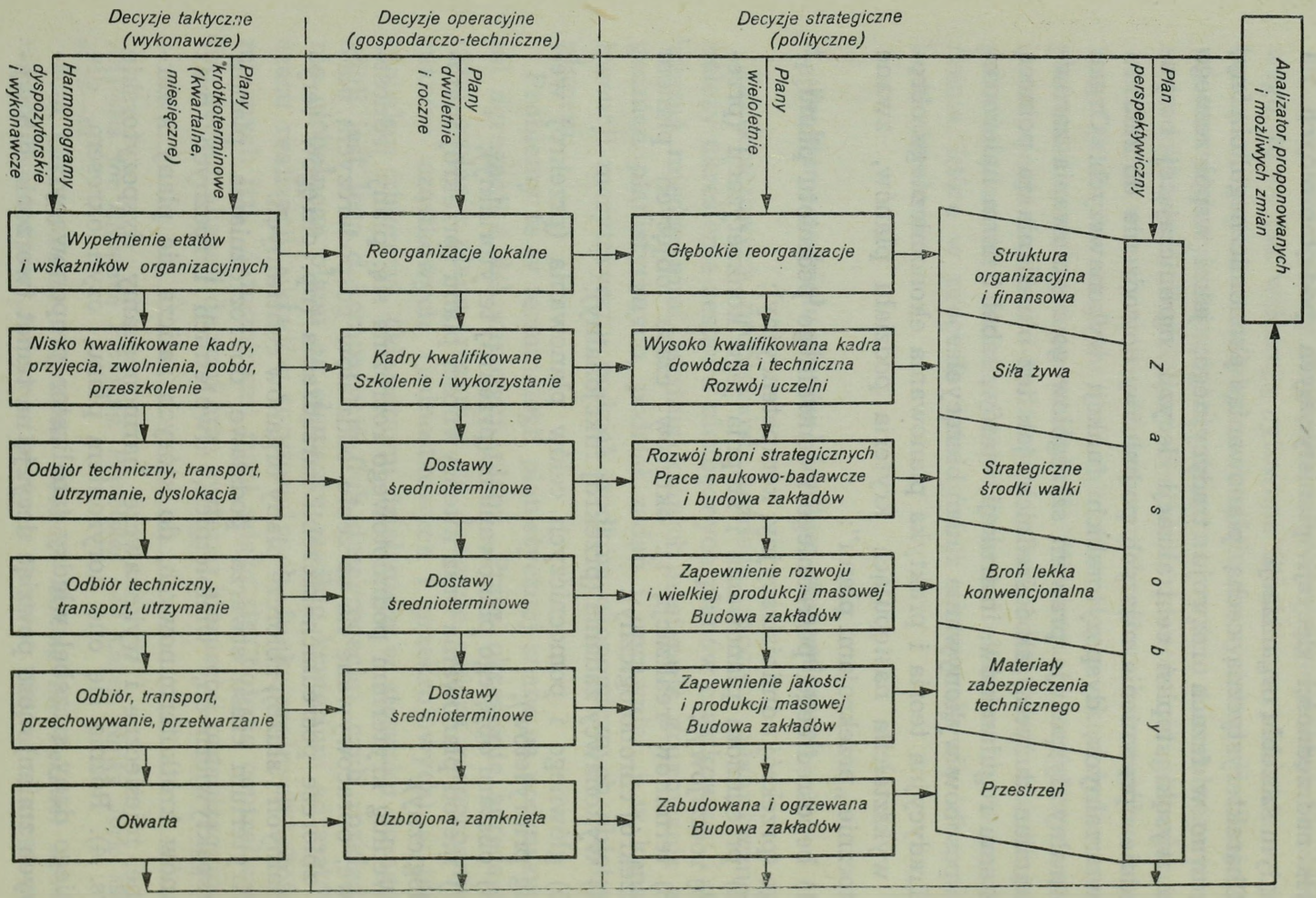
5) głównego i pomocniczych celów planowania (przekrój według priorytetów);

6) obszaru objętego planowaniem (przekrój terytorialny);

7) metod planowania oraz intensywności planu (przekrój metodologiczny).

Według kryterium podmiotowego rozróżnia się: plany jednostkowe, opracowywane na szczeblu oddziałów gospodarczych; plany zbiorcze pośrednich szczebli zarządzania (np. okręgów terytorialnych i służb); zbiorcze plany organów centralnych.

Kryterium czasu stwarza podstawę do rozróżniania planów perspektywicznych, wieloletnich, dwuletnich i rocznych oraz planów krótkoterminowych, do których zalicza się plany kwartalne, miesięczne i wykonawcze harmonogramy dyspozytorskie (rys. 4). Różnią się one horyzontem planu, czyli okresem, dla jakiego dany szczebel władzy (analizator proponowanych i możliwych zmian) może powziąć decyzję na temat tworzenia lub wy-



4. Schemat naturalnej dezagregacji czasowej, kompetencyjnej i przedmiotowej w planach ekonomicznych obrony

korzystania zasobów produkcyjnych z określonym prawdopodobieństwem błędu.

Znaczenie planów perspektywicznych i wieloletnich pod względem ich wagi i ogólności można przyrównywać do znaczenia decyzji strategicznych; planów dwuletnich i rocznych — do decyzji operacyjnych, a planów krótkoterminowych — do decyzji taktycznych.

Plany perspektywiczne mają charakter długoterminowych decyzji normatywnych i polegają na oszacowaniu przyrostu zasobów na określony horyzont gospodarczy oraz na wytyczeniu przedsięwzięć umożliwiających korektę zasobów w pożądanym kierunku. Podstawą planów perspektywicznych są liczne opracowania prowadzone np. pod hasłem „zasoby w roku 2000" [18]. Przy skróceniu horyzontu planu jego przedmiot ulega coraz większej konkretyzacji, a wybór rozwiązań w procesie realizacji zostaje ograniczony. W planach perspektywicznych wyznacza się przede wszystkim zadania w zakresie prac naukowo-badawczych i rozwojowo-wdrożeniowych oraz w zakresie organizacji technicznych możliwości uzyskiwania zasobów strategicznych; w planach wieloletnich ustala się i koordynuje sposoby wykorzystania zasobów dla uzyskania etapowych celów poprzez dostosowywanie i przetwarzanie zasobów, szczegółowo określonych w planach rocznych. Zasoby dostarczane stosownie do planów rocznych podlegają zagospodarowaniu i przetworzeniu w terminach i w warunkach opisywanych przez krótkoterminowe plany wykonawcze, zwane planami operatywnymi lub dyspozytorskimi.

Schemat naturalnego podziału decyzji według trzech pierwszych kryteriów ilustruje rys. 4. Na uwagę zasługuje w nim wyodrębnienie struktury organizacyjnej i finansowej jako swego rodzaju zasobu, akumulującego doświadczenie we współdziałaniu ludzi i środków w celowo sformowanych układach organizacyjnych. Rolę tego zasobu potwierdza fakt, że mechaniczny zbiór ludzi i środków bez elementów organizacyjnych nie zapewnia osiągnięcia celów, przy których realizacji konieczne jest zorga-

[18] *Working Papers of the Commission on the Year 2000 of the American Academy of Arts and Sciences*, t. II, Nowy Jork 1967. Podobne prognozy są opracowywane we wszystkich uprzemysłowionych krajach świata.

nizowane współdziałanie społeczne. Plany perspektywiczne stanowią podstawę prawną do prowadzenia prac badawczych i przygotowawczych w zakresie zamierzeń wymagających długoletnich przygotowań. Opracowanie planu perspektywicznego obrony ze względu na dużą liczbę zmiennych niezależnych i zależnych oraz parametrów niepewnych stanowiło zawsze trudny problem teoretyczny i praktyczny. W systemach planowania tradycyjnego jednolitych planów perspektywicznych obrony o horyzoncie 10—20 lat z reguły nie kompletowano i ograniczano się do opracowań wycinkowych. Jak już wspomniano, w tradycyjnym systemie planowania pewien poziom jednostronnego rozwoju osiągnęło wieloletnie planowanie wojskowe o horyzoncie 4—5 lat, z którego czerpano podstawy do zestawienia rocznych preliminarzy budżetowych.

Według następnych trzech kryteriów — wykonawcy, głównego celu i obszaru — planowe zadania i środki w skali rocznej dzielono między wykonawców lub na określone rejony wytwórcze, następnie według rejonizacji i teatrów działań wojennych oraz układu funkcjonalnego zadań, przewidzianego w preliminarzu budżetowym.

Prosty podział funkcjonalny środków w budżetach obrony Stanów Zjednoczonych za lata 1951, 1960, 1963, 1968 w mld dol. i w procentach całości budżetu, ilustruje przykładowo tablica 1.

Jak wskazuje tablica 1, drugi polityczny problem podziału budżetu obrony tkwi przede wszystkim w rywalizacji między wydatkami bieżącymi (wydatkami na ruch i wegetację lub wydatkami stałymi, jak je nazywa się w Bundeswehrze), a nakładami inwestycyjnymi, czyli jednorazowymi kosztami nabycia trwałych środków walki. Tablica potwierdza dążenie do zmniejszenia wydatków bieżących, szczególnie wegetacyjnych (wydatki osobowe) oraz eksploatacyjnych na naprawy i konserwację sprzętu; ich udział, wynoszący prawie 3/4 budżetu w latach pięćdziesiątych, zmalał do około 1/2 budżetu lat sześćdziesiątych. W części „nakłady inwestycyjne" obserwuje się przełomowy wzrost wydatków na prace naukowo-badawcze, projekty i wdrożenia, które w pewnej mierze zastępują masowe zakupy uzbrojenia. Finansuje się opracowanie coraz doskonalszych pro-

Tablica 1

Dekompozycja funkcjonalna budżetu obrony Stanów Zjednoczonych w latach 1951—1968 w mld dol. i w procentach całości

Funkcja wydatku	1950—1951		1959—1960		1962—1963		1967—1968	
	kwota	%	kwota	%	kwota	%	kwota	%
Wydatki bieżące	18	74	22	53	25	47	41	55
w tym:								
wydatki osobowe	9	39	12	28	13	25	22	20
działalność operacyjna i eksploatacyjna	9	35	10	25	12	22	19	25
Nakłady inwestycyjne	6	26	20	47	25	48	32	42
w tym:								
budownictwo urządzeń stałych	1*	2	2	4	1	2	2	2
zakup uzbrojenia	5*	20	15	35	17	32	23	31
badania, projekty, wdrożenia	1*	4	3	8	7	14	7	9
Ogółem	24	100	42	100	53	95**	75	97**

* Zaokrąglenia w górę do pełnych mld.
** Po wyłączeniu budownictwa mieszkaniowego, obrony cywilnej i pomocy wojskowej.
Źródło: K. Knorr: *Military Power and Potential*, Lexington 1970, s. 60.

totypów, nie wprowadzając ich bezpośrednio do uzbrojenia. Zmiany te wystąpiły w latach sześćdziesiątych już pod wpływem podejścia systemowego.

Następny podział środków w ramach wydatków bieżących miał charakter względnie powtarzalny i kształtował się zdecydowanie pod wpływem schematu klasyfikacyjnego wydatków budżetowych oraz normatywnych wskaźników budżetowych. Natomiast dekompozycja budżetu na określone systemy uzbrojenia stanowiła trzeci problem natury politycznej, ponieważ

wybór określonych systemów decydował o zaczepnym lub obronnym charakterze sił zbrojnych, był odzwierciedleniem doktryny polityczno-militarnej. Równocześnie decydował o rozwoju określonych branż przemysłu zbrojeniowego. Jego rozwiązanie charakteryzują tablice 2 i 3.

Tablica 2

Zmiany w nakładach inwestycyjnych na zakup uzbrojenia sił zbrojnych Stanów Zjednoczonych w procentach całości

Wyszczególnienie	Budżet 1952 Korea Południowa	Budżet 1962 Okres pokoju	Budżet 1967 Wietnam Południowy
Broń skomplikowana			
Lotnictwo	45,7	37,7	39,8
Rakiety	1,4	26,3	8,5
Elektronika	4,5	8,4	4,9
Razem w procentach	51,6	72,4	53,2
Uzbrojenie konwencjonalne			
Okręty	6,3	10,3	9,8
Broń piechoty	32,1	12,8	26,4
Inne	10,0	4,5	10,6
razem w procentach	48,4	27,6	46,8
Ogółem w mld dol.	28,7	17,9	24,6

Źródło: Obliczenia własne według K. Knorr: *op. cit.* i W.L. Baldwin: *The Structure of the Defense Market, 1955—1964*, Durham 1967, s. 53.

Tablica 2 potwierdza, iż współcześnie głównymi dostawcami trwałych środków walki są: przemysł lotniczo-rakietowy, elektroniczny, stoczniowy, broni pancernej i artylerii oraz amunicyjny.

Zmienne znaczenie poszczególnych branż przemysłu zbrojeniowego zależy od rozwijanej struktury sił zbrojnych państwa. Polityka preferująca strategiczne środki odstraszania podwyższa względny udział przemysłów — lotniczego, rakietowego i elektronicznego, które produkują broń skomplikowaną technicznie i eksploatacyjnie. Polityka ograniczonych wojen taktycznych (wojen lokalnych toczonych środkami konwencjonalnymi) pro-

Tablica 3

Zasadnicze proporcje zakupów z budżetu obrony Stanów Zjednoczonych na rok budżetowy 1963/64

Program zakupu sprzętu	Mln dol.	%	Program zakupu materiałów ruchu i usług	Mln dol.	%
Razem	18 680	71	Razem	7 550	29
Samoloty	6 070	32	Paliwo lotnicze	790	10
Rakiety	5 580	30	Paliwo czołgowe	750	10
Elektronika	2 920	16	Amunicja	660	9
Okręty	1 490	8	Wyżywienie	580	8
Inne środki trwałe	1 050	6	Umundurowanie	260	3
Broń lekka	210	1	Usługi	1 800	24
Budownictwo	1 360	7	Różne inne	2 710	36
Ogółem sprzęt i materiały	26 230	100	Ogółem sprzęt i materiały	26 230	100

Źródło: na podst. K. Knorr: *op. cit.*, s. 63 i W.L. Baldwin: *op. cit.*, s. 53.

wadzi do wzrostu zakupów w branży środków transportowych oraz w branżach wytwarzających działa i broń piechoty, amunicję i środki wybuchowe. Zaangażowanie wojenne zmienia zestaw potrzeb. W tablicy 2 widoczny jest blisko trzykrotny wzrost podczas wojny koreańskiej i ponad dwukrotny podczas wojny wietnamskiej wydatków na amunicję w stosunku do roku 1962, w którym podział wydatków odzwierciedla proporcje pokojowe. W okresie pokojowym wyraźna też jest tendencja preferująca rozwój drogich broni skomplikowanych, podczas gdy w okresie wojen konwencjonalnych wzrastało ilościowo zapotrzebowanie na prosty sprzęt konwencjonalny.

W ślad za trzema politycznymi decyzjami o podziale budżetu obrony następował jego podział szczegółowy, czyli tzw. podział techniczny, mający zapewnić wewnętrzną zgodność planu z zasadami ustalonymi w systemie norm, etatów i regulaminów działania. W podziale technicznym chodzi o określenie proporcji zaopatrzenia materiałowo-technicznego, jego zapasów i rezerw

w stosunku do istniejących i nabywanych nowych podstawowych środków walki. Rozwiązanie tego podziału ilustruje tablica 3.

Tablica 3 wskazuje, że w przykładowym roku prawie 3/4 zakupów dotyczyło trwałych środków walki, a nieco ponad 1/4 obejmowało zaopatrzenie materiałowe eksploatacji i usługi; w tej 1/4 koszty usług stanowiły aż 24% wydatków objętych umowami o dostawy.

Z proceduralnego punktu widzenia w tradycyjnym planowaniu obrony dostrzegano istotny fakt, że przy wysokiej centralizacji decyzji nie występuje w nim merytoryczny problem agregacji, lecz tylko problem dekompozycji. Planowanie w ogniwach oddolnych (oddziałach gospodarczych i instytucjach wykonawczych) uważano niekiedy za zbędne, ponieważ centralny organ planujący i zaopatrujący, dysponując szczegółową informacją budżetową, zmagazynowaną na rozmaitych nośnikach pamięci, może obliczyć wszystkie parametry eksploatacyjne w imieniu bezpośredniego użytkownika niższego szczebla i następnie w formie rozdzielnika przekazać mu je do wykonania. Postulat ten jednak nie wytrzymywał próby psychologicznej i ekonomicznej. Pozbawiał on ogniwa niższego rzędu inicjatywy i przedsiębiorczości gospodarczej do stosowania rachunku ekonomicznego w konkretnych warunkach lokalnych, których planista centralny nie mógł znać i uwzględnić w całej ich pozytywnej złożoności. Ponadto zmniejszał u wykonawców stopień osobistego zaangażowania i poczucia odpowiedzialności za decyzje zawsze podejmowane i zlecane z góry. Z tych względów w dziedzinie operacyjnej i eksploatacyjnej nadal utrzymuje się planowanie oddolne.

5. Kierowanie realizacją planu

Charakteryzując tradycyjne metody kierowania realizacją planu ekonomicznego obrony i rozumiejąc przez to określenie — metody z lat pięćdziesiątych, trzeba na wstępie zwrócić uwagę, że istniały w tym czasie zasadnicze różnice między metodami stosowanymi w krajach kapitalistycznych i socjalistycznych. Wielu problemów, z którymi nie mogła sobie poradzić gospodarka kapi-

talistyczna, w ogóle nie pojawiło się w gospodarce socjalistycznej. Do takich problemów należy np. koordynacja planu finansowego (budżetu) z planami produkcyjnymi, która w gospodarce socjalistycznej odbywała się równocześnie z procesem opracowywania narodowych planów gospodarczych — pięcioletnich i rocznych. Tego rodzaju proces w latach pięćdziesiątych w armiach krajów kapitalistycznych był praktycznie jeszcze nie znany [19]. W krajach socjalistycznych wyższy poziom osiągnęła także normalizacja warunków kosztorysowania, ustalania cen i zawierania umów o dostawy i wykonywanie robót na rzecz państwa i podmiotów gospodarki uspołecznionej. Tak więc nie wszystkie elementy pewnej nieadekwatności tradycyjnego procesu planowania gospodarczo-obronnego odnoszą się do tej sfery działalności w krajach socjalistycznych.

W procesie realizacji planu gospodarczo-obronnego na szczególną uwagę zasługują następujące zagadnienia:

1) wykonanie planu zakupów asortymentowo określonych wyrobów po najniższych cenach i w najkrótszych terminach (polityka nabywania sprzętu i urządzeń);

2) zabezpieczenie procesów eksploatacyjnych, konserwacyjnych i naprawczych w sposób umożliwiający uzyskanie wysokich wskaźników sprawności technicznej i gotowości bojowej (polityka eksploatacji);

3) wykonanie zadań szkoleniowych i bojowych w ramach preliminowanych sum budżetowych i zwolnionych zapasów materiałowych (polityka szkolenia).

W wolnorynkowej polityce gospodarczej zakłada się, że najniższe ceny i najkrótsze terminy, czyli najkorzystniejsze warunki dostaw, można zapewnić w drodze publicznych przetargów otwartych lub ograniczonych. W przetargu, odbywającym się według prawnie uregulowanej procedury, uczestniczą firmy, dysponujące techniczno-ekonomicznymi możliwościami zrealizowania dostawy (wytworzenia wyrobu itp.). Każda firma może ofero-

---

[19] A. Rogucki: *Gospodarka budżetowa Bundeswehry* (z serii *Technika gospodarcza w armiach obcych*), cz. II, WAP, Warszawa 1972, s. 10—13; M.J. Peck, F.M. Sherer: *The Weapons Acquisition Process. An Economic Analysis*, Cambridge 1962.

wać cenę konkurencyjną stosownie do własnej kalkulacji i techniczno-ekonomicznych możliwości wykonania zadania zgodnie z normami przemysłowymi i szczegółowymi warunkami technicznymi [20]. Wojskowy inwestor obowiązany jest przy równorzędnych gwarancjach technicznych zawrzeć umowę z firmą oferującą niższą cenę. Zabezpieczenie terminów wykonania umowy, przestrzegania obustronnych zobowiązań i warunków technicznych obwarowuje się odpowiednimi klauzulami karnymi.

W praktyce jednak teoretyczne założenie o dostatecznej konkurencyjności między dostawcami wyrobów dla potrzeb wojska okazywało się w dużej mierze fikcją, jeśli nie generalną, to przynajmniej w monopolistycznych gałęziach przemysłu zbrojeniowego, pochłaniającego największe sumy budżetowe. Pewna konkurencyjność występowała zwykle w gałęziach produkcji, które na potrzeby militarne wytwarzają mniej niż 5—10% swej produkcji. Dotyczy to wyrobów i materiałów powszechnej konsumpcji, jak żywność, paliwa, odzież, sprzęt eksploatacyjny itp. Natomiast niewielka jest konkurencja w zmonopolizowanych przemysłach: lotniczo-rakietowym, sprzętu pancernego i artyleryjskiego, amunicyjnym i elektronicznym. Na przykład w Stanach Zjednoczonych w 1964 r. 98% produkcji przemysłu czołgowego, artyleryjskiego i amunicyjnego oraz 90% produkcji przemysłu lotniczo-rakietowego należało do zamówień wojskowych. W Europie Zachodniej ponad 2/3 przemysłu lotniczego pracowało na potrzeby wojskowe. W budownictwie okrętowym Stanów Zjednoczonych 60% produk-

[20] Margines swobody własnej kalkulacji staje się coraz węższy. Z jednej strony jest on ograniczony przez układy zbiorowe pracy i płacy ustalane ze związkami zawodowymi, a z drugiej — przez ściśle znormalizowane procesy technologiczne i normy jakości wyrobów. Działalność normalizacyjna ma charakter międzynarodowy (np. RWPG, EWG, NATO). Firmy obowiązane są do przestrzegania norm. W Polsce np. obowiązują Polskie Normy (PN), w Związku Radzieckim — *Gosudarstwiennyje Standardy* (GOST), w Republice Federalnej Niemiec — *Deutsche Industrienormen* (DIN), w Stanach Zjednoczonych standardy amerykańskiego stowarzyszenia normalizacyjnego (ASA) itd. Ponadto działają przepisy kodeksu zobowiązań, prawa handlowego, ustawy o spółkach akcyjnych, zasady stowarzyszeń branżowych przemysłu itp. ograniczające swobodę kalkulacji i konkurencji. Jak potwierdza praktyka sądowa Stanów Zjednoczonych, ustawy antytrustowe nie gwarantują swobodnej konkurencji.

cji kierowano dla wojska. Nawet w sprzęcie elektrycznym 35% podstawowych wyrobów odbierało wojsko. Przy tej koncentracji i specjalizacji wyrobów dla potrzeb wojennych przy interwencyjnym poparciu rządów rozwinęły się wielkie spółki, niemal całkowicie zależne od zamówień wojskowych, bazujące w dużej mierze na podwykonawcach, rozproszonych po całym kraju i kooperujących również z firmami nastawionymi na produkcję cywilną. Spółki kadrowego przemysłu wojennego zatrudniają 4—5 razy więcej personelu naukowo-badawczego, aniżeli najbardziej postępowe firmy produkujące na rynek cywilny; liczba wysoko kwalifikowanych pracowników umysłowych w tym przemyśle dorównuje liczbie pracowników fizycznych. W takim układzie monopolistycznym trudno mówić o możliwości równoczesnego zapewnienia wysokiej jakości wojskowego sprzętu technicznego i odpowiednich cen za pomocą wolnokonkurencyjnego przetargu. Ażeby utrzymywać wysokie moce i rezerwy produkcyjne instalowane w spółkach, trzeba dawać im zamówienia i finansować je bez względu na wyniki przetargu. Są one rękojmią dotrzymywania terminów umownych w czasie pokoju, ale w wypadku nadmiernej koncentracji kryją w sobie niebezpieczeństwo łatwego zniszczenia w konflikcie termojądrowym [21].

O ile pierwszy problem planowania realizacji mógł powodować doraźne trudności, powstające głównie przy uruchomieniu nowych wyrobów, o tyle drugi problem zabezpieczenia eksploatacji reprezentuje masę powtarzalnych, na ogół jednorodnych zadań i przedsięwzięć o względnie stałej strukturze. W pierwszym problemie pojedyncza kalkulacja narażona jest na duży jednorazowy błąd absolutny; w problemie drugim nawet niewielkie błędy absolutne na skutek występowania w dużej liczbie zdarzeń powodują znaczne koszty, zarówno w sensie bezpośrednich wydatków budżetowych, jak i w sensie obniżenia sprawności technicznej systemów uzbrojenia.

Wydawane w tradycyjnym trybie podmiotowo-organizacyjnym partykularne przepisy normujące działalność operacyjno-eksploatacyjną i konserwacyjno-remontową, nie poparte metodycznymi

---

[21] K. Knorr: *op. cit.*, s. 64.

badaniami współzależności zachodzących w całym systemie, przyczyniały się często do nieuzasadnionego wzrostu kosztów na nieopłacalne remonty sprzętu, nabywanego po niskich cenach, lecz znacznie droższego w długofalowej eksploatacji docelowej.

Podobnie przedstawiała się sprawa w trzecim problemie wykonania zadań szkoleniowych i bojowych. Pewne postulaty osiągania tzw. idealnych pułapów sprawności powodowały nieproporcjonalny wzrost kosztów przy znikomym wzroście efektów. Chodzi tutaj m.in. o takie zjawiska jak „przetrenowanie" załóg, nie zbilansowane czynniki działania itp. Rozwojowi w kategoriach technicznych przy tradycyjnych metodach planowania nie towarzyszył przemyślany plan gospodarczy.

W czasopismach fachowych pojawiło się wiele artykułów o potrzebie nowych rozwiązań metodologicznych zapewniających pogodzenie wymagań technicznych z poprawnym zużywaniem zasobów ekonomicznych.

6. Baza informacyjna i rachunek ekonomiczny

Adekwatność decyzji planistycznych do zakładanych celów i warunków ograniczających zależy w dużej mierze od informacji. Nie dając w tym miejscu naukowej definicji informacji, przez termin ten rozumiemy dane opisowe i liczbowe, charakteryzujące system objęty planowaniem i zmniejszające nieokreśloność zachowania się systemów pod wpływem różnorodnych decyzji planistycznych. Innymi słowy informacja ekonomiczna charakteryzuje współzależność między wprowadzanymi do systemu środkami ekonomicznymi a wynikami uzyskiwanymi na wyjściu z tego systemu. Na przykład jaki będzie wynik działania systemu, jeśli podwyższymy nakłady na obsługę bieżącą i konserwację urządzeń technicznych, uszczuplając nakłady na zakup i naprawy główne, lub odwrotnie? Jaki będzie efekt przesunięcia środków z działu wydatków stałych na wydatki inwestycyjne lub odwrotnie? Jakie są najkorzystniejsze proporcje między oddziałami liniowymi a tyłowymi? Ażeby odpowiedzieć na podobne pytania teoretyczne, jak i praktyczne, trzeba dysponować odpowiednimi szeregami statystyk, umożliwiającymi ustalenie korelacji między

decyzjami a zmiennymi decyzyjnymi zależnymi hipotetycznie od decyzji.

Tradycyjna statystyka ekonomiczna w siłach zbrojnych okazywała się z wielu względów niewystarczająca do zbudowania modeli decyzyjnych, mogących dać odpowiedź na przytoczone pytania. Statystyka i w ogóle rachunkowość oraz sprawozdawczość rozwijały się w wojsku głównie pod kątem potrzeb bieżącej kontroli administracyjno-majątkowej i budżetowo-finansowej, między którymi istniało tylko ograniczone powiązanie formalne. Układ klasyfikacji budżetowej dawał dostateczną informację o wielkości rzeczywistych wydatków na poszczególne podmioty planistyczne w zasadzie tylko na najwyższym szczeblu rodzajów sił zbrojnych. Na niższych szczeblach rodzajów wojsk, broni, służb, związków taktycznych i oddziałów gospodarczych rzeczywisty obraz był zaciemniony z jednej strony z powodu występowania dwóch niejednolicie rejestrowanych strumieni — zaopatrywania w naturze i w pieniądzu, a z drugiej — z powodu niejednorodności jednostek wojskowych zaopatrywanych przez rozmaite instytucje i oddziały gospodarcze. Ze sprawozdań finansowo-budżetowych nie można było bez powracania do najniższych szczebli źródłowych określić np. nakładów rocznych w układzie funkcjonalnym wojsk łączności, inżynieryjnych, lotniczych itp., co dawałoby możność zweryfikowania rzeczywistych potrzeb ekonomicznych tych wojsk w stosunku do utrwalonych wskaźników normatywnych. Budżetowa informacja potwierdzała jedynie powtarzalność określonego poziomu wydatków w kolejnych latach, wykazując „normalną" tendencję zwyżkową. Każdy podmiot organizacyjny dążył z różnych względów (także prestiżowych) do podwyższenia swojego budżetu rocznego, uzasadniając w pierwszych latach jego wysokość nakładami normatywnymi, a w następnych latach zrealizowaniem minimalnego poziomu w latach poprzednich. Budżetowy przydział środków był na tyle nieelastyczny, że z góry wyznaczał pułapy w rodzajowych, funkcjonalnych i kalkulacyjnych elementach kosztów i tak samo decydował o wielkości kosztów rzeczywistych, ponieważ w jednostkach typu administracyjno-budżetowego istnieje „normalna, zdrowa" tendencja do realizowania preliminarzy budżetowych w 100%,

niezależnie od zmian zaistniałych w potrzebach w czasie między zatwierdzaniem budżetu a jego realizacją. Tendencja ta jest jedną z głównych przyczyn powstawania nadmiernych, nieuzasadnionych i zbędnych zapasów, ponieważ zakupy są najłatwiejszą formą realizowania budżetu. W tendencji tej zawarta jest także premia dla niegospodarnych podmiotów budżetowych.

Podobnie ograniczone wartości poznawcze przedstawiała funkcjonalna baza informacyjna. Poszczególne rodzaje wojsk i służb nie były zorientowane w wysokości całkowitych kosztów obejmujących nabycie i eksploatację poszczególnych systemów uzbrojenia. Przyjmując do rocznych budżetów wartości zakupu uzbrojenia, nie śledzono regularnie kształtowania się kosztów eksploatacyjnych, co pozwalałoby wpływać również na rozwój wydatków operacyjno-eksploatacyjnych. W systemie sprawozdawczości nie było mechanizmów stwarzających podstawę do ciągłych prac analitycznych. Oceny można było uzyskiwać tylko w drodze badań sporadycznych, które — korzystając z doraźnie gromadzonego materiału — nie gwarantowały dostatecznej wiarygodności. Tradycyjna baza informacyjna nie dawała wielkiego pola rachunkowi ekonomicznemu, sprowadzając go bądź do zwulgaryzowanego hasła „oszczędzania na każdym kroku" bądź do nabywania środków walki za najniższą cenę. Zagadnienie jest natomiast o wiele szersze i polega na wariantowym, konkurencyjnym lub komplementarnym, użyciu dostępnych zasobów, przy którym uzyskuje się z nich najwyższe wartości funkcji celu. Warianty i alternatywy różnią się zarówno podziałem zasobów na najwyższym szczeblu między poszczególne rodzaje sił zbrojnych, między konkurencyjne, sybstytucyjne lub komplementarne funkcje i zadania, między środki walki bezpośredniej i środki pomocnicze uczestniczące w walce pośrednio, jak i podziałem na szczeblach niższych: transport samochodowy czy lotniczy, karabiny czy moździerze, urządzenia stacjonarne czy ruchome, bazy skoncentrowane czy rozproszone, obsługa ręczna czy zautomatyzowana itp. Każda z tych relacji ma swoją krzywą obojętności i punkty ekstremalne, które można ustalić za pomocą analizy systemów, obejmującej badanie operacyjne i analizę efektywności nakładów i wyników.

Tradycyjna baza informacyjna nie dawała jednak dostatecznej oceny historycznej systemu, jego rzeczywistych potrzeb, nie stwarzała podstaw do poprawnego prognozowania budżetu na lata przyszłe, jak również nie przyczyniała się do prowadzenia rachunku ekonomicznego w zakresie wyboru efektywnych systemów uzbrojenia.

7. Tendencje zmian pod wpływem podejścia systemowego

W krótkiej próbie oceny tradycyjnych pojęć i metod planowania gospodarczo-obronnego warto zwrócić uwagę na jego okresy rozwojowe, w których pod wpływem historycznych potrzeb praktyki i stanu wiedzy planistycznej dominowały określone cele, metody, techniki i podejścia. W omawianym okresie naszego stulecia można rozróżnić umownie następujące okresy:

I — planowanie potrzeb i ich realizacji głównie w ujęciu ilościowym ze względu na stosunkowo powolne tempo zmian jakościowych w uzbrojeniu i sposobach walki, mały zakres specjalizacji oraz ograniczone pole manewru zasobami i zdolnościami wytwórczymi (planowanie przed pierwszą wojną światową);

II — planowanie ilościowe i strukturalne potrzeb na podstawie doświadczeń rozgrywanej wojny, bieżącej obserwacji oraz intuicyjnie uogólnionych wniosków dowódców i sztabów (planowanie w czasie trwania pierwszej wojny światowej);

III — planowanie jakościowo-ilościowej struktury potrzeb ze szczególnym uwzględnieniem rodzajów broni wyróżniających się pod względem poziomu nowości, postępu technicznego i stopnia możliwego zaskoczenia przeciwnika, wyprzedzonego w rozwoju naukowo-technicznym i przygotowaniu przemysłowo-organizacyjnym; rodzaje te to siły powietrzne, broń pancerna, radar, „nowa broń" (planowanie przed drugą wojną światową i w czasie jej trwania);

IV — planowanie struktury potrzeb z punktu widzenia broni termojądrowej jako „broni absolutnej" na podstawie układów organizacyjno-kompetencyjnych i naukowo-tech-

nicznych, mających matematycznie wymodelować jednoznaczną skalę potrzeb, możliwości i sposoby ich zaspokojenia (planowanie w okresie 15 lat powojennych);

V — planowanie systemowe realizowane pod hasłem „naukowości planowania", zmierzające poprzez analityczne badania systemów i prognoz rozwojowych do wagowego i chronologicznego skoordynowania rozmaitych celów normatywnych z obiektywnymi czynnikami egzogenicznymi, ażeby osiągnąć ich zbieżność czasową i optymalne wskaźniki, oceniane wielostopniowymi kryteriami w skalach narodowych i obozów polityczno-militarnych (planowanie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych);

VI — planowanie systemowe zrównoważonych sił zbrojnych w skali międzynarodowej i światowej (okres rozpoczynający się).

Okresy te w dużej mierze przypominają rozwój celów i metod planowania, które przeżyły systemy planowania scentralizowanego [22]. Piątemu okresowi sprzyja rozwój metodologii w kategoriach nauk systemowych oraz w kategoriach numerycznych, zapoczątkowany w końcu drugiej wojny światowej, a rozpowszechniony na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych. W tym okresie sam rozwój naukowych teorii planowania wysunął możliwość podejścia systemowego i zastosowania analizy systemów, postulującej rozpatrywanie problemów całościowo. Badania teoretyczne potwierdziły nieadekwatność dotychczasowej praktyki, według której metody technologiczne i organizacyjne warunkowały zastosowanie określonego uzbrojenia technicznego, a to z kolei decydowało o zakresie i stopniu automatyzacji procesów dowodzenia i walki. Oddziaływanie zwrotne w takiej sytuacji było często znikome albo w ogóle nie dawało efektu. W tych wypadkach automatyzacja usztywniała i utrwalała niedoskonałość istniejącej technologii. Dla osiągnięcia nowych wyników niezbędne stawały się decyzje kompleksowe z uwzględnieniem wszyskich istotnych sprzężeń bezpośrednich i zwrotnych.

---

[22] *Planowanie i zarządzanie gospodarką narodową w krajach socjalistycznych*, Warszawa 1971, s. 12—21.

Równocześnie narastająca krytyka wewnątrz praktyki o braku współdziałania głównych organów planowania wojskowego, o niekompletności informacji kosztowej, o istnieniu trzech nieskoordynowanych strumieni, przecinanych rocznymi terminami budżetowymi, zmuszała rządy do poszukiwania nowych rozwiązań metodologicznych dla systemu planowania gospodarczo-obronnego. W Stanach Zjednoczonych pod auspicjami powołanego w roku 1941 Urzędu Badań Naukowych i Prac Doświadczalnych [23], skupiono wybitnych teoretyków i praktyków z wielu dyscyplin naukowych. Podjęli oni gruntowną analizę poszczególnych dziedzin gospodarki obronnej, traktowanej jako wielki koncern techniczno-przemysłowy. Równocześnie wykorzystywano w coraz większym stopniu doświadczenie radzieckiego planowania centralnego.

W ten sposób został przygotowany grunt pod istotne zmiany w metodach kierowania, zarządzania i planowania, w ministerstwie obrony, a także w federalnej administracji Stanów Zjednoczonych. Zmiany te kojarzone są często i na ogół przesadnie z osobą McNamary jako ministra obrony, który przeprowadził w ramach otrzymanych uprawnień poważną reorganizację aparatu tegoż ministerstwa [24]. Był to bowiem wynik równoczesnego splotu obiektywnych przyczyn, które zmusiły koła rządowe do ulepszenia planowania uzbrojenia i połączenia aktualnej w tym czasie doktryny elastycznego reagowania z konkretnym rozwojem stosowanych nauk o systemach zarządzania, o systemach informatycznych i technicznych, z rozwojem elektronicznych maszyn liczących, metod matematycznych, modelowania cybernetycznego

Rozwój metod planowania gospodarczo-obronnego nie jest zakończony. Odbywa się on we wszystkich nowoczesnych armiach

[23] *Office of Scientific Research and Development*, przekształcony z *National Defense Research Committee*, zorganizowanego rok wcześniej; *Research and Analysis Development Corporation (RAND); Institut for Defense Analysis (IDA).*

[24] A.M. Parchomienko: *Wstęp* do radzieckiego tłumaczenia książki pod red. S. Enkego *Defense Management*, wydanego pt.: *Rukowodstwo w obłasti oborony*, Moskwa 1968, s. 7.

w kręgach ściśle wojskowych, jak też w międzynarodowych kręgach polityczno-ekonomicznych, stojących przed problemem zmniejszenia wyścigu zbrojeń i zachowania światowej równowagi polityczno-militarnej, światowego pokoju. Obecnie wchodzi on w okres szósty, w którym poprzez współdziałanie organów międzynarodowych zmierza się do stworzenia systemu regulującego stany, struktury i potencjały sił zbrojnych na poziomie zapewniającym równe bezpieczeństwo narodów [25].

W rozwoju tym już od lat pięćdziesiątych intensywnie uczestniczyła również polska nauka oraz myśl polityczna i wojskowa [26].

---

[25] *Wnieszniepoliticzeskaja programma KPSS i sowremiennyje mieżdunarodnyje otnoszenija*, „Mieżdunarodnaja Żyzń" 1973, nr 3.

[26] O. Lange: *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, Warszawa 1962; tegoż: *Wstęp do cybernetyki ekonomicznej*, Warszawa 1965; tegoż: *Optymalne decyzje zasady programowania*, Warszawa 1967; W. Sadowski: *Teoria podejmowania decyzji*, Warszawa 1964; H. Greniewski: *Cybernetyka a modele ekonomiczne*, „Nauka Polska" 1954, z. 4, s. 1—57; T. Kotarbiński: *Wykłady z dziejów logiki*, Łódź 1957; F. Wiśniewski: *Związki i znamiona programowania i planowania*, ASG (skrypt), Warszawa 1965.

Rozdział III

POJĘCIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW I ICH ANALIZY

1. System

W literaturze omawiającej metody badania systemów, w konkretnych pracach empirycznych i w teoretycznych opisach analizy systemów na średnim poziomie uogólnienia, spotyka się różne sposoby definiowania pojęcia „system".

„Intuicyjnie termin »system« jesteśmy skłonni wiązać z niezwykle szeroką klasą przedmiotów (aby nie powiedzieć, że w ogóle z dowolnymi przedmiotami). W związku z tym nasuwa się pytanie, czy możliwa jest ogólna definicja pojęcia »system«, w której mieściłyby się takie różnorodne typy systemów, jak np. sformalizowane systemy znaków, żywe organizmy i ich szczególne części składowe, systemy ekonomiczne, złożone systemy kierowania itd. itp. Z powyższego wynika wniosek, że powinniśmy mówić o rozmaitych pojęciach systemu... Oznacza to, że pojęcie systemu stanowi złożoną konstrukcję badawczą..." [1]

W matematyce termin „system" oznacza w większości wypadków zbiór praw i reguł, w naukach fizycznych używa się go na oznaczenie tej części wszechświata, wokół której przeprowadza się myślową granicę w celu zbadania tego, co zostało zamknięte w jej przedziałach; w technice systemem określa się przede wszystkim zorganizowaną, działającą całość, zbiór obiektów, połączonych pewnym regularnym współdziałaniem lub pewną współzależnością [2].

W pracach Langego, jednego z pierwszych w Polsce autorów wprowadzających pojęcia cybernetyczne do nauk ekonomicznych, międzynarodowy termin pochodzenia greckiego „system" zastępowany jest polskim terminem „układ". W jego ujęciu

---

[1] W.N. Sadowski: *Niekotoryje principialnyje problemy po strojenija obszczej tieorii sistiem*, *wyd. cyt.*, s. 46—47.

[2] D.N. Chorafas: *Sistiemy i modielirowanije*, Moskwa 1967, s. 15.

„...układy, którymi zajmuje się cybernetyka, są to zbiory elementów powiązanych ze sobą łańcuchem oddziaływań przyczynowo-skutkowych. Takie powiązanie elementów układu nosi nazwę sprzężenia. W związku z tym można określić cybernetykę jako naukę o funkcjonowaniu układu działań sprzężonych" [3]. W podobny sposób używa się terminu „układ" w polskich tłumaczeniach prac W.R. Ashby'ego [4] i S. Beera [5].

Trzeba tu jednak zwrócić uwagę, że termin „układ" nie został przyjęty powszechnie jako synonim systemu. Istnieje bowiem pewna niedogodność używania terminu „układ" ze względu na jego wieloznaczność w naukach społeczno-prawnych. Z drugiej strony termin „układ" używany jest niekiedy tylko na określenie zbiorów nie spełniających warunku dynamiki i celowości, jaką przypisuje się systemom rozwijającym się i względnie trwałym. Przez układ rozumie się zbiór rzeczy i cech (wykaz zmiennych), który z samej definicji nie zmienia swych stanów w czasie, czyli układ nie rozwijający działania i nie poddający się kierowaniu w działaniu. System jest natomiast układem dynamicznym, którego elementy mogą zmienić swe stany w czasie i mogą działać, być kierowane itp. [6] Ponadto system może znajdować się w różnych stanach, a jego elementy w różnych układach (kompozycjach, zestawieniach). Zakresy znaczeniowe systemu i układu są więc różne.

W *Słowniku wyrazów obcych* definicja systemu podana jest w kilku interpretacjach: „System (od późnołacińskiego *systema*, z greckiego *systema* — zestawienie, całość złożona z części): 1) porządek uwarunkowany planowym układem części lub członów jakiejś całości; 2) zbiór jednostek tworzących całość organizacyjną; 3) forma, sposób urządzenia zorganizowania czegoś; 4) określony sposób postępowania lub wykonywania jakiejś czynności; 5) zbiór zasad stanowiących podstawę jakiejś dyscypliny, kierunku" [7].

J. Zieleniewski o pojęciu systemu wypowiadał się następująco: „Jeśli

---

[3] O. Lange: *Całość i rozwój w świetle cybernetyki, wyd. cyt.*, s. 19; tegoż: *Wstęp do cybernetyki ekonomicznej*, Warszawa 1965, s. 12.

[4] W.R. Ashby: *Wstęp do cybernetyki*, Warszawa 1961, s. 66—69.

[5] S. Beer: *Cybernetyka a zarządzanie*, Warszawa 1966, s. 13—23.

[6] L. Kuleszyński: *Dowodzenie wojskami a cybernetyka*, Warszawa 1967, s. 44.

[7] *Słownik wyrazów obcych*, Warszawa 1954.

rozpatrując jakiś układ stwierdzamy, że jego elementy są pod jakimś względem uporządkowane, rozpatrujemy go pod tym względem jako system. Ze względu na swoje uporządkowanie system jest czymś więcej niż sumą jego elementów" [8]. Zieleniewski odróżniał więc również pojęcie układu od pojęcia systemu.

R. Kulikowski rozumie przez system „...zespół elementów lub obiektów, które są zespolone lub powiązane w całości przez określone związki lub zależności (...) Elementy systemu o danej strukturze są charakteryzowane skończoną liczbą parametrów (...). Ponadto dane są wymuszenia zewnętrzne (...), które działając w określonych punktach systemu powodują powstawanie w nim tzw. odpowiedzi lub reakcji. (...) Dla określenia odpowiedzi posługujemy się prawami fizycznymi, które wiążą ze sobą wymuszenie zewnętrzne oraz odpowiedź z uwzględnieniem elementów i parametrów systemu" [9].

L. von Bertalanffy uznawany za prekursora współczesnej ogólnej teorii systemów, stwierdza, że „...system to zespół współdziałających składników" [10].

Wybitny radziecki teoretyk planowania, E.Ż. Majminas, w swej podstawowej pracy *Procesy płanirowanija w ekonomikie. Informacjonnyj aspiekt* ogólną definicję systemu rozwija następująco: „Termin system używany jest już od dawna w literaturze fachowej i w życiu codziennym jako synonim pewnej całości, pewnego kompleksu (zespołu) określonych, rzeczywistych obiektów, na przykład przedsiębiorstw (system resortowy), zakładów handlowych (sieć, czyli system handlu); ciał niebieskich (system kosmiczny) itd.; zakłada się przy tym, że obiekty te są w pewien sposób wzajemnie zespolone, że przedstawiają w pewnym sensie jednolitą całość i mogą być rozpatrywane jako całość" [11].

Dalej Majminas podkreśla, że dopiero w ostatnich latach powstała na pograniczu logiki i cybernetyki ogólna teoria systemów, która pojęciu „system" nadała ściślejsze określenie. Wykazano przy tym, że określenie to może być sformułowane w

---

[8] J. Zieleniewski: *Organizacja zespołów ludzkich*, Warszawa 1964, s. 41.

[9] R. Kulikowski: *Sterowanie w wielkich systemach*, Warszawa 1970, s. 9.

[10] *Issledowanija po obszczej tieorii sistiem*, Moskwa 1969, s. 29.

[11] E.Ż. Majminas: *Procesy płanirowanija w ekonomikie. Informacjonnyj aspiekt*, Moskwa 1971, cyt. wg przekładu niem.: *Planungsprozesse*, Berlin 1972, s. 25—26.

rozmaitych „językach", równoważnych i wzajemnie niesprzecznych. W tym ujęciu system to pewna całość współzależnych zmiennych (elementów, bloków, masywów). „Zmienna" jest elementem systemu i jest równoważna elementowi tak pod względem wartości jak i odwzorowania rzeczywistości. Reprezentuje ona skończoną liczbę charakterystyk i własności tych obiektów, które rozpatruje się w danym systemie. Charakterystyki dobierane są z punktu widzenia określonego obserwatora badanego obiektu i wyznaczonego celu, realizowanego przez badacza.

Z pragmatycznego punktu widzenia, a nie szeroko gnoseologicznego wychodzi wielu autorów zajmujących się teorią organizacji i kierowania. Tak np. W. Porter stwierdza, że dla potrzeb jego książki wystarczające jest rozpatrywanie systemu jako pewnego typu „czarnej skrzynki", z którą wiążą się dostępne dla obserwacji zestawy wejść i wyjść. Zachowanie się czarnej skrzynki podlega pewnym prawom fizycznym [12].

Wielkości, czyli zmienne charakteryzujące zachowanie się systemu wygodnie jest dzielić na następujące kategorie: a) zewnętrzne (pobudzające) oddziaływanie — bodźce zewnętrzne, wpływające na zachowanie się systemu; b) zmienne na wyjściu (czyli reakcje) opisujące te aspekty zachowania się systemu, które są przedmiotem zainteresowania badacza i c) zmienne pomocnicze, których nie można odnieść ani do pierwszej, ani do drugiej kategorii.

Przytoczone 10 definicji systemu, charakteryzujących rozwój tego pojęcia, wskazują, że system można definiować z różnych punktów widzenia i z wielu poziomów uogólnienia. W.N. Sadowski, znany radziecki teoretyk systemów [13], badając typologię pojęcia „system", rozpatrzył około 40 definicji systemu najbardziej rozpowszechnionych w literaturze światowej. Podzielił je na trzy grupy. W najliczniejszej grupie określano system za pomocą pojęć elementów, stosunków, związków, całości i kompleksu (jak w przytoczonych przykładach); w drugiej grupie — za pomocą pojęć wejście, wyjście, przetwarzanie informacji, kierowanie (np. system to zbiór bytów lub rzeczy — ożywionych bądź nieożywionych — podlegający na wejściu działaniu zewnętrznemu i stosownie do niego wytwarzający efekt na wyjściu, dążący

---

[12] W.A. Porter: *Sowremiennyje osnowanija obszczej tieorii sistiem*, Moskwa 1971, s. 7.

[13] W.N. Sadowski: *op. cit.*, s. 51.

przy tym do maksymalizacji określonych funkcji wejścia i wyjścia); w trzeciej grupie, rozpatrywanej nieco dalej, system definiowano jako pewną klasę modeli matematycznych.

Na podstawie przeanalizowanych definicji Sadowski stwierdził, że większość z nich jest nieoperatywna, ponieważ z reguły zakreśla znacznie szerszy zakres pojęcia systemu, aniżeli możliwy do zbadania przez daną naukę i rozwinięte w niej techniki badawcze. Według niego słuszne jest bardzo wyraźne rozgraniczenie trzech poziomów definiowania i badania systemów:

— poziom empiryczny (dla potrzeb praktycznych);
— poziom teoretyczny (tworzenie rozmaitych teorii systemów);
— poziom metateoretyczny (opracowujący ocenę samych teorii i jej narzędzi).

Dotychczas jednak nie określono jeszcze ani dolnej, ani górnej granicy dla poszczególnych poziomów badania, co powoduje nieporozumienia, czy dany typ badania jest badaniem systemowym, czy tradycyjnym. Zaleca on, aby przy badaniu wydzielić trzy grupy cech charakteryzujących:

a) wewnętrzną strukturę systemu (zbiór, element, stosunek, własność, związek, współdziałanie, podsystem, organizacja, struktura itp.);

b) specyficzne własności systemu (względne odosobnienie, wzajemne oddziaływanie, integracja, zróżnicowanie lub dyferencjacja, centralizacja i decentralizacja, kompleksowość, stabilność, sprzężenie zwrotne, równowaga, równowaga dynamiczna, kierowanie, autoregulacja itd.);

c) zachowanie się systemu (otoczenie, czyli środowisko, stan systemu, działalność, funkcjonowanie, zmiana, homeostaza, celowość itp.).

W praktycznych problemach planowania systemów obrony chodzi przede wszystkim o operatywne sformułowania definicji systemu w takich kategoriach i w takich językach, które byłyby niemal bezpośrednio przydatne przy przejściu od rozważań teoretycznych do roboczych zagadnień planowania. W problemach roboczych dąży się do ustalenia prawidłowości i zasad pozwalających z góry określić zachowanie się systemu na podstawie obserwacji zachodzących w nim zjawisk fizycznych, do zbadania

modeli matematycznych, opisujących w przybliżeniu systemy fizyczne oraz do matematycznej syntezy systemu o z góry założonych cechach i następnie do zaprojektowania fizycznej realizacji wyników syntezy matematycznej.

Tym warunkom najlepiej odpowiadają definicje systemu ujęte przez Sadowskiego w trzeciej grupie, mianowicie sformalizowane definicje matematyczne, oparte na aksjomatycznej teorii zbiorów, zmierzające do określenia minimalnego i zarazem wystarczającego zbioru wyznaczników systemu.

Jedną z pierwszych tego rodzaju definicji podał Mesarović, który określił „...system jako zbiór drugiego stopnia, czyli zbiór zbiorów w rozumieniu teorii mnogości $x_1 ..., x_n$. Każdy z tych zbiorów wyznacza pewien formalny obiekt; w języku matematycznym jako obiekt rozpatruje się zmienną stanowiącą wybrany potencjalny element systemu" [14].

Elementy x_i^j zbioru X_j rozpatruje się jako wartości danych zmiennych w zbiorze X_j. Tworzy się bezpośredni (kartezjański) iloczyn X zbiorów X_j.

$$X = X_1 \times X_2, ... X_n.$$

Wtedy można opisany podzbiór X_s zbioru X, czyli $X_s \subset X$ uznać za system abstrakcyjny. Każdy system składa się z n zbiorów, ale tylko z pewnej części zbioru należącego do zbioru możliwych n — zbiorów. Dlatego też dowolny system abstrakcyjny można rozpatrywać jako iloczyn X łącznie z pewnym zbiorem relacji, nazywanym iloczynem cząstkowym X. Równocześnie każdy element dowolnego X_j może być zbiorem. W systemach dynamicznych przedstawia się elementy x_i^j zbioru X_j jako funkcje czasu, określone w przedziale (t_o, t).

Każda zmienna, wyrażająca określoną charakterystykę obiektu, wyznaczana jest przez zbiór konkretnych wartości, które ta zmienna może przyjmować. Jeżeli zmienna wyznaczana jest przez większą liczbę charakterystyk, wówczas każda charakterystyka przedstawia się jako wektor zbioru uporządkowanego. Stan systemu opisywany jest przez wektor, w którym każdy wyraz odpowiada konkretnej wartości odpowiedniej zmiennej.

Szersze rozwinięcie matematycznego pojęcia systemu dynamicznego podał R. E. Kalman [15]. Rozpatruje on system jako struk-

[14] M.D. Mesarowić (ed.): *Wiews on General Systems Theory*, Nowy Jork 1964 (cyt. za Z. Majminas: *op. cit.*, s. 26). Zwięzłe wykłady teorii (algebry) zbiorów, grup i przestrzeni wektorowych dla potrzeb ekonomistów zawarte są w: R.D. Allen: *Ekonomia matematyczna*, Warszawa 1961, s. 805—848 oraz H.E. Kryński: *Matematyka dla ekonomistów*, Warszawa 1962, s. 7—27.

[15] R.E. Kalman, P.I. Falb, M.A. Arbib: *Topics in Mathematical System Theory*, Nowy Jork 1969 (cyt. za przekł. ros.: *Oczerki po matiema-*

turę, do której w określonych momentach czasu wprowadza się pewne wartości (rzeczy, energii, informacji) i z której w rozmaitych momentach czasu też otrzymuje się pewne wartości. Jako prosty przykład takiego systemu może służyć obwód elektryczny, na którego wejście przykładamy napięcie, a wielkością wyjściową jest odczyt przyrządu pomiarowego, określający siłę prądu. W tym przykładzie pojęcie systemu Σ zawiera zbiór pomocniczy momentów czasu T.

W każdym momencie czasu $t \in T$ system Σ otrzymuje pewne zasilenie $U(t)$ i wytwarza pewną wielkość $y(t)$. Zakłada się, że wartości zasileń wybierane są z pewnego stałego zbioru U, to znaczy, że w dowolnym czasie t symbol $u(t)$ powinien należeć do zbioru U. W uogólnionym przypadku odcinek zasilenia systemu nie może być dowolną funkcją ω: $(t_1, t_2) \to U$, lecz powinien należeć do węższej klasy Ω. Wybór Ω jako zasilenia pożądanego może być podyktowany względami fizycznymi, lecz najczęściej jest on uzależniony od założeń matematycznych. Co się tyczy wielkości na wyjściu, to dowolna wartość chwilowa zmiennej wyjściowej $y(t)$ należy też do pewnego stałego zbioru Y. Zwykle na „dopuszczalne" odcinki zmiennych na wyjściu y: $(t_2, t_3) \to Y$ nakłada się mniejsze ograniczenia.

Dla większości systemów znajomość bieżących wartości zasilenia $u(t)$ może okazać się niewystarczająca do ustalenia wartości zmiennej na wyjściu $y(t)$. Historyczne oddziaływania na system mogą bowiem odkształcić system, np. przez nagromadzenie zapasów energii do tego stopnia, że wywołają zmianę wielkości na wyjściu. Innymi słowy wielkości na wyjściu zależą od stanu systemu, określanego intuicyjnie jako przeszłość i teraźniejszość systemu, niezbędną do wyznaczenia bieżących i przyszłych wartości zmiennej na wyjściu. W dużym uproszczeniu stan systemu można rozpatrywać jako zasobnik informacji lub pamięć, czyli kolektor precedensów. System zasługuje na nazwę dynamicznego, jeśli zbiór momentów czasu T jest uporządkowany, to znaczy jest wyznaczony kierunek czasu, według którego określa się z grubsza pojęcie przyczynowości w tym sensie, że przeszłość oddziałuje na przyszłość, a nie odwrotnie[16]. Innymi słowy matematyczne pojęcie systemu dynamicznego służy do opisu strumienia związków przyczynowo-skutkowych z przeszłości na przyszłość.

---

ticzeskoj tieorii sistiem, Moskwa 1971, s. 11—81). Pierwsza wersja tej definicji podana została w art. *Mathematical Description of Dynamical Systems*, SIAM 1963, nr 2, t. 1, Ser. A, Control, s. 520—544.

[16] Nasuwającą się tutaj wątpliwość, czy przyszłość zawarta np. w prognozie nie wpłynie na kształt rozwijającego się systemu, należy interpretować w ten sposób, że prognoza przyjmuje w planowaniu postać założenia i w tym sensie staje się przeszłością.

Sformalizowaną definicję systemu dynamicznego zapisał Kalman następująco:

$$\Sigma = (T,\ X,\ U,\ \Omega,\ Y,\ \Gamma,\ \varphi,\ \eta).$$

Dynamicznym systemem Σ nazywa się złożone pojęcie matematyczne, określone następującymi aksjomatami:

a. Dany jest zbiór odcinków czasu $t \in T$, zbiór stanów struktury $x \in X$, zbiór przejściowych wartości oddziaływań na wejściu $u \in U$, zbiór dopuszczalnych oddziaływań na wejściu (zasileń), spełniających warunek $\Omega = \{\omega : T \to U\}$, zbiór chwilowych wartości zmiennych na wyjściu $y \in Y$ oraz zbiór zmiennych na wyjściu $\Gamma = \{\gamma : T \to Y\}$. Relacje R wyznaczone są przez funkcję φ i odwzorowanie η.

b. Zbiór T jest pewnym uporządkowanym podzbiorem zbioru liczb rzeczywistych, wyrażających kierunek czasu w przedziałach wyznaczanych od momentu zerowego w nieskończoność [17].

c. Zbiór zasileń na wejściu Ω spełnia następujące warunki:
   — nie jest pusty;
   — istnieje łączność oddziaływania na wejściu; jeśli odcinki oddziaływania wejściowego $\omega / t_1,\ t_2]$ dla $\omega \in \Omega$ nazwiemy zwężeniem ω na $/t_1,\ t_2] \cap T$, to znajdujemy takie $\omega'' \in \Omega$, że $\omega'' /t_1,\ t_2] = \omega /t_1,\ t_2]$ i $\omega'' /t_2,\ t_3] = \omega' /t_2,\ t_3]$, gdy $\omega,\ \omega' \in \Omega$, a $t_1 < t_2 < t_3$.

d. Istnieje funkcja przejściowa stanów struktury

$$\varphi : T \times T \times X \times \Omega \to X,$$

której wartościami są stany $x(t) = \varphi(t;\ \tau,\ x,\ \omega) \in X$, w jakich znajduje się system w momencie czasu $t \in T$, jeżeli w początkowym momencie czasu $\tau \in T$ znajdował się on w stanie początkowym $x = x(\tau) \in X$ i jeżeli na wejściu oddziaływało na niego zasilenie $\omega = \Omega$. Funkcja wykazuje następujące własności:
   — istnieje kierunek czasu, to znaczy, że funkcja φ jest określona dla wszystkich $t \geqslant \tau$, lecz niekoniecznie dla wszystkich $t < \tau$, co uściśla funkcję przejściową stanów struktury;
   — istnieje zgodność polegająca na tym, że równość $\varphi(t;\ t,\ x,\ \omega) = x$ jest spełniona dla dowolnych $t \in T$, dowolnych $x \in X$ oraz dowolnych $\omega \in \Omega$;

---

[17] H. Greniewski zbiór czasu nazywa kalendarzem, tj. co najmniej dwuelementowym zbiorem chronów (albo chwil lub przedziałów czasu). Według Greniewskiego repertuar jest pewnym zbiorem stanów wyróżnionych. Każde wejście i każde wyjście przyjmuje w danym systemie jeden stan wyróżniony w obrębie dowolnego chronu; funkcja przyporządkowująca poszczególnym chronom kalendarza danego wejścia czy wyjścia lub wyróżnione stany należące do repertuaru tegoż wejścia (czy wyjścia) — to trajektoria danego wejścia (wyjścia). H. Greniewski, *Cybernetyka niematematyczna*, Warszawa 1969.

— występuje półgrupowość, to znaczy, że dla dowolnych $t_1 < t_2 < t_3$ i dla dowolnych $x \in X$ oraz $\omega \in \Omega$ otrzymujemy
$\varphi(t_3; t_1, x, \omega) = \varphi(t_3; t_2, \varphi(t_2; t_1, x, \omega), \omega)$;
— występuje związek przyczynowy, to znaczy, jeśli $\omega, \omega' \in \Omega$ i $\omega /_{\tau, t]} = \omega' /_{\tau, t]}$, to $\varphi(t; \tau, x, \omega) = \varphi(t; \tau, x, \omega')$.

e. Dane jest odwzorowanie na wyjściu $\eta : T \times X \to Y$, określające wielkości wyjściowe $y(t) = \eta(t, x)(t))$.
Odwzorowanie $/\tau, t] \to Y$, wynikające ze stosunku $\sigma \to \eta(\sigma, \varphi(\sigma; \tau, x, \omega))$, $\sigma \in (\tau, t]$, nazywa się odcinkiem zmiennej wyjściowej, tzn. zwężeniem $\gamma_{(\tau, t)}$ niektórych $\gamma \in \Gamma$ na (τ, t).

Przy opisywaniu praktycznych obiektów, objętych powyższą sformalizowaną definicją, często trzeba i można posługiwać się bardziej rozpowszechnioną terminologią poglądową. Najczęściej parę (τ, x), gdzie $\tau \in T$, a $x \in X$, nazywa się zdarzeniem (lub fazą) systemu Σ, a zbiór $T \times X$ — przestrzenią zdarzeń (lub przestrzenią fazową) systemu Σ w znaczeniu kartezjańskim, Banacha, Hilberta. Funkcję przejściową stanów struktury φ (lub jej graficzne odwzorowanie w przestrzeni zdarzeń) nazywa się rozmaicie, bardziej lub mniej adekwatnymi terminami: trajektorią, ruchem, orbitą, strumieniem, rozwiązaniem (zazwyczaj równania różniczkowego), krzywą rozwiązania itp. W ujęciu dynamicznym używa się także zwrotów, że zasilenie, czyli oddziaływanie na wejściu lub sterowanie ω (kierowanie, zarządzanie, dowodzenie) przenosi, przekłada, tłumaczy, zmienia, przekształca, przetwarza, transformuje stan x (lub zdarzenie (τ, x) w stan $\varphi(t; \tau, x, \omega)$ albo w zdarzenie $(t, \varphi, (t; \tau, x, \omega))$. Mówiąc o ruchu systemu ma się zwykle na uwadze funkcję stanów φ [18].

Powyższą definicję systemu dynamicznego nazywa się w skrócie „ósemką" elementów systemu, ponieważ wewnątrz nawiasu występuje osiem elementów.

Na podstawie przytoczonych definicji systemu dochodzimy do wniosku, że każdą wybraną strukturę pojęcia system trzeba traktować tylko jako bazę, charakteryzującą w każdym przypadku dość obszerną klasę systemów. Dopiero uzupełnienie tej bazy dodatkowymi cechami (np. charakterystykami wejścia, wyjścia, zarządzania itp.) prowadzi do konkretyzacji, czyli uściślenia definicji bazowej i tym samym do przypuszczalnego określenia węższej klasy systemów (ich opisu, czyli identyfikacji).

---

[18] Polska terminologia z dziedziny nauk o systemach jest obecnie bardzo zróżnicowana. Należy przypuszczać, że na jej większe ujednolicenie, a nawet uporządkowanie wpłynie wydany niedawno *Słownik cybernetyczny*, Warszawa 1973.

Definicje matematyczne można traktować z jednej strony jako matematyczne wyrażenie definicji bazowej (jeżeli matematyczne modele opisują obiekt, spełniający jej warunki), a z drugiej — jako rozwinięcie obszernej klasy modeli matematycznych, w ramach których można prześledzić stopniowe przechodzenie od niesystemowego do systemowego badania obiektu.

Szczegółowo przytoczona definicja systemu według formalizacji Kalmana ma w badaniach wojskowych duże walory poznawcze. Jest ona na tyle kompleksowa i na tyle ścisła, że zmusza do zajęcia się każdym elementem „ósemki" w sposób wyraźny, nie pozwalający pominąć żadnego czynnika bez uwzględnienia jego wpływu na wynik końcowy. Jeśli ze względów praktycznych konieczne jest wprowadzenie do analizy znacznych uproszczeń w stosunku do rzeczywistości, to trzeba wyraźnie sformułować założenie o wpływie tego uproszczenia na wynik końcowy. „Ósemka" systemowa zobowiązuje przy poszukiwaniu przyrostu sił i gotowości bojowej wojsk na jednostkę nakładu do rozpatrywania strumienia działań z dziedziny sztuki wojennej, nauki organizacji i kierownictwa, techniki, ekonomiki, prawa, socjologii, nauk politycznych. Człowieka, broń, jej nośnik, sprzęt pomocniczy i obiekty trwałe oraz czas traktuje się jako całość porównywaną ze środowiskiem zewnętrznym (systemem nadrzędnym, nieprzyjacielem, teatrem działań etc.).

W praktycznych analizach systemów dla potrzeb planowania celowe jest nawiązywanie do definicji Kalmana, z tym jednak zastrzeżeniem, że w praktyce nie zawsze korzysta się wyraźnie z całej „ósemki", lecz modeluje systemy prostsze, złożone np. z „piątki" (matematyczna definicja maszyny jako systemu), lub nawet „trójki", czy też pary elementów (np. modele dwusektorowe) [19]. Podobnie w planowaniu gospodarczo-obronnym często korzysta się — ze względu na charakter badanych problemów — nie tylko z symboli tego wzoru, dostosowanych do rozważań na

[19] Np. G. Nadler w swej znanej pracy o projektowaniu systemów (*Work Systems Design The Ideals Concept, Homewood,* Illinois 1967, s. 5) wymienia tylko trzy zbiory ogólne systemu projektowania: cele, zasoby i układy robocze. Chodzi o to, aby w procesie badania uwolnić się od nadmiaru szczegółów mogących zaciemnić wykład lub rozwiązanie.

najwyższych szczeblach ogólnej teorii systemów, lecz także z tych, które znajdują jeszcze dotychczas powszechne zastosowanie w empirycznych badaniach naukowych. Na przykład wartości ω dla wejścia zapisywane są często przez $u(t)$, albo w typowych równaniach dwóch zmiennych — przez $x(t)$, natomiast dla wyjścia przez $y(t)$.

Pojęciem „system" w niniejszej pracy oznacza się zbiory elementów fizycznych i (lub) abstrakcyjnych, stanowiących wewnętrznie i zewnętrznie współzależną całość, wyróżnianą za pomocą określonych charakterystyk statycznych i (lub) dynamicznych. Stosownie do teoremy wspomnianego już Mesarovića uważa się, że do względnego wyodrębnienia systemu wystarczająca jest trójmianowa relacja, składająca się z wejścia, wyjścia i stanu. Do pełnej identyfikacji systemu konieczne jest jednak rozszerzenie relacji do skali „ósemki".

2. Odwzorowanie systemów — modele podstawowe

Pierwsze opisy systemów i ich analizy publikowane w latach pięćdziesiątych opierały się na dość wątłym aparacie pojęciowym [20]. Dopiero w latach sześćdziesiątych po uogólnieniu wyników z licznych badań i sformułowaniu głównych idei metodologicznych przystąpiono do opracowania koncepcyjnych schematów modelowania systemów. Część z nich miała charakter bezpośrednio instrukcyjny do rozwiązywania konkretnych problemów badawczych, druga natomiast część stwarzała szeroki horyzont metodologiczny dla koncepcji odwzorowania i opisu systemów.

Początkowo przedmiotem analizy systemów był wybór pojedynczych rodzajów uzbrojenia lub organizacji działania. Wkrótce okazało się, że poprawnego wyboru można dokonać tylko w ramach dobrze określonych celów nadrzędnych, dla których poszczególne rodzaje broni są jedynie podsystemami; trzeba było

---

[20] E. Quade: *Analiz složnych sistiem*, Moskwa 1969; W.G. Gorochow: *Mnożestwiennost' priedstawlenij sistiemy i postanowka problemy sistiemnogo etałona*. W: *„Sistiemnyje Issledowanija", Jeżegodnik 1971*, s. 72—77.

badać coraz większe zbiorowości i równocześnie określać przed podjęciem badania wzorzec opisu, czyli model badanego systemu.

Każdy bowiem analityk „nosi" w sobie wzorcowe wyobrażenie systemu i według niego modeluje (opisuje) swój przedmiot badawczy. W ten sposób wzorce powstają żywiołowo. W zespołowej pracy badawczej chodzi o to, aby wzorce były w pewnym stopniu znormalizowane i nadawały się do połączenia w jedną całość.

W badaniach nad tradycyjnymi i możliwymi koncepcjami odwzorowania systemów wyodrębnia się pięć głównych sposobów odwzorowania systemów [21]:

1) mikroskopowy;
2) funkcjonalny;
3) makroskopowy;
4) hierarchiczny;
5) procesowy (procesualny, rozwojowy) [22].

Sposoby te ze względu na niektóre wspólne elementy treści mają charakter przekrojowy, z czym łączy się możliwość powtórzenia niektórych pojęć przy każdym sposobie.

Mikroskopowy model systemu wynika z aksjomatycznego pojmowania go jako zbioru elementów. Przy tym odwzorowaniu stosuje się aparaturę teorii zbiorów w ujęciu popularyzowanym przez Mesarovića czy Kalmana. System jest zbiorem obserwowanych i mierzalnych wielkości zmiennych, z których analityk wybiera te, które dla niego stanowią system szczególny.

Centralnym pojęciem w modelu mikroskopowym jest pojęcie elementu traktowanego jako symbol oznaczający niepodzielność, jako synonim „niepodzielnego atomu Demokryta".

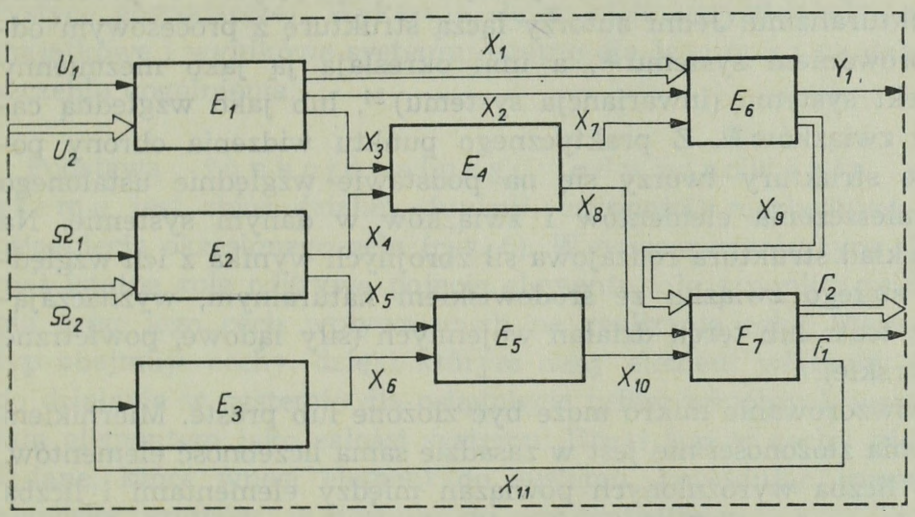
Elementem systemu jest jego część, w której przebiega proces

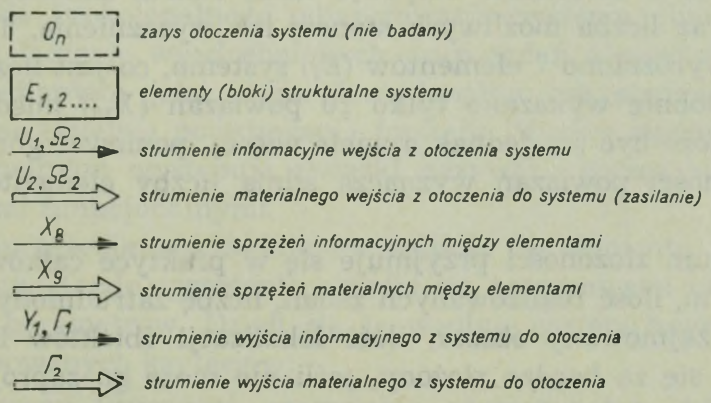
---

[21] W niniejszym podrozdziale omawia się w zasadzie merytoryczną stronę odwzorowania systemów; strona formalna — technika modelowania rozpatrywana jest w rozdziale IV, podrozdz. 4.

[22] *Cybernetyka zarządzania w systemach ekonomicznych*, pod red. T. Kasprzaka, Warszawa 1971, s. 15.

przekształcenia i która tworzy na danym szczeblu rozróżnienia całość względnie niepodzielną w tym znaczeniu, że jej struktury nie chcemy lub nie możemy podzielić. W pewnych wypadkach za element systemu uważa się tę jego część, w której przebiega





5. Mikroskopowe graficzne odwzorowanie systemu

proces transformacyjny, ale ze względu na wybrany poziom rozróżniania traktujemy ją jako „czarną skrzynkę". Elementy mogą istnieć tylko w postaci powiązanej. Tam gdzie są elementy, powstają rzeczywiste związki, czyli relacje. Człowiek i broń w wojsku to dwa powiązane elementy systemu, między którymi zachodzą relacje ilościowe (np. 5 żołnierzy obsługi i jedna wyrzutnia

rakietowa) oraz jakościowe (np. wykwalifikowani żołnierze II rocznika, którzy mogą obsługiwać nową wyrzutnię).

W odwzorowaniu mikroskopowym istotne jest także pojęcie struktury, czyli budowy systemu. Pojęcie to jest rozpatrywane w licznych pracach teoretycznych traktujących o problemie strukturalizmu. Jedni autorzy łączą strukturę z procesowym odwzorowaniem systemu [23], a inni określają ją jako niezmienny aspekt systemu (inwariancja systemu) [24], lub jako względną całość związków [25]. Z praktycznego punktu widzenia obrony pojęcie struktury tworzy się na podstawie względnie ustalonego rozmieszczenia elementów i związków w danym systemie. Na przykład struktura rodzajowa sił zbrojnych wynika z ich względnie stałego związku ze środowiskiem naturalnym, wyznaczającym teatr lub teren działań wojennych (siły lądowe, powietrzne i morskie).

Odwzorowanie mikro może być złożone lub proste. Miernikiem stopnia złożoności nie jest w zasadzie sama liczebność elementów, lecz liczba wyróżnionych powiązań między elementami i liczba stanów systemu. O złożoności decyduje także zakres zmienności parametrów oraz liczba możliwych stanów ich wyróżnienia. Tak np. na rys. 5 wyróżniono 7 elementów (E_7) systemu, co jest liczbą niewielką. Podobnie wykazano tylko 10 powiązań (X_{10}) między elementami; może być ich jednak o wiele więcej, ponieważ górną granicę liczebności powiązań wyznacza silnia liczby elementów ($n!$).

Jako kryterium złożoności przyjmuje się w praktyce całkowity koszt systemu, ilość realizowanych zadań, liczbę zatrudnionych pracowników, zajmowany obszar, ilość lokalizacji obiektów itp. System uważa się za bardzo złożony, jeśli nie może go zaprojektować jeden człowiek lub grupa specjalistów jednej branży. Na

---

[23] J. Klir: *An Approach to General Systems Theory. General Systems*, 1968, t. XIII.

[24] N.F. Owczynnikow: *Katiegoria struktury w naukach o prirodie.* W: *Struktura i formy matierii*, Moskwa 1967.

[25] M. Toda, E.H. Shoeford: *Łogika sistiem: wwiedienije w formalnuju tieoriu struktury.* W: *Issledowanija po obszczej tieorii sistiem*, Moskwa 1969.

podstawie doświadczeń z rozmaitych dziedzin gospodarki uważa się już za złożony taki system, w którym pracuje ponad 800 ludzi, a jego koszt całkowity przekracza 1 mln dol. [26]

Do tradycyjnych odwzorowań mikroskopowych należą modele inwentaryzacyjne i bilansowe, stosowane w rachunkowości i statystyce gospodarczej. Wykazuje się w nich wszystkie elementy majątkowe i wynikowe systemu, istotne dla jego opisu na danym szczeblu uogólnienia.

Podstawą funkcjonalnego odwzorowania systemu jest zbiór działań (funkcji, czynności) niezbędnych do osiągnięcia określonego celu (rys. 6). W odwzorowaniu tym również istotną rolę odgrywa pojęcie elementu, ale z punktu widzenia typu jego cech wpływających na realizację celu. Pierwszy typ obejmuje cechy, dzięki którym dany element włączany jest do działania w systemie dla osiągnięcia celów wspólnych wszystkim elementom jako całości systemu. Drugi typ to cechy niepożądane, które wnosi element do systemu, powodując rozmaite zjawiska „szumów" w stosunku do celu centralnego.

Dla funkcjonalnego odwzorowania systemu charakterystyczne jest łączenie wyodrębnionych grup zadań z pewnymi obiektami, określanymi jako organ funkcjonalny lub stanowisko funkcjonalne (miejsce powstawania funkcji). Między stanowiskami funkcjonalnymi występują związki nazywane sprzężeniami lub relacjami funkcjonalnymi.

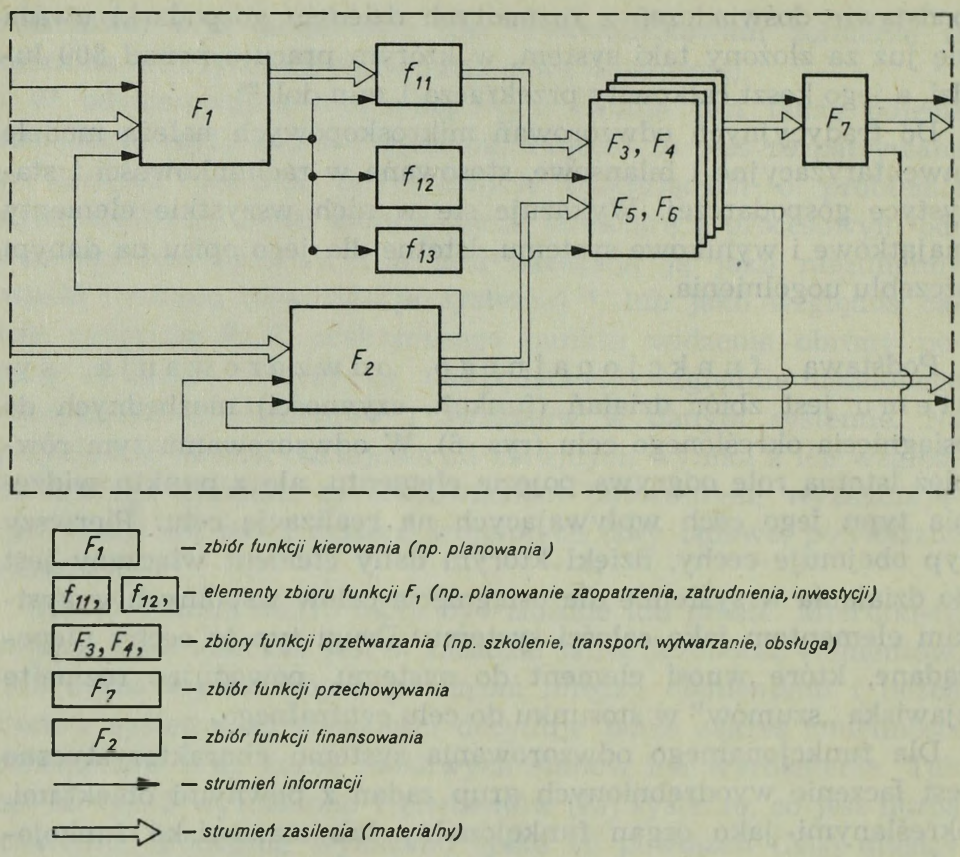
Sprzężenie jest nośnikiem wejścia do elementu lub wyjścia z niego. Każde sprzężenie określa się parametrami oraz wartościami parametrów. Dzieli się je według następujących, najczęściej stosowanych kryteriów:

— treści (sprzężenie materialne, niematerialne, informacyjne);
— formy (bezpośrednie, jednorazowe, seryjne, równoległe, skierowane wstecznie, czyli zwrotne, pośrednie zwrotne itd.);
— liczby parametrów sprzężenia (jednoparametryczne, wieloparametryczne).

Funkcją systemu lub jego elementu w modelu funkcjonalnym

---

[26] G. Nadler: *op. cit.*, *s.* 70.



6. Funkcjonalne odwzorowanie systemu

jest ta jego własność, która stanowi podstawę jego wyróżnienia i określenia w stosunku do otoczenia. Na przykład funkcje systemu obrony wyróżniają go od innych systemów działających w państwie. Nazywa się je niekiedy funkcjami zewnętrznymi. Funkcje i cele systemów są główną treścią analizy systemów.

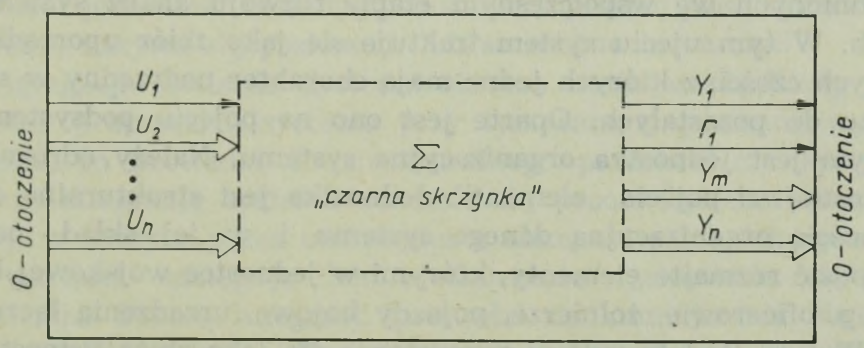
Na wewnętrzne funkcje systemu składają się zadania tradycyjnych dyscyplin, np. planowania, finansowania, statystyki. Za pomocą funkcji wewnętrznych następuje w systemie połączenie celów i metod funkcjonowania systemu.

Tradycyjnym przykładem funkcjonalnego odwzorowania systemu w ekonomikach szczegółowych jest rachunek kosztów w układzie funkcjonalnym, czyli według miejsc ich powstawania, realizujących określone funkcje w stosunku do zbiorczego celu

systemu. Natomiast rodzajowy układ kosztów bliższy jest odwzorowaniu mikroskopowemu lub makroskopowemu, gdy chodzi o globalne wielkości nakładów i wyników.

Makroskopowe odwzorowanie systemu wynika z objaśniania systemu jako całości (kompleksu). Centralnym pojęciem jest tutaj otoczenie (środowisko), najwcześniej rozwinięte w badaniach systemów biologicznych, w których mamy do czynienia z relacjami organizm — otoczenie. Tak np. według W. Ross Ashby'ego środowiskiem otaczającym system są te wielkości zmienne, które ulegają przekształceniu pod wpływem zachowania się badanego organizmu. Inne wielkości zmienne otoczenia nie są uwzględniane w badaniu. Według innych koncepcji otaczającym środowiskiem danego systemu są wszystkie obiekty, których zmiany oddziałują na wyróżniony system. Otoczenie systemu dla określenia charakterystyki systemu jest bardzo istotne, ponieważ żaden system nie może być poprawnie zidentyfikowany bez uwzględnienia swego otoczenia (rys. 7).

Dwoisty podział na system i otoczenie systemu stwarza możliwość charakteryzowania systemu jako zbioru sprzężeń zewnętrznych, czyli struktury obserwowanej z zewnątrz, a w ujęciu



0 – otoczenie badane pod kątem czynnego i biernego oddziaływania systemu Σ

Σ – system traktowany jako „czarna skrzynka" nie badany wewnętrznie, lecz tylko w zakresie wejścia „z" i wyjścia „do" otoczenia

$U_{1,2,\ldots n}$ – *wejście do systemu z otoczenia*

$Y_1, \Gamma_1, \ldots Y_{m,n}$ – *wyjście z systemu do otoczenia*

7. Makroskopowe odwzorowanie systemu

funkcjonalnym — jako zbioru zewnętrznych relacji funkcjonalnych. Zachowanie się systemu w stosunku do otoczenia można określić jako zachowanie się: agresywne, adaptacyjne i neutralne. Agresywne zachowanie się systemu (elementu) polega na przekazywaniu swemu otoczeniu takich wartości parametrów sprzężenia, za których pośrednictwem dochodzi do wzajemnego oddziaływania. Adaptacyjne zachowanie się systemu polega na tym, że system (element) przystosowuje się do parametrów względnie do wartości parametrów sprzężeń z inymi elementami lub systemami. Neutralne zachowanie się systemu (elementu) oznacza, iż jest on niezależny od parametrów sprzężenia względnie od ich wartości, stanowiących podstawę współdziałania.

Przykładem makroskopowego, ekonomicznego odwzorowania systemu są globalne sumy w rachunku nakładów i wyników związanych z osiągnięciem celu, lub wyniki sprawozdania budżetowego z działalności instytucji. Sumy te określają bowiem syntetycznie wielkości wejścia do systemu z otoczenia i wyjścia z niego do otoczenia.

Hierarchiczne odwzorowanie systemu, obok odwzorowania mikroskopowego, należy do najbardziej rozpowszechnionych we współczesnym etapie rozwoju analiz systemowych. W tym ujęciu system traktuje się jako zbiór uporządkowanych części, z których jedne mają charakter nadrzędny w stosunku do pozostałych. Oparte jest ono na pojęciu podsystemu, którym jest jednostka organizacyjna systemu. Należy odróżniać jednostkę od pojęcia „element". Jednostka jest strukturalną odrębnością organizacyjną danego systemu i w jej skład mogą wchodzić rozmaite elementy, którymi w jednostce wojskowej będą np. oficerowie, żołnierze, pojazdy bojowe, urządzenia łączności. W tym modelu system przedstawia się jako zbiór jednostek, tworzących jego hierarchię.

Terminu „hierarchia" w nauce i logice używa się na odróżnienie poziomu klasyfikacji występującej w danej kategorii od jednostki najniższej do najwyższej. Hierarchia w systemach złożonych pozwala badaczowi na uproszczenie lub rozszerzenie definicji systemu, na zaliczenie go do klasy wyższej lub niższej hierar-

chicznie. Każdy język zbudowany jest na zasadach klasyfikacji hierarchicznej za pomocą stopniowania szczegółowości i ogólności pojęć.

Rozróżnia się hierarchie umowne (arbitralne) i naturalne; pierwsza wynika z umownego przypisywania pierwszeństwa pewnym elementom czy też cechom systemu z punktu widzenia dowolnego kryterium; druga wynika z obserwacji rzeczywistych zależności i uporządkowania spotykanego w naturze, np. hierarchia w klasyfikacji przyrody według Linneusza.

Problem hierarchii w planowaniu ekonomicznym obrony ma decydujące znaczenie, ponieważ jej koncepcyjne rozwiązanie utrwala zasady gromadzenia informacji, podejmowania decyzji, podziału środków i zadań.

Hierarchia systemu zamyka się od dołu graniczną (najmniejszą) jednostką, która zachowując cechy systemu, nie może już być rozłożona na inne jednostki, lecz tylko na elementy. Jeżeli graniczną jednostką, zachowującą komplet cech wojskowego systemu gospodarczego, nazwiemy oddział gospodarczy, to nie znajdujemy już niższej jednostki systemu i możemy ją podzielić tylko na elementy, np. systemu planowania, zaopatrywania, obsługi, szkolenia.

Zbiór jednostek, znajdujących się na tej samej płaszczyźnie hierarchii, nazywa się poziomem lub szczeblem hierarchii.

Agregacja (scalanie) systemu oznacza zmniejszenie liczby jednostek (i sprzężeń) systemu przy tym samym poziomie wyróżnienia, co prowadzi do strukturalnego przeobrażenia systemu. Przez integrację systemu rozumie się proces łączenia (zespolenia), w którym przez utożsamienie elementów lub ich sprzężeń i wartości następuje ich zjednoczenie („stopienie się") w systemie. Proces integracji prowadzi do zmniejszenia się różnorodności systemu. Towarzyszącymi zjawiskami powyższych procesów są — koncentracja i centralizacja lub ich przeciwieństwa. Dezagregacja, czyli rozdrobnienie systemu, jest procesem przeciwstawnym do agregacji, polegającym na zwiększaniu liczby jednostek i sprzężeń systemu na tym samym poziomie wyróżnienia. Dekompozycja systemu polega na przemieszczaniu elementów między jednostkami systemu.

Wyróżniony z otoczenia system (jednostka) jest izomorficzny z innym systemem, jeżeli z formalnego punktu widzenia możemy obydwa systemy zamienić, czyli że w obydwóch systemach istnieje wzajemne jednoznaczne odwzorowanie elementów. Systemy izomorficzne są substytucyjne, to znaczy wzajemnie zastępowalne. Przykładem izomorfizmu jest etatowy pułk piechoty stacjonujący w miejscowości N z etatowym pułkiem piechoty w miejscowości M.

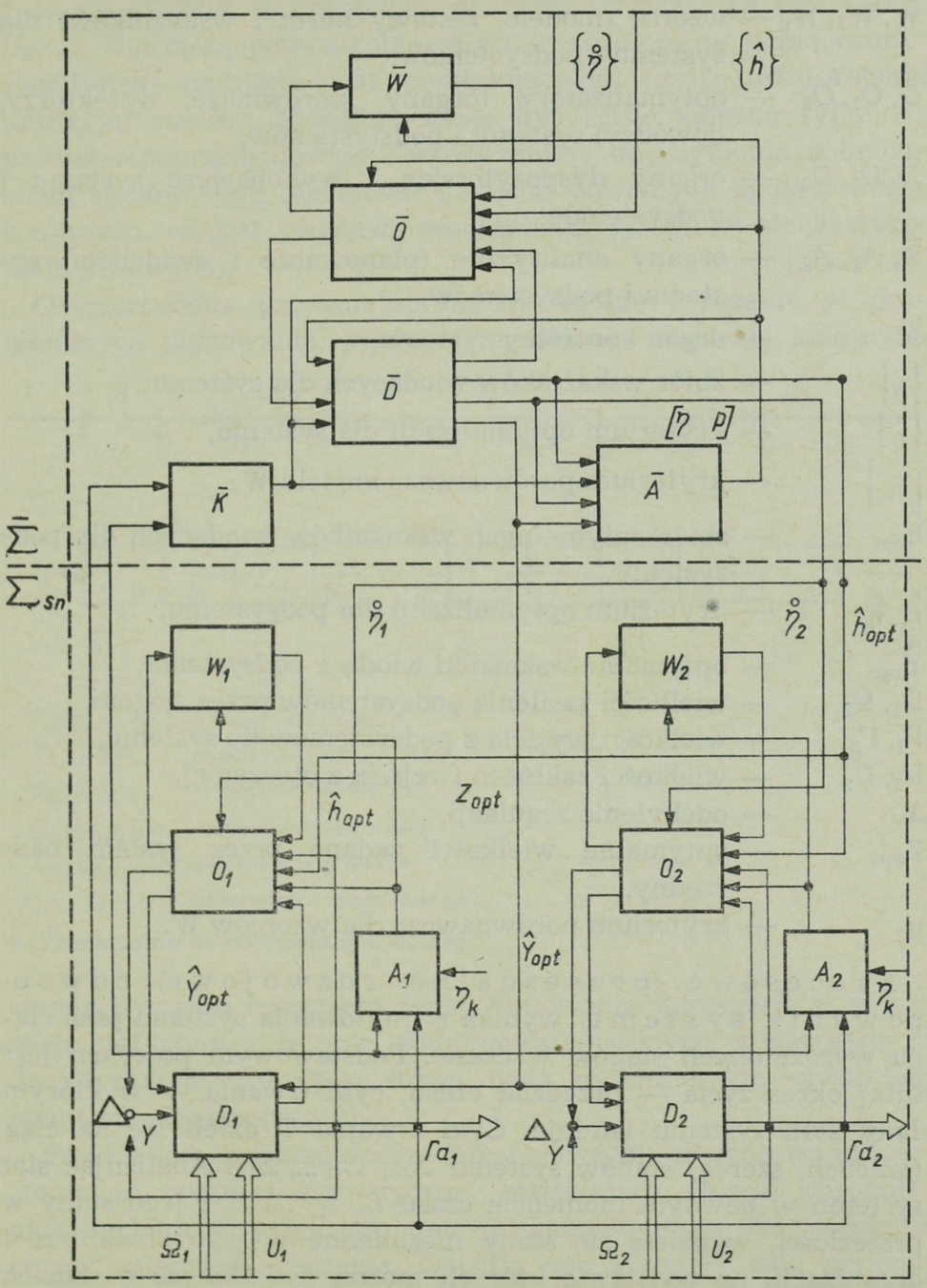
System jest homomorficzny z innym systemem, jeśli po dużym uproszczeniu systemu bardziej złożonego możemy je z formalnego punktu widzenia zamienić, czyli że istnieje jednoznaczne odwzorowanie systemu bardziej złożonego na inny system bardziej uproszczony. Przykładem może być homomorficzna organizacja związku taktycznego z organizacją jego oddziału gospodarczego.

Hierarchiczne odwzorowanie dwuszczeblowego systemu przedstawiono na rys. 8. System Σ składa się z jednostki nadrzędnej i dwu jednostek podrzędnych (podsystemów) — Σ_{sn}. W systemie rozróżniono 5 elementów działania — wzorzec (model), optymalizator, dyspozytor, analizator i obserwator (kontroler). W podsystemach rozróżniono tylko po 4 elementy, ponieważ nie występuje w nich element kontrolera. System nadrzędny organizuje swoją działalność stosownie do zbioru wskaźników i kryterium optymalizacji dla całego systemu ($\overline{W}$). Przekazuje on podsystemom plan (zbiory wskaźników wiodących, informacje i zasilenie materialne), otrzymując od nich na wyjściu wykonanie zadanych wielkości (Γa_1, Γa_2), zniekształcone *in plus* lub *in minus* pod wpływem odchylenia regulacyjnego (Δ_y) i zakłóceń ze strony otoczenia ($\Omega_{1,2}$, $U_{1,2}$). Informację o stanie wyjścia z podsystemów przyjmuje element kontrolny systemu i przekazuje ją do trzech pozostałych elementów — otpymalizatora, dyspozytora i analizatora. Pod wpływem tej informacji optymalizator koryguje model działania.

Objaśnienie symboli do rys. 8.

$\overline{\Sigma}$ — system nadrzędny (system),

Σ_{sn} — system podrzędny (podsystem, system niższego szczebla),



8. Hierarchiczne odwzorowanie systemu dwuszczeblowego samoregulującego się

$\overline{W}, W_1, W_2$ — wzorce (modele, zestawy norm i wskaźników) dla systemu i podsystemów,

$\overline{O}, O_1, O_2$ — optymalizatory (organy kierownicze, dyrektorzy, dowódcy) systemu i podstystemów,

$\overline{D}. D_1, D_2$ — organy dyspozytorskie i wykonawcze systemu i podsystemów,

$\overline{A}, A_1, A_2$ — organy analityczne (planowanie i ewidencja) systemu i podsystemów,

$\overline{K}$ — organ kontrolny systemu,

$\{\hat{h}\}$ — zbiór wskaźników wiodących dla systemu,

$\{\overset{\circ}{\eta}_i\}$ — kryterium optymalizacji dla systemu,

$[\eta_p]$ — kryterium porównawcze modelu $\overline{W}$,

$\hat{h}_{opt}$ — zbiór optymalnych wskaźników wiodących dla podsystemu,

$\overset{\circ}{\eta}_1, \overset{\circ}{\eta}_2$ — kryterium optymalizacji dla podsystemu,

$\hat{Y}_{opt}$ — optymalne wskaźniki wiodące podsystemu,

Ω_1, Ω_2 — wielkości zasilenia podsystemów przez system,

Γ_1, Γ_2 — wielkości wyjścia z podsystemów do systemu,

U_1, U_2 — wielkości zakłóceń (wejścia z otoczenia),

Δ_Y — odchylenie regulacji,

Z_{opt} — optymalne wielkości zadane przez system nadrzędny,

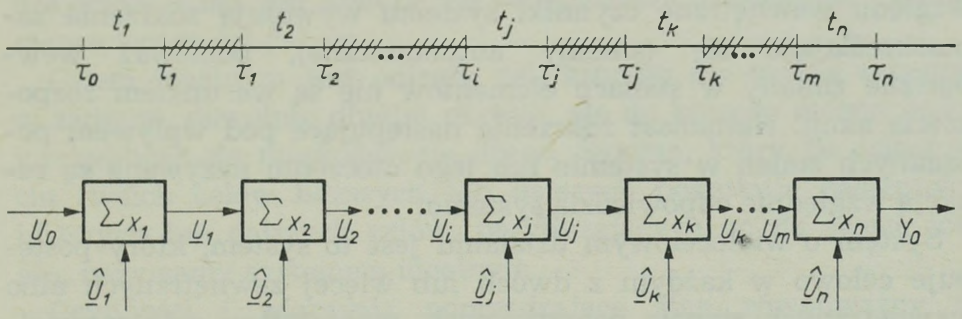
η_p — kryterium porównawcze dla wzorców W.

Procesowe (procesualne, rozwojowe) odwzorowanie systemu wynika z traktowania systemu jako ciągu wyróżnionych stanów w czasie. Podstawowym pojęciem jest tutaj okres życia — przedział czasu, cykl trwania — w którym dany stan systemu istnieje. Cykl trwania T dzieli się na ciąg (łańcuch, szereg) stanów systemu $\Sigma_{to}, \Sigma_{ti} ..., \Sigma_{tn}$. Analizując stan systemu w pewnym momencie czasu $t_o, t_1, ..., t_n$ i jego stany w przeszłości, wydziela się stany niezmienne w jego strukturze i organizacji, na podstawie których można wnioskować o stanach przyszłych.

Związek między oddzielnymi stanami w okresie rozwoju i życia

systemu określa się pojęciem przejścia. Związki przejścia (U_1, U_2, ..., U_n) łączą poszczególne stany wyróżnione w jedną całość. Rezultatem przejścia jest przekształcenie, czyli transformacja (mutacja) stanów. Przejścia mogą być ściśle zależne tylko od przejścia poprzedzającego i wtedy mamy do czynienia z łańcuchem stanów typu Markowa [27], lub od dowolnych stanów wcześniejszych, co jest podstawą wyróżnienia systemów stochastycznych (losowych).

Odwzorowanie procesualne ma szczególne znaczenie w problematyce planowania, ponieważ umożliwia śledzenie kolejnych



$\tau_0, \tau_1, \ldots, \tau_n$ – momenty czasu (punkty)
$t_1, \ldots, t_n$ – przedziały (okresy)
$\underline{U}_0, \underline{U}_1 \ldots, \underline{U}_n$ – wektory przekształcenia
$\hat{\underline{U}}_1, \hat{\underline{U}}_2, \ldots, \hat{\underline{U}}_n$ – wektory decyzji (wyboru celu)
$\Sigma_{X_1}, \Sigma_{X_2}, \ldots, \Sigma_{X_n}$ – przejściowe stany systemu
$\underline{Y}_0$ – wektor przejścia do celu idealnego

9. Procesualne odwzorowanie systemu

stanów systemu i jego otoczenia, budowanie informacji w szeregach statystycznych oraz podejmowanie decyzji zmierzających do uzyskania najkrótszą drogą bądź najmniejszym wysiłkiem stanu pożądanego (rys. 9).

Przykładem procesualnego (rozwojowego) odwzorowania systemu są roczniki statystyczne, zawierające szeregi chronologiczne charakterystyk systemu (wskaźników) na tle szeregów chronologicznych otoczenia. Opisują one z reguły cele systemu

[27] D.N. Chorafas: *Procesy statystyczne i niezawodność urządzeń*, Warszawa 1963, s. 179—182.

(charakterystyki planowane), nakłady (kwantyfikowane cele pośrednie) oraz wyniki (charakterystyki osiągnięte).

Przez stan otoczenia systemu rozumie się zbiór wyznaczających go własności w określonym przedziale czasowym. Stan elementów i ich otoczenia wyznacza się w ten sam sposób. Zdarzenie w systemie (lub otoczeniu) oznacza zmianę jednej lub kilku strukturalnych własności systemu, dokonaną w określonym przedziale czasowym za pomocą akcji (czynności).

Akcja (czynność) wewnętrzna systemu wywołuje zdarzenie, które następuje niezależnie od zmian w otoczeniu systemu. Z tego względu wewnętrzne czynniki systemu wywołują zdarzenia samookreślające się (zmiany autonomiczne), ponieważ wewnętrzne zmiany w stanach elementów nie są warunkiem rozpoczęcia akcji. Natomiast zdarzenia następujące pod wpływem pożądanych zmian w systemie lub jego otoczeniu nazywane są reakcją względnie odpowiedzią systemu.

System o wielocelowym działaniu jest to system, który postępuje celowo w każdym z dwóch lub więcej zewnętrznych albo wewnętrznych stanów początkowych, wybierający cele rozdzielnie spośród co najmniej dwóch różniących się stanów w wypadku, gdy cele były zdeterminowane przez stan początkowy.

System docelowy należy do systemów wielocelowych, mających kilka rozdzielczych celów o wspólnych własnościach. Te wspólne własności (cechy) wyróżniają system, który może realizować rozmaite cele, nie dokonując jednakże wyboru celu, który ma być zrealizowany. Ten bowiem cel jest już wyznaczony poprzez pierwsze zdarzenie. System ten może jednak wybierać środki do realizacji swoich celów.

System z celem uświadomionym jest to system, który może wytwarzać dowolne wyjście w różny sposób przy jednakowym (wewnętrznym lub zewnętrznym) stanie, jak również rozmaite wyjścia przy jednakowych lub zmieniających się stanach. System z celem uświadomionym może zmieniać swoje cele przy warunkach niezmiennych. Dokonuje wyboru wyników, jak też środków do ich uzyskania, a następnie realizuje swoje zamierzenia.

Cel bliższy (cel pośredni, rubież celu) systemu z uświadomio-

Biblioteka Główna AGH

nym celem jest stanem preferowanym dla danej sytuacji, który może być osiągnięty w bliższym przedziale czasu.

Cel dalszy (cel końcowy, cel finalny) systemu z celem uświadomionym jest to stan preferowany dla danej sytuacji, którego nie można uzyskać w bliższym przedziale czasu, ale może być osiągnięty w dalszych przedziałach. Jeżeli zbiór możliwych stanów jest uporządkowany według jednego lub więcej kryterium, to każdy ze stanów zawiera w sobie wynik bezpośrednio wcześniejszy. Każdy z tych stanów może być celem w określonym przedziale czasowym, następującym po osiągnięciu celu poprzedzającego. Ciąg ten kończy się osiągnięciem „ostatniego" stanu, stanowiącego cel dalszy.

Celem idealnym jest odległy cel, którego nie można osiągnąć w żadnym, dowolnie długim okresie, ale do którego można dążyć i przybliżać się nieskończenie długo. System, który po osiągnięciu swoich celów bliższych lub dalszych poszukuje następnych bliższych lub dalszych celów, przybliżających go do swego ideału, nazywamy systemem idealnym.

Czynności i zdarzenia poprzedzające stan równoważny ze stanem docelowym nazywamy nakładami [28] (w wyrażeniu pieniężnym — kosztami), a stan docelowy — wynikiem. Związki między nakładami na dany proces a jego wynikiem stanowią osnowę pojęcia efektywności. Nieosiągalnym ideałem systemu jest realizowanie celów bez żadnych nakładów, bez żadnej straty czasu [29]. Teoretyczny system idealny jest w praktyce nieosiągalny, ponieważ reprezentuje on abstrakcyjny system nie wymagający żadnych nakładów przy równocześnie nieograniczonej wielkości wyniku. Jest on zatem równoznaczny ze stosowanym w matematyce pojęciem nieskończoności. Podobnie jak bez pojęcia nieskończoności matematyka i wszelki rachunek statystyczny nie mogłyby poczynić większych postępów, tak też pojęcie idealnego systemu wymaga wyznaczenia nieosiągalnego horyzontu dla

---

[28] Szczegółowe definicje nakładów i kosztów rozważane są w rozdz. VII.

[29] Problem projektowania systemów idealnych (*IDEALS — Ideal Design of Effective Logical Systems* — idealne projektowanie efektywnych i logicznych systemów) rozpatruje szczegółowo G. Nadler: *op. cit.*, s. 75—97.

twórczego procesu w projektowaniu coraz doskonalszych systemów. „System opierający się na zasadzie poszukiwania nieskończenie wielkiego wyniku bez żadnego kosztu jest granicą i podobnie jak każda granica — pożądanym ideałem, do którego trzeba ciągle zbliżać się, chociaż nie zostanie on nigdy osiągnięty" [30].

Praktyczne badania wymagają przejścia od opisanych pięciu głównych koncepcji modelowania systemów do szczegółowych metod i technik, omawianych w następnych rozdziałach. Uważa się powszechnie, że do odwzorowania mikroskopowego najlepiej nadaje się teoria zbiorów, dla procesualnego — metody statystycznego rachunku prawdopodobieństwa i teorii grafów, dla funkcjonalnego — metody badań operacyjnych, dla makroskopowego — metody teorii wektorów i tensorów. Na ściśle postawione pytanie, która z tych koncepcji jest najefektywniejsza, nie ma odpowiedzi ogólnie jednoznacznej. Zależy ona od charakteru badanego systemu (system materialny — techniczny lub biologiczny, system informacyjny, system kierowania), od celu i kierunku analizy, od przewagi metod indukcyjnych lub dedukcyjnych. Największą wartość miałoby odwzorowanie syntetyczne, łączące w jednym ujęciu wszystkie koncepcje. Takie ujęcie jest jednak jeszcze nawet teoretycznie dość dalekie; łączy się ono bowiem z koniecznością posługiwania się przestrzeniami wielowymiarowymi i wprowadza złożone problemy numeryczne bądź problemy wartościowania i agregacji zmiennych niewspółmiernych.

Najczęściej stan systemu przedstawia się łącznie z zarysem jego otoczenia. Sam system opisuje się jako hierarchię jednostek, które z kolei składają się z funkcjonalnych miejsc powstawania relacji, tworzących względnie stałą strukturę systemu. Z funkcjonalnego układu przechodzi się do procesualnego i po opracowaniu „wnętrza" systemu opisuje się relacje makroskopowe. Poszczególne odwzorowania uzupełniają się, a ich porządek może być odwrócony, jeśli pewne dane dotyczące systemu określone są z góry, jak np. okres życia systemu, jego otoczenie oraz treść

[30] J.K. Feibleman: *Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definition,* „Technology and Culture" 1961, nr 4, t. 2, s. 305—317.

stanowisk funkcjonalnych w organizmach żywych lub społecznych. Na przykład dla systemów społeczno-politycznych, do których należy system obrony, dane jest z góry środowisko ekologiczne i geopolityczne. To zaś decyduje o sposobie „poruszania się" wśród warunków ograniczających od jednego odwzorowania do drugiego, np. od procesualnego do makroskopowego, a następnie przez hierarchiczne do funkcjonalnego i w końcu do mikroskopowego [31].

Tradycyjnym przykładem ekonomicznego odwzorowania systemu jest klasyfikacja budżetowa: bilans dochodów i wydatków reprezentuje odwzorowanie makroskopowe; budżet w układzie resortowym (części) odpowiada odwzorowaniu mikroskopowemu; podział na rodzaje działalności — odwzorowaniu funkcjonalnemu, a na pozycje — w pewien sposób uproszczonemu odwzorowaniu procesualnemu.

Często przyjmuje się założenie upraszczające etapy badania przez wyłączenie któregoś sposobu odwzorowania. Na przykład wyłącza się opis procesualny i rozpoczyna od badania otoczenia, sprowadzając przy tym złożoną hierarchię systemu do jednego poziomu.

Orientację przy wyborze koncepcji odwzorowania systemu ułatwia wstępna ocena systemu z punktu widzenia kilku zasadniczych pojęć, stanowiących główne kryteria klasyfikacji systemów. Należą do nich pojęcia: stabilności, równowagi, ergodyczności, entropii, różnorodności i wartości systemu.

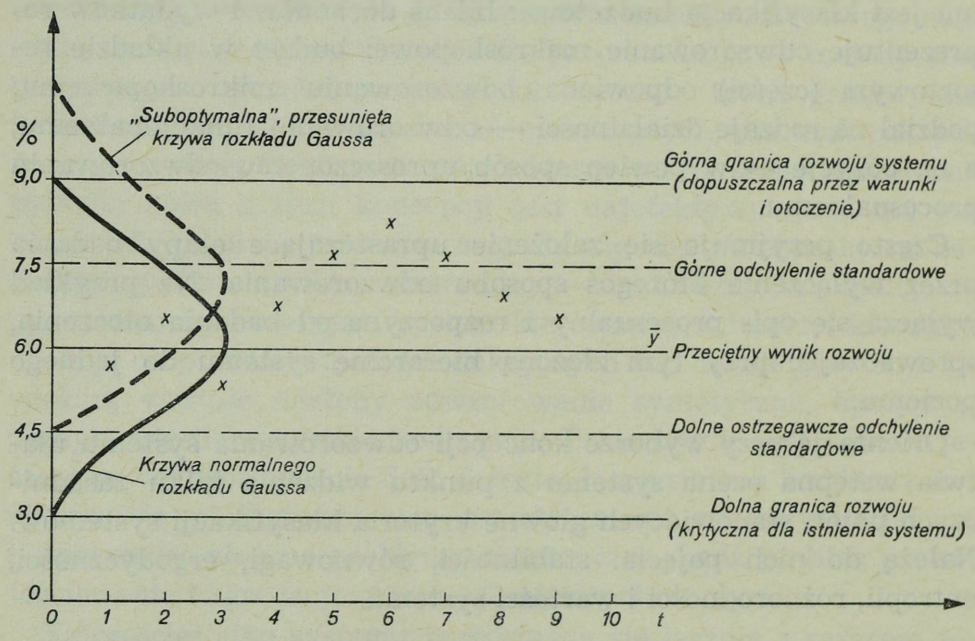
3. Stabilność systemu i ergodyczność rozwoju

Z rozważań dotyczących pojęcia i sposobów odwzorowania systemu wynika, że systemy działają i rozwijają się w określonej przestrzeni wielowymiarowej (obszar, czas, systemy otaczające), wyznaczonej przez wewnętrzne i zewnętrzne warunki ograniczające, czyli przez charakterystykę systemu i jego otoczenia. Warunki te przy dużych uproszczeniach modelowych można wyzna-

---

[31] W.G. Gorochow: *op. cit.*, s. 77.

czyć na jednej płaszczyźnie przez dwie linie krytyczne: dolną, poniżej której system ulega jakościowemu przekształceniu (np. zniszczeniu), oraz górną, przy której system w danych warunkach działa optymalnie. System docelowy powinien zmierzać do wyboru ścieżki rozwojowej, która w zmieniających się warunkach wewnętrznych oraz pod wpływem otoczenia zdąża do górnej, optymalnej linii funkcjonowania i rozwoju systemu. Statystycznie można tę sytuację zilustrować rys. 10.



10. Ograniczony obszar rozwoju systemu

Jeśli przyjmiemy pewien parametr jako kryterium rozwoju (np. stopę rocznego przyrostu dochodu narodowego, budżetu obrony, siły ogniowej, zdolności uderzeniowej itp.), to zauważamy, że w poszczególnych latach przybiera on rozmaite wartości (oznaczone przez x) powyżej lub poniżej parametru przeciętnego $\bar{Y}$, określonego w rys. 10 na poziomie 6%. Pułap maksymalny wynosi 9%, a minimalny poziom krytyczny — 3%. Poszczególne punkty wyznaczają poziomy osiągnięte w kolejnych latach i wskazują, że krzywa normalnego rozkładu, oparta na osi pionowej,

przesunęła się na rysunku ponad przeciętną, obserwowaną w latach t (0, 3). Przesunięcie to określa linia przerywana, zwana suboptymalną krzywą rozkładu. Poszczególne wartości parametru Y w momentach t_1, t_2, ..., t_n charakteryzują stan systemu w czasie, a ich średnie — trajektorię rozwoju systemu za dany czas.

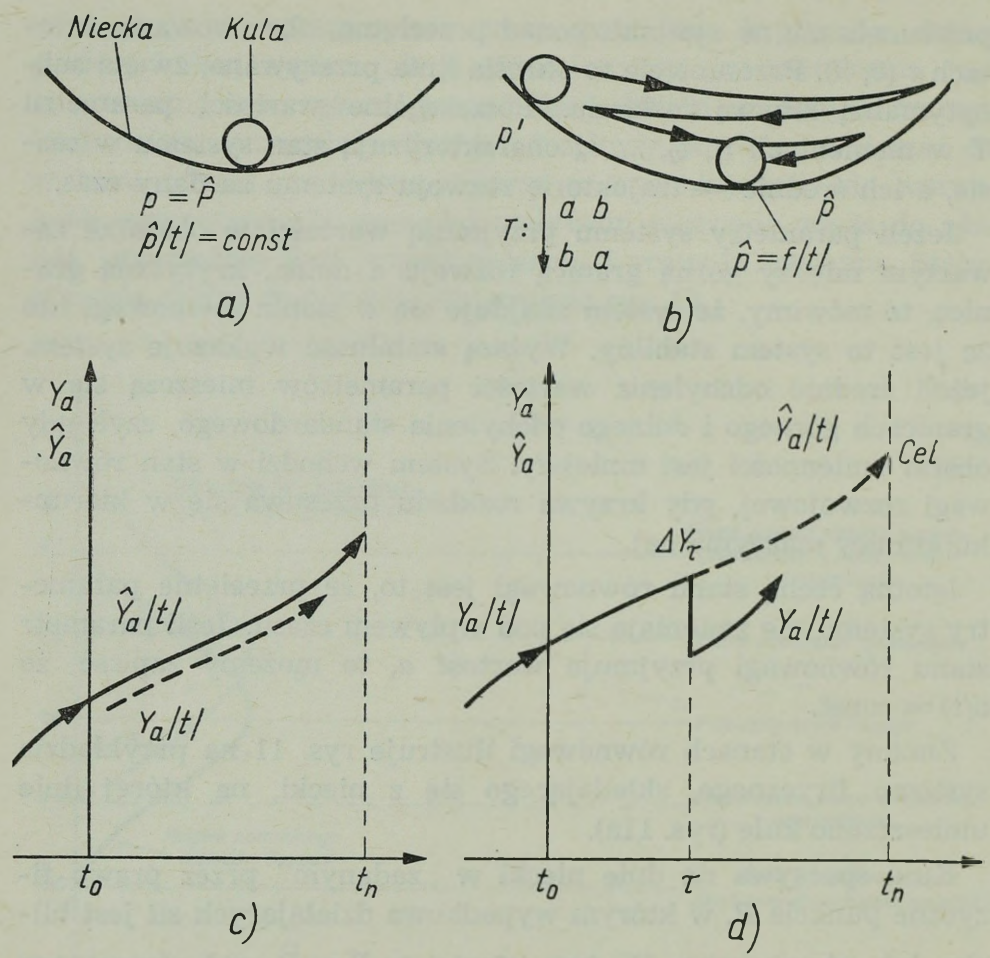
Jeżeli parametry systemu przyjmują wartości w obszarze zawartym między górną granicą rozwoju a dolną, krytyczną granicą, to mówimy, że system znajduje się w stanie równowagi lub że jest to system stabilny. Wyższą stabilność wykazuje system, jeżeli średnie odchylenia wartości parametrów mieszczą się w granicach górnego i dolnego odchylenia standardowego, czyli gdy obszar zmienności jest mniejszy. System wchodzi w stan równowagi rozwojowej, gdy krzywa rozkładu przesuwa się w kierunku granicy maksymalnej.

Istotną cechą stanu równowagi jest to, że przeciętne parametry systemu nie zmieniają się pod wpływem czasu. Jeśli parametr stanu równowagi przyjmuje wartość a, to możemy zapisać, że $a(t) = \text{const}$.

Zmiany w stanach równowagi ilustruje rys. 11 na przykładzie systemu fizycznego, składającego się z niecki, na której dnie umieszczono kulę (rys. 11a).

Kula spoczywa na dnie niecki w „zadanym" przez prawo fizyczne punkcie P, w którym wypadkowa działających sił jest bliska lub równa zero. W tym stanie $a : P = \hat{P}$, zaś równowaga zachowana jest dopóty, dopóki nie zadziałają na układ żadne siły, to znaczy dopóki $a(t) = \text{const}$. Jest to system statyczny.

W systemach dynamicznych z reguły występuje sytuacja przedstawiona na rys. 11b i 11c. Kula, przemieszczając się wahadłowo, znajduje się kolejno w różnych położeniach wokół punktu zadanego, określającego stan równowagi stałej. Średnia współrzędnych punktów P odpowiada matematycznie pewnej wartości. Wartość ta potraktowana jako funkcja czasu (rys. 11c) może przyjmować różne wielkości w sposób skokowy lub ciągły, dając statystyczny rozkład zilustrowany na rys. 10. Średnia ta, jak już wspomniano, wyznacza kierunek rozwoju systemu i nazywana jest w terminologii ekonomicznej i cybernetycznej wartością wio-



11. Statyczny (*a*) i dynamiczny (*c*) stan równowagi, samoregulujące się zachowanie systemu (*b*, *d*)
Źródło: wg S. v. Känel: *op. cit.*, s. 124—125.

dącą. Wartość wiodąca w określonym punkcie lub w oznaczonym przedziale czasu może być traktowana jako wartość zadana [32] czyli jako norma, którą powinien spełniać stan wyjścia systemu.

Jeżeli odchylenia od wartości zadanej mają charakter przejściowy, a $Y_a\ (t) \rightarrow a(t)$, system taki nazywamy systemem stabilnym, ponieważ zmierza on do określonego stanu równowagi. Jeżeli stan równowagi nadąża w czasie za zmianą wielkości zasile-

[32] S. von Känel: *op. cit.*, s. 122—123; O. Lange: *Wstęp do cybernetyki w zarządzaniu*, wyd. cyt. s. 214.

nia $u(t)$, nazywamy go dynamicznym, ruchomym lub chwiejnym. Jeśli stan równowagi jest niezmienny, gdy zasilenie jest wielkością stałą, czyli $u(t) = \text{const}$, nazywamy go stacjonarnym. Pojęcie stabilności systemu wyraża więc jego zdolność do samoczynnego zmniejszania wpływu zakłóceń aż do całkowitego ich wyeliminowania po pewnym czasie. Zdolność systemu do zachowania równowagi nawet poza liniami krytycznymi nazywana jest ultrastabilnością [33].

Jeżeli wartości systemu zmieniają się dyskretnie (skokowo), stan ten zapisujemy przez $\hat{Y}_{a,t}$, jeśli w sposób ciągły $\hat{Y}_a(t)$. Ustalenie wartości wiodącej w czasie daje obraz funkcji wiodącej, charakteryzującej dany proces rozwoju. Jeśli wartości rzeczywiste w procesie rozwoju w określonym czasie t odpowiadają wartościom zadanym (to znaczy mieszczą się w obszarze dopuszczalnych odchyleń), system jest w równowadze; można zapisać, że parametr $a : Y = \hat{Y}$, gdzie Y jest rzeczywistą wartością w momencie czasu t, a $\hat{Y}$ wartością zadaną (normą).

Rzeczywiste systemy podlegają nieprzewidzianym z ich punktu widzenia oddziaływaniom, nazywanym zakłóceniami (zaburzeniami) lub zmiennymi zakłócenia. Pod wpływem zakłócenia parametr systemu zmienia wartość a na b; na rys. 11b punkt $p' \neq \hat{P}$.

Przy zestawieniu obydwóch pojęć „równowaga" i „zakłócenie" rodzi się podstawowe pytanie cybernetyczne, czy system pozostawiony własnym regułom działania (i tylko własnym) jest w stanie tak reagować na zakłócenia, ażeby po wyprowadzeniu ze stanu równowagi ponownie do niego wrócić; na przykład system fizyczny z rys. 11 b po szeregu transformacjach T powraca z położenia p' do położenia $\hat{P}$. Transformacja ze stanu a w stan b następuje pod wpływem akcji zakłócenia, na które reakcją systemu jest powrotne przejście z b do a, oznaczające zakończenie transformacji i odzyskania równowagi. System władający taką transformacją nazywa się systemem samostabilizującym, samoregulującym lub samosterującym. Cecha samostabilizacji odnosi się jed-

[33] J. Gościński: *Elementy cybernetyki w zarządzaniu*, Warszawa 1968, s. 214.

nak tylko do pewnego obszaru (rys. 10) zwanego obszarem samostabilizacji (samosterowania), określonego granicami stabilizacji [34]. W granicach obszaru samostabilizacji system może kompensować zakłócenia przez transformację zilustrowaną na rys. 11b. Jeśli zakłócenie jest tak silne, że wyprowadza system poza obszar samostabilizacji, wtedy nie może on we własnym zakresie wrócić do równowagi, wymaga „pomocy zewnętrznej" lub ulega przekształceniu w inną jakość T: $\begin{matrix} a & b \\ \downarrow & \\ a & b \end{matrix}$. Systemy, które w wyniku zakłóceń łatwo przechodzą poza obszar samostabilizacji i nie powracają do niego same, nazywają się systemami niestabilnymi.

Zakłócenia powodują, że w danym momencie τ rzeczywista wartość parametru rozwoju różni się od wartości zadanej $\hat{Y}$. Stan systemu opisywany jest przez odchylenie Δ_τ oraz przez b: $\Delta Y_\tau = Y_\tau - \hat{Y}_\tau$ dla danego τ w przedziale $[t_o, t_n]$.

Jeżeli system w procesie rozwoju wykazuje zdolność kompensowania zakłóceń, to transformacja T przebiega w sposób zilustrowany na rys. 11d, to znaczy, że $\Delta Y(t) \to 0$ lub $Y_a(t) \to \hat{Y}_a(t)$ dla $t \to t_n$ przy zmiennej ciągłej w czasie. Warunkiem równowagi dynamicznej, czyli powracania systemu do stanu a, jest znajdowanie się odchylenia ΔY_τ w obszarze samostabilizacji między maksymalną granicą rozwoju (pułapem) a dolną granicą krytyczną. Rozkład statystyczny odchyleń powinien być zbieżny do $\hat{Y}_a(t)$, a proces rozwojowy zmierzający do celu wyznaczonego na czas t_n, opisywany przez funkcję $Y_a(t)$ lub $Y_{a,t}$ niezależną od przejściowych stanów b.

Cecha systemu, umożliwiająca mu pomimo zakłóceń poruszanie się po wyznaczonej trajektorii rozwoju, czyli zdolność systemu do utrzymania stabilności dynamicznej, należy do podstawowych charakterystyk tzw. procesów ergodycznych. Procesy ergodyczne opisuje się za pomocą trzech zmiennych: obszaru ergodyczności procesu rozwojowego, czasu trwania ergodyczności oraz szybkości procesu ergodycznego.

---

[34] W.R. Ashby: *op. cit.*, s. 114—319.

Obszar ergodyczności procesu rozwojowego wyznaczany jest liczbą wartości ΔY_τ, dla których funkcja $Y_a(t)$ zmierza do $\hat{Y}_a(t)$. Jeżeli ΔY_τ mieszczą się w obszarze ergodyczności, to wpływ zakłócenia po pewnym czasie znika. Gdy odchylenia ΔY_τ wykraczają poza obszar ergodyczności, zakłócenia wpływają na rozwój do czasu ich skompensowania przez pomoc zewnętrzną.

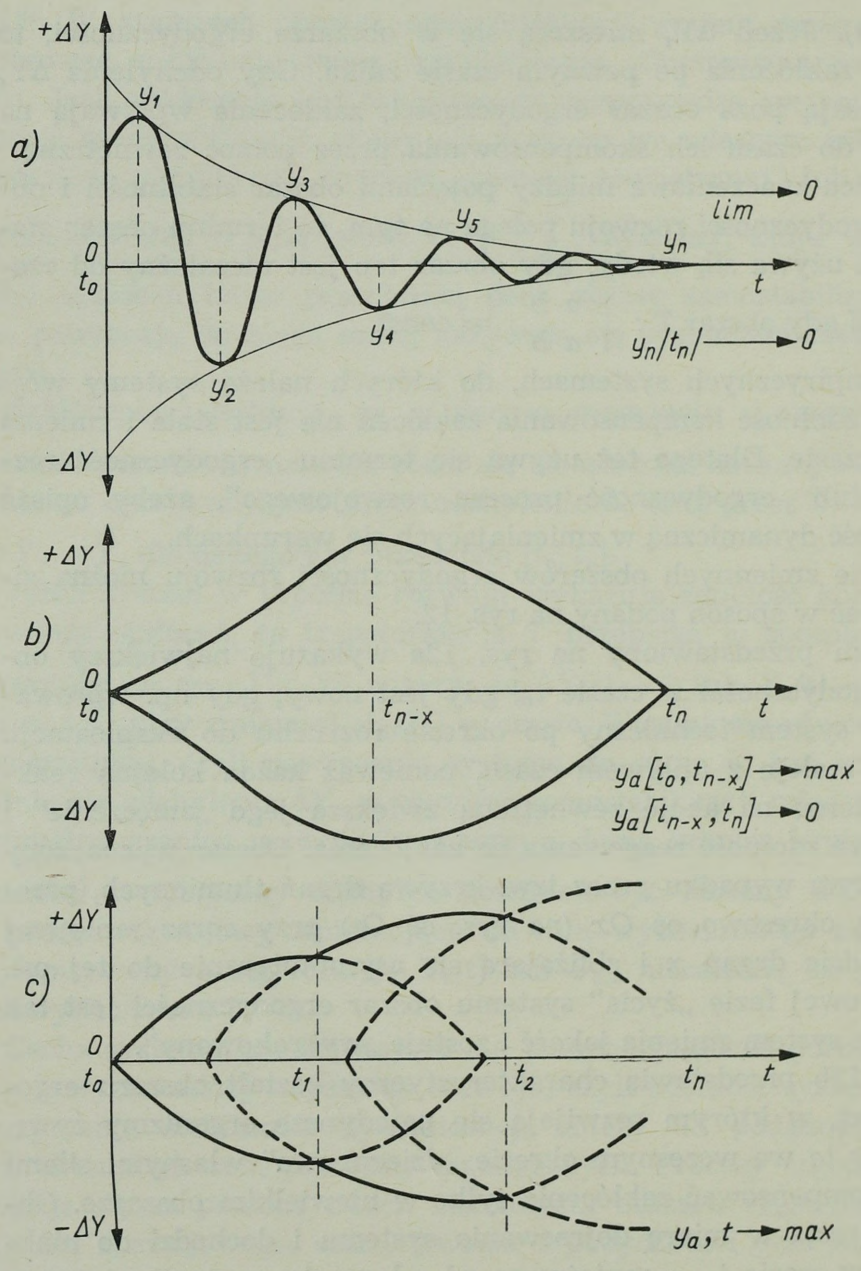
Różnica znaczeniowa między pojęciami obszar stabilności i obszar ergodyczności rozwoju polega na tym, że terminu obszar stabilności używa się wtedy, gdy obszar ten jest niezależny od czasu, czyli gdy obszar $T: \begin{vmatrix} a & b \\ a & b \end{vmatrix} = \text{const.}$

W empirycznych systemach, do których należą systemy wojskowe, zdolność kompensowania zakłóceń nie jest stała i zmienia się w czasie. Dlatego też używa się terminu „ergodyczność rozwoju" lub „ergodyczność procesu rozwojowego", ażeby opisać stabilność dynamiczną w zmieniających się warunkach.

Pojęcie zmiennych obszarów ergodyczności rozwoju można zilustrować w sposób podany na rys. 12.

System przedstawiony na rys. 12a wykazuje największy obszar ergodyczności w czasie t_o, gdy jest nowy; gdy np. wprowadza się system techniczny po okresie rozruchu do eksploatacji. Obszar maleje z upływem czasu, ponieważ każda kolejna reakcja systemu na akcję zewnętrzną zwiększa jego „zmęczenie" i zmniejsza zdolność reagowania na zakłócenia. Obszar wyznaczony jest w tym wypadku przez tzw. krzywą drgań tłumionych, przecinającą okresowo oś Ox (na rys. oś Ot) przy coraz mniejszej amplitudzie drgań x i zbliżającą się asymptotycznie do tej osi. W końcowej fazie „życia" systemu obszar ergodyczności jest tak mały, że system zmienia jakość i zostaje „wybrakowany".

Rys. 12b przedstawia charakterystyczny kształt obszaru ergodyczności, w którym rozwijają się pojedyncze organizmy żywe. Systemy te we wczesnym okresie „dzieciństwa" własnymi siłami mogą kompensować zakłócenia tylko w niewielkim obszarze. Obszar wzrasta w miarę dojrzewania systemu i dochodzi do maksimum w czasie t_{n-x}, mniejszym od całego okresu życia systemu. Z chwilą przejścia systemu w okres „starzenia" obszar ergodyczności maleje w postaci zbliżonej do krzywej drgań tłumionych.



12. Zmienne obszary ergodyczności rozwoju

W czasie t_n system martwy nie wykazuje żadnego obszaru ergodyczności.

Rys. 12c przedstawia system, którego przykładem może być socjalistyczny system społeczno-ekonomiczny, oparty na cyklicznej reprodukcji rozszerzonej. Po przekroczeniu rozruchu wstępnego system dochodzi w czasie t_1 do maksymalnego obszaru ergodyczności dla danego cyklu, dla danej generacji rozwoju. Równocześnie narasta następny cykl: powstają nowe zakłady; kadry zdobywają wyższe kwalifikacje i powiększają obszar ergodyczności rozwoju, uzyskując kolejny maksymalny obszar dla swej generacji w czasie t_2, w którym poprzednia generacja wyeksploatowała swój obszar. Kolejne etapy powiększania obszaru ergodyczności są prawem społecznego rozwoju. Jeżeli prawo to nie jest przestrzegane, system ulega starzeniu i wyeliminowaniu z grupy autonomicznych systemów współzawodniczących.

Czas trwania ergodyczności jest w procesie rozwojowym systemu pewnym przedziałem $t_1 \leqslant t \leqslant t_2$, w którym rozwój ma charakter ergodyczny [35]. Jeżeli przedział ten mieści się w granicach $-\infty\, t < +\infty$, proces rozwoju systemu nazywamy stale ergodycznym; ograniczenie przedziału zmienia rozwój w przejściowo ergodyczny. Pewne systemy mogą w czasie rozwoju tracić i odzyskiwać ergodyczność.

Jeżeli rozwój odbiega narastająco od wiodącej jego funkcji, proces ten i jego fazę nazywa się antyergodycznymi.

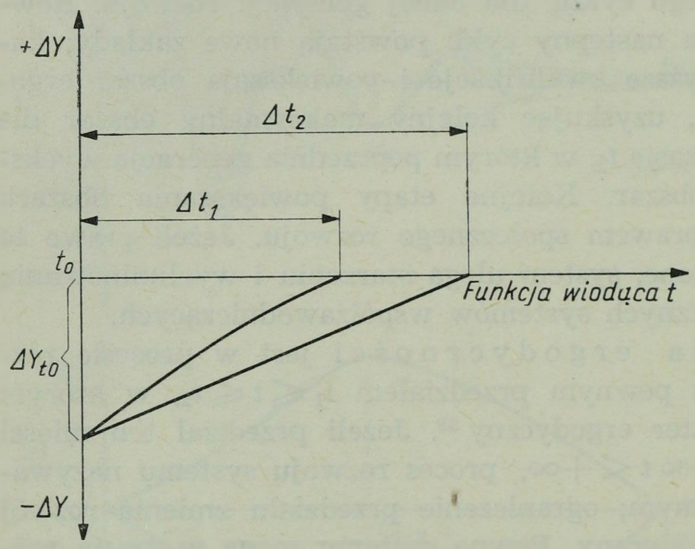
Szybkość ergodyczności określa czas, w jakim usuwane są zakłócenia z procesu rozwojowego lub innymi słowy, jak szybko rzeczywiste wartości procesu rozwojowego zbliżają się do wartości zadanych przez funkcję wiodącą. Jeżeli przez Y_E oznaczamy szybkość ergodyczności, to możemy zapisać $V_E = \frac{|\Delta Y|}{\Delta t}$, gdzie $|\Delta Y|$ oznacza wartość modularną kompensowanego odchylenia, a Δt — odcinek czasu, w którym ΔY ulega „wygładzeniu". Pojęcie szybkość ergodyczności ilustrowane jest na rys. 13.

Na rysunku 13 widać, że to samo odchylenie ΔY_{to} może być

---

[35] O. Lange: *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, Warszawa 1962, s. 80.

kompensowane w różnych przedziałach czasu Δ_{t1} lub Δ_{t2}, co oznacza różną szybkość ergodyczności Y_E. Charakterystyczne jest także zdążanie szybkości procesu ergodycznego do zera, co oznacza, że zakłócenia w rozwoju systemu mogą trwać dłużej, a proces zdążania w kierunku funkcji stawać się wolniejszy. Jeżeli następuje to w końcowej fazie ergodyczności, system „starzeje



13. Różna szybkość ergodyczności rozwoju

się" i wykazuje zmniejszoną zdolność przystosowawczą do zmieniających się warunków. Mniejsza szybkość w fazie początkowej wskazuje na niepełną dojrzałość systemu. Tak więc podczas trwania ergodyczności zmienia się zarówno jej obszar, jak i szybkość. Jeżeli w systemie nie dochodzi do pozytywnych zmian jakościowych, jego obszar ergodyczności maleje.

Pojęcia stabilności i ergodyczności dla planowania rozwoju konkretnego systemu mają podstawowe znaczenie. One właśnie charakteryzują „życie systemu", jego cechy własne, oraz wskazują na zakres niezbędnego oddziaływania zewnętrznego dla utrzymania systemu w równowadze dynamicznej. Z kategorią ergodyczności łączą się wszystkie planistyczne problemy opóźnienia reakcji systemu i jej przyśpieszenie. Przy ich praktycznym rozwiązywaniu ujawnia się fakt, że proces rozwojowy w znaczeniu długofalowym występuje tylko wtedy, gdy w systemie po-

wstają nowe cechy wyższe jakościowo, to znaczy, gdy system „dojrzewa". Same zmiany ilościowe nie są wystarczające do utrzymania systemu w równowadze z rywalizującym otoczeniem. Niezbędny jest wzrost jakościowy. Wyjaśnił to materializm historyczny, znajdujący obecnie dalsze potwierdzenie we współczesnej interpretacji pojęć całości, relacji i rozwoju.

Zarówno rozwój w pobliżu granic obszaru ergodyczności, jak też przy ich przekroczeniu, wywołuje reakcję w systemach sąsiadujących w bliższym i dalszym otoczeniu. Stąd przy wyborze sposobu rozwoju, jak i jego trajektorii, planista musi uwzględniać skutki reakcji otoczenia.

4. Entropia systemu

Stabilność i ergodyczność charakteryzują system głównie w stosunku do jego otoczenia. Wewnętrzne stosunki charakteryzuje entropia systemu. Z samej definicji systemu jako dynamicznego zbioru elementów sterowalnych (a zwłaszcza z definicji podanej w „ósemce") wynika istnienie różnorodności stanów systemu tak w stosunku do otoczenia (wejścia, wyjścia), jak i wewnątrz systemu. Różnorodność dotyczy struktury jego elementów, hierarchii jednostek i funkcji przekształcania, przybierającej w miarę upływu czasu rozmaite wartości i tym samym stanowiącej podstawę wyróżnienia elementów i jednostek w systemie. Innymi słowy, bez różnorodności nie może być dynamicznego systemu złożonego, przynajmniej w znaczeniu praktycznym. Jeśli pewne systemy traktujemy jako zbiory dodatnie ze znakiem plus, a inne zbiory przeciwstawne — jako ujemne ze znakiem minus, nie oznacza to, że istnieje pośredni system „zero", czyli taki, w którym nie ma żadnych elementów i który *sensu stricto* „nie istnieje".

Różnorodność jest podstawą jakościowego wyróżnienia zmiennych i wartości parametrów w obszarze ergodyczności systemu. Różnorodność może być ograniczona przez znajdywanie wspólnych cech i eliminowanie cech nieistotnych lub sprzecznych.

Jeżeli obszar ergodyczności systemu złożonego ulega zmianie, powstaje praktyczny problem, w jaki sposób system może go po-

większyć w ramach danych ograniczeń lub po ich usunięciu. Przyjmując ograniczenia jako wielkość względnie stałą, system może zwiększyć obszar ergodyczności przez wzrost wewnętrznej zdolności do zmniejszania reakcji na zakłócenia. Zdolność do minimalizowania skutków zakłóceń w systemie (czyli minimalizacji reakcji systemu) osiągana jest w procesie samoregulacji systemu, nazywanej w klasycznej terminologii organizacją systemu, a w terminologii cybernetycznej sterowaniem (samosterowaniem) systemu [36].

Sterowanie jest aktywnym, świadomym oddziaływaniem systemu na przebiegające w nim procesy. Zmierza ono poprzez zbieranie, przekazywanie, gromadzenie i przetwarzanie informacji o parametrach systemu i jego otoczenia do takiego określania funkcji (procesu, hierarchii) dla każdego elementu i jednostki systemu, które w danym obszarze ergodyczności maksymalizuje zgodność tej funkcji z funkcją wiodącą całego systemu. Sterowanie jest zatem cechą, którą musi w stopniu zależnym od rozmaitych czynników dysponować system złożony (w znaczeniu biologicznym, społecznym i w pewnej mierze technicznym). Tak więc sterowanie występuje nierozdzielnie z samosterowaniem. Procesy sterowania i samosterowania są w swej istocie przeciwieństwem procesów dezorganizacji, ponieważ zmierzają one do oddziaływania na określone zmiany w systemie i w otoczeniu w taki sposób, aby system jako całość mógł najlepiej dostosować się do zmienionych warunków.

Innymi słowy w procesie organizacyjnym dąży się do zwiększenia prawdopodobieństwa zachowania się każdego elementu i jednostki systemu tak, jak wymaga tego kierunek rozwoju określony funkcją wiodącą systemu. Oznacza to oddziaływanie na system, które powoduje, że wyjścia z poszczególnych elementów, jednostek i całego systemu stają się bardziej określone, bardziej deterministyczne, a mniej probabilistyczne, że maleje różnorodność wyniku w stosunku do wyniku założonego. Intuicyjnie odczuwa

[36] Literatura nie daje jednoznacznego określenia na „sterowanie" i „samosterowanie". Samosterowanie wynika z własnej działalności systemu, ale „własnej" nie w sensie bezwzględnym, lecz w całym obszarze ergodyczności.

się, co potwierdzają tradycyjne założenia nauki, że zwiększenie określoności wyjścia uzyskuje się przez zmniejszenie ilości wyjść cząstkowych, czyli przez uproszczenie funkcji oraz zmniejszenie liczby elementów, przez zmniejszenie różnorodności. W miarę bowiem zwiększania liczby elementów może wzrastać liczba ich funkcji i stanów wyróżnionych, a zatem obniżać się określoność względnie łatwość określania wyjścia z systemu i tym samym wzrastać jego nieokreśloność. Przy powiększaniu różnorodności trudniej jest ustalać prawa rządzące daną różnorodnością.

Ścisłe rozpatrywanie różnorodności i nieokreśloności systemu koryguje w pewnej mierze poglądy intuicyjne. Wiąże się ono z pojęciem entropii, czyli stopnia uporządkowania (odwrotne ujęcie — stopnia nieuporządkowania, nieokreśloności lub nieoznaczoności) systemu z punktu widzenia prawdopodobieństwa jego stanów wyróżnionych. W innym ujęciu — informacyjnym — entropię określa się jako miarę uzyskanej informacji (lub miarę jej braku) o spójności między cząstkowymi funkcjami wiodącymi elementów i jednostek systemu a funkcją wiodącą całości.

Najczęściej jako poglądowe zjawisko fizyczne do wyjaśniania pojęcia entropii [37] wymienia się drugie prawo termodynamiki, mówiące o stałym procesie porządkowania czyli wyrównywania poziomów temperatury w danym środowisku, oddawania ciepła przez nośniki „nagrzane" nośnikom „chłodnym". Proces ten nosi nazwę entropii. Można go ogólnie określić jako tendencję układu do osiągnięcia równomiernego rozkładu energii. Rozproszenie miejscowych zagęszczeń energii oznacza wzrost entropii aż do osiągnięcia maksymalnej entropii, równej jedności, gdy rozkład energii będzie całkowicie równomierny. Zgodnie z modelem termodynamiki uporządkowanie jest bardziej naturalne, aniżeli chaos. Sugeruje to celowość metodologiczną rozpatrywania systemów cybernetycznych jako wykazujących tendencję do samoczynnego osiągania stanu uporządkowania zgodnie z pojęciem entropii, chociaż istnieje też w systemach przeciwstawna tendencja do zmiany istniejącego porządku.

[37] W.R. Ashby: *op. cit.*, s. 247; S. Beer: *op. cit.*, s. 30; L. Kuleszyński: *op. cit.*, s. 99; S. von Känel: *op. cit.*, s. 138—139. Statystyczny model entropii można przedstawić za pomocą tzw. krzywej Lorentza.

Do wymiernego określenia entropii systemu można posłużyć się logarytmiczną miarą nieokreśloności systemu. Miara ta wiąże się z liczbową interpretacją informacji wprowadzoną przez Shannona.

Informacja — jak już wspomniano — oznacza wiadomości o systemie lub przekazywane do systemu, odznaczające się niezerową treścią informacyjną. Według teorii informacji wiadomości te są wielkością nieenergetyczną, dążącą do zmniejszenia informacyjnej i organizacyjnej entropii systemu.

W języku potocznym pojęcie informacji jest więc szersze; informacją nazywamy także wszystkie dane przetwarzane na automatach liczących, ponieważ zmniejszają one pewną nieokreśloność stanu. W znaczeniu węższym termin „dane" oznacza zakodowane w liczbach lub innych symbolach formy przedstawiania wiadomości. Tak np. w technologii automatycznego przetwarzania informacji przez termin „dane" rozumie się każdy zbiór znaków przyjmowanych na wejściu, porządkowanych, przetwarzanych i wydawanych na wyjściu. Dane mogą być: liczbowe, alfabetyczne (łącznie — alfanumeryczne), kodowane znakami szczególnymi, podstawowe (pierwotne, pozycyjne, scalone, zdanie, blok, masyw) oraz zbiorcze. Teoria informacji wprowadza rozróżnienie między elementami danych a informacją, chociaż przy przetwarzaniu danych na automatach liczących często używa się tych terminów zamiennie.

Ścisłe zdefiniowanie informacji i entropii wymaga dłuższego wywodu. Załóżmy, że dla zdarzenia (X) istnieje szereg (K) możliwych wyników (Y_1, Y_2, ..., Y_k). Jeżeli prawdopodobieństwo każdego wyniku określimy przez $P(Y_1)$, $P(Y_2)$, ..., $P(Y_k)$, to nieokreśloność zdarzenia można przedstawić w postaci następującego skończonego układu równań:

$$X = \begin{pmatrix} Y_1, Y_2, \ldots, Y_k \\ P(Y_1), P(Y_2), \ldots, P(Y_k) \end{pmatrix} \tag{1}$$

Jeżeli wszystkie K wyniki są jednakowo prawdopodobne, to prawdopodobieństwo każdego z nich jest ułamkiem $\frac{1}{K}$. Jeśli zdarzenie ma tylko jeden wynik ($K = 1$), jest ono „stuprocentowo" pewne, a jego nieokreśloność równa się zero. Przy $K = 2$ nieokreśloność różni się od zera i wzrasta wraz ze zwiększeniem liczby możliwych wyników. Nieokreśloność zdarzenia jest zatem funkcją liczby jego możliwych wyników.

W zdarzeniu złożonym z dwu zdarzeń niezależnych X i Z ma zastosowanie teoria rachunku prawdopodobieństwa, według której prawdopodobieństwo zdarzenia złożonego z niezależnych zdarzeń elementarnych równa się iloczynowi ich prawdopodobieństw (rozdz. IV, pkt 4). Dla zdarzenia X założyliśmy K wyników o jednakowym prawdopodobieństwie, a dla zdarzenia Z przyjmijmy liczbę wyników równą L. Można dokazać, że nieokreśło-

ność zdarzenia złożonego XZ równa się sumie nieokreśloności zdarzenia X i Z. Ale zdarzenie XZ ma $K \cdot L$ jednakowo prawdopodobnych wyników, co otrzymuje się przez zestawienie każdego możliwego wyniku ze zbioru K dla zdarzenia X z każdym wynikiem ze zbioru L dla zdarzenia Z. Wynika stąd, że poszukiwana miara nieokreśloności powinna spełnić warunek, w którym funkcja iloczynu jest równa sumie funkcji:

$$f(kl) = f(k) + f(l).$$

Ten warunek jest spełniony przez funkcję logarytmiczną i tylko — jak można wykazać — przez nią: $\log (kl) = \log k + \log l$. Logarytm K przy $k = 1$ wynosi zero i wzrasta przy zwiększaniu K. Z uwagi na to, że funkcja logarytmiczna odpowiada swoimi własnościami pojęciu nieokreśloności, została przyjęta za jej miarę. Równocześnie miara nieokreśloności jest miernikiem ilości informacji o prawdopodobieństwie zdarzeń.

Jeżeli np. zdarzenie będzie miało $k = 4$ wyniki, to nieokreśloność zdarzenia wyznacza się wielkością log 4, a każdy jednakowo prawdopodobny wynik wywołuje nieokreśloność równą $\frac{1}{4}$ logarytmu k. Dla przykładu ogólnego zapis przedstawia się następująco:

$$\frac{1}{k} \log k = -\frac{1}{k} \log \frac{1}{k}. \tag{2}$$

Wykorzystując własność funkcji logarytmicznej, zgodnie z którą $\log k = -\log k^{-1}$, otrzymujemy pod znakiem logarytmu prawdopodobieństwo każdego wyniku równe $\frac{1}{k}$. Odstępując od założenia o jednakowym prawdopodobieństwie wyników zdarzenia X, możemy przyjąć, że nieokreśloność każdego wyniku mierzy się logarytmem jego prawdopodobieństwa $-\log P(Y_1)$.

Ilość informacji określa się w teorii informacji jako usunięcie lub zmniejszenie nieokreśloności zaistnienia dowolnego zdarzenia. Innymi słowy miara tej ilości przedstawia się jako różnica nieokreśloności pewnego wyniku przed i po zaistnieniu zdarzenia. Przyjmijmy, że nieokreśloność wyniku Y_1 przed zdarzeniem mierzy się wielkością $\log P_0(Y_1)$, a po zdarzeniu $\log P_1(Y_1)$. Wtedy ilość otrzymanej informacji o wyniku Y po zaistnieniu zdarzenia X będzie równa

$$\mathrm{Inf}\,(Y_i) = \log P_1(Y_i) - \log P_0(Y_i) = \log \frac{P_1(Y_i)}{P_0(Y_i)}. \tag{3}$$

Załóżmy, że zdarzenie przebiega według znanego wyniku Y. Wtedy $P_1(Y_1) = 1$, a ilość informacji równa się:

$$\mathrm{Inf}\,(Y_i) = \log \frac{1}{P_0(Y_i)} = \log 1 - \log P_0(Y_i). \tag{4}$$

Ponieważ logarytm $1 = 0$, to z (4) ilość informacji wynosi:

$$\text{Inf}\,(Y_1) = -\log P_o(Y_i). \tag{5}$$

Z powyższego wyciągamy ważny wniosek o znaczeniu praktycznym: im większe jest prawdopodobieństwo wyniku przed zaistnieniem zdarzenia, tym mniejszą ilość informacji otrzymuje się w związku z jego zaistnieniem.

Załóżmy, że zdarzenie X mogło mieć dwa możliwe wyniki z prawdopodobieństwem $P(Y_1) = 0{,}99$ i $P(Y_2) = 0{,}01$. Zaistnienie pierwszego wyniku daje informację równą $-\log 0{,}99 \approx 0{,}005$ (dla logarytmów o podstawie 10). Przy zaistnieniu drugiego wyniku ilość otrzymywanej informacji równa się $-\log 0{,}01 = 2$. Im mniej prawdopodobny był wynik zdarzenia, tym więcej informacji zawiera wiadomość o jego zaistnieniu.

Ta własność miary informacji odpowiada intuicyjnemu rozumieniu informacji, kształtującemu się wśród dowódców rozwiązujących operatywne zadania w strumieniu zdarzeń wcześniej nie przewidywanych. Na przykład w rozumieniu meldunku „informacja" oznacza zaistnienie jakiegoś nowego faktu. Nie jest nią raport problemowy, dotyczący teoretycznych rozważań, uogólniających doświadczenie. Większe poruszenie wywołują wiadomości mało prawdopodobne, zaskakujące, zawierające dużą ilość informacji; komunikaty nieoczekiwane odbiera się jako bardziej informacyjne w porównaniu z tymi, które były przewidywane.

Komunikat o tym, że przodujący oddział wykonał zadanie ogniowe, nie wywołuje u dowódcy większej emocji. Ale wiadomość o tym, że oddział ten może nie wykonać zadania, zmusza go do działania, bo w drugim przypadku otrzymał więcej informacji.

Różnica wartości informacyjnej $\log P_1(Y_i) - \log P_o(Y_i)$ charakteryzuje ilość informacji w stosunku do pojedynczego wyniku Y_i. Zdarzenie X, jak założyliśmy, może mieć szereg wyników, z których każdy wnosi swój wkład w nieokreśloność zdarzenia X. Uogólnienie polega więc na znalezieniu wyrażenia dla miary nieokreśloności zdarzenia X przy uwzględnieniu wszystkich możliwych wyników jego realizacji. Nieokreśloność poszczególnych wyników powinna wejść w poszukiwaną miarę z pewnym „ciężarem gatunkowym", którym może być np. prawdopodobieństwo zaistnienia każdego wyniku oddzielnie.

Wyrażenie na średnią wielkość nieokreśloności wszystkich możliwych wyników, zważoną według współczynników ich prawdopodobieństwa, przyjmie postać:

$$\frac{-P(Y_1)\ \log P(Y_1) - P(Y_2)\ \log P(Y_2) - \ldots - P(Y_k)\ \log P(Y_k)}{P(Y_1) + P(Y_2) + \ldots + P(Y_k)}. \tag{6}$$

Przy założeniu wynikającym z definicji, że całkowite prawdopodobień-

stwo równa się jedności, wartości mianownika $P(Y_1) + P(Y_2) + ... + P(Y_k) = 1$; stąd wartość całego wyrażenia ułamkowego równa się wartości jego licznika. Tę właśnie wartość zapisaną syntetycznie jako:

$$H(X) = -\sum_{1}^{k} P(Y_i) \log P(Y_i) \tag{7}$$

(przy $i = 1, ..., k$) nazywa się entropią stanu X systemu, która jest miarą jego średniej nieokreśloności.

Jeżeli np. prawdopodobieństwo poszczególnych wyników (stanów) systemu przyjmie następujące wartości:

$$\begin{pmatrix} Y_1 & Y_2 & Y_3 & Y_4 \\ 0{,}3 & 0{,}4 & 0{,}2 & 0{,}1 \end{pmatrix}$$

to przy zastosowaniu logarytmów dziesiętnych[38] według powyższego wzoru otrzymujemy wartość entropii zdarzenia X:

$$H(X) = -(0{,}3 \log 0{,}3 + 0{,}4 \log 0{,}4 + 0{,}2 \log 0{,}2 + 0{,}1 \log 0{,}1) = 0{,}5558.$$

Entropia osiąga maksimum przy równym prawdopodobieństwie wszystkich wyników i zmniejsza się w miarę zwiększania różnicy w poszczególnych wynikach.

W zdarzeniu złożonym YZ jego entropia równa się sumie entropii składowych zdarzeń elementarnych Y i Z, jeżeli są one od siebie niezależne.

Gdyby w pewnym systemie poszczególne zdarzenia, czyli wyjścia z jednych elementów do innych, były od siebie niezależne, system taki byłby systemem w maksymalnym stopniu niezorganizowanym. Ustalenie prawidłowości powiązań i współdziałania między elementami byłoby niemożliwe, a stopień nieokreśloności systemu byłby równy sumie entropii poszczególnych elementów. W takim wypadku nie można właściwie mówić o systemie w rozumieniu definicji „ósemki".

Przedstawiona treść pojęć informacji i entropii systemu leży u podstaw współczesnej teorii informacji i zarządzania, mającej ogromne znaczenie dla praktyki podejmowania decyzji. Potwierdza ona, że nie ma informacji bezwzględnej; jest tylko informacja względem jednego zdarzenia lub celu zawartego w innym zdarzeniu. Jest to miara pozwalająca oceniać stopień sprzężeń między zjawiskami i celami. Informację zawierają tylko te wiadomości,

---

[38] Przy zastosowaniu logarytmów o podstawie 2 otrzymujemy wartość informacji w jednostkach bitowych.

które zmniejszają nieokreśloność dotyczącą wyniku interesujących nas zdarzeń. Bez informacji nie można sterować systemami w sposób zapewniający zmniejszanie ich entropii i ograniczanie różnorodności stanów oraz oczekiwanych wyników, przy których $H(XZ) = 0$. Maksymalny stopień zorganizowania systemu ma miejsce wtedy, kiedy wszystkie wyniki zdarzeń odpowiadają wynikowi zdeterminowanemu, to jest centralnie z góry znanemu (założonemu) wynikowi, wykazującemu całkowite prawdopodobieństwo zaistnienia równe jedności. Ten maksymalny stopień zorganizowania oznacza jednak także całkowitą zależność wszystkich elementów od dowolnego wejścia do systemu, czyli tym samym wrażliwość każdego elementu na zaburzenie wewnętrzne i zewnętrzne.

Porównując powyższe stwierdzenie o organizacyjnym procesie minimalizacji entropii z rozważaniami o stabilności i ergodyczności systemu (podrozdz. 3) dochodzimy do wniosku, że wrażliwość wszystkich elementów systemu na zakłócenia zmniejszałaby jego zdolność do optymalizacji reakcji i zdolność adaptacji do zmieniających się warunków środowiskowych [39].

Tak więc sama intuicja i dążenie do mechanicznego ograniczenia entropii systemu i jego uproszczenia nie może być uznane za jedyne zadanie organizacji. Trzeba też mieć na względzie elastyczność, zdolność samodzielnego reagowania, zdolność dostosowania się poszczególnych elementów i ich łącznej struktury. Im większa jest współzależność elementów, tym mniejsza swoboda działania i dostosowywania się do lokalnych warunków, im mniej jest elementów w systemie, tym więcej różnorodnych obciążeń przypada na każdy z nich; powstają sytuacje dylematyczne, wymagające znalezienia złotego środka.

Badania entropii systemów doprowadziły do sformułowania tzw. prawa koniecznej różnorodności. Przy wielu założeniach uściślających wyraża się ono następująco:

$$H(Y)_{\min} = H(U) - H(\Omega),$$

gdzie $H(Y)_{min}$ — entropia zachowania się obiektu sterowanego, którą organ sterowania zamierza minimalizować;

[39] Por. L. Kuleszyński: *op. cit.*, s. 101—102.

$H(U)$ — miara różnorodności oddziaływań zakłócających;

$H(\Omega)$ — miara różnorodności zasilania sterującego, charakteryzująca możliwości organu sterowania.

Ograniczenie różnorodności w zachowaniu się obiektu sterowanego uzyskuje się tylko przez zwiększanie różnorodności zasilenia sterującego (rozkazów sterujących). Ażeby uzyskać maksymalnie określony (najmniej różnorodny, najmniej odchylony od zadanej normy) wynik systemu, organ sterujący musi być zdolny do wypracowania określonego minimum rozkazów i bodźców [40]. Jeśli jego moc jest poniżej tego minimum, nie jest on zdolny zapewnić pełnego sterowania. Jedynie różnorodność może zniszczyć różnorodność. System sterujący, system planujący nie może w danych warunkach zejść poniżej pewnej granicy prostoty czy też złożoności, ponieważ nie będzie zdolny do wystarczającego ogarnięcia różnorodności otoczenia. Podobnie istnieje pewne minimum różnorodności informacji na wejściu organu sterującego, niezbędne do wydania skutecznego minimum decyzji sterujących. Znalezienie tego minimum, zapewniającego skuteczne sterowanie, jest najważniejszym zadaniem budowy systemów informacyjnych.

W praktyce jest sprawą niezwykle trudną określenie optymalnego poziomu entropii systemu, optymalnego poziomu zorganizowania, chociaż ma to decydujące znaczenie dla planowania nakładów i wyników systemu. Entropii nie można obliczyć nie mając pełnego zbioru możliwych wyników i ich prawdopodobieństwa, którego wartości cząstkowe uzupełniają się do jedności. Tak samo nie można obliczyć entropii, gdy prawdopodobieństwo przejścia z jednego stanu w inny zależy nie tylko od stanu poprzedzającego, lecz także od „historii" systemu. Dla całości obliczenia znaczną komplikację wnoszą wagi poszczególnych wyników. Mimo jednak trudności w klasycznie wymiernym zastosowaniu pojęcia entropii systemu złożonego (np. społeczno-gospodarczego),

[40] W.R. Ashby: *op. cit.*, s. 290; *Sowierszenstwowanije uprawlenija narodnym choziajstwom na osnowie ekonomiko-matiematiczeskich mietodow i wyczislitielnoj tiechniki. Aktualnyje problemy uprawlenija ekonomikoj, wyd. cyt.*, t. 1, cz. 2, s. 140—150.

samo jego zrozumienie pozwala na zajęcie dogodnego punktu obserwacyjnego o dużym polu widzenia, na którym nie zostaje przesłonięta celowość istnienia antyentropijnego samosterowania, niezbędnego do utrzymania stabilności i ergodyczności procesu rozwojowego systemu dynamicznego.

5. Zasady klasyfikacji systemów w planowaniu

K r y t e r i a o g ó l n e. Podstawą klasyfikacji logicznych są cechy tożsamości, podobieństwa lub odmienności, charakteryzujące klasyfikowane zbiory przedmiotów. Cechą wyróżniającą pewną klasę w danym zbiorze nazywamy kryterium. Jak wiadomo, cechy mogą być oceniane lub mierzone za pomocą kilku skal: skali nominalnej (zwanej też skalą mianową, definicyjną, techniczną, klasyfikacyjną, pojęciową lub jakościową), skali porządkowej, skali ilościowej oraz skali wartościowej.

Skala n o m i n a l n a umożliwia wyróżnienie czyli ogólną identyfikację obiektów i ich elementów w zbiorach (systemach) niejednorodnych. Konsekwencją skali nominalnej jest z reguły wniosek, że wyróżnione za jej pomocą zbiory są niesumowalne (nieaddytywne) dopóki wyrażane są w mianach (nazwach) stanowiących kryterium tej skali. Tak więc zbiory wyróżnione mianem sztuk (np. konkretne pojazdy, uzbrojenie, kierowcy, operatorzy) nie są sumowalne ze zbiorami wyrażonymi w kilometrach (przebyte trasy), godzinach (zużyty czas pracy), kilogramach (zużyte paliwa), złotówkach (wydatkowane środki pieniężne) itd., aczkolwiek miana te są elementami lub zdarzeniami tego samego systemu. Sumowania wszystkich zbiorów można dokonać tylko pod warunkiem przekształcenia ich elementów do postaci wspólnego miana, np. w wartościowym wyrażeniu pieniężnym lub zastosowania szczególnego kryterium zawierającego wspólną cechę addytywną.

Skala p o r z ą d k o w a umożliwia na podstawie wybranego kryterium ustalenie pewnego porządku, kolejności między obiektami, czyli określenie ich względnej równowartości, równorzędności, nadrzędności (dominacji) lub podrzędności. W skali tej nie

określa się jednak dokładnie, o ile pewien obiekt jest wartościowszy, użyteczniejszy, lepszy, ważniejszy od innego obiektu.

Skala porządkowa stanowi m. in. podstawę dziesiętnych (klasycznych) i innych tradycyjnych systemów miar, dziesiętnych klasyfikacji Deweya (dziesiętny system planu kont), w których kolejny rząd wyznaczany jest przez odpowiedni współczynnik proporcjonalności, np. rzędy miar ciężaru, masy, czasu, przestrzeni itp. Zbiory uszeregowane w skali porządkowej są z reguły sumowalne po dokonaniu przekształceń liniowych.

Skale ilościowe służą do określania wymiernych stosunków między obiektami charakteryzowanymi za pomocą cech jednorodnych.

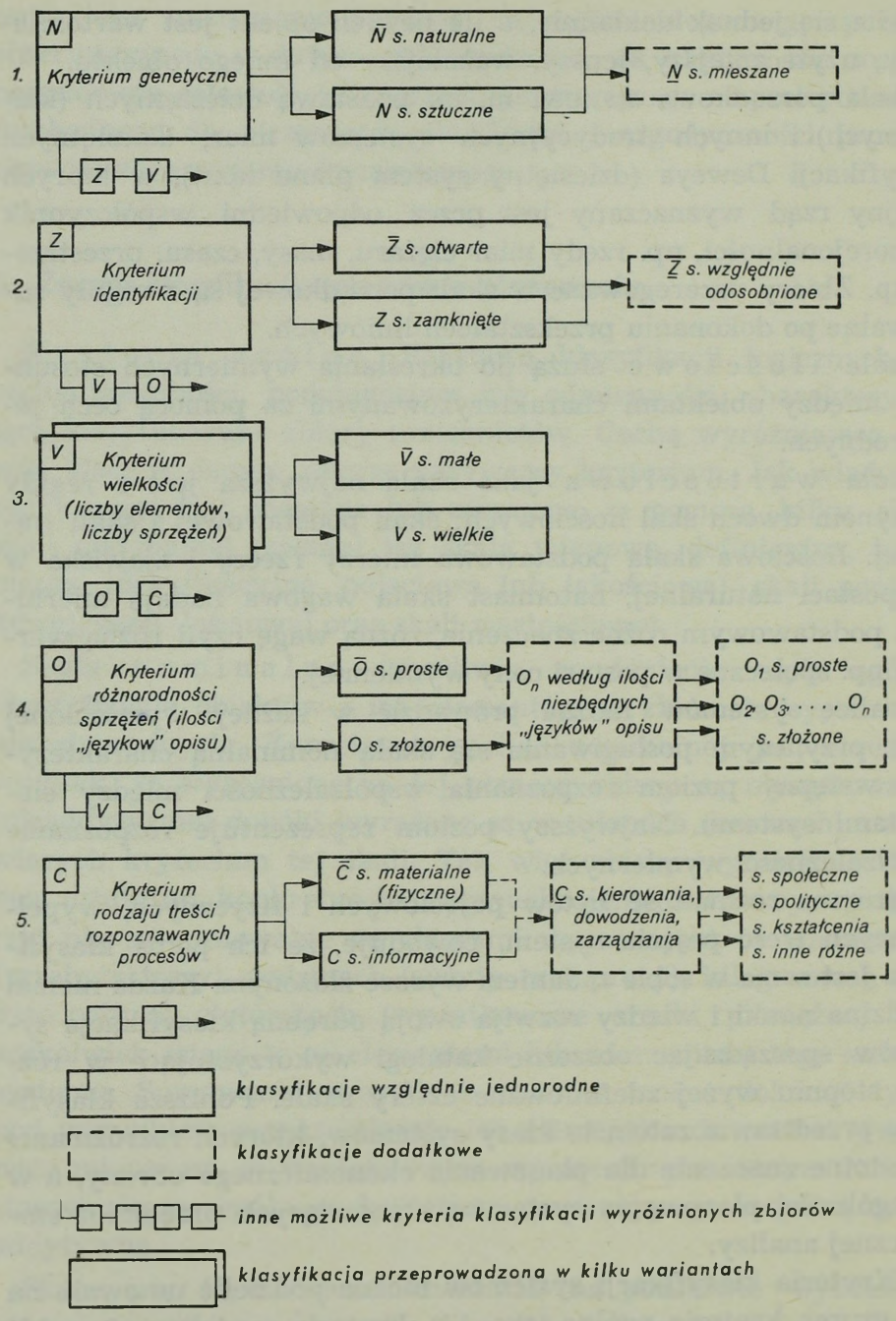
Skala wartościowa jako skala najwyższa jest z reguły iloczynem dwóch skal ilościowych: skali podstawowej i skali wagowej. Ilościowa skala podstawowa mierzy rzeczy i zjawiska w ich postaci naturalnej, natomiast skala wagowa nadaje miernikom podstawowym różne znaczenie, różną wagę czyli różną wartość, np. społeczną w postaci ceny wymiennej.

Analizę systemów można prowadzić w każdej wymienionej skali, przy czym posługiwanie się skalą nominalną charakteryzuje wstępny poziom rozpoznania współzależności między elementami systemu. Najwyższy poziom reprezentuje rozpoznanie współzależności wymiernych.

Ogromna rozmaitość bytów pojęciowych i fizycznych, wypełniających treść pojęcia system, powoduje, że ich pełna klasyfikacja jest sama w sobie zadaniem wysoce złożonym. Każda niemal dziedzina nauki i wiedzy rozwija swoją odrębną klasyfikację systemów sporządzając obszerne katalogi wykorzystujące w różnym stopniu wyżej zdefiniowane cztery skale. Poniższa klasyfikacja przedstawia zatem te klasy systemów, których rozróżnianie ma istotne znaczenie dla planowania ekonomicznego obrony, a w szczególności planowania systemów stanowiących przedmiot empirycznej analizy.

Kryteria klasyfikacji systemów można podzielić umownie na trzy grupy: kryteria ogólne (rys. 14), kryteria modelowe (rys. 15) i kryteria sterowalności systemów (rys. 16) [41].

[41] Por. E.S. Majminas: *op. cit.*, s. 50—70.



14 Ogólne kryteria klasyfikacji systemów

Do ogólnych zaliczono kryteria: genetyczne, identyfikacji, wielkości, różnorodności i rodzaju treści.

Najbardziej intuicyjna klasyfikacja dzieli systemy na naturalne i sztuczne (l. N). Do naturalnych zalicza się systemy wytworzone siłami przyrody, a do sztucznych — te systemy, które w większym lub mniejszym stopniu wytworzyła działalność ludzka, oparta na wykorzystaniu praw przyrody [42]. Kryterium genezy (powstania systemu), aczkolwiek zupełnie oczywiste w stosunku do większości wyrobów przemysłu przetwórczego, nie jest dostatecznie ścisłe i często zawodzi. Po pierwsze — w wielu systemach naturalnych (nawet biologicznych) człowiek dokonał istotnych zmian, a po drugie — najważniejsze z punktu widzenia planowania systemy społeczno-gospodarcze mają charakter mieszany, łączą w sobie zarówno cechy naturalne, jak i sztuczne. Istnieje przekonanie, że cechy naturalne, zwłaszcza w systemach biologicznych, są trudno zmienialne lub wcale nie zmienialne w danej generacji systemu, podlegają pewnym regułom homeostazy, hamującej skłonność do zmian. Cechy genetyczne determinują wybór metod sterowania systemu, określają obszary, czas trwania i szybkość jego ergodyczności (por. rys. 12), pojemność i zdolność przetwarzania informacji. Z reguły systemy sztuczne mają względnie krótki okres rozwoju (albo nawet w ogóle okres taki nie występuje, jeśli przyjmiemy moment pełnego uruchomienia za punkt zerowy — rys. 12a), po którym następuje stałe zmniejszanie się obszaru, czasu trwania i szybkości ergodyczności systemu. W systemach naturalnych, szczególnie w ożywionych, obserwuje się względnie długi okres rozwoju systemu, prowadzący do osiągnięcia maksymalnych parametrów ergodyczności, które następnie maleją aż do całkowitego zaniku (rys. 12b). Systemy genetycznie mieszane (naturalne współdziałające ze sztucznymi) zachowują się w sposób bardzo zróżnicowany. Szczególną cechę genetyczną wykazują systemy społeczno-gospodarcze, reprodukujące się w sposób rozszerzony przez zanikanie elementów należących do wcześniejszych generacji i zastępowanie ich elementami generacji późniejszych o znacznie rozszerzonych charakterystykach ergodyczności (rys. 11c).

[42] Cz. Bąbiński: *op. cit.*, s. 83.

Z punktu widzenia planowania ekonomicznego istnienie współzależności między systemami naturalnymi i sztucznymi rodzi złożone problemy wartościowania elementów systemu. Elementy sztuczne ocenia się wartością nakładów pracy społecznej. Do oceny elementów naturalnych brak jest dotychczas jednoznacznej teorii (i praktyki), która pozwoliłaby rozwiązać większe zadania analizy systemowej, dotyczące rachunku nakładów i wyników złożonego systemu społecznego. Rozwiązanie bowiem wikła się w praktycznie niezbędnych uproszczeniach teorii wartości, renty, monopolu, które utrudniają pełną ocenę systemu mieszanego — jego nakładów i wyników.

Kryterium identyfikacji elementów systemu i jego całości umożliwia rozróżnianie i badanie systemów jako otwartych lub zamkniętych (2. Z). W systemach otwartych dopuszczalna jest zmienność liczby elementów, wejść i wyjść, natomiast w systemach zamkniętych tę zmienność wyklucza się, ponieważ wszystkie elementy i sprzężenia odwzorowuje się jako zamknięty krąg. W rzeczywistości nie istnieją systemy bezwzględnie zamknięte ani w klasie systemów naturalnych, ani w klasie systemów sztucznych. System idealnie zamknięty można sobie tylko wyobrazić jako nieosiągalne *perpetuum mobile*, które nie pobiera żadnej energii z zewnątrz i jej nie wydziela (nie traci). Często jednak w procesach badawczych wygodnie jest traktować środowisko lub jego elementy jako systemy względnie wyodrębnione (względnie odosobnione, relatywnie izolowane) w stosunku do innych systemów względnie odosobnionych. Można też traktować system względnie odosobniony jako system otwarty o elementach względnie zidentyfikowanych. W ten sposób wprowadza się kompromis między ułatwioną analizą systemów zamkniętych a rzeczywistością, składającą się z systemów otwartych. Sprawą zasadniczej wagi jest przy tym ścisłe rozróżnienie, „przecięcie" sprzężeń między systemem a otoczeniem.

Problem traktowania systemów jako otwartych lub zamkniętych odgrywa w ekonomii politycznej, w polityce gospodarczej, w technice planowania i kierowania gospodarką społeczną rolę podstawową. Z niego wypływa np. podział systemów społeczno-gospodarczych na jednostki utrzymujące się z budżetu i na jed-

nostki działające na rozrachunku gospodarczym. Pierwsze, traktowane jako otwarte, są z reguły cyklicznie dotowane z zewnątrz, a drugie — jako zamknięte dokonują w ramach własnych uprawnień cyklicznego obrotu środkami otrzymanymi z jednorazowej dotacji inwestycyjnej i w ten sposób same odtwarzają swoją zdolność do wykonania kolejnych zadań cyklicznych.

Kryterium w i e l k o ś c i systemu (3.V) uwzględnia liczbę elementów lub sprzężeń w systemie i umożliwia badaczowi względne zakwalifikowanie danego systemu do rzędu małych, średnich, wielkich oraz uzyskanie skali porządkowej w wypadku porównywania systemów jednorodnych [43]. Kryterium wielkości przy porównywaniu systemów niejednorodnych (należą do nich rozmaite systemy społeczno-gospodarcze) może często prowadzić do błędnych wniosków, ponieważ rangę systemu wyznacza także jego aktywność, wydajność itp. kategorie różnorodnej efektywności.

Kryterium r ó ż n o r o d n o ś c i sprzężeń (ilości języków opisu — 4.0) pozwala podzielić systemy na proste i złożone. Przez termin „różnorodność sprzężeń", „ilość języków opisu" rozumie się stopnie zróżnicowania mian (kategorii), jakimi trzeba opisywać poszczególne elementy i sprzężenia występujące w danym systemie. Porównując różnorodność sprzężeń z liczbą języków opisu możemy wyróżnić systemy jednojęzykowe, dwu- i wielojęzykowe. Tak np. bardzo wielki system bankowy może być adekwatnie opisany już w dwu językach: 1) w języku rachunku obrotów, sald i wyników pieniężnych; 2) w języku nazw kontrahentów systemu. W systemie planowania obronnego, jak to wynika z rozważań rozdz. II, nawet na najwyższym szczeblu agregacji trzeba posługiwać się językiem strategiczno-operacyjnym, organizacyjno-mobilizacyjnym, technicznym i ekonomiczno-gospodarczym, co kwalifikuje ten system do wielojęzykowej klasy systemów złożonych.

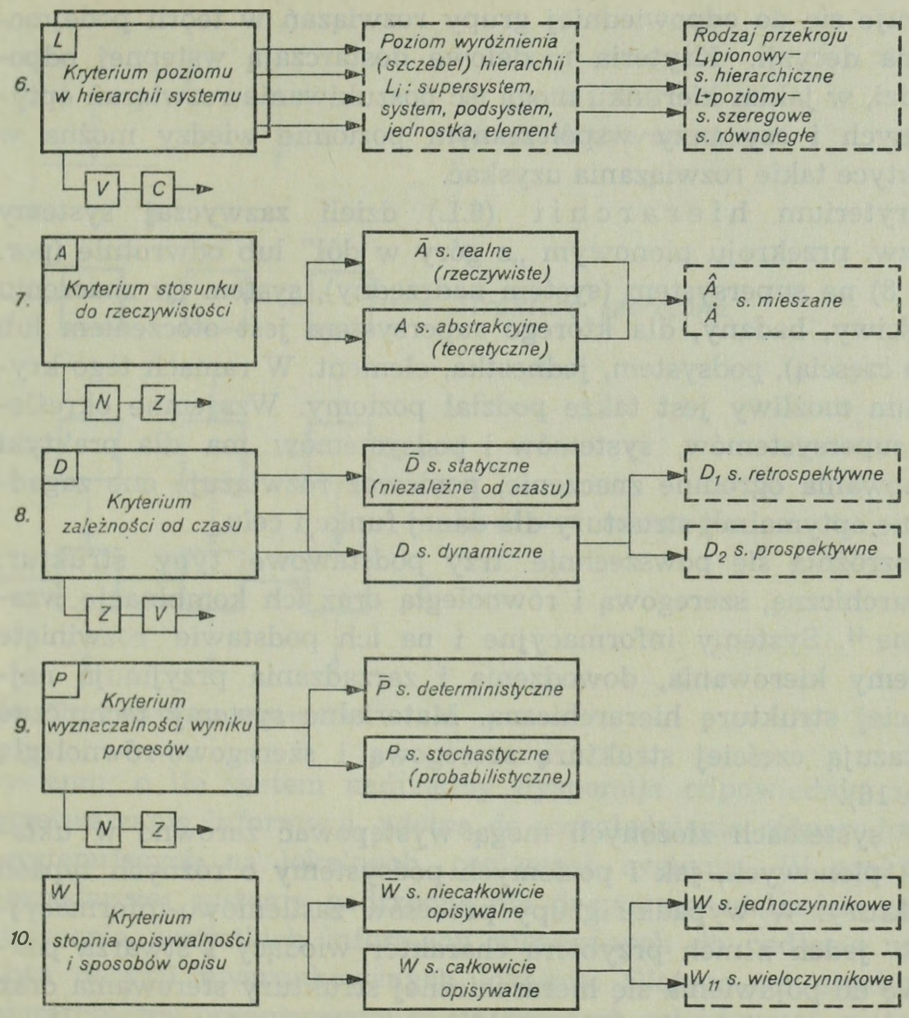
Kryterium r o d z a j u t r e ś c i rozpatrywanych procesów dzieli systemy na realizujące: procesy materialne, informacyjne oraz procesy dwuczynnikowe. Do procesów materialnych (fizycz-

[43] H. G r e n i e w s k i: *op. cit.*, s. 203—249.

nych, fizykalnych) zalicza się procesy, w których największe znaczenie mają przepływy materiałowo-energetyczne. Nazywa się je procesami zasilenia materiałowego lub po prostu procesami zaopatrzenia. Do procesów informacyjnych zalicza się te, w których przeważają przepływy informacyjne, w rozumieniu informacji omówionych w podrozdz. 4. Klasycznymi systemami materialnymi są np. systemy składnic i magazynów, a systemami informacyjnymi — biura rachunkowości, sprawozdawczości i statystyki, planowania i projektowania. W maszynach również wyodrębnia się procesy materialne, np. zespoły napędowe, od procesów informacyjnych, np. zespołów liczących obroty, zużytą energię, przebyte kilometry, osiągniętą wysokość itp. Procesy materialne i procesy informacyjne są ściśle ze sobą związane i stąd mówi się o przeważającym charakterze jednych lub drugich w zależności od punktu widzenia lub celu badania. Zidentyfikowanie przepływu materialnego wymaga bowiem odwzorowania informacyjnego, a to z kolei — nośnika informacji. Stan ten opisuje tzw. druga zasada dualizmu procesów zachodzących w systemach: dla dowolnego systemu materialnego można dobrać odzwierciedlający go system informacyjny i odwrotnie — dowolny system informacyjny realizuje się za pomocą określonego systemu materialnego.

Połączenie procesów materialnych z informacyjnymi stanowi osnowę złożonych systemów społeczno-gospodarczych, politycznych, technicznych, w których rozwijają się materialno-informacyjne procesy dwuczynnikowe: kierowania i zaopatrywania. Fakt, iż zarówno materialne procesy zaopatrzeniowe, jak i procesy informacyjno-decyzyjne są materiałochłonne i czasochłonne, rodzi dla planowania ekonomicznego szereg istotnych problemów: w jakich proporcjach rozdysponować siły i środki na zasilenie materialno-energetyczne i na informacyjne; w których kanałach prowadzić procesy dualne; w jakich węzłach gromadzić i przetwarzać niezbędną informację, eliminując jej składniki zbędne.

K r y t e r i a m o d e l o w e. Do najbardziej szczegółowych, modelowych kryteriów klasyfikacji systemów można zaliczyć kryteria: hierarchii, realności, zależności od czasu, stopnia wyznaczalności wyniku oraz stopnia opisywalności systemu.



15. Modelowe kryteria klasyfikacji systemów

Kryteria modelowe w połączeniu z omówionym kryterium identyfikacji systemu wpływają na wybór metod matematycznych, przebieg badań i obliczeń oraz na adekwatność wyników ilościowych. Kryteria modelowe pozwalają z matematycznego punktu widzenia określić, czy system jest stacjonarny, dyskretny, skończenie wymierny, liniowy, różniczkowalny, deterministyczny, jednokierunkowy lub odwracalny. W zależności od występowania lub braku pewnych cech badany system przyporząd-

kowuje się do odpowiedniej grupy rozwiązań w teorii podejmowania decyzji. Kryteria modelowe dostarczają wstępnej odpowiedzi, w jakim kierunku mogą iść poszukiwania rozwiązań optymalnych i czy przy współczesnym poziomie wiedzy można w praktyce takie rozwiązania uzyskać.

Kryterium hierarchii (6.L) dzieli zazwyczaj systemy w tzw. przekroju pionowym „z góry w dół" lub odwrotnie (por. rys. 8) na supersystem (system nadrzędny), system (w znaczeniu właściwy, badany, dla którego supersystem jest otoczeniem lub jego częścią), podsystem, jednostka, element. W ramach tego kryterium możliwy jest także podział poziomy. Wzajemne określenie supersystemów, systemów i podsystemów ma dla praktyki planowania ogromne znaczenie, ponieważ rozwiązuje ono zagadnienie optymalnej struktury dla danej funkcji celu.

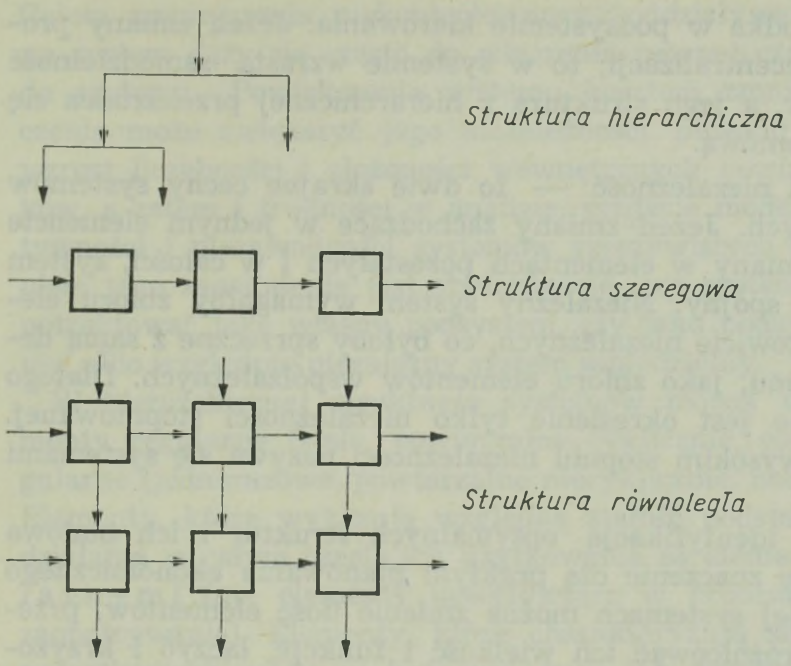
Rozróżnia się powszechnie trzy podstawowe typy struktur: hierarchiczną, szeregową i równoległą oraz ich kombinacje wzajemne [44]. Systemy informacyjne i na ich podstawie rozwinięte systemy kierowania, dowodzenia i zarządzania przyjmują najczęściej strukturę hierarchiczną. Materialne systemy techniczne wykazują częściej strukturę szeregową i szeregowo-równoległą (rys. 16).

W systemach złożonych mogą występować zarówno w układach pionowych, jak i poziomych podsystemy o różnych typach struktury. W wypadku grupy procesów zasileniowo-informacyjnych, jeden z nich przybiera charakter wiodący i stwarza podstawę do pojawienia się hierarchicznej struktury sterowania oraz do „naginania" do niego pozostałych procesów.

Charakterystyczną cechą struktur hierarchicznych jest agregacja i uśrednienie informacji trafiających z niższego poziomu do systemu nadrzędnego (por. rys. 8) oraz przekazywanie uśrednionych wzorcowych zadań dla podsystemów z propozycją uwzględnienia nietypowych warunków oddziaływania otoczenia lokalnego. Uśrednianie, typizacja, normalizacja i organizacja jako klasyczne formy dążenia systemów hierarchicznych do zmniejszenia ich nieokreśloności wpływają pozytywnie na efektywność

---

[44] R. Kulikowski: *op. cit.*, s. 44 i 274.



16. Typy struktur systemów

systemu, o ile system nadrzędny dysponuje odpowiednią mocą przetwarzania informacji, zdolną do uwzględnienia różnorodności występujących na lokalnych poziomach systemu. W praktyce gospodarczej systemy nadrzędne nie dysponują zdolnością przetworzenia wszystkich informacji niezbędnych do podjęcia mnóstwa decyzji uwarunkowanych lokalnie. Dlatego też struktury hierarchiczne organizowane są na zasadach selektywnej centralizacji i decentralizacji decyzji. Powstają wtedy różnego rodzaju struktury kaskadowe i kooperacyjne (jednopoziomowe), jako kombinacje układów szeregowych i równoległych, obniżające koszty sterowania. Istnieją też struktury hierarchiczne wysoce scentralizowane, w których wszystkie decyzje podejmuje centralny organ decyzyjny znajdujący się na szczycie hierarchii, rola zaś organów decyzyjnych na niższych poziomach sprowadza się do funkcji operatywnej realizacji decyzji podjętych przez organ centralny. Centralizacja umacnia strukturę hierarchiczną systemu. Na przykład rozwój automatyzacji gromadzenia i przetwarzania informacji prowadzi do wzrostu dominującej roli cen-

tralnego ośrodka w podsystemie kierowania. Jeżeli zmiany prowadzą do decentralizacji, to w systemie wzrasta samodzielność podsystemów, a jego struktura z hierarchicznej przekształca się w jednopoziomową.

Spójność i niezależność — to dwie skrajne cechy systemów hierarchicznych. Jeżeli zmiany zachodzące w jednym elemencie wywołują zmiany w elementach pozostałych i w całości, system jest wysoce spójny. Niezależny system wymagałby zbioru elementów całkowicie niezależnych, co byłoby sprzeczne z samą definicją systemu, jako zbioru elementów współzależnych. Dlatego też sensowne jest określenie tylko niezależności stopniowanej. Systemy o wysokim stopniu niezależności nazywa się systemami podzielnymi.

Poprawna identyfikacja optymalnych struktur i ich budowa ma kolosalne znaczenie dla praktyki planowania ekonomicznego obrony. W jej systemach można zmienić ilość elementów, przestawiać je, różnicować ich wielkość i funkcje, łączyć i krzyżować. Tak np. w strukturach szeregowych prawidłowy wynik zależny jest od pracy wszystkich ich elementów. W celu uniezależnienia wyniku końcowego od działania dowolnego elementu tworzy się struktury równoległe, których prawidłowe działanie i wyniki zapewnia się w ten sposób, że jeden szereg elementów traktowany jest jako roboczy, a drugi przyjmuje charakter rezerwy. W obydwu strukturach wyróżnia się elementy (podsystemy) brzegowe (pograniczne), dostosowane do bezpośredniego współdziałania z otoczeniem systemu, oraz elementy wewnętrzne. Elementy brzegowe na wejściach do systemu kształtuje się w ten sposób, ażeby niezależnie od zmian na swoich wejściach dawały z siebie wyjścia ustabilizowane, dzięki czemu wzrasta niewrażliwość systemu na zakłócenia z otoczenia. Wszelkie ochrony pogranicza, zwiady, straże przednie i tylne, głębokie ugrupowania frontowe i rozwinięte organy zaplecza są przykładami operacyjno-taktycznych elementów brzegowych, chroniących supersystemy strategiczne przed nienormalnymi wejściami. Dzięki wprowadzeniu do struktury wewnętrznej podsystemów względnie niezależnych, tzw. przechowujących (magazynów, rezerw), uszkodzenie lub wyłączenie jednych elementów nie przerywa działalności innych

Celem zmniejszenia niekontrolowanego oddziaływania otoczenia na system dąży się często do włączenia pewnej części otoczenia do systemu. Powiększenie systemu kosztem zmniejszenia otoczenia może zwiększyć jego niezależność; powoduje to jednak wzrost liczebności i złożoności wewnętrznych powiązań składników, a zatem i trudności w analizie, syntezie modelowej, operatywności i niezawodności systemów rzeczywistych [45]. Rozwiązaniem tego zagadnienia jest stwierdzenie, czy system „buforowy" potraktować jako własny podsystem, czy jako podsystem otoczenia, albo względnie niezależny system samodzielny.

W hierarchicznej strukturze systemów można wyróżnić elementy regularne (stałe, powtarzalne cyklicznie, ciągłe) i nieregularne (jednorazowe, powtarzalne niecyklicznie, niepowtarzalne). Elementy, które wykazują względną stałość podstawowego celu działania w całym czasie ich użytkowania są elementami r e g u l a r n y m i (np. elementy uczestniczące w procesach szkolenia, zaopatrywania). Elementy, które charakteryzują się zanikaniem początkowych celów w końcowej fazie ich działania, należą do n i e r e g u l a r n y c h (np. systemy inwestycyjne, faza zakupu)[46].

Współdziałanie między systemami należącymi do różnych poziomów hierarchii opiera się na trzeciej zasadzie dwoistości, stwierdzającej możliwość wzajemnego odzwierciedlenia informacji między sąsiednimi poziomami hierarchii. System nadrzędny jest metasystemem dla systemu podrzędnego, a informacja o systemie podrzędnym staje się metainformacją na poziomie nadrzędnym.

Kryterium stosunku do r z e c z y w i s t o ś c i (7.A) pozwala dzielić systemy na r e a l n e (rzeczywiste) i a b s t r a k c y j n e (idealne, teoretyczne) oraz na ich wzajemną kombinację — systemy mieszane. Miarą realności systemu jest jego występowanie w świecie działań praktycznych. Do typowych systemów idealnych należą systemy filozoficzne, systemy nauk abstrakcyjnych, których systemowość polega na zgodności aksjomatów i założeń traktowanych jako wejścia do systemu z wnioskami (teoremami), stanowiącymi wyjście.

---

[45] *Problemy sterowania wielkimi systemami*, Warszawa 1964.

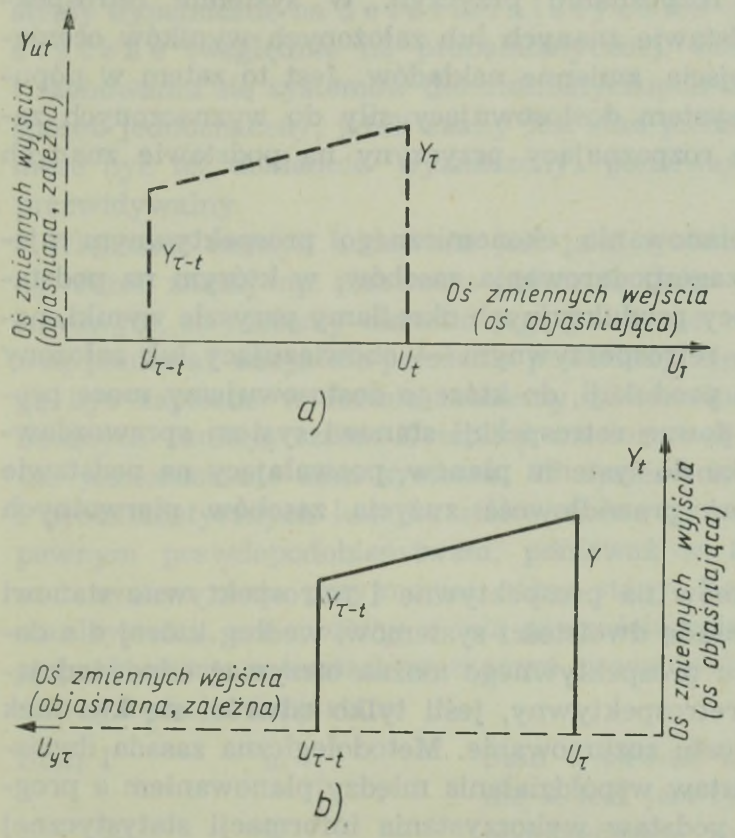
[46] H. G r e n i e w s k i: *op. cit.*, s. 149—203, 251—266.

Systemy realne mogą być modelowane realistycznie, to jest z niewielkimi uproszczeniami lub w sposób abstrakcyjny zawierający liczne uproszczenia, dopuszczalne przez teorię modelowania i merytoryczne cechy danego systemu. Badanie systemów złożonych zawsze wymaga daleko posuniętej abstrakcji. Systemy realne i ich realistyczne modele charakteryzuje względna stałość (niezmienność), wynikająca z ich zależności od wszechstronnego, rzeczywistego otoczenia. Cechy tej nie muszą wykazywać systemy abstrakcyjne, dla których zarówno otoczenie jak i struktura wewnętrzna mogą być odpowiednio dobierane według teoretycznych kryteriów logicznych. Z tego względu w systemach abstrakcyjnych dotyczących planowania występują niekiedy silne elementy postulatywne, przeciwstawiające się elementom realistycznym. Wysoce postulatywny plan rozwojowy określany jest niekiedy jako abstrakcyjny, natomiast mało postulatywny, naginający się do realistycznej oceny stanu istniejącego — jako nierozwojowy. W tym kryterium zawarte są rozmaite wyobrażenia o zgodności teorii z praktyką lub o wyprzedzaniu pierwszej przez drugą i odwrotnie. Powstaje zawsze pytanie, czy docelowy model planistyczny powinien wynikać z idei empirycznych, branych bezpośrednio ze świata rzeczywistości, czy z koncepcji zupełnie abstrakcyjnych lub teoretycznych. Systemowe podejście wyjaśnia ten problem zgodnie z pierwszą zasadą dwoistości — prospektywnego i retrospektywnego odzwierciedlenia systemu, omówionego przy następnym kryterium zależności systemu od czasu.

Kryterium zależności (8.D) od czasu dzieli systemy na statyczne (niezależne od czasu) i dynamiczne, zmieniające się pod wpływem czasu. Kryterium to wyraża jedynie praktycyzm analityka, któremu wygodnie jest przedstawiać system statycznie, pomijając zmiany elementów w czasie, chociaż w mniejszym lub większym stopniu są one zawsze obecne. Jeżeli analityk przedstawia wynik działania systemu jako funkcję dwu zmiennych, np. zdolność bojową jako funkcję wielkości wydatków budżetowych, to uwzględnienie wpływu czasu wymaga przejścia na model trójwymiarowy, a to od razu wprowadza trudności natury numerycznej.

Z punktu widzenia czasu, jako nieodzownego elementu dyna-

miki i planowania, systemy dynamiczne można podzielić na p r o s p e k t y w n e i r e t r o s p e k t y w n e. System prospektywny, czyli przewidujący wyniki, to taki system, w którym stan wyjścia wyznaczany jest (jednoznacznie lub z pewnym prawdopodo-



$Yu\tau = F\ \{U\tau, U\tau—t\}$
System prospektywny
$U_{y\ (\tau—t)} = F\ \{Y\tau—t, Y\tau\}$
U — zmienne wejścia, Y — zmienne wyjścia

17. Istota prospektywnego i retrospektywnego odwzorowania systemu

bieństwem) przez minione i obecne stany wejścia (rys. 17a). W systemie retrospektywnym, „patrzącym wstecz", jest odwrotnie: minione lub obecne stany wejść określane są (jednoznacznie albo z pewnym prawdopodobieństwem) przez obecne lub przyszłe

stany wyjść (rys. 17b). Innymi słowy wyniki systemu prospektywnego nadążają za zasileniem, są następstwem znanych wejść i mogą być określane na ich podstawie; argumentem funkcji są zmienne zasilenia. W ujęciu przysłowiowym system prospektywny określa zamiary na podstawie użytych do działania sił, określa następstwa po rozpoznaniu przyczyn. W systemie retrospektywnym na podstawie znanych lub założonych wyników oceniamy zmienne wejścia, zmienne nakładów. Jest to zatem w popularnym ujęciu system dostosowujący siły do wyznaczonych zamiarów, system rozpoznający przyczyny na podstawie znanych następstw.

W praktyce planowania ekonomicznego prospektywnym ujęciem jest plan zagospodarowania zasobów, w którym na podstawie znanych mocy produkcyjnych określamy przyszłe wyniki, natomiast ujęciem retrospektywnym — obowiązujący lub założony plan wykonania produkcji, do którego dostosowujemy moce produkcyjne. Inną formę retrospekcji stanowi system sprawozdawczości w stosunku do systemu planów, pozwalający na podstawie wyników oceniać prawidłowość zużycia zasobów pierwotnych (nakładów).

Podział systemów na prospektywne i retrospektywne stanowi tzw. pierwszą zasadę dwoistości systemów, według której dla dowolnego systemu prospektywnego można otrzymać odpowiadający mu system retrospektywny, jeśli tylko odwróci się kierunek czasu lub po prostu rozumowanie. Metodologiczna zasada dwoistości leży u podstaw współdziałania między planowaniem a prognozowaniem, u podstaw wykorzystania informacji statystycznej i opracowania szeregu rekurencyjnych metod programowania oraz klasycznego rachunku ekonomicznego — minimalizacji kosztów dla założonych wyników lub maksymalizacji wyników przy założonych kosztach [47].

Retrospektywne modelowanie systemów stało się współcześnie źródłem głębokich reform administracyjno-budżetowych i planistycznych, m.in. pod nazwą tzw. zarządzania systemowego lub

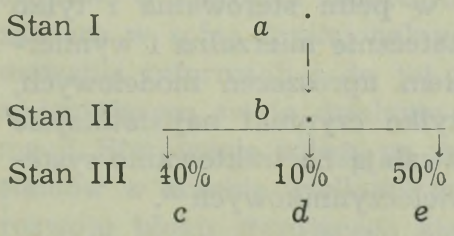
---

[47] A.K. Koźmiński: *Zarządzanie systemowe*, Warszawa 1973, s. 96.

zarządzania przez określanie celów [48]. Cele i zadania określa się nie z punktu widzenia podmiotów mających je wykonać, lecz podmioty wykonawcze i ich działanie organizuje się stosownie do celów i zadań sformułowanych nadrzędnie.

Kryterium wyznaczalności wyniku procesów dzieli systemy dynamiczne na deterministyczne i na stochastyczne (względnie na probabilistyczne). Zmiany w stanach i zachowaniu się systemów deterministycznych można określić w sposób jednoznaczny; jeżeli znany jest stan pierwszy, to następny może być też dokładnie wyznaczony, ponieważ jest on ściśle przewidywalny.

Większość maszyn budowana jest jako system deterministyczny. Jeżeli znamy np. pierwotne położenie tłoka w silniku czterosuwowym, to możemy określić jego położenie w następnym suwie, ponieważ wszystkie położenia powtarzają się cyklicznie i mogą być zapisane w formie macierzy zdeterminowanych stanów będących funkcją czasu. Z tablicy macierzowej możemy odczytać jednoznacznie stan systemu. W systemach stochastycznych i probabilistycznych kolejne stany można przewidywać tylko z pewnym prawdopodobieństwem, ponieważ w kolejnych procesach system może przyjmować różne stany. Znając początkowy stan systemu, nie możemy z całą pewnością opisać stanu następnego. Możemy natomiast wyznaczyć prawdopodobieństwo przejścia systemu w dany stan:



Stan *b* zawsze następuje po stanie *a*, lecz jest tylko 40% prawdopodobieństwa, że przejdzie on w stan *c*, 10% — w stan *d* i 50% — w stan *e*.

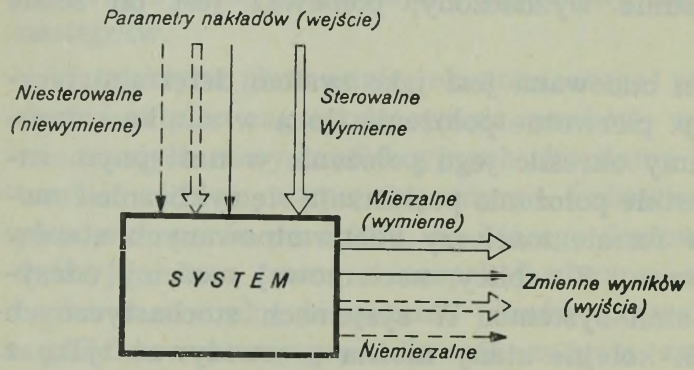
Rozwinięte techniki statystyczne umożliwiają dokonanie oceny prawdopodobieństwa i zmniejszenia ryzyka występującego w sy-

---

[48] J.W. Humble: *Zarządzanie przez określanie celów*, Warszawa 1971; M. Dobrzyński: *Motywacje zachowania organizacyjnego*, „Problemy organizacji" 1969, nr 13; D.N. Chorafas: *op. cit.*, s. 179—183.

stemach probabilistycznych. Systemy probabilistyczne opisuje się kwadratową macierzą prawdopodobieństwa, opartą na teorii łańcuchów Markowa [49].

Według kryterium stopnia opisywalności systemów można je podzielić na systemy całkowicie i niecałkowicie opisywalne. Druga grupa określana jest często jako systemy „bardzo wielkie" lub „bardzo złożone", rozpatrywane wcześniej w klasyfikacji 3.V i 4.0, na ogół wymagające dużej liczby wskaźników do ich opisania. Istotę niecałkowitej opisywalności systemów złożonych stanowi



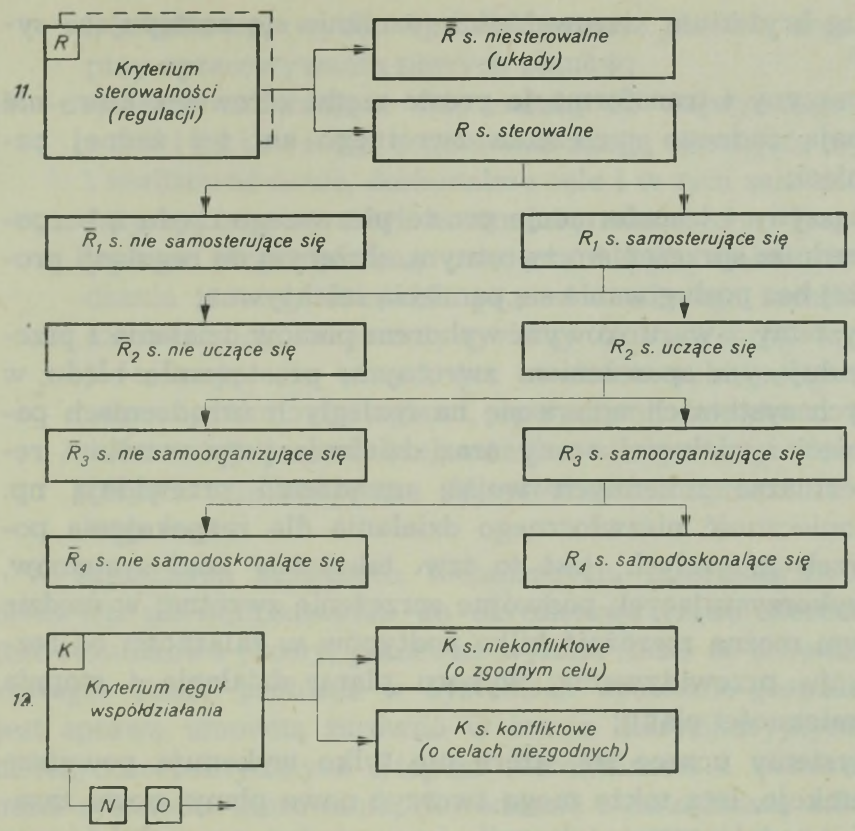
18. Charakter parametrów wejścia i wyjścia

fakt, że nawet przy makroskopowym modelu systemu występują duże trudności w sterowaniu i mierzeniu nakładów oraz wyników systemu. Jak ilustruje rys. 18, tylko część czynników, oznaczonych terminem „parametry", jest w pełni sterowalna i tylko część zmiennych wyników jest dostatecznie mierzalna i wymierna. Złożoność systemów jest źródłem uproszczeń modelowych, wyodrębniających z dużej ilości tylko czynniki najistotniejsze i agregujących je. Uproszczenia pozwalają na traktowanie systemów jako jednoczynnikowych lub wieloczynnikowych [50].

Kryteria sterowalności. Szczególne znaczenie dla problematyki planowania obrony mają kryteria sterowalności sy-

[49] Z. Czerwiński: *Matematyka na usługach ekonomii*, Warszawa 1969, s. 335.

[50] Z. Pawłowski: *Ekonometria*, Warszawa 1969, s. 37—73; Z. Hellwig: *Aproksymacja stochastyczna*, Warszawa 1965.



19. Kryteria klasyfikacji systemów według zasad sterowania

stemów. W szerokim znaczeniu system sterowalny to taki, który zawiera w sobie funkcjonalny blok sterujący, zdolny do przyjmowania informacji i do jej przekazywania innym elementom, zmieniającym swoje działanie stosownie do otrzymanych informacji. Sterowanie polega na zmniejszaniu zmienności stanów systemów w obrębie wielkości wiodących. W zależności od stopnia rozwoju bloku sterującego klasyfikacja systemów sterowalnych (11.R) podlega dalszemu rozdrobnieniu. Systemy samosterujące mogą przystosowywać się do zmienionych warunków we własnym zakresie. Zdolność przystosowawcza zależy od ilości sprzężeń zwrotnych oraz od stopnia zorganizowania pamięci, umożliwiającej wybór różnych stanów samoorganizacji i samodoskonalenia.

Według kryterium sterowalności rozróżnia się następujące systemy: [51]

0 — maszyny i transformacje proste rzędu zerowego, które nie mają żadnego sprzężenia zwrotnego ani też żadnej pamięci;

I — maszyny i transformacje proste pierwszego rzędu z bezpośrednim sprzężeniem zwrotnym, służącym do regulacji prostej bez posługiwania się pamięcią selektywną;

II — systemy z warunkowym wyborem planów działania i przewidującym sprzężeniem zwrotnym; prostowanie błędu w tych systemach opiera się na rozległych urządzeniach pamięci i zdolności oceny oraz działania przy szerokim repertuarze zmiennych wejść; urządzenia przewidują np. konieczność niezwłocznego działania dla zaspokojenia potrzeb przyszłych; jest to tzw. taktyczny rząd systemów, wykorzystujących podwójne sprzężenie zwrotne; w rzędzie tym można rozróżnić kilka podtypów w zależności od rozwoju przewidywania, wyboru planu działania i stopnia zmienności planu;

III — systemy uczące się, które nie tylko wykonują powyższe funkcje, lecz także mogą tworzyć nowe plany, nowe zasady podejmowania decyzji, nowe oceny przyszłości oraz zmieniać wartościowanie planów i metod działania w nowych warunkach; system uczący się należy do rzędu wyższego, ponieważ gromadzi wiedzę podczas wykonywania funkcji niższego rzędu; wybór korekcyjny i opracowywanie stanowią proces sprzężenia zwrotnego trzeciego rzędu; system kieruje równocześnie funkcjami receptora i efektora, taktycznym wyborem planów, opracowaniem i oceną nowych wariantów operacji lub nowych strategii; wymaga to większej i kompleksowo zorganizowanej pamięci, liczniejszych powiązań między wzorami działania. W systemie trzeciego rzędu, zwanym systemem operacyjnym, występuje bezpośrednie kierowanie receptorem

---

[51] W. Hare Jr.: *Systems Analysis: A. Diagnostic Approach*, Nowy Jork 1967.

i efektorem, wybór spośród zapasu planów oraz celów przy opracowywaniu nowych planów;

IV — systemy zmieniające cele należą do najwyższego rzędu, s t r a t e g i c z n e g o, ponieważ mogą rozwijać, wybierać i realizować nowe, doskonalsze cele i w tym zakresie osiągnęły wyższy szczebel autonomii; muszą one dysponować wysoce zorganizowaną pamięcią i być zdolne do pobudzania i oceny działania procesów niższego szczebla oraz kierować ich zmianami; systemy te kształtują, wybierają i realizują cele własne (na swoim szczeblu), łącząc je z odpowiednimi strategiami, operacjami, taktykami i czynnościami jednostek i elementów niższych; systemy zmieniające cele nazywane są systemami o sprzężeniu czwartego rzędu.

W sztucznych systemach technicznych, informacyjnych problem ich zakwalifikowania do określonego rzędu sterowalności jest stosunkowo prosty, ponieważ wynika ściśle ze schematu blokowego. Tenże problem w systemach społeczno-gospodarczych jest sprawą umowną zarówno w sensie klasyfikacyjnym, jak i historyczno-politycznym. Stopień sterowalności i samosterowalności systemów kierowania, dowodzenia i zarządzania zależy bowiem od przyznanych im kompetencji kwalifikacyjnych (fachowych), prawnych formalnych i nieformalnych oraz centralizacji hierarchicznej.

Przykładowe zastosowanie kryterium sterowalności w odniesieniu do systemów społeczno-gospodarczych przedstawia tablica 4.

Mechaniczna próba zastosowania kryterium sterowalności do systemów społeczno-gospodarczych pokazuje, jak trudny i dyskusyjny jest ten problem przy projektowaniu systemów kierowania, dowodzenia i zarządzania, jak bardzo zależy on od zmiennych warunków sytuacyjnych otoczenia. Niemniej znajomość rzędu systemu ułatwia analitykowi wybór narzędzi diagnostycznych i postępowania badawczego, wskazuje kierunki możliwych uproszczeń, podpowiada pytania przy określaniu działania systemu i rozgranicza umiejscowienie błędów w systemie. Wiadomo bowiem, że do systemu rzędu zerowego lub pierwszego można indy-

Tablica 4

Rząd systemu w organizacji funkcjonalnej

Rząd transformacji	Rodzaj jednostki w gospodarce narodowej	Rodzaj jednostki wojskowej
0	Robotnicy produkcyjni, ekspedienci, sprzedawcy	Żołnierze
1	Brygadziści, majstrowie, inżynierowie	Podoficerowie, technicy obsługi sprzętu
2	Kierownicy robót, wydziałów, odcinków, działów	Dowódcy szczebla kompanijnego, batalionowego, pułkowego
3	Dyrektorzy przedsiębiorstw, zakładów, zjednoczeń	Dowódcy szczebla związku taktycznego i wyższego
4	Ministrowie resortów i rada ministrów, rząd, organy ustawodawcze	Minister obrony i sztab generalny

widualnie zastosować mechaniczną zasadę nakładów — wyników przy wielu celach, ale podejścia mechanicznego nie można zastosować jednoznacznie do zbioru systemów zerowych przy wyznaczaniu celów na szczeblu systemu strategicznego. Wiadomo też, że wprowadzenie do systemu bogatszej pamięci i sprawniejszego przetwarzania zwiększa zdolność do urozmaicenia wyników i ułatwia kierowanie w zmiennych warunkach.

Ostatnie z wymienionych — kryterium reguł współdziałania (12.K) dzieli systemy na konfliktowe i niekonfliktowe. W systemach konfliktowych pozytywny wynik dla jednego elementu stanowi stratę dla elementu innego lub dla całości. Systemy konfliktowe tworzą się w warunkach dopuszczających możliwość naruszenia obszarów ergodyczności poszczególnych elementów i systemów. Do typowych systemów konfliktowych należą systemy obrony, aczkolwiek i wśród tych systemów traktowanych współcześnie jako elementy światowego systemu

równowagi polityczno-militarnej zmieniają się interpretacje konfliktowości względnej. Planowanie nakładów i wyników dla konfliktowych systemów obrony stanowi najtrudniejszy problem analizy systemów uzbrojenia, informacji i dowodzenia. Systemy niekonfliktowe odznaczają się tym, że ich elementy działają w celach względnie zgodnych, tzn., iż wynik działania jednego elementu wpływa pozytywnie na wynik innego lub na wynik całości systemu.

Rozdział IV

STRUKTURA ANALIZY SYSTEMÓW W PLANOWANIU OBRONY

1. Decyzje i ich podstawy

Jak wykazano w rozdziale I, analiza systemów jest elementem systemu podejmowania decyzji. Zmierza ona do udzielenia pomocy podejmującym decyzje w sprawie wykorzystania zasobów i metod działania przez dostarczenie im obiektywnego materiału do wytyczania następnych badań oraz wydania ostatecznej opinii i podjęcia decyzji.

Dla dalszych rozważań istotne znaczenie będzie więc miała interpretacja terminów: „decyzja", „proces podejmowania decyzji" oraz „pomoc".

We wczesnej łacinie czasownik *decidere* znaczył tyle, co „ścinać, obcinać, ucinać". Później przybrał on znaczenie przenośne: rozstrzygać wątpliwą sprawę, zawierać porozumienie w sprawie dyskusyjnej. Rzeczownikowym terminem *decisio* określa się sam akt i treść rozstrzygnięcia wyboru przez podejmującego decyzję w sytuacji wielowariantowych możliwości działania. Podejmującym decyzję, czyli decydentem może być jednostka fizyczna lub prawna — człowiek (kierownik, dowódca), grupa osób (kolegium, zespół) bądź większa zbiorowość (konferencja, zjazd, sejm).

Nie wszystkie decyzje wykazują jednakowy ciężar gatunkowy, są jednakowo ważkie, trudne i odpowiedzialne [1]. Jedne wymagają przede wszystkim wiedzy, inne — doświadczenia i szczegółowego

---

[1] J. Cendrowski, S. Swebocki: *Psychologia walki i dowodzenia*, Warszawa 1973, s. 23—24.

rozpoznania, a jeszcze inne — siły woli i charakteru. Wiedza zwiększa stan informacji i dostarcza sposobów jej gromadzenia. Nie wystarcza ona jednak do wszystkich rozstrzygnięć w procesach rozwojowych, gdzie potrzebna jest bieżąca informacja o zmieniających się stanach, niezbędnych działaniach i wynikach. Informacja zwiększa ergodyczność systemu i zmniejsza jego nieokreśloność (rozdz. III, podpunkt 3 i 4). Gdy informacja jednoznacznie charakteryzuje stan systemu i warunki otoczenia, określa niezbędne działania i ich wynik (co jest postulatem idealnym), mówimy o sytuacji zdeterminowanej, pewnej, umożliwiającej „lekkie" podjęcie decyzji. Decyzje są bowiem również informacjami, a w odniesieniu do informacji wstępnych — metainformacjami, których celem jest także zmniejszenie nieokreśloności systemu. Jeżeli wstępne informacje sprowadzają entropię do zera, to i metainformacje, czyli decyzje są pod względem teoretycznej wartości informacyjnej bliskie zera.

Procesy gromadzenia informacji przebiegają kolejno od skali nominalnej do skali ilościowej. Ta ostatnia ma charakter aksjomatyczny, a tam, gdzie w grę wchodzą aksjomaty, wartość entropii *ex definitione* sprowadza się do zera. Gdy entropia spada do zera, decyzje stają się tak „lekkie", że przestają być decyzjami. Tak więc w rozumieniu praktycznym decyzją nie jest postanowienie, że $3 \times 3 = 9$, że $5 > 3 > 0$, ponieważ jest to przewidziane aksjomatem. Natomiast stwierdzenie, że wspomniany iloczyn wynosi 7, a porządzek nierówności jest odwrotny, byłoby w systemie arytmetyki klasycznej „ciężką" decyzją o wysokiej entropii.

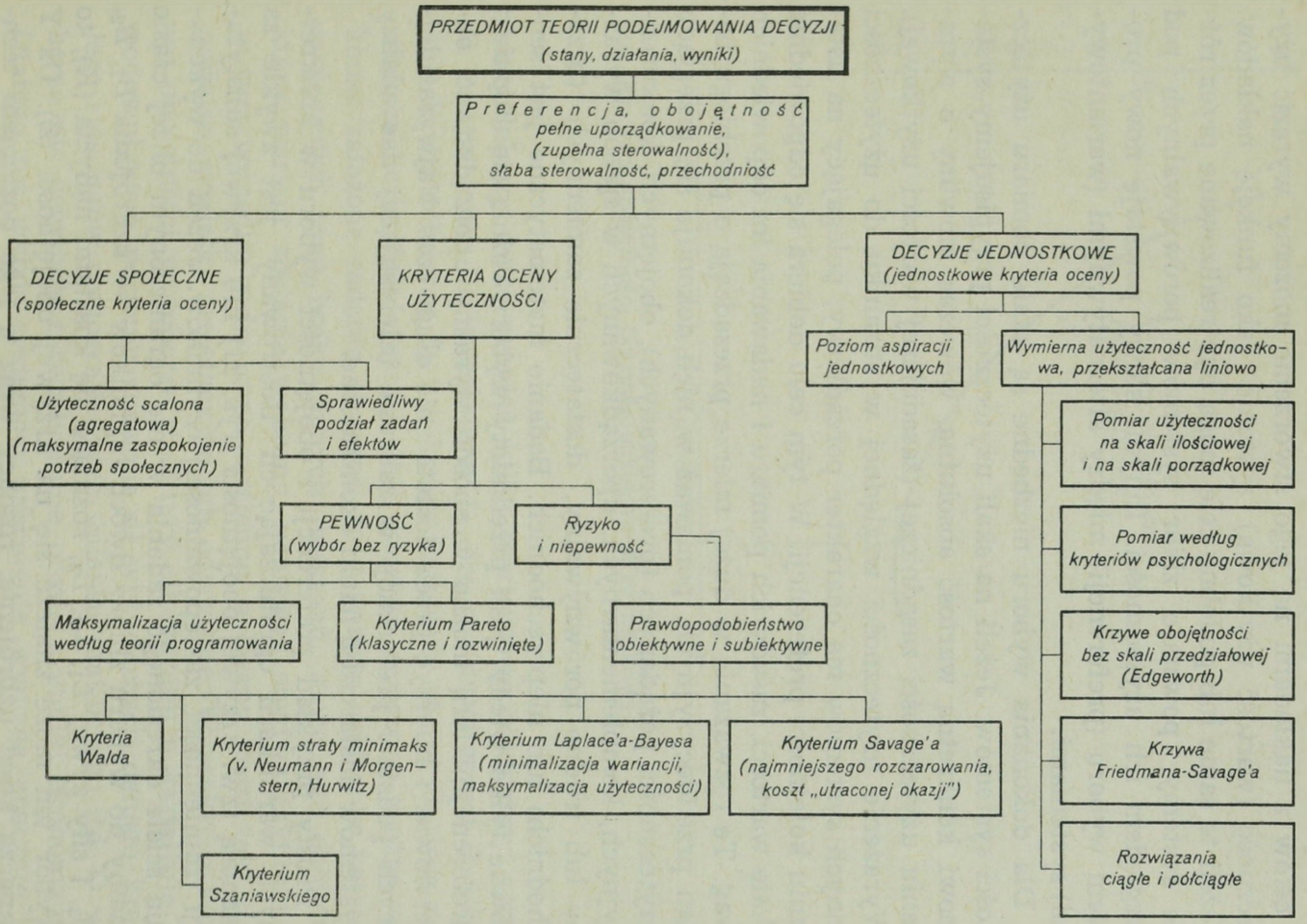
Powyższe uwagi wyjaśniają psychologiczną potrzebę zmniejszania decydentom „ciężaru" decyzji poprzez prace analityczne, mające dać rozwiązania w skalach porządkowych i numerycznych, aby uwolnić decydentów od ryzyka i nadmiernego ciężaru odpowiedzialności. Innymi słowy decyzja oparta na jednoznacznej informacji staje się aktem formalnym, którego krańcowym przypadkiem jest stwierdzenie, że decyzja wynika z rachunku jako odpowiednio zaprogramowanego procesu podejmowania decyzji. W tym jest też implikacja, że decydent nie może całkowicie usunąć „ciężaru" decyzji; może go natomiast rozłożyć na anali-

tyczne elementy systemu, wprowadzając do nich założenia strategiczne, zasady działania i samodoskonalenia. Musi przy tym zaprogramować proces podejmowania decyzji. Dlatego decydent powinien opanować umiejętność: dostrzegania różnic i analogii w problemach jednorodnych i różnorodnych; wyrażania poglądów adekwatnych do nowych sytuacji na podstawie prowadzonych badań; korzystania z informacji ilościowej o znaczeniu jakościowym w celu wykrywania i eliminowania błędnych uogólnień jakościowych. Pomoc decydentowi obejmuje więc uszeregowanie zmiennych wartości według podanych przez decydenta kryteriów oraz wskazanie metod, jakimi tego uszeregowania dokonano.

Dotychczasowe próby stworzenia ogólnej teorii podejmowania decyzji dla wszystkich dziedzin działalności ludzkiej nie zakończyły się odpowiednim sukcesem. Największy rozgłos i zastosowanie uzyskały matematyczne teorie podejmowania decyzji ilościowych, posługujące się abstrakcyjnymi modelami sformalizowanych procesów decyzyjnych. Ogólną strukturę problemów podejmowanych przez te teorie ilustruje rys. 20.

Przedmiotem teorii podejmowania decyzji jest wybór wyróżnionych określonymi kryteriami stanów, działań i wyników, z których pierwsze są w praktyce środkami, a ostatnie celami. Praktyczny wybór opiera się na dwóch podstawowych pojęciach: 1) użyteczności (wartości użytkowej) systemu i 2) prawie wyboru między różnymi systemami. Przypisując każdemu systemowi określoną użyteczność definiujemy jego zdolność do realizowania zadań i celów. Szczególny problem decyzyjny powstaje wtedy, gdy istnieje rozbieżność między wyjściem (rozwiązaniem) pożądanym lub niezbędnym a wyjściem (rozwiązaniem) istniejącym. Rozwiązanie istniejące może być zapewnione przez system istniejący, natomiast do rozwiązania pożądanego potrzeba stworzyć inny system w drodze działań i zużycia środków. Problem można zatem interpretować jako różnicę między systemem istniejącym a pożądanym; rozwiązaniem problemu jest wybranie i stworzenie systemu, który wypełnia lukę między systemem istniejącym a pożądanym.

W wyniku łączenia zdolności systemu do realizowania zadań

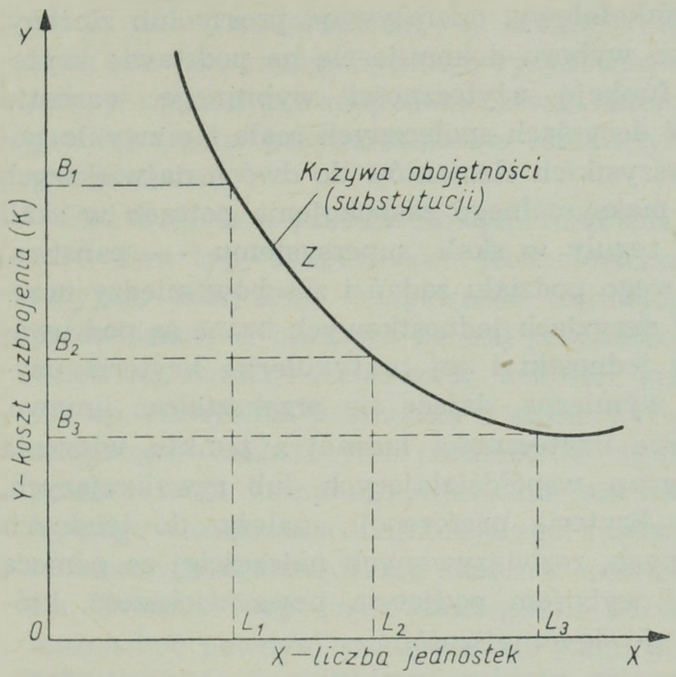


20. Ogólna struktura matematycznej teorii podejmowania decyzji

i celów z nakładami na jego stworzenie możemy wyrazić użyteczność (wartość użytkową) systemu jako funkcję nakładów. Jeżeli te same lub podobne cele mogą być realizowane przez różne systemy, powstaje zbiór systemów porównywalnych pod względem ich użyteczności. Innymi słowy powstaje nowy problem wyboru (preferencji) między alternatywnymi (wariantowymi) systemami.

Dla dokonania wyboru niezbędne są skale pomiaru użyteczności systemów. Jeżeli na skali użyteczności przypisujemy systemowi konkretną wartość absolutną, wówczas mówimy o wyrażaniu użyteczności zasadniczej (zasadniczej wartości użytkowej). Wyrażenie użyteczności względnej w stosunku do użyteczności innych systemów ma charakter porządkowy, polegający na ustaleniu kolejności preferencji. W tym celu dobiera się odpowiednie skale wartości, zasady ich pomiaru i nadawania im odpowiednich wag. Te rozważania w dużej mierze przesądzają o przebiegu badań przeddecyzyjnych, ponieważ w nich dokonuje się przeglądu użyteczności pożądanych (preferowanych), obojętnych, konkurencyjnych, komplementarnych, uporządkowanych w sposób wyraźny lub trudno porównywalny, dostatecznie zamiennych (przechodnich) lub nieprzechodnich. Badanie matematyczne jest sensowne tylko wtedy, jeśli przedmioty wyboru różnią się stopniem preferencji, którą można w sposób wyraźny uporządkować, obserwować i mierzyć przez dostatecznie długi czas. Najwyraźniejszych podstaw preferencji w zakresie interesującej nas analizy systemów dostarczają nauki ekonomiczne.

Prosty przykład preferencji i obojętności wyboru w konkretnych warunkach ograniczających ilustrowany jest zwykle za pomocą tzw. krzywej obojętności (rys. 21) lub krzywej substytucji (zamienności, zastępowalności) czynników. Jeżeli do wykonania ściśle określonego zadania w nie ograniczonym bliżej czasie mamy do wyboru zbiory dwóch czynników — uzbrojenia B_1, B_2, B_3, i siły żywej L_1, L_2, L_3, różniące się kosztami nabycia (K), to wybór ten może znaleźć się na krzywej obojętności (Z). Oś Y oznacza koszt uzbrojenia, rosnący wraz z jego poziomem technicznym, a X — ilość jednostek bojowych, mierzonych liczbą siły żywej. Wybór przy danym poziomie cen uzbrojenia i utrzyma-



21. Krzywa obojętności (krzywa substytucji czynników)

nia żołnierzy może przyjąć kilka wariantów; najdroższy sprzęt B_1 i najmniejsza liczba żołnierzy L_1, średnio drogi sprzęt B_2 i średnia liczba żołnierzy L_2 i w końcu najtańszy sprzęt B_3, lecz największa liczba żołnierzy L_3. Jeśli każdym zestawem można wykonać założone zadanie obronne, to z punktu widzenia kosztów społecznych przy braku innych wskazań może być obojętne, który wariant zostanie wybrany, ponieważ obydwa czynniki są w tym wypadku jednakowo zamienne, a łączny koszt taki sam: mniejsze wydatki wegetacyjne lub odwrotnie. W praktyce krzywa obojętności w doborze struktury sił zbrojnych kształtuje się pod wpływem poziomu rozwoju sił wytwórczych danego kraju, jego stosunków demograficznych, bilansu płatniczego itd. O wyborze nie decydują z reguły same proste czynniki ekonomiczne. Dlatego też wybór systemów uzbrojenia wymaga znacznie bogatszych informacji.

Decyzje mogą mieć charakter społeczny lub indywidualny,

długofalowy lub krótkofalowy, operatywny, prosty lub złożony. W jednych i drugich wyboru dokonuje się na podstawie kryterium oceniającego funkcję użyteczności wybranego wariantu w realizacji celu. W decyzjach społecznych scala się zwykle pojęcie użyteczności wszystkich elementów do dwóch największych agregatów: funkcji maksymalnego zaspokojenia potrzeb w skali systemu obrony (z reguły w skali supersystemu — państwa) i funkcji sprawiedliwego podziału zadań i zasobów między uczestników systemu. W decyzjach jednostkowych brane są pod uwagę poziom aspiracji jednostki i jej partykularne kryteria użyteczności, z reguły wymierne, dające się przekształcać liniowo.

Określenie jednakże użyteczności łącznej z punktu widzenia interesów różnych grup współdziałających lub rywalizujących, mających odmienne kryteria preferencji, należy do trudnych problemów politycznych, rozwiązywanych najczęściej za pomocą kompromisu między wyborem podjętym przez większość, któremu podporządkowuje się mniejszość.

Najtrudniejszy bodajże problem praktycznego wykorzystania teorii użyteczności rodzi się na gruncie porządkowania preferencji w warunkach niepewności. Preferencja nie jest bowiem stosunkiem stałym, lecz zmiennym i zależnym od różnych sytuacji powstających w działaniach politycznych i militarnych. Na przykład w pewnych sytuacjach i układach celów realizowanych na polu walki użyteczność amunicji może być wyższa, aniżeli materiałów pędnych, i odwrotnie, chociaż w czasie pokoju preferencje mogły być określone ściśle i jednoznacznie. Zamierzoną funkcję użyteczności można bowiem osiągnąć z niejednakową pewnością. Całkowitą pewność wyboru, tj. bez żadnego ryzyka, można uzyskać tylko wtedy, kiedy otoczenie stwarza jedną stałą sytuację, czyli gdy współczynnik prawdopodobieństwa równa się jedności. Taki warunek w praktyce założyć można raczej rzadko.

Jeżeli otoczenie oddziałuje w sposób różny i zmienny, występuje ryzyko i niepewność. Wspólną cechą obydwóch pojęć jest niekontrolowana przypadkowość (losowość) zdarzeń w kolejno wyróżnionych stanach, zwana niepewnością statystyczną. Sytuacja ryzykowna różni się od niepewnej tym, że w pierwszej niekontrolowane zdarzenie losowe przebiega według znanego roz-

kładu prawdopodobieństwa; w drugiej rozkład prawdopodobieństwa nie jest znany. Sytuację ryzykowną charakteryzuje obiektywny rozkład prawdopodobieństwa, natomiast dla sytuacji niepewnej trzeba przyporządkować subiektywny rozkład prawdopodobieństwa.

Pod względem przedmiotowym rozróżnia się w analizie systemów dwa typy niepewności: technologiczną i strategiczną (operacyjną, taktyczną). Niepewność technologiczna obejmuje nieprzewidziane w bliższej i dalszej przyszłości — zewnętrzne i wewnętrzne zmiany technicznej wartości analizowanego systemu, jak np. odchylenia techniczne w czasie wytwarzania systemu (nieosiągnięcie zakładanych parametrów techniczno-taktycznych i przekroczenie kosztów), pojawienie się nowego wynalazku lub lepszego rozwiązania degradującego system realizowany (postęp techniczny), wprowadzenie zmian w zasadach operacyjnego użycia systemu. Niepewność strategiczna odzwierciedla fakt, że nie można być pewnym rzeczywistego stanu polityki światowej oraz kontekstu strategicznego i sytuacyjnego, w którym analizowany system ma być w przyszłości wykorzystany. Nie wiadomo, w jakim kierunku rozwinie się rywalizacja układów polityczno-militarnych, jak zareaguje przeciwnik nawet na wnioski wynikające z analizy systemów.

Społeczną użyteczność systemów maksymalizuje się metodami opartymi na teorii programowania, zainicjowanej przez naukę radziecką [2]. Szczególnie przydatne jest programowanie liniowe rozwiązujące takie problemy, jak optymalne wykorzystanie siły ogniowej różnorodnych zestawów (mieszanek) uzbrojenia, wybór optymalnych tras zaopatrzeniowych i lokalizacji zapasów, optymalne wykorzystanie sieci łączności i zaspokojenie abonentów oraz optymalne wykorzystanie zdolności obsługowo-naprawczej wyspecjalizowanych jednostek w stosunku do konkretnego funduszu obsługowo-remontowego.

Inne metody wykształciły się na podstawie rozważań użyteczności populacji cząstkowej według tzw. klasycznego kryterium

---

[2] L. Kantorowicz: *Rachunek ekonomiczny optymalnego wykorzystania zasobów*, Warszawa 1961.

lub zasady Pareto, rozwijanej następnie przez wielu innych autorów (Kaldora, Hicksa, Scitowskyego, Bergsona) [3].

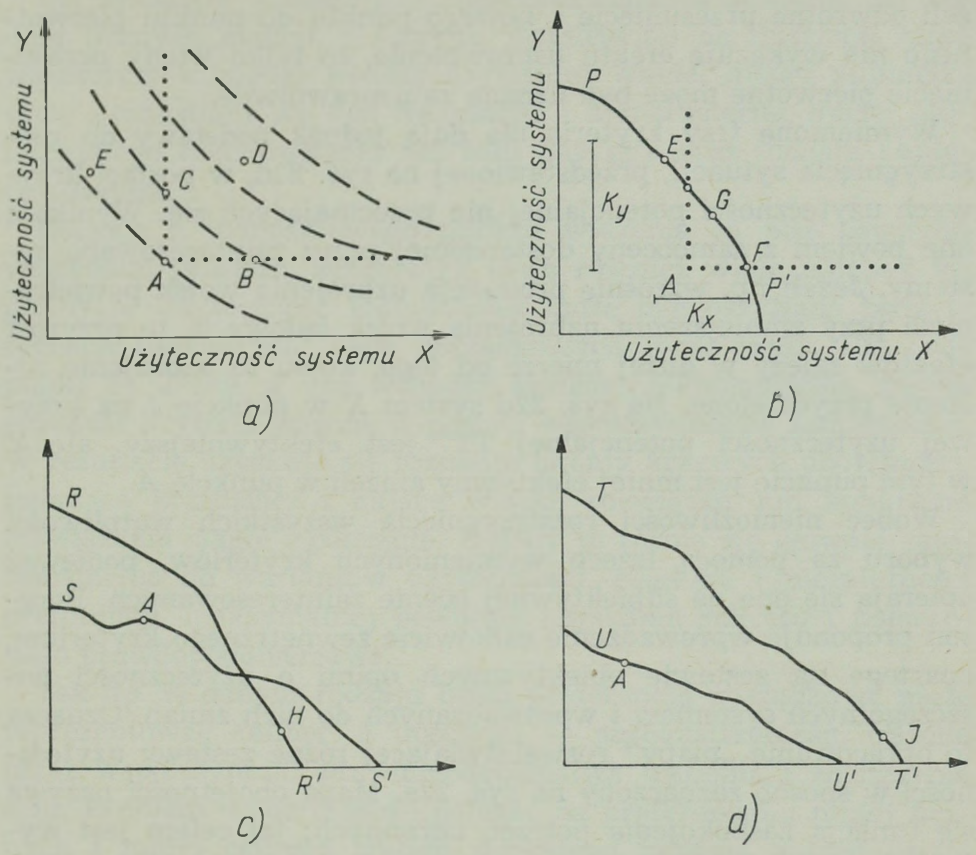
Kryterium Pareto w odniesieniu do systemów związanych z obroną i ich planowaniem można wyrazić następująco: każdą zmianę, usprawniającą dowolny system według oceny zewnętrznej lub jego własnej, należy uważać za podwyższenie użyteczności, jeśli nie zmniejsza ona użyteczności innego systemu.

Kryterium to pozwala na podejmowanie zmian w ramach danego systemu lub elementu, jeśli nie powoduje to utrudnień w innym systemie lub zużycia środków, które inny system mógłby wykorzystać. Można to zilustrować na rys. 22a, zakładając dla uproszczenia, że „społeczność" składa się tylko z dwu systemów X na osi odciętych i Y na osi rzędnych, których krzywe obojętności w stosunku do różnych zmiennych systemu zaznaczono liniami przerywanymi. Jeżeli rozpoczniemy zmieniać elementy systemów od punktu A z wynikiem B, C lub D, którego współrzędne leżą na prawo i powyżej A, to uzyskamy rzeczywiste usprawnienie, ponieważ B nie zmieniając parametrów Y jest użyteczniejsze dla X, C nie zmieniając X jest użyteczniejsze dla Y, a D jest korzystniejsze dla obydwóch systemów. Natomiast E nie może być zaopiniowane na podstawie kryterium Pareto, ponieważ poprawiając sytuację Y pogarsza się ją dla X.

Kryterium Kaldora-Hicksa stwierdza, że zmiana jest wtedy udoskonaleniem, jeżeli system odnoszący korzyść ocenia ją wyżej, aniżeli inny system oceniający poniesioną stratę z powodu tej zmiany. Jeżeli system Y określi przyrost efektów wyżej, aniżeli X zmniejszenie swoich, to potencjalny przyrost Y zrekompensuje z nadwyżką ubytek X. Działanie tego kryterium wyjaśnia się na rys. 22b za pomocą tzw. krzywej użyteczności potencjalnej PP'. Jeżeli proponujemy zmianę ze stanu początkowego w punkcie F, to przy zmniejszeniu środków systemu X i dodaniu ich dla systemu Y nastąpi przesunięcie do punktu G, w którym to punkcie X jest stratny w stosunku do poprawiającego swoje efekty Y. Krzywa PP' jest trajektorią zmian efektywności przesunięć

---

[3] V. Pareto: *Manuel d'économie politique*, 2 wyd., Paryż 1927, s. 617.



22. Ogólne kryteria podejmowania decyzji społecznej

środków między X a Y. Jeżeli rozpatrzymy teraz ruch z A do E, to zauważymy, że jest on usprawnieniem, ponieważ $K_y > K_x$ i tym samym rekompensuje potencjalną stratę efektów X. Według kryterium Kaldora-Hicksa ruch z punktu A do E jest usprawnieniem tylko wtedy, kiedy wyjściowy punkt A znajdował się poniżej krzywej użyteczności potencjalnej, przebiegającej przez punkt E.

Wykazano jednak dwuznaczność kryterium Kaldora-Hicksa. W celu wyeliminowania tej dwuznaczności zaproponowano dwukierunkową próbę. Skoro może być więcej krzywych użyteczności potencjalnej (np. RR', SS') przecinających się, to dla stwierdzenia czy przesunięcie jest usprawnieniem dla obydwóch systemów, trzeba sprawdzić efekty przesunięcia w obydwóch kierunkach. Je-

żeli odwrotne przesunięcie z nowego punktu do punktu pierwotnego nie wykazuje efektu usprawnienia, to tylko wtedy przesunięcie pierwotne może być uznane za usprawnienie.

Wymienione trzy kryteria nie dają jednak podstawy do rozstrzygnięcia sytuacji, przedstawionej na rys. 22d, w postaci krzywych użyteczności potencjalnej nie przecinających się. Wynikają one bowiem z samooceny dostarczanej przez zainteresowane systemy. Jeżeli np. wzrośnie produkcja uzbrojenia wojsk powietrznych przy zmniejszeniu uzbrojenia wojsk lądowych, to przyrost efektów zależy w dużej mierze od tego, komu to uzbrojenie zostanie przydzielone. Na rys. 22d system X w punkcie J na krzywej użyteczności potencjalnej TT' jest efektywniejszy, ale Y w tym punkcie jest mniej efektywny aniżeli w punkcie A.

Wobec niemożliwości rozstrzygnięcia wszystkich wątpliwości wyboru za pomocą trzech wymienionych kryteriów, ponieważ opierają się one na subiektywnej ocenie zainteresowanych, Bergson proponuje wprowadzenie całkowicie zewnętrznego kryterium, opartego na zestawie obiektywnych opinii o użyteczności poszczególnych systemów i wprowadzanych do nich zmian. Oznacza to opracowanie „mapy" rozwarstwiającej różne zestawy użyteczności w sposób zaznaczony na rys. 22a. Mapa obojętności nazywa się funkcją zaspokojenia potrzeb obronnych; jej celem jest wydanie ostatecznej oceny, czy proponowany kierunek zmian jest usprawnieniem, czyli postępem technicznym, czy też nie [4]. W ten sposób na rys. 22a. przesunięcie do punktu E musiałoby być uznane za postęp techniczny w stosunku do A, ponieważ E leży na wyższej krzywej obojętności zaspokojenia potrzeb obrony.

Kryterium Bergsona jest słuszne, ponieważ postuluje wprowadzenie wyraźnego, ogólnego miernika użyteczności. Niestety, nie dostarcza ono zestawu metod oraz instrukcji, jak zebrać obiektywne opinie o poziomie zaspokojenia potrzeb obronnych, bez których to opinii nie można zestawić krzywych obojętności. Zadanie to podejmuje z różnym powodzeniem analiza systemów w sposób omawiany w następnych rozdziałach.

---

[4] A. Rogucki: *Wybrane zagadnienia ekonomiki inwestycji i budownictwa wojskowego*, cz. II, WAP, Warszawa 1971, s. 139—151.

Dla systemów probabilistycznych rozwiązania uzyskuje się według licznych modeli, z których wymieniono na ilustracji kilka ważniejszych: model według kryterium Walda, model minimaksowy i maksiminowy von Neumanna i Morgensterna, model najmniejszego rozczarowania lub żalu Savage'a oraz modele Laplace'a-Bayesa [5].

Decyzje z jednostkowego punktu widzenia są pod pewnymi względami prostsze, aczkolwiek mają również wiele pułapek logicznych. Użyteczność jednostkowa może być określana bądź w cechach ilościowych, bądź porządkowych (por. rozdz. III, podpunkt 5). Jeżeli w grę wchodzą systemy niejednorodne, trzeba stosować kryteria ważone w postaci współczynników zamienności. W rezultacie uzyskuje się rozmaite układy krzywych obojętności, tworzące przedziały i dające wiązkę rozwiązań lub konkretne rozwiązania ciągłe i półciągłe. Układy te różnią się głównie założeniami co do wariantów użyteczności, ciągłości i niezależności preferencji, maksymalnej pewności uzyskania sukcesu i połączonego prawdopodobieństwa.

Tak np. w danym rodzaju broni preferencję porządkową może reprezentować kaliber, a ilościową — szybkostrzelność, ważona przez współczynniki prawdopodobieństwa trafienia i zniszczenia celu. Problem wyboru może polegać na preferowaniu mniej licznych i mniej celnych trafień większego kalibru, aniżeli częstszych, celniejszych, lecz jednostkowo mniej skutecznych. Decyzja zależy zarówno od założenia sytuacyjnego, ile razy atakujący zdąży oddać strzały ze swej broni, zanim sam nie zostanie wykryty i skutecznie zaatakowany, jak i od użyteczności końcowej każdego trafienia. Jeżeli np. przy bombardowaniu określoną bronią 2 udane uderzenia na 10 wykonanych niszczą po 40% sił przeciwnika, a przy bombardowaniu inną bronią 8 udanych uderzeń na 10 wykonanych po 10% sił przeciwnika, to wynik rachunkowy jest jednakowy (0,2 prawdopodobieństwa $\times$ 40% = 0,8 prawdopodobieństwa $\times$ 10%). Użyteczność jednakże obydwóch rodzajów bombardowania, jak wykazuje doświadczenie, jest zupeł-

---

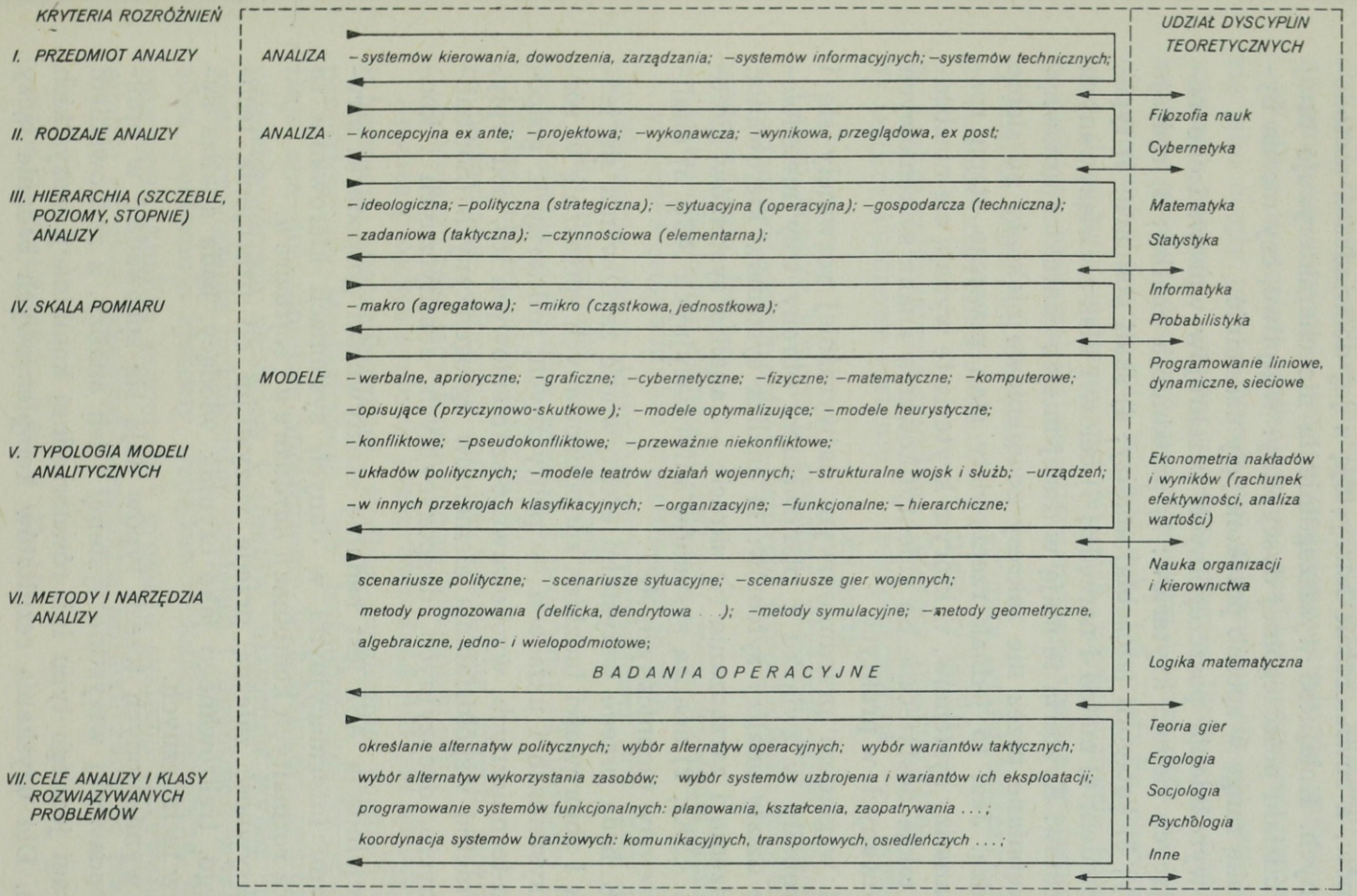
[5] Szczegóły tych modeli omawiane są w podrozdz.: *Metoda grafów i tablic macierzowych.*

nie różna. Jednorazowe zniszczenie 40% sił może mieć decydujące znaczenie militarne, podczas gdy straty po 10% rozkładane na dłuższy czas mogą być systematycznie uzupełniane i nie wywierać decydującego wpływu na pozycję przeciwnika. Tak więc potrzebne jest badanie użyteczności wyniku, a nie tylko samej jego wielkości.

Powyższe rozważania o matematycznej teorii podejmowania decyzji prowadzą do wniosku, że nie może ona generalnie dostarczyć metodologicznych rozwiązań dla wszystkich problemów decyzyjnych nawet dla jednej wybranej dziedziny — planowania ekonomicznego. Tym bardziej w odniesieniu do takiej dziedziny, jaką reprezentuje nauka i sztuka wojenna, konieczne jest indywidualne rozwijanie teorii decyzyjnej poprzez analizę systemów i badania operacyjne konkretnych problemów.

2. Strukturalne cechy analizy systemów

Jedną z najbardziej charakterystycznych cech analitycznych badań systemowych jest ich ścisły związek z potrzebami praktyki (patrz rozdz. I, podpunkt 4). Można zatem wyodrębnić z nich wspólne cechy strukturalne oraz cechy incydentalne, dotyczące tylko konkretnego badania. Przekroje cech wspólnych tworzą tzw. strukturę analizy systemów, przedstawioną na rys. 23. Poszczególne cechy nie występują regularnie i równocześnie, lecz dostosowywane są do praktycznego problemu analizy, jej rodzaju, zakresu, przyjętych modeli, zastosowanych narzędzi. Istnieje także silne sprzężenie merytoryczne między rozwiązaniami w kategoriach ogólnych, pośrednich i szczegółowych; są one wzajemnie uwarunkowane. Zaznaczono to zjawisko na rysunku w postaci linii zakotwiczonych po lewej stronie układu, reprezentującej najogólniejsze problemy decyzyjne, skierowanych ku prawej stronie układu ciągłego, reprezentującej problemy szczegółowe. Równie słuszne byłoby zakotwiczenie po prawej stronie układu, czyli start od problemów szczegółowych do ogólnych. Z prawej strony rysunku wyszczególniono dodatkowo teoretyczne dyscypliny naukowe, które stanowią bazę rozwojową analizy



23. Struktura analizy systemów dla potrzeb decyzyjnych w planowaniu ekonomicznym obrony

Uwaga: Jednoznaczne rozgraniczanie zblokowanych zakresów badawczych i pojęciowych, przecinających jedność rzeczywistości, występujących w niej systemów oraz ich analiz, jest w praktyce z reguły dyskusyjne i prawie nieosiągalne. Na ten stan wpływa rozwój nauki i elastyczność zakresów analizy. Zakresy podporządkowuje się zwykle konkretnym celom i metodom, określanym przez zleceniodawców i rozwijanym przez różne ośrodki badawcze. Zestawienie wyraża ciągłość procesu analitycznego od ogółu do szczegółu i jego sprzężenia zwrotne.

systemów, a równocześnie korzystają z jej doświadczeń metodologicznych. Kolejność wyszczególnienia nie charakteryzuje tutaj rangi udziału poszczególnej dyscypliny. Wątpliwe, czy można byłoby taką rangę w sposób przekonujący uzasadnić.

Do wyróżnienia poszczególnych przekrojów wprowadzono następujących siedem kryteriów: 1) przedmiotu analizy; 2) rodzaju analizy; 3) kategorii (szczebla) analizy; 4) skali pomiaru; 5) typologii modeli; 6) metod i narzędzi; 7) celów i klas rozwiązywanych problemów. Kryteria te mają w dużej mierze charakter umowny, wyodrębniane przez nie zakresy znaczeniowe niekiedy na siebie zachodzą. Jest to jednak rzeczywisty stan pewnego etapu rozwoju analizy systemów, w którym kryteria te wydają się niezbędne, a także dostateczne do zidentyfikowania analiz systemowych realizowanych w praktyce.

Pod względem przedmiotowym najwyraźniej rozwinęły się i wyodrębniły w związku z planowaniem obrony trzy metodologiczne działy analizy sytemów: 1) analiza systemów kierowania, dowodzenia i zarządzania (w skrócie — analiza systemów kierowania *ASK*); 2) analiza systemów informacyjnych *ASI*; 3) analiza systemów technicznych *AST*.

ASK bada przede wszystkim efektywność zachowania się jednostek i zbiorowości ludzkich zorganizowanych społecznie w różnych systemach i układach — politycznych, militarnych, gospodarczo-technicznych, wychowawczo-szkoleniowych itp. pod wpływem metod współdziałania elementów egzogenicznych (normalizacyjnych), decyzyjnych, dyspozycyjnych, analitycznych i kontrolnych.

Specjalnością *ASI* jest badanie efektywności gospodarki strumieniami informacyjnymi w danych systemach kierowania za pomocą rozmaitych kombinacji *hardware'u* i *software'u*.

Efektywność zależną przede wszystkim od uzbrojenia technicznego, traktowanego jako czynnik wiodący, bada analiza systemów technicznych.

Do wymienionych trzech typów dają się sprowadzić w praktyce badawczej wszystkie systemy i ich analizy, z zachowaniem przewagi jednego typu lub równorzędnej kombinacji wszystkich trzech. Dla uzyskania rezultatów kompleksowych badanie łączy

się pod nazwą ogólnej analizy efektywności systemu (*OAES*), obejmującej wszystkie trzy wyróżnione przekroje systemu.

Według kryterium rodzajowego analizę systemów rozpatruje się jako ciągły proces iteracyjny, dokonujący się we wszystkich stadiach rozwoju i życia systemu. Proces iteracyjny obejmuje zarówno stadia koncepcji, projektowania i wdrożenia do realizacji systemów jeszcze nie istniejących, jak i stadia eksploatacji oraz likwidacji systemów istniejących, użytkowanych. Stąd też w praktyce wykształciły się cztery rodzaje analizy systemowej:

1) analiza koncepcji systemu
2) analiza projektu systemu

} *ex ante* (przed urzeczywistnieniem systemu);

3) analiza wykonawcza systemu (bieżąca, produkcyjna);
4) analiza wynikowa systemu (eksploatacyjna — bieżąca i *ex post*).

Celem analizy koncepcji systemu przedstawianej zazwyczaj w postaci wstępnych opisów pomysłu wprowadzenia w życie nowego systemu, jest:

— zweryfikowanie celowości dalszego opracowywania koncepcji w formie programu lub projektu wstępnego;
— dokonanie oceny technicznej wykonalności koncepcji i szacunku osiągalności ekonomicznej;
— określenie z grubsza wielkości programu użytkowego (liczba jednostek, w jakim czasie itp.);
— porównanie koncepcji na tle wariantów innych możliwych rozwiązań rokujących osiągnięcie podobnego celu.

Analiza projektu systemu przeprowadzana jest już na bogatszej informacji, uporządkowanej według względnie ścisłych reguł projektowania strategicznego lub techniczno-kosztorysowego [6]. Daje ona dokładniejsze sprawdzenie wykonalności technicznej, przewidywanych nakładów i efektów, uzasadnia wybór najlepszego rozwiązania technicznego projektu i organizacji wykonawstwa, porównuje systemy współzawodniczące (zastępcze, konkurencyjne). Analiza koncepcji i projektu systemu nazywana jest analizą *ex ante*, ponieważ wyprzedza projektowaną do realizacji

[6] Por. Cz. Bąbiński: *op. cit.*, s. 133—144.

rzeczywistość. Jest to w praktyce główny kierunek rozwoju analiz systemowych, ponieważ rozwój skutecznych i uporządkowanych metod w tym zakresie był i jest jeszcze znacznie słabszy, aniżeli analiz wykonawczych i wynikowych.

Analiza wykonawcza systemu przeprowadzana jest bieżąco w trakcie wdrażania projektu do produkcji, jego realizacji w fazie prototypu, serii próbnej i serii finalnej oraz w trakcie wprowadzania do praktycznej eksploatacji. Zadanie systemowej analizy wykonawczej różni się w sposób dość istotny od tradycyjnego pojmowania analizy wykonawczej jako porównania realizacji z dokumentacją projektowo-kosztorysową i prostego wykazania różnic. W systemowej analizie wykonawczej chodzi o bieżące uzasadnianie i postulowanie koniecznych zmian w stosunku do projektów pod wpływem urzeczywistnionych faktów postępu technicznego i niepewności strategicznej. Analiza wykonawcza korzysta na bieżąco z informacji projektowej i rzeczywistej.

Analiza wynikowa w ogóle, a zwłaszcza wynikowa analiza ekonomiczna, ma długą tradycję, opartą na metodach analizy bilansów oraz budżetów jednostek prowadzących działalność gospodarczą. Analiza działalności jednostek gospodarczych udoskonaliła tradycyjny system rachunkowości i sprawozdawczości przedsiębiorstw oraz rozwinęła kontrolny system wskaźników, umożliwiających najkrótszą drogą wykrywanie relacji między nakładami a wynikami, między wielkościami planowanymi a rzeczywistymi. Szczególnie analiza wynikowa przedsiębiorstw działających na rozrachunku gospodarczym osiągnęła wysoki stopień formalizacji i komputeryzacji, stając się równocześnie podstawą przeglądu ich działalności bieżącej [7]. W literaturze fachowej jest ona często nazywana analizą przeglądową. Systemowa analiza wynikowa jest w stosunku do analizy przeglądowej tylko następnym krokiem rozwojowym zmierzającym do posługiwania się nowo wykrywalnymi relacjami i sprzężeniami powstającymi w systemach kierowania poprzez cele i zadania. W systemowej analizie wynikowej chodzi przede wszystkim o zebranie wiarygodnych wskaź-

---

[7] J. Więckowski: *Analiza ekonomiczna w przedsiębiorstwie przemysłowym*, Warszawa 1963.

ników dotyczących historii istniejących systemów dla potrzeb projektowania nowych systemów, kolejnych ciągów iteracyjnych, doskonalenia samych systemów prognozujących, projektujących i procesów projektowania. Systemowa analiza wynikowa nastawiona jest głównie na pracę twórczą obejmującą dłuższy horyzont czasowy.

Jeżeli za podstawę dalszego rozwarstwienia wspomnianych czterech umownych rodzajów analizy systemowej przyjmiemy procesualne odwzorowanie analizy, to możemy w niej wyróżnić siedem [8] następujących, względnie umownych, etapów, zwanych fazami analizy:

Formułowanie problemu badawczego (Faza koncepcyjna)	Obejmuje analizę celów badania oraz analizę celów systemu, określenie zagadnień stanowiących przedmiot zainteresowania, uściślenie problemu i jego hipotez, znalezienie odpowiednich kryteriów ocen dla dokonywania wyboru.
Badanie — łącznie z rozwinięciem hipotez (Faza badawcza)	Gromadzenie danych, poszukiwanie w nich współzależności oraz alternatywnych (wariantowych) programów działania, rokujących rozwiązanie problemu.
Wartościowanie (pomiary) (Faza analityczna)	Opracowanie rozmaitych modeli (odwzorowań) i zastosowanie ich do przewidywania następstw (skutków, wyników) wyboru poszczególnych wariantów działania oraz porównywanie tych wariantów w świetle wywoływanych przez nie następstw.

[8] Niektórzy autorzy gubią dwie ostatnie fazy — „proponowane działanie" i „podjęcie decyzji", uważając, że nie należą one do analityka. Pogląd ten nie jest słuszny, ponieważ decydent też jest w jakimś stopniu analitykiem, a ponadto nawet analityk w kolejnej iteracji powinien rozpoczynać swą pracę właśnie od tych dwu faz jako „faktów dokonanych". Por. E.S. Quade: *op. cit.*, s. 35.

Interpretacja (objaśnianie) (Faza oceniająca)	Wyjaśnienia liczbowych wskaźników prognostycznych uzyskanych na podstawie modelu i innych informacji jako narzędzia oceny rzeczywistości i wariantowych porównań, wyciągnięcie wstępnych wniosków i wstępnych propozycji działania.
Sprawdzenie wniosków (Weryfikacja, faza prób i sprawdzania wniosków)	Poddanie wstępnych wniosków i rozwiązań różnym możliwym próbom i ocenom ekspertów.
Zaproponowanie optymalnych wariantów działania	Zwięzłe przedstawienie wyników badania w postaci wniosków końcowych o sposobach rozwiązania problemu.
Podjęcie decyzji	Wybór określonego wariantu i wnioskowanie kolejnego zestawu zagadnień badawczych dla następnego procesu iteracyjnego.

Trudno jest określić, którą fazę należy uznać za najważniejszą. W każdym razie szczególną uwagę poświęca się fazie pierwszej, decydującej o wyłonieniu samego przedmiotu badania, wyodrębnieniu go spośród innych problemów nadrzędnych, równorzędnych i podrzędnych, wytypowaniu głównych czynników, rozwinięciu pojęć i terminów, czyli języka opisującego problem, wstępnemu naszkicowaniu współzależności między zmiennymi, a nawet próbnemu zestawieniu przypuszczalnych wniosków końcowych. Ten wstępny cel analizy osiąga się za pomocą tzw. logicznej tablicy problemu, której prosty przykład przedstawia tablica 5.

Oczywiste jest, że hipoteza główna w praktyce nie rodzi się nagle. Kształtuje się ona w wyniku ćwiczeń, doświadczeń, koncepcji racjonalizatorskich, prac naukowo-badawczych rozpoznających i porównujących standardy światowe itp. W celu jej logicznego podtrzymywania bądź obalenia konieczne jest sprawdzenie samej metody rozumowania oraz zarysowanie koncepcji rozwiązania problemu, który stanie się aktualny pod wpływem potwierdzenia danej hipotezy. Jeżeli problem wytrzyma próbę logiczną,

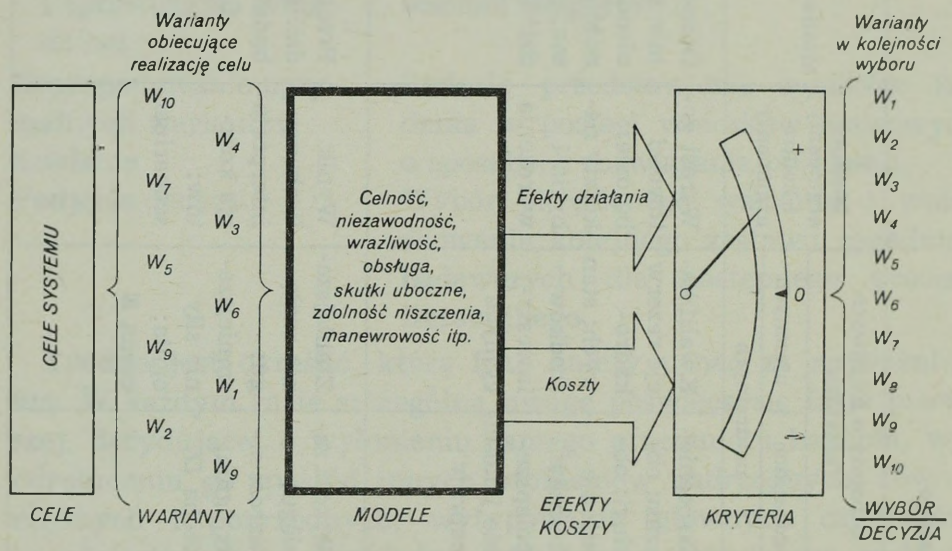
Wstępne tablice logiczne problemu badawczego

Hipoteza główna	Hipotezy pomocnicze	Hipotezy o możliwych efektach		Możliwe argumenty i kontr-argumenty	Możliwe wnioski	Możliwe decyzje
	jakimi sposobami oceniono system?	dodatnich	ujemnych			
		neutralnych				
I. System obsługowo-remontowy uzbrojenia *X* jest niezadowalający na warunki wojenne	a) Wskaźniki funduszu remontowego i sprzętu w systemie; b) czas obsługi i remontu; c) czas przebazowania; d) ...; n)	Skrócenie czasu obsługi; obniżenie kosztów, polepszenie jakości naprawy	Kwalifikacje rezerw kadrowych; stan środków inwestycyjnych	Wzrost gotowości bojowej; koszty nabycia i wdrożenia	Odroczyć termin realizacji nieodwołalność problemu; prowadzić badania	Zbadać nadwyżki budżetowe; rozpocząć przygotowania do zmiany systemu
II. Czołg lekki *M-20* jest efektywniejszy aniżeli średni *M-32*	Ruchliwość zmniejsza wrażliwość na ogień przeciwnika; scenariusz ćwiczeń: ...	Wzrost zasięgu; wzrost siły ognia; cecha *D*	Zmniejszenie zasięgu; zmniejszenie siły ognia; cecha *E*	Wynik liczbowy; interpretacja kosztów; scenariusz	Przeprowadzić serię badań	Zwiększyć serię produkcyjną *M-20;* utrzymać aktualne proporcje

może stać się przedmiotem analizy systemowej. Warto przy tym zwrócić uwagę, że częstym wnioskiem do prowadzenia badań może być prosta formuła o nieodwołalności problemu, który wcześniej czy później musi być rozwiązany, jeśli dany podmiot ma osiągnąć swój cel nadrzędny.

Merytoryczną treść struktury analizy systemowej w sposób sugestywny ilustruje rys. 24.

Jej podstawowe elementy, mniej lub bardziej wyodrębnione w każdej analizie, to: 1) analiza celów systemu; 2) analiza wa-



24. Struktura merytoryczna analizy systemów
Źródło: E. S. Quade: *op. cit.*, s. 13.

riantów osiągnięcia celu; 3) budowa i analiza modeli reprezentujących badane warianty; 4) analiza efektów połączona z 5) analizą kosztów; 6) analiza kryteriów wyboru; 7) wybór (decyzja).

Analiza celów systemu jest bodajże najważniejszym zadaniem analityka, chociaż często panuje przekonanie, że cel systemu jest znany. Większość systemów realizuje w praktyce nie jeden cel, wyraźnie określony jako ostateczny, lecz pewną gałąź lub drzewo celów (por. rozdz. IV, podpunkt 4), rozkrzewiające się na czynności, zadania, operacje, rubieże itp. Jedne zadania i cele są niezbędne lub konieczne, inne są tylko towarzyszące lub pomocnicze. Mogą wystąpić też cele rozbudowane nadmiernie lub sprzecznie

dla wewnętrznej lub zewnętrznej funkcji systemu [9]. Badanie celów następuje po określeniu, czy podlegający analizie system istnieje czy też ma być dopiero stworzony; jeśli jest to system istniejący, czy działa on dobrze lub niezadowalająco i jeśli nie — to z czyjego punktu widzenia. Przy badaniu celów nie tylko rozpoznaje się ich hierarchię oraz ograniczenia związane z ich wyborem, ale również samą genezę, którą ocenia się także na podstawie końcowych wyników analizy.

Praktyka potwierdza, że poprawne określenie celów i zadań dla wielu systemów jest bardzo trudne: nadmierny zakres zadań i celów zwiększa zapotrzebowanie środków zabezpieczających ich realizację; zawężony zakres powoduje powstawanie „wąskich przekrojów" w nadsystemie lub niewykorzystanie środków znajdujących się w dyspozycji systemu.

Chodzi o to, ażeby nie zamienić celu ostatecznego z pośrednimi zadaniami i rubieżami ich wykonania. Cele mogą być stawiane realnie i postulatywnie. Na przykład stworzenie zupełnie nieprzenikalnej obrony powietrznej kraju jest przy współczesnej technologii ataku i obrony celem mało realnym. Każde sformułowanie celu wpływa inaczej na ograniczenia strukturalne, kompetencyjne, poznawcze i motywacyjne systemów i ich elementów; rodzi inne tendencje specjalizacyjne lub uniwersalistyczne; inaczej kształtuje koszty i efekty systemu; zmienia politykę realizacji i rozliczania się z wykonania zadań. Odróżniać przy tym trzeba cele i zadania jednorazowe od ciągłych, krótkofalowe od długofalowych, cele i zadania dotyczące rywalizacji polityczno-militarnej na różnych poziomach eskalacji.

Swoista wielorodność i nieprecyzyjność celów w systemach praktycznych wynika zarówno z różnych możliwości rozdysponowania ich na systemy współdziałające, jak i z możliwości wykonania ich w postaci rozmaitych wariantów realizacyjnych. Przez termin wariant realizacyjny (alternatywa rozwiązania, strategia działania) rozumie się zbiór środków i odpowiednich dla nich metod, przy których użyciu rokujemy osiągnięcie zamierzo-

---

[9] J. Zieleniewski: *op. cit.*, s. 162—176; G. Nadler: *op. cit.*, s. 43—63.

nych celów. Warianty realizacji nie muszą być oczywistymi zamiennikami albo spełniać idealnie tylko tę samą wybraną funkcję. Ludność kraju można chronić przed atakiem z powietrza za pomocą schronów, strefowej lub punktowej obrony zaporowej, za pomocą wyprzedzającego uderzenia na siły ataku przeciwnika lub groźby użycia odwetowej siły uderzeniowej. Wojska można transportować środkami powietrznymi, lądowymi i wodnymi; procesy obsługowo-naprawcze powierzać bazom ruchomym albo stacjonarnym. Na początku ujawniania (inwentaryzacji) rozmaitych wariantów nie możemy w sposób dostatecznie przekonujący stwierdzić, który wariant jest korzystniejszy; są one rozrzucone i nie uporządkowane po całym polu badania. Trzeba najpierw stworzyć ich modele i przeprowadzić szczegółowe pomiary.

Najogólniej biorąc modele są to odwzorowania rzeczywistości, wyróżniające w niej te stany i cechy, które mają istotne znaczenie dla badanego zagadnienia lub systemu (rozdział IV, podpunkt 4). Środki odwzorowania mogą być bardzo różne, począwszy od słownego opisu przyczynowo-skutkowego, następnie schematu graficznego i fizycznego, a na układach równań matematycznych lub programach komputerowych skończywszy. Modele w analizie systemów umożliwiają naśladowanie rzeczywistych relacji, symulowanie zachodzących w rzeczywistości działań i ich rezultatów oraz oszacowanie skutków wyboru. Ich rola wzrasta szczególnie w badaniach systemów wojskowych, których weryfikacja — z wyjątkiem periodycznych wojen — odbywa się z reguły w warunkach symulacji poligonowej, laboratoryjnej lub abstrakcyjno-modelowej. Modele usprawniają określenie efektów i kosztów.

Efekty systemu wyrażają rzeczywiste lub potencjalne jego zdolności do realizowania określonych zadań i celów. Powszechne trudności przekonującego zdefiniowania efektów w systemach społeczno-gospodarczych wzrastają niepomiernie w odniesieniu do systemów wojskowych, w których nieczęsto można zastosować czysty miernik efektów ekonomicznych. Efektami mogą być np. przyrosty zdolności bojowej jednostek dzięki zwiększeniu ich manewrowości, przyrosty wykrywalności celów, zmniejszenie strat na polu walki lub na głębokim zapleczu itp. Z efektami

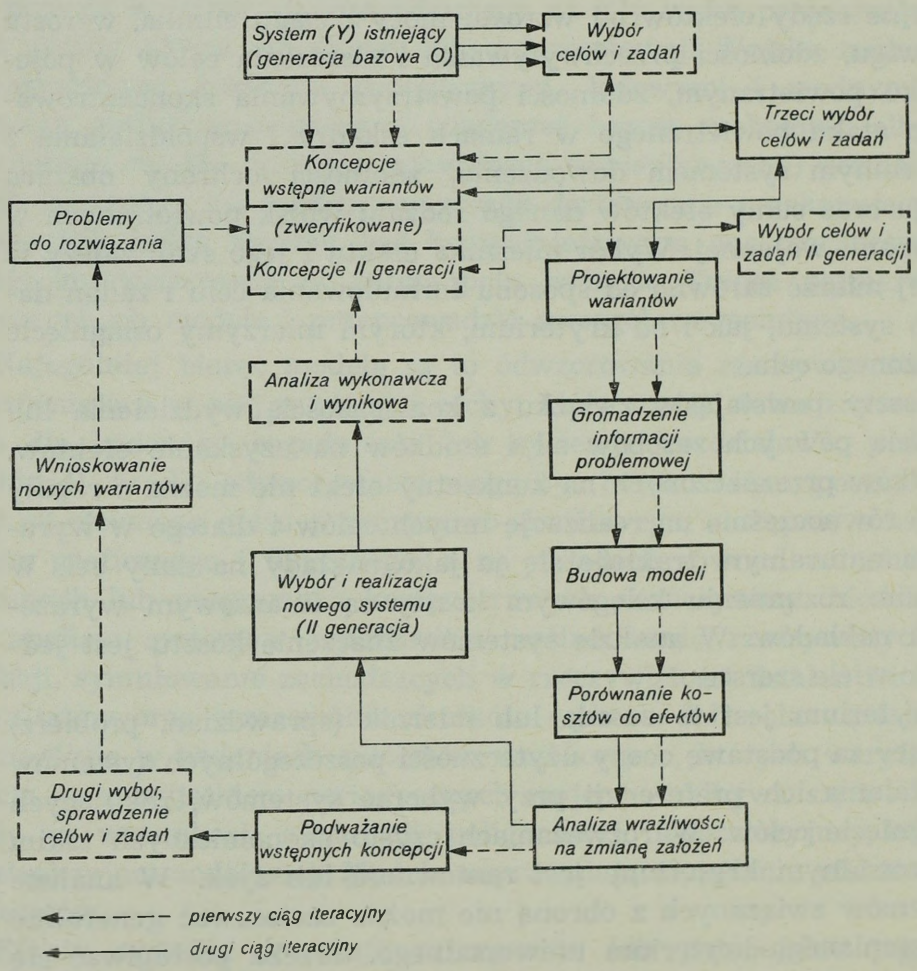
rzecz ma się podobnie, jak z celami. Istnieje „drzewo efektów" o kolejno narastającej skali i hierarchii, sprowadzające się do najbardziej ogólnego efektu neutralizacji agresywnych sił przeciwnika. Na przykład w odniesieniu do samolotu możemy śledzić kolejne rzędy efektów od wzrostu mocy i ciągu silnika, wzrostu udźwigu, zdolności przechwytywania i niszczenia celów w pojedynku powietrznym, zdolności powstrzymywania skoncentrowanego ataku powietrznego w ramach eskadry i współdziałania z naziemnym systemem dowodzenia, zdolności ochrony obszaru kraju oraz sumy efektów danego rodzaju wojsk powietrznych w kampanii wojennej. Wybór miernika efektu i jego skali zależy w dużej mierze zarówno od sposobu formułowania celu i zadań danego systemu, jak i od kryterium, którym mierzymy osiągnięcie założonego celu.

Koszty powstają w związku z koniecznością wydzielenia lub zużycia pewnych zasobów sił i środków na uzyskanie efektów. Środków przeznaczonych na konkretny efekt nie można z reguły użyć równocześnie na realizację innych celów i dlatego w wyrażeniu naturalnym traktuje się je jako nakłady na dany cel. W wąskim rozumieniu księgowym koszty są finansowym wyrażeniem nakładów. W analizie systemów znaczenie kosztu jest jednak o wiele szersze.

Kryterium jest to zasada lub miernik (sprawdzian, probierz) służący za podstawę oceny użyteczności poszczególnych systemów i ustalania ich preferencji przy wyborze systemów, rokujących osiągnięcie celów. W rozważaniach czysto ekonomicznych takim uniwersalnym kryterium jest rentowność lub zysk. W analizie systemów związanych z obroną nie można zastosować generalnie wspomnianego kryterium uniwersalnego. Trzeba posługiwać się kryteriami wielostopniowymi, jak: kryterium najmniejszych kosztów na jednostkę efektu, kryterium minimalizacji strat żywych i przemysłowych, kryterium maksymalizacji przechwyceń, kryterium zadania maksymalnych strat przeciwnikowi, kryterium czasu utrzymania rubieży przedniego skraju pola walki. Niektóre kryteria mają charakter ścisły, inne ogólny.

Zakończeniem procesu analizy systemów jest uszeregowanie pomierzonych wariantów w kolejności przyjętego kryterium. Je-

śli elementy strukturalne analizy zostały dobrane logicznie, poprawnie odzwierciedlają rzeczywiste związki i wielkości, zostały poprawnie zmierzone i rozwiązane matematycznie, to uzyskany



25. Iteracyjny proces analizy systemów

rezultat analizy powinien być przekonującą podstawą wyboru decyzji.

Rozwiązania często nie są jednak dostatecznie dokładne, cele są różne, a niekiedy sprzeczne i niejasne, warianty nie zapewniają pełnego osiągnięcia celów, mierniki nie określają wyraźnie stopnia osiągnięcia celów, prognozy zawierają niepewność, a za-

stosowanie różnych kryteriów prowadzi do odmiennego uszeregowania użyteczności systemów. Dlatego też można jeszcze raz podkreślić, że analiza systemów jest procesem iteracyjnym, powtarzalnym, polegającym na: 1) ciągłym sprawdzaniu i uściślaniu istotnych celów i wariantów ich realizacji (strategii osiągania celów) oraz 2) ilościowym porównywaniu — gdzie tylko możliwe — nakładów i kosztów ekonomicznych, efektywności (użyteczności) i ryzyka związanego z poszczególnymi wariantami. Tę strategię badawczą, w obecnym stadium rozwoju reprezentującą bardziej sztukę, niż naukę, ilustruje rys. 25.

Istniejący system (względnie systemy) traktowany jest jako system generacji zerowej lub bazowej. Podczas formułowania konkretnych celów i zadań dla systemu bazowego ujawniają się wstępne koncepcje innych wariantów rokujących osiągnięcie celów. Koncepcje te przechodzą przez pierwszy ciąg iteracyjny, obejmujący projektowanie, gromadzenie informacji, budowę modeli, porównanie kosztów i efektów. W połowie pierwszego ciągu do porównania kosztów i efektów wprowadza się analizę wrażliwości na zmiany we wstępnych założeniach koncepcyjnych. Analiza wrażliwości prowadzi z reguły do podważenia niektórych założeń wstępnych, co wywołuje potrzebę powtórnego sprawdzenia i sformułowania celów, wnioskowania nowych wariantów lub znacznej zmiany pierwotnych wersji i rozstrzygnięcia powstających przy tym problemów dodatkowych. Po ich rozwiązaniu otrzymuje się zweryfikowaną wersję koncepcji i odpowiedni do niej trzeci wybór celów i zadań. Na podstawie tego wyboru prowadzone są następne iteracje, z których ostatnia może zakończyć się wyborem i realizacją pierwszej generacji systemu. Prowadzona już podczas jego realizacji analiza wykonawcza i wynikowa jest osnową do formułowania nowych koncepcji dla II generacji systemu. Ciąg iteracyjny powtarza się od nowa, wykorzystując w wypadkach uzasadnionych dotychczasowe informacje i doświadczenia.

3. Hierarchia (szczeble, poziomy) analizy systemów

Rozwarstwienie analiz systemowych według hierarchii problemów (szczeble lub poziomy) jest odzwierciedleniem klasyfikacji systemów rzeczywistych, omówionej w rozdziale III, podpunkt 5. Skoro istnieją hierarchie systemów różnych rzędów od supersystemu począwszy, przez system, podsystem, jednostkę i na elemencie skończywszy, to stan ten znajduje odbicie w podziale analiz systemowych według następującej hierarchii analiz:

— ideologicznych;
— politycznych (strategicznych);
— sytuacyjnych (operacyjnych);
— gospodarczo-technicznych;
— zadaniowych (taktycznych);
— czynnościowych;
— elementarnych.

Podział powyższy jest w dużej mierze podziałem umownym, a niektóre zakresy mogą w większym lub mniejszym stopniu wzajemnie się nakładać. Znalazł on m.in. swój wyraz w strukturze organizacyjnej instytutów naukowo-badawczych pracujących dla potrzeb obrony oraz w podziale tematów, np. w RAND Corporation. Wyróżnienie tzw. analizy sytuacyjnej może wzbudzać wątpliwość, ponieważ chodzi tutaj nie tyle o konkretny system powstający w danej sytuacji operacyjnej, ile o zachowanie się różnych systemów pod wpływem zmieniających się sytuacji. Podział na wymienione szczeble analizy związane z systemami obrony wykształcił się pod wpływem potrzeb praktyki, ponieważ z początkiem lat sześćdziesiątych wyraźnie uświadomiono sobie także w Stanach Zjednoczonych, że zagadnień długofalowego planowania obrony nie można rozwiązać samymi technikami badań operacyjnych — np. programowaniem liniowym i szczegółowymi obliczeniami, jak zachowa się pojedynczy samolot w dalekim natarciu. Zaczęto większą uwagę zwracać obok obliczeń taktyczno-operacyjnych na stronę strategiczną i na „...zdolność do osiągnięcia generalnych celów polityki, aniżeli na prostą zdolność systemów uzbrojenia, wpływającą tylko na cha-

rakter pojedynczego starcia militarnego" [10]. Budził bowiem coraz większe obawy brak zrozumienia, że w systemie równowagi bezpieczeństwa światowego równie niebezpieczna może być demonstracja siły i polityka z pozycji siły, co i demonstracja słabości lub „gra mięczaków". Obie skrajności aktywizują przeciwne układy potencjałów, przy czym samo militarne rozstrzygnięcie konfliktu nie zawsze jest równoznaczne z osiągnięciem celów politycznych [11]. Te i tym podobne przesłanki skierowały uwagę analityków na zagadnienia ogólniejsze, dotyczące nie tylko cybernetyki technicznej.

Podział systemów na kategorie hierarchiczne pozwala lepiej dobrać mierniki efektów. Na poziomie elementarnym i czynnościowym bada się systemy pod względem np. szybkostrzelności, celności, sprawności transportowej i załadowczej, sprawności obsługowej, a efektami są mierniki przyjęte w technice dla tego rodzaju czynności. Na poziomie zadaniowym, czyli taktycznym, porównuje się zdolności różnych rodzajów broni do wykonania tych samych zadań w określonym zasięgu i czasie. Poziom sytuacyjny pozwala porównywać efektywność „mieszanki" rodzajów broni w różnych sytuacjach operacyjnych na danym teatrze działań wojennych. W kategoriach politycznych ocenia się różne zestawy sił zbrojnych z punktu widzenia ich wpływu na politykę przeciwnika. Tak np. według generała de Gaulle'a jedna bomba jądrowa w jego *force atomique* miała wywierać większe efekty polityczne, aniżeli 100 dział.

Na poziomie ideologicznym rozpatruje się efektywność systemów ideologicznych w jednoczeniu sił moralnych społeczeństwa i narodu do wysiłku nad realizacją uznanych wartości ideowych. System ideologiczny to spójny zbiór podstawowych poglądów, idei, pojęć i wyobrażeń określonych klas lub partii politycznych, kształtujący się pod wpływem stosunków ekonomicznych. Ideologia to świadomość określona przez byt: świadomość określona statycznie, jeśli pragnie ten byt zachować bez zmian, i dynamicznie — jeśli ustala cel — jego przekształcenie. W ideologii znaj-

[10] E.S. Quade: *op. cit.*, s. 15.

[11] G. Gerasimow: *War and Peace Problems as Viewed From the Angle of the Game Theory*, „Co-Existence" 1971, t. 8, s. 143.

dują odzwierciedlenie nadrzędne wartości, które człowiek jako istota społeczna w części dziedziczy z przeszłości, a w części rozwija stosownie do możliwości postępu społecznego i pragnie przekazać przyszłości. Dla obrony tych wartości człowiek z własnej woli podejmuje znaczne wysiłki i godzi się na największe wyrzeczenia. W ideologii zawarte są wzory postępowania, normy etyczne i moralne kategorie — słuszności, sprawiedliwości, obowiązku, stanowiące podstawę rozwoju potrzeb społecznych i działania politycznego. Kategorie te umożliwiają człowiekowi umiejscowienie siebie na tle przyrody oraz bliższej i dalszej społeczności ludzkiej, ukształtowanie zestawu wartości, określających jego osobisty stosunek do wszystkich elementów otoczenia, wyrobienie stosunków emocjonalnych, świadomą, podświadomą i nieświadomą akceptację obrazu rzeczywistości oraz dokonanie oceny zachowania się innych ludzi i społeczeństw.

Tak więc system ideologiczny staje się zbiorem współzależnych, uzasadnionych przekonań uogólniających istotne charakterystyki otaczającego nas świata. Te przekonania stają się bazą polityczną przy podejmowaniu decyzji, bazą w różnym stopniu zinstytucjonalizowaną i sformalizowaną, której nie można naruszyć w krótkim czasie bez zagrożenia przejściem systemu w stan nieokreślony.

Najaktywniejszymi nośnikami ideologii są: filozofia, socjologia, sztuka i religie. Dążą one do opracowania uniwersalnie spójnych tez, przyjmowalnych przez maksymalną liczbę ludzi, mogącą stanowić siłę polityczną. Najbardziej syntetycznym wykładnikiem ideologii, której hołduje państwo, jest jego ustrój społeczno-polityczny.

Współczesność rozwija się pod znakiem dwóch ideologii: burżuazyjnej i socjalistycznej, które dominują na większości kuli ziemskiej. Trzeci Świat nie wytworzył jakiejś spójnej ideologii i oscyluje między socjalistyczną ideologią marksistowską a imperialistyczną ideologią burżuazyjną.

Systemowe podejście pozwala w sposób dość czytelny wyjaśnić mechanizm kształtowania się poszczególnych systemów ideologicznych. Współczesna ideologia imperialistyczno-burżuazyjna głosi, że jest kontynuatorką celów idealnych, ustalonych poza

systemem. Zgodnie z imperialistyczną ideologią burżuazyjną dane zostały spoza systemów społecznych wejścia, które na zawsze określiły ich cele. Informacja wejściowa o źródle istnienia (*causa essendi*) wyznaczyła sposób pojmowania rzeczywistości (*ratio intelligendi*) oraz sposób reakcji na zakłócenia wewnętrzne i zewnętrzne (*ordo vivendi*). Raz utrwalone stosunki społeczne i raz dokonany podział bogactw ziemi są niezmienne. Ci, którym dane było ujarzmienie innych, są upoważnieni do obrony zajętych pozycji i do dalszego ujarzmiania słabszych. Na tle z góry wyznaczonych celów reakcyjnej ideologii burżuazyjnej rozwinęła się imperialistyczna ideologia wojenna, uzasadniająca przemoc militarną. Głosi ona teorie odwiecznej przemocy, maltuzjanizmu, rasizmu i szowinizmu, teorie „ocalenia cywilizacji", teorie geopolityczne i psychologiczne, mające doktrynalnie przekonać skład osobowy imperialistycznych armii o słuszności ich działania [12].

Socjalistyczny system ideologiczny wynika z materializmu dialektyczno-historycznego, który wykazuje, że cele i funkcjonowanie systemów społecznych nie są dane raz na zawsze spoza systemu. Cele systemów społecznych ulegają postępującym zmianom w miarę rozwoju sił wytwórczych. Systemy społeczne są systemami samoregulującymi się, samodoskonalącymi się. Ich działanie może być wyznaczane na podstawie zmiennych wyjścia, a więc na podstawie ideału sprawiedliwości społecznej, który nie aprobuje apriorycznej dominacji i ujarzmienia społecznego lub narodowego. Postępowa ideologia socjalistyczna w odróżnieniu od konserwatywnej ideologii burżuazyjnej dąży do ukształtowania światowej skali stosunków społecznych i międzynarodowych w sposób zapewniający ludzkości trwały pokój. Stąd też ideologia socjalistyczna jest przeciwna wszelkim przejawom militaryzmu: „...socjalizmowi niepotrzebne są wojny, jego ideałem jest wieczny pokój" [13]. Ażeby jednak nie dopuścić agresywnych sił imperializmu do realizacji ich doktryn militarnych, państwa socjalistyczne przez pewien etap rozwoju historycznego zmuszone są utrzymać sprawny system obronny,

[12] *Marksizm-leninizm o wojnie i wojsku*, Warszawa 1964, s. 68—90.
[13] *Tamże*, s. 164.

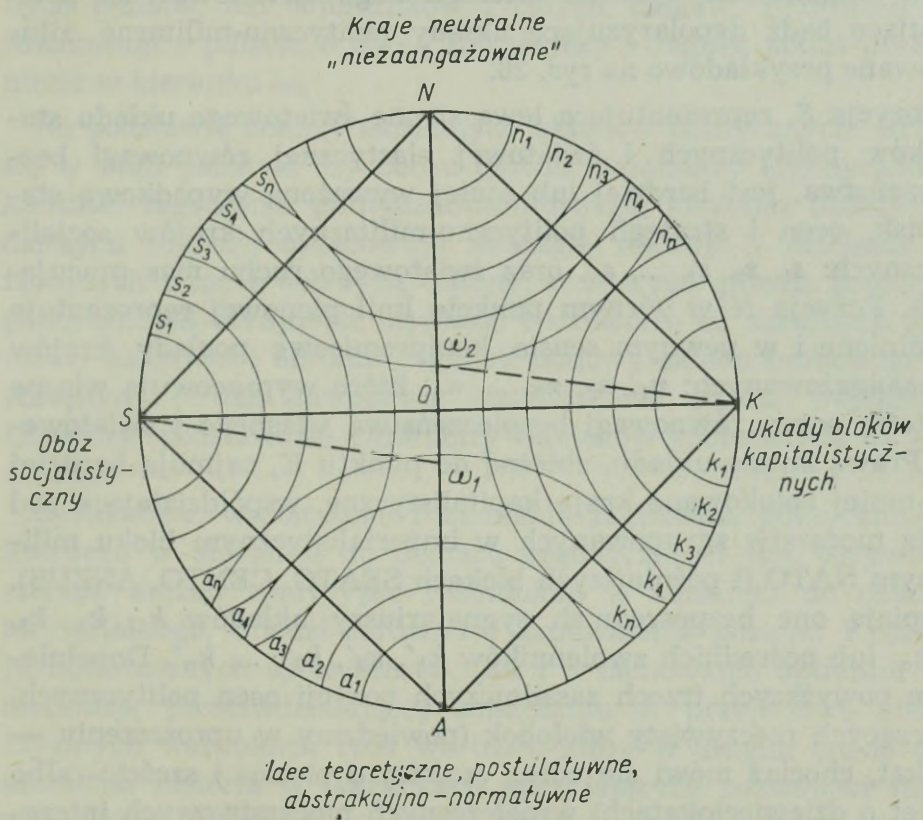
uzbrojony w postępową ideologię społeczną. Ideologia ta musi stanowić system żywy i spójny, różniący się od dogmatycznego systemu konserwatywnej ideologii burżuazyjnej. Jeśli bowiem ideologia opiera się na aksjomatycznych dogmatach, w miarę rozwoju historycznego dochodzi do coraz większych sprzeczności między dogmatami a empirycznym obrazem rzeczywistości. Podtrzymywanie dogmatów siłą prowokuje coraz mocniej siły dążące do obalenia dogmatów. Stąd też obserwuje się obecnie w systemie ideologicznym burżuazji wysoką skłonność do wycofywania się ze starych dogmatów lub ich pomijania w praktycznym działaniu.

Sprawy związane z analizą systemów ideologicznych łączą się z planowaniem ekonomicznym obrony z wielu względów. Po pierwsze analityk badający systemy niższe hierarchicznie musi być świadom ich sprzężeń i zgodności z systemem najwyższego rzędu, a po drugie — jak potwierdza praktyka występująca niemal we wszystkich współczesnych armiach — sprawy przekazu treści ideologicznych i utrwalenia ich w światopoglądach żołnierzy są poważnym problemem technicznym i ekonomicznym [14]. Obejmuje on tematykę programowania procesów szkolenia, organizacji i finansowania szkolnictwa oraz procesów nauczania itp. Ponadto żywa ideologia, kształtująca postawy moralne żołnierza, decyduje o efektywności operacyjnej wszystkich systemów niższych kategorii. W planowaniu gospodarczo-obronnym nie można więc pomijać faktu, że współczesny światopogląd społeczeństwa socjalistycznego wyrasta na bazie innych wzorców i postulatów aniżeli wzorce historyczne. Przeżycia każdej jednostki i grupy społecznej są bogatsze. Oprócz czynników, które kształtowały wzorce świadomości żołnierza w ustrojach — feudalnym i kapitalistycznym, działa czynnik świadomości interesów klasowych większości społecznej każdego narodu i w skali światowej

---

[14] Na przykład *Innere Führung* w Bundeswehrze; L. Schulte: *Nationale und übernationale Elemente der Inneren Führung*, „Wehrwirtschaftlicher Rundschau" 1967, nr 7, s. 361—370; tegoż: *Strategisches Denken und Innere Führung*, „Wehrwirtschaftlicher Rundschau 1968, nr 2, s. 94--111; E. Herman: *Innere Führung*, „Wehrwirtschaftlicher Rundschau 1969, nr 9, s. 492-507.

łącznie. U podstaw tej świadomości leży przekonanie, iż wyścig zbrojeń narzucany światu przez imperialistyczną ideologię burżuazyjną obciąża masy pracujące. Wyścig ten jako wyraz mechanicznej obrony ustroju kapitalistycznego przed obiektywnymi tendencjami rozwoju stosunków społecznych będzie w ostatecznym rachunku czynnikiem przyspieszającym przejście ustroju kapitalistycznego do historii.



26. Przykładowy układ polaryzacji systemów politycznych. Kompleks światowych stosunków politycznych i równowagi bezpieczeństwa światowego

Następne kategorie analizy systemów pełnią w stosunku do analizy ideologicznej rolę instrumentalną. Polityka jest narzędziem ideologii, siły zbrojne i ich strategia — narzędziem polityki, poszczególne rodzaje wojsk — narzędziem sił zbrojnych, a konkretne systemy funkcjonalne — uzbrojenia, służb itd. — na-

rzędziami wojsk. W jednym systemie ideologicznym mieści się wiele systemów politycznych, umożliwiających realizację założeń ideologicznych za pomocą alternatywnych strategii politycznych, ich wariantów i modeli. System ideologiczny rodzi się, wykształca i trwa wieki, charakteryzując całe epoki historyczne. Horyzont historyczny systemów politycznych i kolejnych ich strategii jest stosunkowo krótki. Pod wpływem rozwiniętego na bazie ekonomicznej systemu ideologicznego kształtowały się polaryzujące bądź depolaryzujące układy polityczno-militarne, zilustrowane przykładowo na rys. 26.

Pozycja *S*, reprezentująca lewą stronę światowego układu stosunków politycznych i światowej elastycznej równowagi bezpieczeństwa, jest bardziej lub mniej wyważoną wypadkową stanowisk, ocen i strategii polityczno-militarnych krajów socjalistycznych: s_1, s_2, s_3, ..., s_n, oraz światowego ruchu mas pracujących. Pozycja *N* w górnym punkcie linii pionowej reprezentuje uogólnione i w pewnym sensie kompromisowe poglądy krajów niezaangażowanych: n_1, n_2, n_3, ..., n_n, które wypracowują własne kryteria oceny równowagi bezpieczeństwa własnego i światowego. Prawą stronę układu, zbieżną do punktu *K*, zajmują bardziej lub mniej zblokowane kraje kapitalistyczne, współdziałające pod egidą mocarstw zgrupowanych w imperialistycznym bloku militarnym NATO (i późniejszych blokach SEATO, CENTO, ANZUS). Skupiają one bezpośrednich sygnatariuszy układów k_1, k_2, k_3, ..., k_n lub pośrednich zwolenników k_1', k_2', k_3', ..., k_n'. Dopełnieniem powyższych trzech zasadniczych pozycji ocen politycznych, tworzących rzeczywisty wielobok (powiedzmy w uproszczeniu — trójkąt, chociaż mówi się coraz częściej o pięcio- i sześcio- albo nawet o dziewięciokątach) współczesnych mocarstwowych interesów państwowych, jest zespół teoretycznych, mniej lub bardziej abstrakcyjnych, postulatywnych, na ogół nieoficjalnych poglądów i norm, rodzących się głównie na gruncie teorii naukowej. Traktuje się je jako „bezstronne" uogólnienie historii stosunków międzynarodowych bądź jako perspektywę prognostyczną, wizję ideału stosunków międzynarodowych, do których mogą prowadzić zarówno rozważania przejściowo utopijne, jak i konkretne działania czynników politycznych. Te cztery zasadnicze punkty

widzenia wyznaczają główne płaszczyzny i przestrzenie praktyki oraz teorii niepodzielnego, polityczno-militarnego bezpieczeństwa świata.

Analiza systemów w kategoriach politycznych bada wszelkie rzeczywiste i możliwe w przyszłości przesunięcia punktów ciężkości polityczno-militarnej i techniczno-militarnej, ich kierunki i następstwa, mogące zakłócić obszary ergodyczności poszczególnych państw, ich sojuszników i całych bloków. Przesunięciom równowagi z punktu 0 do ω_1 towarzyszy z reguły jakieś przesunięcie w kierunku ω_2.

Na podstawie analizy aktualnych układów politycznych określa się w skali państwa czy obozu główne parametry ergodyczności, kierunki zagrożenia polityczno-militarnego, kierunki bliższych i dalszych sojuszy, opracowuje strategię rozwoju i działania sił zbrojnych wraz z doktryną obrony, rozstrzyga główne problemy polityczne sił zbrojnych: wielkość i strukturę sił zbrojnych (elementy zaczepne i obronne), sposób budowy składu osobowego sił zbrojnych (armia zawodowa, obowiązkowa służba wojskowa), akceptuje podstawowe parametry nakładów społecznych na cele obrony.

Systemowe, współczesne rozumienie zagrożenia polityczno-militarnego w stosunku do obszaru ergodyczności jest oczywiście szersze aniżeli tradycyjne rozumienie w stosunku do obszaru terytorialnego. Chodzi zarówno o zapewnienie postępu i rozwoju nowoczesnych społeczeństw, jak i o zachowanie optimum homeostazy, przeciwdziałającej zniszczeniu w przejściowo niekorzystnych warunkach tych wartości, które w długim czasie wykształciła historia w warunkach sprzyjających rozwojowi indywidualności narodowych. Ekonomicznym wyrazem suwerennego obszaru ergodyczności jest możliwość działania z pozycji równoprawnego partnera w wymianie dóbr międzynarodowego podziału pracy, w rozporządzaniu produktem i majątkiem narodowym w ramach istniejących warunków rynkowych i założeń polityki gospodarczej. Takiej ergodyczności nie miały i nie mają jeszcze liczne kraje pokolonialne, co jest źródłem zbrojnych konfliktów lokalnych. Warto przy tym zaznaczyć, że w cybernetycznym ujęciu polityczny cel sił zbrojnych polegałby na podejmowaniu obrony

obszaru ergodyczności wtedy, kiedy zostaje on zakłócony ponad granice umożliwiające realizację praw suwerennych. Wojna z reguły różniłaby się od działalności pokojowej nie celami, lecz skutkami. Efekt istnienia sił zbrojnych i ich cel to przede wszystkim zapobieżenie skutkom, jakie może wywołać wojna w wypadku niemożliwości zrównoważenia procesów ergodycznych. Doświadczenia z wielkich wojen rozegranych w XX wieku wskazują bowiem, że intensyfikacje przemysłu, zwiększenie wydajności pracy, zagęszczenie elementów wewnątrz systemu i podniesienie ich komparatywnej efektywności ekonomicznej dawało uczestnikom tych wojen większe korzyści aniżeli zewnętrzna ekspansja militarna.

Ochrona ergodyczności systemów politycznych nie mieści się jeszcze w tradycyjnych pojęciach planowania obrony. Zapoczątkowuje ją poprzez implikację współczesne prawo międzynarodowe, opierające się m.in. na pojęciu pokoju niepodzielnego, wynikającym z art. 51 Karty ONZ o prawie użycia siły przeciwko agresorowi we wspólnej obronie kolektywnej. Niepodzielność pokoju, czyli współzależność wszystkich obszarów ergodyczności, oznacza, że napaść na którykolwiek kraj jest pogwałceniem pokoju nie tylko między krajem wszczynającym agresję a jego ofiarą, lecz pogwałceniem pokoju w ogóle, naruszającym interesy wszystkich krajów [15]. Analiza systemów w kategoriach polityczno-militarnych może przyczynić się do wyraźniejszego formułowania międzynarodowych norm prawnych, określających pojęcie agresji, obrony, równowagi sił zbrojnych itp. w duchu postępowych norm współżycia międzynarodowego.

Analiza systemów obrony w kategoriach politycznych ułatwia także wyjaśnienie wielu dyskusyjnych zagadnień. Na przykład sprawę nadrzędności decyzji politycznych nad decyzjami militarnymi rozpatruje się jako problem informacyjny. Rozstrzygnięcie militarne konfliktu zmienia sytuację polityczną w znacznej mierze, ale nie całkowicie. Z tego względu czynnik polityczny kierujący większą skalą polityczną *ex definitione* powinien

---

[15] E. Kożewnikow, W.A. Mazow: *International Law and Struggle for Peace*, „Co-Existence" 1971/2, t. 8, s. 111—112.

mieć więcej informacji o warunkach rozstrzygnięcia konfliktu i jako lepiej poinformowany powinien podejmować decyzje kompleksowe. Jest to systemowe uzasadnienie nadrzędności decyzji politycznej; jeśli na szczeblu politycznym brak jest pełniejszej informacji aniżeli na szczeblu czynników militarnych, nadrzędność decyzji politycznych będzie wynikała tylko z feudalnego nawyku i z przekazywania odpowiedzialności za decyzje na szczebel polityczny. W przesuwaniu odpowiedzialności za podejmowane decyzje istotną rolę odgrywa kryterium subiektywnej gotowości do podjęcia ryzyka za decyzje. Gotowość ta zależy z kolei od tego, czy decydent odpowiada w granicach systemu realnego, czy też może przesunąć odpowiedzialność za błędne decyzje w system idealny. Przeniesienie odpowiedzialności poza realny system własny znalazło prawny wyraz w historycznej formule „odpowiedzialności wobec Boga i historii". Podejście systemowe pozwala więc na względne oderwanie się od tradycyjnych pojęć tkwiących niekiedy jeszcze w feudalnych konstrukcjach myślowych i przejście na współczesny poziom społecznej analizy marksistowsko-leninowskiej [16].

Rozwiązania w kategoriach politycznych stwarzają podstawę do badań i podejmowania decyzji w następnej kategorii — gospodarczo-technicznej, mocno związanej z wnioskami wypływającymi z kategorii sytuacyjnych. Wnioski z analizy politycznej wyznaczają strategię rozwoju sił zbrojnych; polityka wytycza stan sił zbrojnych, a stan sił zbrojnych warunkuje politykę. Współzależność ta jest jednak dość elastyczna, ponieważ nie wszystkie zmienne znajdują się pod kontrolą planisty. Pierwsze ograniczenie to budżet własny i przeciwnika, drugie — to postęp naukowy i techniczny własny, przeciwnika i światowej wspólnoty naukowej. Niezależnie więc od analizy wielki wpływ na decyzję wywierają sztuka strategii i taktyki w manewrowaniu tymi ograniczeniami. Na równowagę bezpieczeństwa polityczno-militarnego składają się bowiem nie tylko nakłady na własne poprawne struktury i wielkości sił zbrojnych, ale również nakłady na podtrzy-

[16] F. Engels: *Wybrane pisma wojskowe*, Warszawa 1962, s. 9-23, 272-320, 487; R. Lewien: *The Analysis of Force Policy and Posture Interactions. W: Systems Analysis and Policy Planning...*, wyd. cyt., s. 279—297.

manie państw neutralnych i wzmocnienie sojuszy międzynarodowych.

Analizy gospodarczo-techniczne zmierzają do optymalnego wykorzystania zasobów ekonomicznych i możliwości technicznych dla rozwoju sił zbrojnych poprzez wybór najlepszych zestawów (mieszanek) rodzajów wojsk i służb. Fakt, że w danym układzie sił politycznych konflikt może rozwijać się z różnych poziomów eskalacji, różny może być początkowy okres wojny, różny może być jej przebieg — krótkotrwały lub długotrwały, wymaga zbadania, jak będą się zachowywały poszczególne mieszanki w zakładanych sytuacjach konfliktu. Bada się więc strategiczną i operacyjną skalę możliwych do rozwinięcia ze strony przeciwnika sytuacji wojennych. Można tu wymienić przykładowo sytuacje: zagrożenia narastającego lub nagłego, uderzeń zmasowanych lub racjonowanych, działań ograniczonych do broni konwencjonalnych lub z użyciem broni jądrowej, wojny błyskawicznej lub długotrwałej. Rozpoznanie najbardziej prawdopodobnych sytuacji militarnych i stopnia ich prawdopodobieństwa pozwala wyciągać wnioski dla systemów gospodarczych i technicznych, jak należy kształtować systemy obrony, aby były one zdolne do zneutralizowania i obezwładnienia agresywnych sił przeciwnika w każdym czasie.

Analiza zadaniowa i czynnościowa, jak wspomniano, koncentruje się na wyborze optymalnych systemów do realizacji różnych typów zadań bojowych w konkretnym typie konfliktu zbrojnego, co zostanie szerzej rozwinięte w rozdziale VII.

Przy oczywistej współzależności wyników ze wszystkich wymienionych poziomów występują zasadnicze trudności zakwalifikowania poszczególnych problemów badawczych do konkretnego poziomu i rozwiązania ich na wybranym poziomie. Trudność tę wywołuje kilka paradoksów myślenia systemowego [17]. Pierwszy paradoks to zasadnicza nierównoważność cech systemu z sumą cech elementów składowych i niemożność jednoznacznego wyprowadzenia cech całości z cech elementów. Z tego względu, ażeby poprawnie zbadać pewien obiekt jako system, trzeba opa-

[17] W. N. Sadowski: *Paradoksy sistiemnogo myszlenija.* W: *Sistiemnyje issledowanija,* Moskwa 1972, s. 133—146.

nować narzędzia jego całościowej analizy i mieć o nim informację jako o całości. Inny paradoks hierarchiczności polega na tym, że poprawny opis danego systemu jest możliwy tylko przy potraktowaniu go jako elementu innego systemu większego, a opis elementu jest możliwy po dokonaniu jego opisu jako systemu. Trzeci paradoks systemowo-metodologiczny wynika z konieczności opracowania metodologii analizy adekwatnej dla danego systemu, a metodologię taką można opracować dopiero na podstawie adekwatnego opisu tegoż systemu. Jeżeli przez $A \rightarrow B$ oznaczymy zależność rozwiązania problemu na poziomie A od rozwiązania na poziomie B i odwrotnie, rozwiązanie na poziomie $B \rightarrow A$, to logiczna struktura przytoczonych paradoksów przedstawia się następująco: ... $A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A$ ... Praktyka rozwiązuje ten paradygmat metodą tzw. czółenka tkackiego, czyli przez wielokrotną iterację „tam i z powrotem", leżącą u podstaw wszelkiego rodzaju planowania hierarchicznego. Tradycyjna „droga służbowa" czółenka opierała się na regule, że każdy szczebel hierarchii S_n utrzymuje bezpośredni kontakt tylko z S_{n-1} i S_{n+1} bez względu na liczbę szczebli występujących w danej hierarchii.

Metody analizy systemowej odbiegają od tradycyjnej drogi czółenka, która pod względem mechanicznym jest prosta i mniej od innych zawodna, ale równocześnie czasochłonna i z tego względu na wyższym poziomie rozwoju — nieefektywna. Analiza systemów w makroskali może być zatem prowadzona na najwyższym szczeblu obejmując agregatowo wszystkie elementy systemu i odnosząc się do całości metodą regresji szacunkowej lub na szczeblach najniższych reprezentacyjną metodą Monte-Carlo [18]. Tak np. analiza systemu ideologicznego w makroskali zajmuje się badaniem spójności systemu oraz rozumieniem tego systemu przez jednostki i grupy społeczne. Analiza w mikroskali bada systemy pod względem funkcjonowania ich elementów i jednostek.

[18] S. M. Jermakow: *Mietod Monte-Carlo i smieżnyje woprosy*, Moskwa 1971.

4. Typologia modeli analitycznych

Podstawy modelowania. Narzędziem analizy systemów jest modelowanie [19] jako jedna z trzech podstawowych metod badania cybernetycznego: analizy, syntezy i modelowania. Modelowanie polega na tworzeniu (odwzorowywaniu, projektowaniu, konstruowaniu) systemów uproszczonych w stosunku do rzeczywistych (oryginalnych). Systemy uproszczone muszą jednak działać pod wybranymi względami analogicznie do modelowanego oryginału istniejącego lub wyobrażanego [20].

Centralnym problemem modelowania jest stopień podobieństwa (zgodności) między modelem a odwzorowywanym obiektem. Modelowanie oparte na teorii podobieństwa wykorzystuje wzajemną odpowiedniość zjawisk fizycznie różnorodnych oraz zjawisko analogii jako szczególny rodzaj podobieństwa między rozwiązywanymi problemami. Na przykład w ścisłych metodach wykorzystuje się równania analogii przy pomocy elektronicznych maszyn analogowych na podstawie teoremy Guchmana-Kirpiczewa. Głosi ona, że „...dwa zjawiska są podobne, jeśli są opisywane jednym i tym samym układem równań różniczkowych i spełniają podobne warunki jednoznaczności" [21].

Izomorfizm (odpowiedniość) oryginału i poprawnego modelu umożliwia prowadzenie symulacji, to jest procesualnego naśladowania zjawisk zachodzących w oryginale i poprzez badanie zjawisk naśladowanych określanie zjawisk mogących zachodzić w oryginale. Na przykład na podstawie ilości trafień symulowanego celu powietrznego przy różnych jego szybkościach ocenia się prawdopodobieństwo trafienia celu rzeczywistego w podobnych warunkach.

Drugi problem modelowania wynika z potrzeby uproszczenia modelu w stosunku do z reguły złożonego „wielkiego" oryginału.

Bezpośrednie metody uproszczenia (symplifikacji) przedmiotowego oryginału polegają przede wszystkim na eliminacji niektó-

---

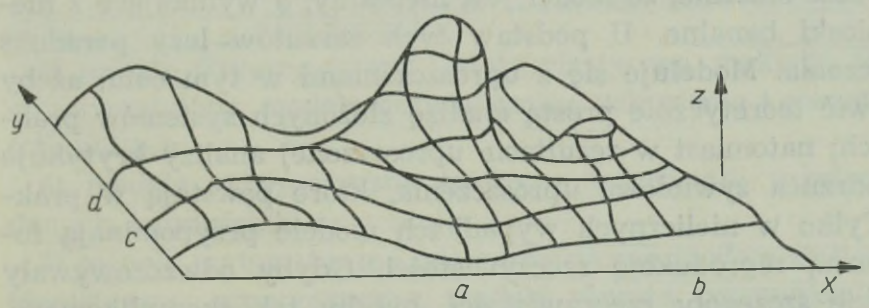
[19] E. S. Majminas: *op. cit.*, s. 55.

[20] H. Greniewski: *op. cit.*, s. 54.

[21] Cz. Bąbiński: *Inżynieria projektowania przemysłowego. Tendencje postępu*, Warszawa 1964, s. 184—196.

rych cech i na grupowaniu (agregacji) zmiennych. Pewne zespoły systemu mogą być dla oceny działania innych zespołów nie znaczące. Wyłączenie tych zespołów wymaga przyjęcia pewnych założeń ograniczających ważność wniosku końcowego. Założenia bowiem spełniają rolę filtru odsiewającego elementy istotne od mniej istotnych, ale równocześnie — w powrotnej drodze czółenka do wniosków empirycznych — zmniejszającego ich podobieństwo do rzeczywistości. Trzeba rozróżniać ograniczenie rzeczywiste dyktowane przez prawa fizyczne i prawa rozwoju technicznego od ograniczeń przyjętych w wyniku tradycyjnie zinstytucjonalizowanego działania. Istnieją też ograniczenia sztuczne lub arbitralne.

Stan różnorodności systemu ilustruje rys. 27.



27. Różnorodność rzeczywistości i jej uproszczenie

Różnorodność stanowiąca regułę systemu, opisana ogólnym pojęciem entropii, jest tutaj przedstawiona za pomocą krzywoliniowych, nieregularnych współrzędnych punktów w przestrzeni; występują „szczyty", „kominy", „doliny", o różnej wysokości i kątach nachylenia. Nieregularność rozmieszczenia punktów utrudnia obliczenia. Stąd intuicyjna tendencja do wyrównania rzeczywistości.

Z reguły model wyraża zbiór zależności między zmiennymi Y, X, Z, ... Model jest liniowy, jeżeli dla sinusoidalnych zmian w czasie wszystkie zmienne modelu mają to samo tłumienie i tę samą częstość. Amplituda i faza natomiast mogą być różne dla poszczególnych zmiennych; są one określone warunkami zewnętrznymi. Zmiana amplitudy jest kombinacją proporcjonalności, a zmiana fazy kombinacją przesunięcia. W wyniku przecięcia i wyprostowania sinusoidy otrzymujemy analogię do przekształ-

cenia o prostej postaci algebraicznej. Model liniowy wykazuje własności addytywne. Dodanie do siebie kilku zmiennych układu daje nową zmienną o tym samym tłumieniu i tej samej częstości, tzn. nową zmienną zgodną z modelem.

Najprostszą zależnością w modelach ekonomicznych jest związanie X z Y jako nakładu z wynikiem. Wyznaczenie reakcji Y na X może obejmować różne pochodne i całki, różnego rodzaju opóźnienia i przesunięcia, nie naruszające jednakże warunków modelu liniowego. Reakcję można przedstawić w postaci algebraicznej przez zastosowanie operatorów: różniczkowego D, przesunięcia E, różnicowego Δ i stałego k [22].

Stochastyczną lub prawdopodobną reakcję wyrównuje się prostą lub wielokrotną metodą najmniejszych kwadratów.

Przy wprowadzaniu racjonalnych uproszczeń modelowych do sytuacji empirycznych nie można zapominać o tym, że uproszczenia budzą wśród praktyków najwięcej zastrzeżeń. Zarzucają oni dość słusznie, że model jest nierealny, a wynikające z niego wnioski banalne. U podstaw tych zarzutów leży paradoks uproszczenia. Modeluje się z uproszczeniami w tym celu, ażeby umożliwić teoretycznie prostą analizę złożonych systemów praktycznych; natomiast w rezultacie uproszczonej analizy krytykuje się i odrzuca żywiołowe uproszczenia, które powstają w praktyce. Tylko w nielicznych wypadkach modele przypominają fotograficzną reprodukcję rzeczywistości. Gdyby odwzorowywały wszystkie szczegóły rzeczywistości, byłyby tak skomplikowane, że stałyby się nieużyteczne. Jeżeli abstrahują od wielu szczegółów rzeczywistości, nie oznacza to, że stają się przez to „złe" lub „dobre". O jakości modelu decyduje to, czy daje on lepszą diagnozę i prognozę i przyczynia się w ten sposób do podjęcia poprawnej decyzji.

Trzeci problem wpływający na postać modelu to cel, dla którego model jest konstruowany. Modele tworzy się dla celów poznawczych, dydaktycznych, badawczych, symulacyjnych i kontrolnych, ponieważ są wygodniejsze (przejrzystrze, tańsze, dostępniejsze) w użyciu aniżeli same oryginały. Rozpatrując dalej z punktu widzenia celu możemy wyróżniać modele rzeczywiste (materialne), abstrakcyjne, elementarne, złożone i kompleksowe.

---

[22] D. N. Chorafas: *Sistiemy i modielirowanije*, Moskwa 1967, s. 90—93; Z. Hellwig: *Aproksymacja stochastyczna*, Warszawa 1965.

Cel modelowania w analizie systemów obrony — jak już wspomniano — jest szczególnie wyraźny, ponieważ wielu zjawisk występujących w tych systemach nie można zrealizować w celach eksperymentalnych inaczej, jak przez modelowanie. Wojna dla celów badawczych (z wyjątkiem „eksperymentalnych" wojen lokalnych, jako cząstkowego modelu wojny generalnej) jest zbyt okrutnym poligonem doświadczalnym.

Każda dziedzina wiedzy i sztuki wykształca swoje specjalistyczne teorie modelowania. Istnieje teoria modelowania: cybernetyczna, matematyczna, fizyczna, chemiczna, projektowa itd. [23]

W praktyce systemów obrony, patrząc z punktu widzenia metod modelowania, wykształciły się następujące kategorie modeli:

1) modele werbalne (słowne, aprioryczne);

2) modele graficzne (schematy, kartografie, rysunki techniczne, monogramy, wykresy funkcji);

3) modele fizyczne (mapy i stoły plastyczne, makiety, trenażery i symulatory, modele doświadczalne uzbrojenia i sprzętu, prototypy itp.);

4) modele cybernetyczne (systemy informacji, przetwarzania danych, łączności, kierowania);

5) modele matematyczne (ekonometryczne modele statystyczne, planistyczne, prognostyczne, modele równań opisowych i optymalizacyjnych);

6) modele komputerowe (programy dla elektronicznej techniki obliczeniowej — automatycznych przeliczników, urządzeń pilotujących, maszyn cyfrowych);

7) modele biologiczne, odwzorowujące funkcje przebiegające w oryginałach żywych.

W grupie modeli werbalnych mieszczą się wszystkie słowne opisy: historyczne, postulatywne i normatywne, mające dać mniej lub bardziej dokładny obraz stanów wyróżnionych i ich związków z przeszłości lub na przyszłość. Historyczne (posterioryczne), przyczynowo-skutkowe opisy wojen, aprioryczne i prognostyczne założenia dotyczące przebiegu wojen przyszłych, normatywne regulaminy szkolenia, służby i prowa-

---

[23] Cz. Bąbiński: *op. cit.*, s. 66—70.

dzenia walki, instrukcje i wytyczne to klasyczne modele werbalne w sposób tradycyjnie komunikatywny odwzorowujące rzeczywistość w społecznym działaniu łączącym decydentów i wykonawców. Przy pewnych zaletach powszechnej komunikatywności i względnej łatwości ich budowy modele werbalne mają zasadnicze braki: odwzorowują rzeczywistość w sposób ogólny i przez to nieprecyzyjny, dopuszczają swobodę interpretacji pojęć i przez to są nie dość wierne, są rozwlekłe i łatwo gubią istotne relacje rzeczywistości. Mimo tych braków modele werbalne są niezastąpionym narzędziem naturalnego kształcenia i rozwoju świadomości indywidualnej i społecznej człowieka oraz narzędziem wstępnego formułowania jakościowej strony każdego wyboru.

Modele graficzne służą do bardziej jednoznacznego odwzorowania oryginałów, aniżeli jest to możliwe za pomocą modeli werbalnych. Dotyczy to skomplikowanych oryginałów wielkoprzestrzennych i wielowymiarowych, a przede wszystkim oryginałów projektowanych stanowiących abstrakcyjny produkt świadomości projektanta lub planisty. W modelowaniu graficznym istotną rolę odgrywa kodowanie informacji za pomocą zapisu symbolicznego i umownych oznaczeń. Im doskonalsze stosuje się kody graficzne, tym łatwiej jest korzystać z modeli graficznych i tym większa jest jednoznaczność rozpoznania idei i rozwiązań wyrażanych przez modele. Z tego względu burzliwy rozwój przeżywają w naukach o systemach teorie symboli, kodowania i grafów. Zmierzają one do takiego wyboru kodów graficznych, które zapewniałyby przeniesienie bez zniekształceń maksymalnej ilości informacji.

Modele fizyczne rozpatruje się w sposób podobny do oryginalnych systemów materialnych.

Metoda grafów i tablic macierzowych. Szczególną wartość dla analizy systemów w planowaniu ekonomicznym obrony wykazuje teoria grafów jako gałąź topologii, zajmująca się optymalnym odwzorowywaniem relacji zachodzących między elementami systemów. Wykorzystywana jest ona zarówno w zwyczajnym modelowaniu graficznym, jak i w modelowaniu cybernetycznym, ekonometrycznym i komputerowym.

Metodę grafów w połączeniu z tablicami macierzowymi i zapi-

sem wektorowym stosuje się najczęściej do opisu i planowania systemów, w których występują przekształcenia liniowe lub przekształcenia podlegające rozpoznanym rozkładom prawdopodobieństwa.

Graf to rysunek składający się ze zbioru węzłów (punktów) tworzących po połączeniu ich par liniami pewnego rodzaju sieć, podobną do sieci blokowej. Opisuje ona te same elementy i sprzężenia z tą różnicą, że zmienne wielkości systemu traktowane są jako węzły, oznaczane kółkiem, tworzącym wierzchołek grafu. Przekształcenia, czyli funkcje przetwarzania, nazywane w teorii grafów przenoszeniem, przekazywaniem, transmitowaniem, przekształcaniem, oznaczane są strzałkami, zwanymi krawędziami lub liniami grafu. Ta forma rysunku dostarcza przy szczegółowej analizie algebraicznej wielu ekonometrycznych uproszczeń [24].

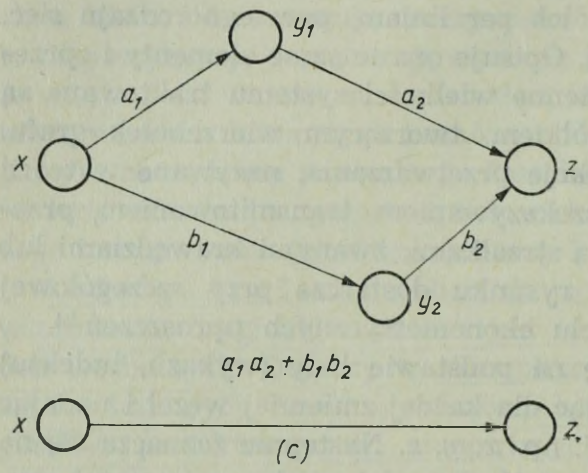
Sieć grafów tworzy się na podstawie listy (wykazu, indeksu) zmiennych systemu, rysując dla każdej zmiennej węzeł i nadając mu miano danej zmiennej, np. x, y, z. Następnie zaznacza się na strzałkach przekształcenia współzależności między zmiennymi, czyli funkcje przekształcenia. Funkcję przekształcenia definiuje się jako stosunek wyniku do nakładu (wyjścia do wejścia), wyprowadzany z równania ogólnego $y = Kx$, gdzie y — wynik, K — operator, x — nakład, z czego otrzymujemy: przekształcenie $K = y/x$. Kierunek strzałki wskazuje na kierunek przekształcenia i obrazuje w ten sposób następstwo nakładów i wyników.

Przy tworzeniu sieci grafów obowiązują pewne zasady umowne, ogólne zasady logiki matematycznej oraz niektóre zasady algebry boolowskiej (rys. 28). Wszystkie strzałki wychodzące z węzła przenoszą zmienną tego węzła na inne węzły. Wartość zmiennej na węźle jest sumą przetworzenia wszystkich zmiennych

---

[24] A. D. Hall: *A Methodology for Systems Engineering*, Nowy Jork 1962, rozdz. 14; M.J.M. Kolupa: *Ekonometria*, cz. I, Warszawa 1969, s. 142—180; D. König: *Theorie der endlichen und unendlichen Graphen*, Nowy Jork 1950; D. D. Anisimow-Spiridonow: *Mietody i modieli bolszich sistiem optimalnogo płanirowanija i uprawlenija*, Moskwa 1969, s. 19—23; O. Ore: *Wstęp do teorii grafów*, Warszawa 1966; B. Kacprzyński: *Planowanie eksperymentów. Podstawy matematyczne*, Warszawa 1974, s. 154—158.

wpływających do węzła jako sygnały przenoszone na strzałkach wchodzących. Przetworzona zmienna na wierzchołku strzałki jest równa zmiennej na początku, pomnożonej przez współczynnik przekształcenia. Przeniesienia dwu strzałek z tego samego ciągu



28. Budowa sieci grafów
$y_1 = a_1 x$
$y_2 = b_1 x$
$z = a_2 y_2 + b_2 y_2$
$z/x = a_1 a_2 + b_1 b_2$

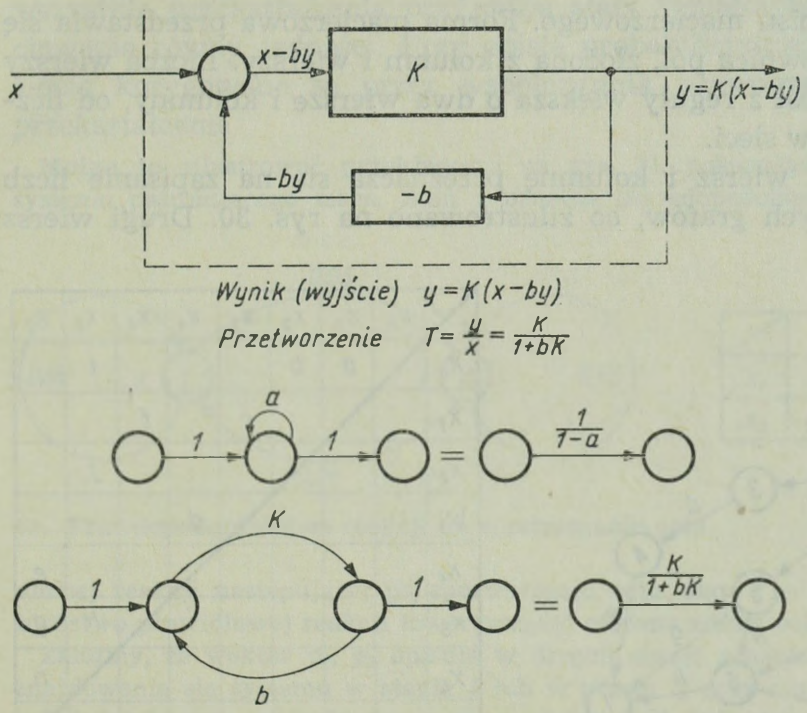
są iloczynem przenoszonych wartości (zasada mnożenia), natomiast przeniesienia dwu strzałek biegnących równolegle w tym samym kierunku są sumą przenoszonych wartości (zasada dodawania).

Na podstawie zasady mnożenia i dodawania formułuje się zasadę rozwijania i skracania sieci, dopuszczającą łączenie grafów oraz przestawianie strzałek ze znakami przeciwnymi, jeśli to ułatwia rozwiązanie problemu numerycznego.

Pętlą nazywane jest takie przekształcenie, w którym występuje sprzężenie zwrotne do niego samego, zmniejszające wartość wyjścia do kolejnego grafu o wartości sprzężenia zwrotnego. Zasadę pętli przedstawiono w dwóch wersjach: z zastosowaniem „czarnej skrzynki" i w wersji typowej dla teorii grafów (rys. 29).

Przetworzenie przeniesienia może odbywać się bez przesunięcia w czasie lub wymagać określonego czasu, nazywanego czasem trwania czynności, zwłoką, czasem reakcji, przesunięciem fazy czasowej lub opóźnieniem reakcji. Jeżeli na przetworzenie nie potrzeba czasu, możemy wszystkie przeniesienia i przetworzenia traktować w prosty sposób algebraiczny, dodając ich „czyste"

wartości (wartości zasadnicze lub podstawowe). Jeżeli czas jest czynnikiem zmieniającym wartości podstawowe, konieczne jest włączenie jego wpływu za pomocą zmiany budowy grafów lub odpowiednich mnożników, przekształcających ten wpływ w je-



29. Zasada pętli i skracanie sieci grafów

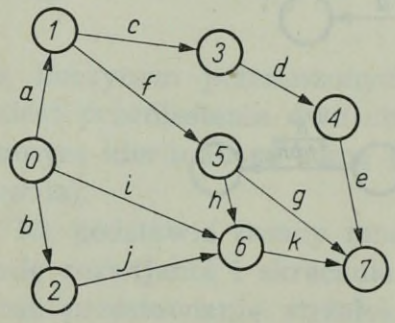
dnorodne wartości algebraiczne. W terminologii ekonomicznej włączenie czynnika czasu nazywa się dyskontem wartości lub opłatą za czas użytkowania czynników produkcji.

W terminologii matematycznej włączenie czynnika czasu traktowane jest jako transformacja matematyczna. Do najbardziej rozpowszechnionych transformacji w badaniach ekonomicznych należą klasyczne transformacje: Laplace'a, opisywana układem liniowych równań różniczkowych, oraz transformacja Z, opisywana układem równań różnicowych. Do transformacji matematycznej wykorzystuje się podstawowe operatory różniczkowania (D), przesunięcia w prawo (E), różnicy (Δ) oraz współczynnika stałego (k). Nowsze metody analizy i syntezy systemu z opóźnieniem czasowym polegają bądź na wykorzystaniu przestrzeni stanów systemu i przed-

stawieniu go jako funkcjonału, obliczanego za pomocą rachunku wariacyjnego, bądź jako szczególnego przypadku sieci grafów, w której czas jest wiodącą zmienną niezależną, stanowiącą ścieżkę krytyczną funkcjonowania systemu [25].

Sieć grafów, charakteryzująca stany zmiennych i ich przeniesienia, jest podstawą do następnej formy opisu systemu, mianowicie do opisu macierzowego. Forma macierzowa przedstawia się jako szachownica pól, złożona z kolumn i wierszy. Liczba wierszy i kolumn jest z reguły większa o dwa wiersze i kolumny, od liczby grafów w sieci.

Pierwszy wiersz i kolumnę przeznacza się na zapisanie liczb porządkowych grafów, co zilustrowano na rys. 30. Drugi wiersz



i \ j	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_0		a	b				i	
x_1				c		f		
x_2							j	
x_3					d			
x_4								e
x_5							h	g
x_6								h
x_7								

30. Grafowy i macierzowy opisy systemu

i kolumnę numeruje się pozycją „zero", odpowiadającą grafowi wyjściowemu. Pozostałe wiersze i kolumny odpowiadają kolejnym liczbom porządkowym grafów. Istnienie przeniesień między poszczególnymi grafami zaznacza się na przecięciach odpowiednich kolumn i wierszy.

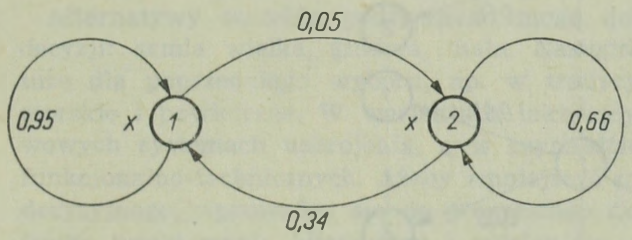
Jeżeli za pomocą sieci grafów i tablicy macierzowej opisujemy

---

[25] E. Karaśkiewicz: *Zarys teorii wektorów i tensorów*, Warszawa 1971, s. 223; J. Tou: *Nowoczesna teoria sterowania*, Warszawa 1967, s. 7; *Handbuch der Netzplantechnik*, Berlin 1970, s. 20—23.

stany systemu w czasie, to węzły nazywane są zdarzeniami, odzwierciedlającymi kolejne wyróżnione stany systemu, a strzałki są przekształceniami, czyli czynnościami. Stany systemu — jak już wspomniano — mogą być opisywane w sposób deterministyczny lub probabilistyczny. Przy opisie deterministycznym wszystkie przekształcenia przyjmują stały współczynnik wartościowania równy jedności. Przy opisie probabilistycznym przeniesienia korygowane są przez współczynnik prawdopodobieństwa przekształcenia.

Można to zilustrować przykładowo na rys. 31. pokazującym działanie systemu patrolującego teren. Stan *1* oznacza prawdopodobieństwo prawi-



	x_1	x_2
x_1	0,95	0,05
x_2	0,34	0,66

31. Prawdopodobieństwo reakcji na spostrzeganie celu

dłowej reakcji następującej po spostrzeżeniu celu, stan *2* — prawdopodobieństwo prawidłowej reakcji towarzyszącej niezauważeniu celu.

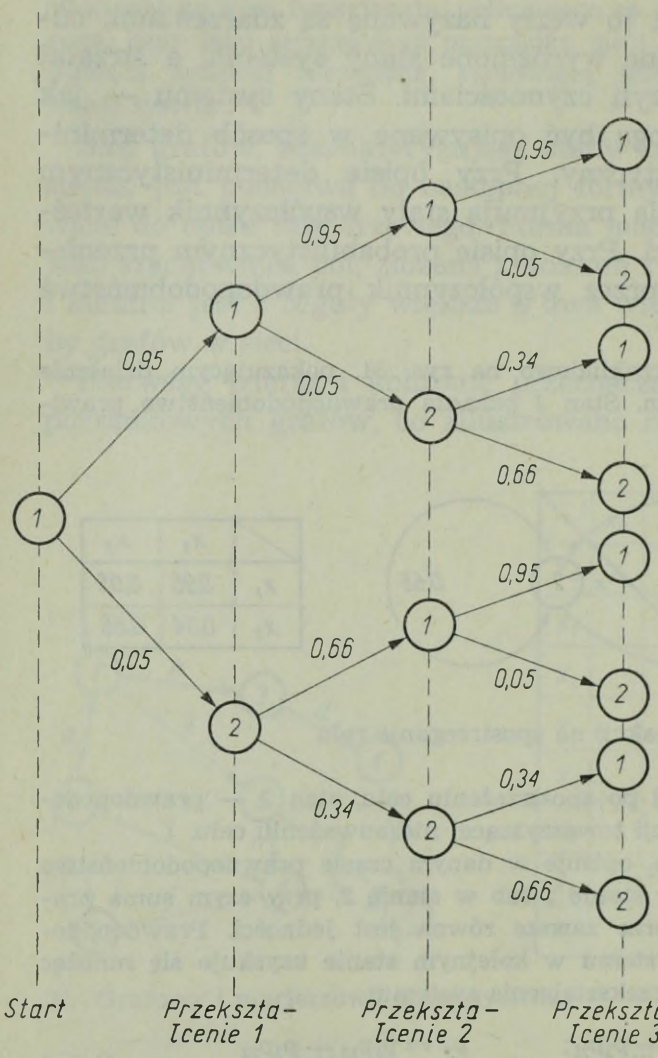
Załóżmy, że wektor p_1, p_2 opisuje w danym czasie prawdopodobieństwo znajdowania się systemu w stanie *1* lub w stanie *2*, przy czym suma prawdopodobieństwa w wektorze zawsze równa jest jedności. Prawdopodobieństwo znalezienia się systemu w kolejnym stanie uzyskuje się mnożąc ten wektor przez macierz przekształcenia systemu:

$$p_1' = p_1 p_{11} + p_2 p_{21}; \qquad p_2' = p_1 p_{12} + p_2 p_{22}$$

$$\text{lub } (p_1', p_2') = (p_1, p_2) \begin{bmatrix} p_{11} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} \text{ albo } p_1' = p_i T,$$

gdzie: p_1' i p_i oznaczają odpowiednio kolejne wektory rozkładu prawdopodobieństwa, a T jest macierzą przekształcenia. System, przechodząc kolejno z jednego stanu w następny, przy określonym rozkładzie prawdopodobieństwa, nakreśla trajektorię prawdopodobieństwa, ponieważ stan następny zależy od stanu poprzedniego [26]. Graficzna postać (rys. 32) kolej-

[26] Zależności między kolejnymi stanami nazywane są w literaturze światowej odpowiednio: łańcuchami Markowa lub łańcuchami niemarkow-



32. Drzewo (graf) stanów przekształcenia

Przekształcenie		Stan 1	Stan 2
0	1 × 1	1,00	0,00
1	1 × 0,95	0,95	0,05
2	0,95 × 0,95	0,9025	0,0975
3	0,9025 × 0,9025	0,8145	0,1855
...	...	...	...

nych stanów i rozkładów prawdopodobieństwa, stosowana przy opisie i analizie złożonych problemów, w których konieczne jest śledzenie następstwa zdarzeń, nazywana jest drzewem przekształcenia (odpowiednio — drzewem celów, zadań itp.). W rzeczywistości drzewo to rzadko jest tak symetryczne, jak na przykładzie, a jego praktyczna rola polega na ograniczeniu możliwości opuszczenia jakiegoś przekształcenia istotnego dla wyniku końcowego.

---

skimi — od nazwiska matematyka rosyjskiego A.A. Markowa (1856—1922), który badał zależności w procesach empirycznych i teoretycznych (por. D.N. Chorafas: *Procesy statystyczne i niezawodność urządzeń*, Warszawa 1960, s. 179).

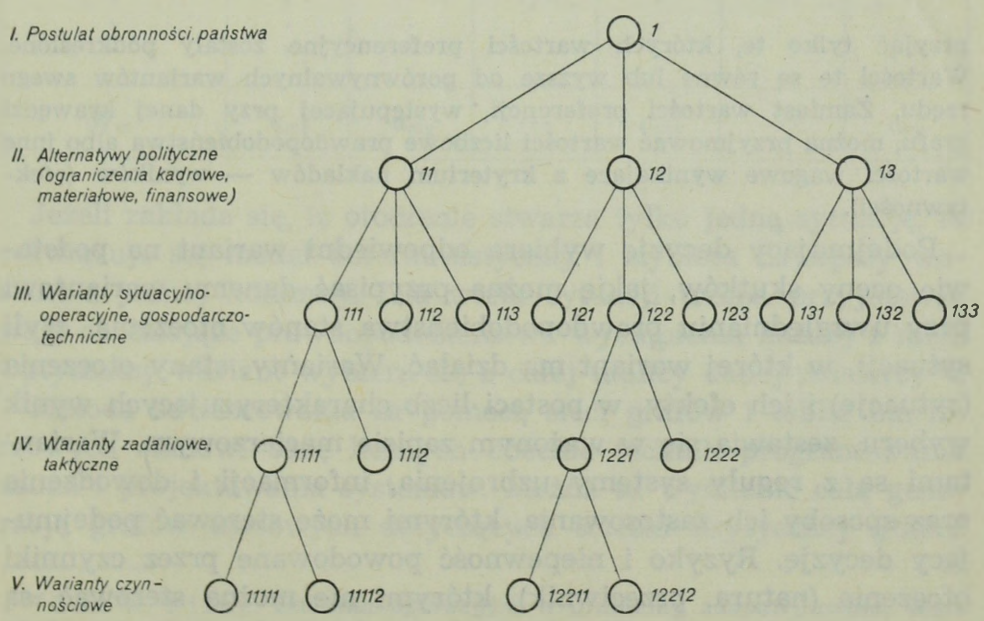
Mnożąc prawdopodobieństwo po każdym przekształceniu, otrzymujemy wynik prawdopodobieństwa po trzech przekształceniach zarejestrowanych na rys. 32.

Po trzech przekształceniach najwyższy współczynnik prawdopodobieństwa prawidłowej reakcji zmalał do 0,8145.

W powyższy sposób można określić prawdopodobieństwo zgodności wyniku po wielu przekształceniach z jego wzorcem planowym. Tabelka przy rys. 32 ilustruje szybkie wzrastanie nieokreśloności systemu w miarę zwiększania ilości przekształceń.

Graf w postaci drzewa celów stosowany jest przede wszystkim do wstępnej analizy problemów decyzyjnych, zmierzającej do wyznaczenia wariantów wyboru. Liczba bowiem wariantów osiągania zamierzonego celu wzrasta w miarę przenoszenia ich obserwacji na coraz niższy szczebel hierarchiczny systemu, co ilustruje rys. 33.

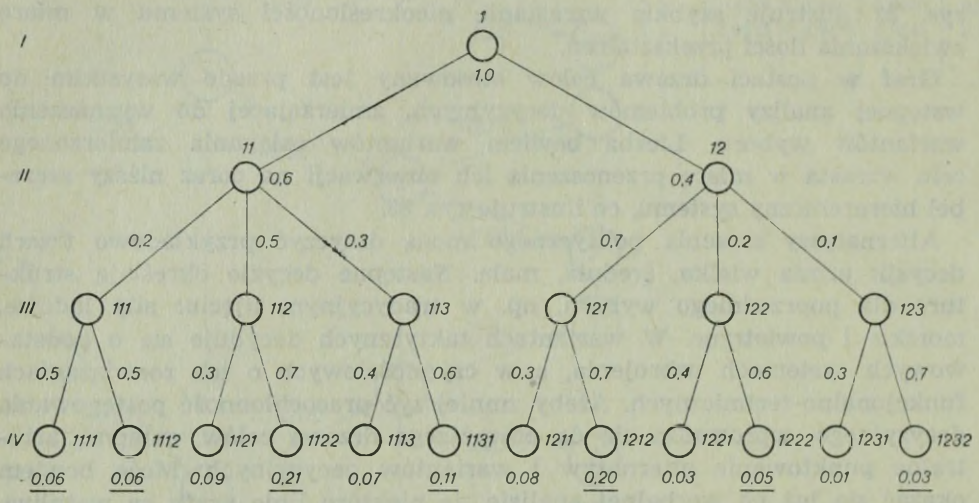
Alternatywy szczebla politycznego mogą dotyczyć przykładowo trzech decyzji: armia wielka, średnia, mała. Następne decyzje określają strukturę dla poprzedniego wyboru, np. w tradycyjnym ujęciu: siły lądowe, morskie i powietrzne. W wariantach taktycznych decyduje się o podstawowych systemach uzbrojenia, a w czynnościowych o ich rozwiązaniach funkcjonalno-technicznych. Ażeby zmniejszyć pracochłonność postępowania decyzyjnego, wprowadza się do powyższego drzewa celów wstępne, arbitralne punktowanie alternatyw i wariantów decyzyjnych. Może bowiem okazać się już po werbalnej analizie, że niektóre linie grafu są wątpliwe lub nawet nieosiągalne.



33. Wzrost liczby problemów decyzyjnych

Zaznacza się to przez podanie na danym poziomie hierarchii ułamkowych wartości preferencji poszczególnych wariantów, których suma równa się jedności. Wstępną ocenę uzyskuje się jako iloczyn wartości preferencji, co ilustruje rys. 34.

Z 12 wariantów zarejestrowanych na IV poziomie decyzyjnym można wyeliminować 5 o niższych wartościach preferencji i do dalszych rozważań



34. Arbitralna kompresja liczby problemów decyzyjnych

przyjąć tylko te, których wartości preferencyjne zostały podkreślone. Wartości te są równe lub wyższe od porównywalnych wariantów swego rzędu. Zamiast wartości preferencji, występującej przy danej krawędzi grafu, można przyjmować wartości liczbowe prawdopodobieństwa albo inne wartości wagowe wynikające z kryterium nakładów — wyników (efektywności).

Podejmujący decyzję wybiera odpowiedni wariant na podstawie oceny skutków, jakie można przypisać danemu wariantowi przy uwzględnianiu prawdopodobieństwa stanów otoczenia, czyli sytuacji, w której wariant ma działać. Warianty, stany otoczenia (sytuacje) i ich efekty, w postaci liczb charakteryzujących wynik wyboru, zestawia się w ważonym zapisie macierzowym. Wariantami są z reguły systemy uzbrojenia, informacji i dowodzenia oraz sposoby ich zastosowania, którymi może sterować podejmujący decyzję. Ryzyko i niepewność powodowane przez czynniki otoczenia (natura, przeciwnik), którymi nie można sterować, są sytuacjami otoczenia. W wierszach macierzy decyzyjnej podaje

się wartości wariantów pod odpowiednimi kolumnami sytuacyjnymi. Indeksowe symbole literowe, np. a_{ij} lub numeryczne a_{11}, a_{12} oznaczają wyniki poszczególnych wariantów systemu i sytuacji.

Tablica 6

Ogólna macierz decyzyjna

Warianty systemów (strategii, taktyki)	Sytuacje stwarzane przez otoczenie					
	S_1	S_2	...	S_j	...	S_n
W_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
W_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}
. . .	. . .	. . .	...	. . .	...	
W_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}
. . .	. . .	. . .	...	. . .	...	
W_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{m3}	...	a_{mn}

Jeżeli zakłada się, iż otoczenie stwarza tylko jedną sytuację, to rozwiązuje się model deterministyczny i wybiera najlepszy wariant z jednej kolumny. Dla wielu sytuacji trzeba przyjmować wagi określające prawdopodobieństwa wystąpienia każdej z nich. Optymalny wariant wybiera się z całej tablicy danej macierzy [27].

Metoda odwzorowania za pomocą sieci grafów i tablic macierzowych stanowi bazę licznych obecnie technik programowania zadań i projektowania systemów. Można tu wymienić całą generację grafów czasowych dotyczących ścieżki krytycznej (PERT

[27] Por. W. Filar: *Badania operacyjne a problemy zaopatrywania*, Warszawa 1973, s. 47 i 73.

— *Program Evaluation and Review Technique;* RAMPS — *Resources Allocation and Multi-Project Scheduling;* SPAR — *Scheduling of Projects and Allocating of Resources;* inne techniki), modeli programowania marginalnego i liniowego (podziału zasobów, masowej obsługi, zadania transportowego itp.) oraz strukturalnych modeli cybernetycznych i komputerowych.

Modele cybernetyczne służą do przedstawiania w sformalizowanej postaci graficznej i matematycznej — struktury i dynamiki systemów złożonych w sposób ścisły i przejrzysty. Są one szczególnie przydatne przy opracowywaniu projektów organizacji i kierowania oraz przy opracowywaniu programów elektronicznego przetwarzania informacji. W celu zapewnienia modelom cybernetycznym powszechnej czytelności w wielu krajach zostały opracowane znormalizowane zestawy symboli cybernetycznych, którymi należy posługiwać się przy projektowaniu schematów organizacyjnych. Dążenie do ujednolicenia symboliki cybernetycznej w skali międzynarodowej nie przyniosło pełnych rezultatów ze względu na szybki postęp w nauce i jej środkach technicznych, przekreślający efekty kolejnych uzgodnień.

Modele komputerowe, stanowiące *software* dla współczesnej techniki obliczeniowej, są najbardziej nowoczesną i przyszłościową formą modelowania, naśladowania i obliczania wartości zmiennych, występujących w systemach złożonych. Można je nazwać produktem finalnym w stosunku do innych form modelowania, traktowanych jako „półfabrykat" dla współczesnej ETO. Modele komputerowe tworzy się obecnie w dwóch fazach: ogólnej i szczegółowej. W fazie ogólnej opracowuje się język źródłowy maszyny, czyli tzw. kod maszynowy, dostosowany do rozwiązania określonej grupy zadań branżowych. Faza szczegółowa obejmuje powiązanie kodu maszynowego z konkretnym matematycznym modelem użytkowym: opisującym, optymalizującym lub sterującym.

Dążenie do zautomatyzowania samego procesu programowania doprowadziło do opracowania języków źródłowych zorientowanych na pewne grupy problemów badawczych. Do rozwiązywania zadań technicznych i naukowych najczęściej stosuje się język

FORTRAN I i IV (*FORmule Translation Language*), opracowany przez IBM *(International Business Machines)* i stosowany w maszynach IBM oraz ALGOL (*ALGOrithmic Language*), występujący już w kilku wersjach [28]. W tematyce gospodarczej i ekonomicznej szeroko rozpowszechniony jest COBOL (*Common Business Oriented Language*). Polska wersja FORTRANU dla komputerów marki ZAM przyjęła nazwę SAKO (*System Automatycznego KOdowania*). Wykorzystanie wspomnianych języków źródłowych uwalnia programistę od szczegółowego opracowywania każdego elementarnego rozkazu dla automatu, ponieważ dokonuje tego pomocnicze urządzenie, zwane kompilatorem.

Istnieje obecnie kilkanaście grup uniwersalnych programów do rozwiązywania różnych zadań branżowych, zarejestrowanych w tzw. bibliotekach programów komputerowych. Szczególne znaczenie w analizie systemów odgrywają zautomatyzowane programy symulacyjne rozwinięte na bazie FORTRANU, ALGOLU lub COBOLU, np. GPS, GPSS (*General Purpose Simulation System*), SIMSCRIPT, SIMAC i wiele innych. Rozwinięte zostały także liczne programy symulacyjne w dziedzinie planowania ekonomicznego obrony, jak np. SAFE (*Strategy — and — Force — Evaluation*) do studiowania wariantów rozwoju sił zbrojnych, szereg generacji programów TAGS (*Theater Air-Ground Study*) do oceny ekonomicznej różnych „mieszanek" sił zbrojnych, SAMSOM *(Support-Availability Multi-System Operations Model)* do śledzenia odtwarzania gotowości bojowej poprzez procesy zaopatrzenia i obsługi technicznej, i wiele innych współdziałających w ramach zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania wojskami [29].

M o d e l e m a t e m a t y c z n e. Z punktu widzenia roli spełnianej w analizie systemów modele matematyczne dzielą się na:
— modele opisowe (opisujące zależności przyczynowo-skutkowe);

---

[28] L.J. S l a t e r: *More Fortran Programs for Economists,* Cambridge 1972.

[29] J. N o w i c k i: *Zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania w armiach zachodnich,* Warszawa 1972; E.S. Q u a d e, W.I. B o u c h e r: *Systems Analysis and Policy Planning Applications in Defense,* Nowy Jork 1968.

— modele optymalizujące (dokonujące wyboru najlepszego wariantu);
— modele heurystyczne (ułatwiające wykrywanie wariantów).

Matematyczne modele opisowe, nazywane też modelami równań opisowych, dają jak gdyby fotografię ilościowych związków zachodzących między różnymi ilościowo wymiernymi zjawiskami ekonomicznymi. Ukazują one od strony ilościowej mechanizm zjawisk gospodarczych traktując jedne zjawiska jako przyczynę, a drugie jako skutek (nakład — wynik). Celem modeli składających się z ekonometrycznych równań opisowych nie jest poszukiwanie najlepszych rozwiązań, lecz opis zależności statystycznych [30].

Modele o wyraźnym charakterze przyczynowym usiłują skopiować ilościowo wpływ czynników na badane zjawisko. Opisowe modele przyczynowe to przede wszystkim modele symulacyjne. Ich zadaniem jest wyodrębnienie istotnych czynników, poprawne ich odzwierciedlenie w modelu i sformułowanie zagadnienia w sposób nadający się do rozwiązania matematycznego. Modele skutkowe nie usiłują z reguły opisać przyczyn zjawiska. Należą do nich modele z teorii prawdopodobieństwa przedstawiające statystyczne rozkłady skutków działania w różnych sytuacjach [31].

Pewna grupa modeli opisujących należy do tzw. modeli symptomatycznych, w których nie występuje ścisłą zależność między zmiennymi (funkcja), a tylko dostateczna korelacja.

Najprostszy zapis opisowego modelu przyczynowo-skutkowego przedstawia się następująco [32]:

$$Y = f(x_1, x_2, ..., x_k) + \xi, \tag{4.1.}$$

gdzie:

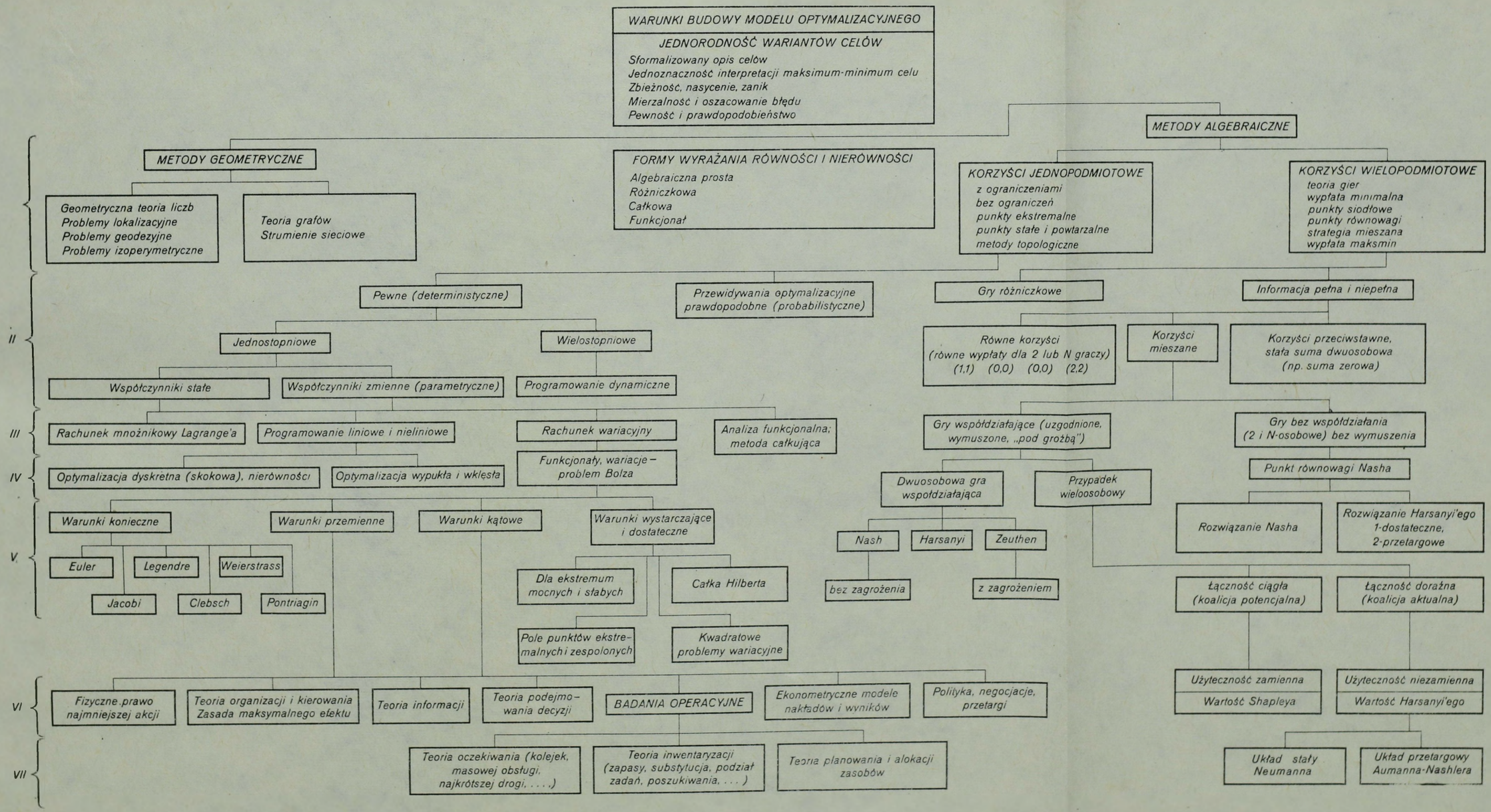
Y — zmienna wyjaśniana przez model, czyli zmienna endogeniczna (inaczej zmienna wewnętrzna modelu,

---

[30] Z. Pawłowski: *Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego*, Warszawa 1970, s. 9; *Modele ekonometryczne równań opisowych*, Warszawa 1963, s. 12—17.

[31] R. Hooke i D. Shaffer: *Modele matematyczne a rzeczywistość*, Warszawa 1969, s. 22—25.

[32] Z. Pawłowski: *Ekonometria*, Warszawa 1969, s. 53—54.



35. Warunki i odmiany modeli optymalizacyjnych

Źródło: na podst. R.L. Saaty: *Mathematical Models of Arms Control and Disarmament (Application of Mathematical Structures in Politics)*, Nowy Jork 1968, s. 67.

pozostająca pod jego wpływem, zmienna stanowiąca wyjście z modelu);

x_1, x_2, x_k — zmienne objaśniające model, czyli zmienne egzogeniczne (inaczej zmienne zewnętrzne modelu, stanowiące wejście do modelu);

ξ — składnik losowy, przedstawiający łączny efekt oddziaływania na zmienną objaśnianą Y wszystkich czynników, które nie zostały wyraźnie w modelu uwzględnione jako zmienne objaśniające.

Model uważany jest za adekwatny, jeśli rzeczywiście wyraża pewne relacje względnie trwałe. Modele opisujące uzyskują praktyczne znaczenie dzięki ich zastosowaniu do opisu tendencji rozwojowych, trendów, wahań periodycznych i przypadkowych. Zmienną objaśniającą jest wtedy najczęściej zmienna czasowa $t \in T$, wzrastająca kolejno o jeden dla następujących po sobie okresów (momentów) czasu. Modele te umożliwiają opis historyczny lub prognostyczny badanego systemu, wykrywanie trendów, zastosowanie interpolacji i ekstrapolacji [33]. Jeżeli w procesie modelowania opisowego nie uda się wykryć od razu trwałych relacji, dających podstawę jednoznacznej decyzji, nie należy takiego procesu uważać za całkowicie bezproduktywny. Trzeba bowiem liczyć się w badaniach ekonomicznych z koniecznością eksperymentowania laboratoryjnego; treścią laboratorium ekonomicznego są modele i modelowanie.

Centralne miejsce w stosowanych modelach matematycznych zajmują m o d e l e o p t y m a l i z u j ą c e. Nastawione są one na znajdowanie w określonych warunkach technicznych i organizacyjnych najlepszych wariantów rozwiązania decyzyjnego, zapewniających najwyższy poziom osiągnięcia zamierzonego celu [34].

Z czysto matematycznego punktu widzenia rozwiązanie dowolnego modelu optymalizującego sprowadza się do różniczkowania

---

[33] Z. P a w ł o w s k i: *Teoria prognozy ekonometrycznej w gospodarce socjalistycznej*, Warszawa 1968, s. 23—25; Z. C z e r w i ń s k i: *Matematyka na usługach ekonomii*, Warszawa 1969, s. 320—360.

[34] *Optimus, optimalis* jako najwyższy stopień od *bonus* (*bonus, melior, optimus* — dobry, lepszy, najlepszy) oznacza najlepszy. Niepoprawne jest zatem wyrażenie najbardziej optymalny.

funkcji względem każdej ze zmiennych po kolei, przyrównania pochodnych funkcji do zera i rozwiązanie otrzymanego układu równań. W ten sposób znajduje się wszystkie wartości zmiennych objaśniających x, dla których zmienna objaśniana (zmienna celu) y osiąga maksimum lub minimum.

W praktyce jednak okazuje się, że problem optymalizacji nie sprowadza się wyłącznie do trudności matematycznych, które przy współczesnym poziomie techniki numerycznej pozwalają na dokładne rozwiązanie skomplikowanych układów równań. Matematyka jest skutecznym orężem tam, gdzie bieg procesów i wydarzeń jest już jasny, a problem sprowadza się do rozwiązywania konkretnych, szczegółowych i czysto ilościowych zagadnień [35].

Najtrudniejsze zadanie optymalizacji w dziedzinie obrony polega na wyborze generalnych i szczegółowych celów optymalizacji, kryteriów oceny ich realizacji i skoordynowania na wszystkich szczeblach hierarchii politycznej, sytuacyjnej i taktycznej. W wielu przypadkach spełnienie tych warunków przy współczesnym poziomie wiedzy jest jeszcze nieosiągalne. Z tego względu wprowadza się optymalizujące rozwiązania cząstkowe, czyli tzw. suboptymalizację. Jak wiadomo jednak z kryterium Pareto (podpunkt: *Podstawy modelowania*), suboptymalizacja dla jednego systemu może nie być optymalna dla innego, a tym samym może być nieoptymalna dla całości. Z tego względu dla analityka konieczna jest orientacja o możliwościach stosowania modeli optymalizacyjnych, ich zakresie, powiązaniach i warunkach ograniczających. Ogólny przegląd problemów związanych z budową matematycznych modeli optymalizacyjnych i ich charakterystyką zawiera rys. 35.

Model optymalizacyjny może dać sensowne wyniki, jeśli modelowana rzeczywistość reprezentuje względnie jednorodne wa-

---

[35] A. Banasiński, A. Weryha, S. Żurawicki: *Metody matematyczne w naukach ekonomicznych*, Warszawa 1963, s. 33; *Optymalizacja planów*, pod red. M. Lesza, Warszawa 1968, s. 47—51; Z. Pawlak: *Matematyczne aspekty procesu produkcyjnego*, Warszawa 1969, s. 103—117; W. Filar: *op. cit.*, s. 13—16; *Mathematische Standardmodelle der Operationsforschung*, Berlin 1971, s. 8.

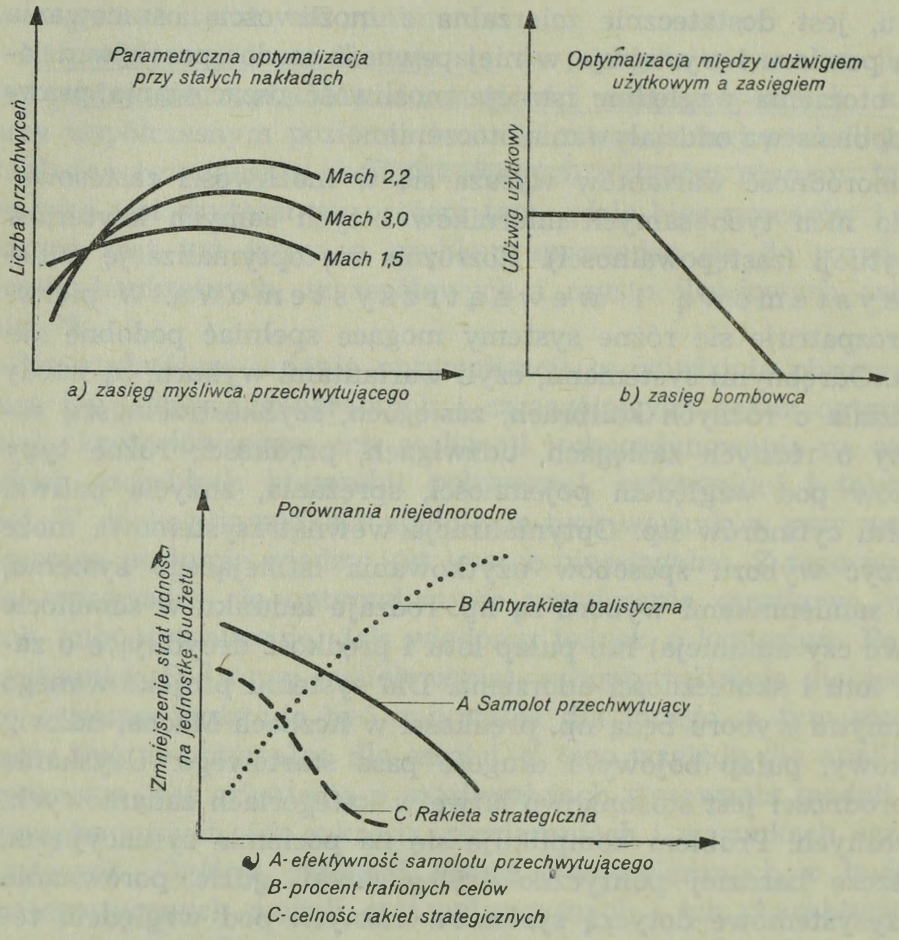
Nr ewid.

rianty lub daje się do takich sprowadzić, poddaje się sformalizowanemu opisowi parametrycznemu, umożliwia stosunkowo jednoznaczną interpretację maksymalnego efektu lub minimalnego kosztu, wykazuje zbieżność do pewnych wielkości nasycenia lub zaniku, jest dostatecznie mierzalna z możliwością oszacowania błędu pomiaru i występuje w niej pewność co do sposobów działania otoczenia względnie istnieje możliwość oszacowania prawdopodobieństwa oddziaływania otoczenia.

Jednorodność wariantów wyraża się w możliwości zastosowania do nich tych samych mierników i tych samych kryteriów substytucji (zastępowalności). Rozróżnia się optymalizację m i ę d z y s y s t e m o w ą i w e w n ą t r z s y s t e m o w ą. W pierwszej rozpatruje się różne systemy mogące spełniać podobne zadania. Odrębnymi systemami, czyli wariantami wyboru, są wtedy np. działa o różnych kalibrach, zasięgach, szybkostrzelności; samoloty o różnych zasięgach, udźwigach, prędkości; różne typy silników pod względem pojemności, sprężania, zużycia paliwa, kształtu cylindrów itp. Optymalizacja wewnątrzsystemowa może dotyczyć wyboru sposobów użytkowania istniejącego systemu, gdzie zamiennikami wyboru są np. rodzaje ładunku w samolocie (paliwo czy amunicja) lub pułap lotu i prędkość decydujące o zasięgu lotu i skuteczności uderzenia. Dla systemu projektowanego zmiennymi wyboru będą np. prędkości w liczbach Macha, udźwig użytkowy, pułap bojowy i długość pasa startowego. Uzyskanie jednorodności jest stosunkowo łatwe w kategoriach zadaniowych, taktycznych. Problem komplikuje się na poziomie sytuacyjnym, a jeszcze bardziej polityczno-strategicznym, gdzie porównania międzysystemowe dotyczą systemów różnych pod względem technologii zasadniczej, np. lufowa artyleria przeciwlotnicza, rakiety ziemia-powietrze i samoloty przechwytujące, wchodzące w skład ogólnego systemu obrony powietrznej kraju. Sprowadzenie tych systemów do jednorodnych mierników wywołuje znaczne, dotychczas niezupełnie przezwyciężalne trudności. Problem niejednorodności i niewspółmierności ilustruje rys. 36.

Na rys. 36a przy założonych stałych nakładach i zasięgu lotu myśliwca przechwytującego optymalizuje się warunki prędkości z punktu widzenia kryterium ilości przechwyceń; maksymalną

liczbę przechwyceń uzyskiwano przy prędkości 2,2 Macha i określonym zasięgu lotu. Na rysunku 36b wybór między maksymalnym udźwigiem użytkowym a maksymalnym zasięgiem bombow-



36. Problem jednorodności i niewspółmierności optymalizowanych systemów

ca może być rozstrzygnięty po wprowadzeniu parametrów minimalnej odległości atakowanego celu lub minimalnego ciężaru i objętości ładunku bomb, skutecznego na atakowany cel. Na rysunku 36c zmniejszenie strat ludności w kraju na jednostkę budżetu obrony zależne jest od procentu trafionych celów przez antyrakiety balistyczne lub od efektywności samolotów przechwytu-

jących albo od celności rakiet strategicznych mających zniszczyć środki napadu przygotowane przez przeciwnika. Niewspółmierność porównań poza niejednorodnością sposobów działania każdego systemu wynika głównie z tego, że absolutny rząd niepewności co do przypuszczalnych współczynników prawdopodobieństwa wykonania zadania przez te środki daje inną odpowiedź dla lewej strony od punktów przecięcia się krzywych efektywności przechwyceń, procentu trafień i celności rakiet, a inną dla prawej.

Jeżeli dla optymalizowanego zagadnienia zostaną spełnione pozostałe warunki budowy poprawnego modelu, może ono być rozwiązywane metodami geometrycznymi lub algebraicznymi. Metodami geometrycznymi rozwiązuje się pewną grupę problemów lokalizacyjnych i geodezyjnych oraz problemów sieciowych, jak np. poszukiwanie ścieżki krytycznej w sieci grafów.

Pod względem formy wyrażania równości i nierówności w modelach można posługiwać się prostą algebrą, rachunkiem różniczkowym, całkowym lub różnicowym oraz funkcjonałami.

Deterministyczne modele matematyczne (rys. 35, poziom II) mogą być jednostopniowe lub wielostopniowe. W modelach jednostopniowych otrzymuje się ostateczne rozwiązanie przy założeniu współczynników stałych lub rozwiązanie wariantowe po wprowadzeniu zmienionych współczynników (po przeprowadzeniu analizy wrażliwości na zmianę wartości parametrów). Programowanie dynamiczne stosuje się do optymalizacji wielostopniowych procesów decyzyjnych, w których każda decyzja stwarza bardziej lub mniej dogodną pozycję dla następnej decyzji. Chodzi więc o to, aby tworzyć kolejne układy dostarczające lepszych warunków do działań następnych.

Dalszy wybór modelu matematycznego na poziomie III, IV i V dyktowany jest przez naturę rzeczywistego problemu, rodzaj informacji umożliwiającej poprawne rozwiązanie matematyczne oraz przez kryterium przyjmowane do oceny rozwiązania. Dla problemów planowania ekonomicznego systemów obrony wymienionych na poziomie VI i VII konieczne jest w większości przypadków posługiwanie się funkcjonałami o przemiennych i kątowych warunkach rozwiązania.

Jak już wspomniano przy omawianiu podstaw decyzji, wybór może dotyczyć korzyści (użyteczności) rozpatrywanej z punktu widzenia jednego podmiotu (jednopodmiotowej) i wielu podmiotów (wielopodmiotowej). W modelach jednopodmiotowych można *a priori* zakładać pewne ograniczenia parametrów, wynikające z działania otoczenia, lub rozwiązywać zadania bez konkretnych ograniczeń wstępnych. W modelach wielopodmiotowych, opracowywanych przez teorię gier, występuje stałe ograniczenie w postaci straty lub zysku innego podmiotu, innego gracza.

Obecnie można już odnotować wysokie osiągnięcia praktyczne jednopodmiotowych modeli matematycznych. Modele wielopodmiotowe, należące do teorii gier, stwarzają podstawy do analitycznego śledzenia czynników, ale nie dostarczają jeszcze rozwiązań ilościowych o większym znaczeniu praktycznym.

Teoria gier zajmuje się maksymalizacją lub minimalizacją funkcji celów w warunkach ograniczeń nałożonych na te cele. Główny akcent teorii gier nie spoczywa jednak na maksymalizacji lub minimalizacji bezpośredniej, lecz na warunkach ograniczających je z powodu konieczności dzielenia korzyści z osiąganych celów między współzawodniczące podmioty, reprezentujące przeciwstawne interesy. Sprzeczność interesów wywołuje konflikty, które mogą być rozstrzygnięte przez kooperację pozytywną lub negatywną. Przy kooperacji pozytywnej współzawodniczące strony ustalają skalę wspólnej korzyści, łączą swoje cele przy danych ograniczeniach i poszukują najlepszego rozwiązania i zrealizowania celów zgłoszonych przez wszystkich zainteresowanych. Koncepcja wspólnej korzyści, wyższej od korzyści indywidualnych, powstaje na tle różnic w ograniczeniach u poszczególnych partnerów, którzy działając wspólnie dokonują manewru tymi ograniczeniami. Przykładem manewru jest międzynarodowy podział pracy, ułatwiający w jednych krajach lepsze wykorzystanie środowiska i zasobów naturalnych, a w innych — uzbrojenia technicznego dzięki wymianie siły roboczej i wiedzy technicznej, które dla pojedynczych krajów mogą być ograniczeniami trudnymi do pokonania. Tak więc u źródeł teorii gier pozytywnych leży koncepcja korzyści komparatywnych, rozliczanych na zasadzie równych wypłat. Koncepcja korzyści i użyteczności realizowanych

celów w grach negatywnych opiera się na założeniu, że każda strona koncentrując swój wywnętrzny wysiłek na usuwaniu warunków ograniczających uzyskuje wyższe korzyści indywidualne, które wszystkim partnerom dają większą korzyść ogólną. Miejsce teorii gier w ogólnym układzie problematyki optymalizacyjnej ilustruje prawa strona rysunku 35.

Podobnie przedstawia się sprawa w podziale modeli jednopodmiotowych na modele deterministyczne i probabilistyczne. Optymalizacyjne modele deterministyczne, upraszczające rzeczywistość i tym samym zapewniające pewność obliczeń, dostarczają wielu dziedzinom praktyki gospodarczej jednoznacznych rozwiązań ilościowych i są szczegółowo opracowane w akademickich podręcznikach matematyki stosowanej (statystyki matematycznej, programowania liniowego, rachunku wariacyjnego, analizy funkcjonalnej, rachunku prawdopodobieństwa itp.) dla różnych dyscyplin: fizyki, teorii organizacji i kierowania, teorii informacji, teorii podejmowania decyzji, badań operacyjnych, ekonometrii, teorii planowania i alokacji zasobów, a ostatnio także dla nauk politycznych.

Podstawową macierz decyzyjną w warunkach niepewności przedstawia tablica 7.

Tablica 7

Podstawowa macierz decyzyjna w warunkach niepewności

Warianty systemów (strategii, taktyki)	Prawdopodobieństwa wystąpienia sytuacji stwarzanych przez otoczenie				Ocena prawdopodobieństwa
	p_1	p_2	...	p_n	
	sytuacje stwarzane przez otoczenie				wartość oczekiwana
	S_1	S_2	...	S_n	
W_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	$E_1 = \sum_1^n p_j a_{1j}$
W_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	E_2
.	.	.		.	.
.	.	.	...	.	.
.	.	.		.	.
W_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	E_m

Wprowadzenie współczynnika prawdopodobieństwa dla badanych sytuacji z wartościami od $0,0 < p_j < 1$ stanowi wagę różnicującą wartość wariantu w każdej sytuacji. Jeżeli poszczególne warianty można wyrazić liczbowo, to korzystając ze współczynnika prawdopodobieństwa można też określić wartość oczekiwaną wariantu i wybrać odpowiednio do założonego kryterium efektywność E_{max} albo E_{min} (ekstremum najwyższe lub najniższe). Ażeby zmniejszyć trudności decyzyjne, odrzuca się warianty zdominowane, wykazujące dla wszystkich sytuacji gorsze wyniki liczbowe od pozostałych wariantów. Postępuje się w ten sposób przez kilka iteracji, zmieniając dla poszczególnych sytuacji współczynniki prawdopodobieństwa i obserwując, jak te zmiany wpływają na wartość oczekiwaną wariantu. Próby te nazywają się analizą wrażliwości lub testem czułości modelu na zmiany parametrów prawdopodobieństwa. W rezultacie uzyskuje się zbiór wariantów najmniej i najbardziej wrażliwych na zmienność otoczenia, co pozwala wybrać najkorzystniejszy wariant dla wszystkich sytuacji lub tylko dla wyróżnionych. Tak np. można wybrać optymalny zestaw systemów uzbrojenia na określony typ wojny długotrwałej lub krótkotrwałej, bądź też zestaw najlepiej uwzględniający obydwie postaci przebiegu wojny.

Możliwość różnorodnej oceny współczynników prawdopodobieństwa spowodowała opracowanie szeregu modeli decyzyjnych, posługujących się odmiennymi kryteriami oceny. Do najbardziej znanych należą kryteria: Walda, von Neumanna i Morgensterna, Savage'a, Laplace'a-Bayesa oraz Szaniawskiego (rys. 20) [36].

---

[36] R.D. Luce, H. Raiffa: *Gry i decyzje*, Warszawa 1964; M.K. Starr: *Product Design and Decision Theory*, Prentice Hall 1963; K. Szaniawski: *Some Remarks Concerning the Criterion of Rational Decision Making*, „Studia Logica" 1960, t. IX, s. 221—239; J. Nash: *Non-Cooperative Games*, „Ann. Math." 1951, nr 2; *Two-Persons Cooperative Games*, „Econometrica" 1953, nr 21, s. 128—140; J. v. Neumann, O. Morgenstern: *Theory of Games and Economic Behaviour*, Princeton 1944; A.S. Pontriagin, W.G. Bołtianski: *Matiematiczeskaja tieoria optimalnych procesow*, Moskwa 1969; A. Rapoport: *Two-Person Game Theory, The Essential Ideas*, Ann Arbor 1966; A.D. Hall: *Podstawy techniki systemów*, Warszawa 1968.

Tablica 8

Macierz decyzyjna wyboru według kryterium Walda przy założeniu stałego efektu

Warianty systemów (strategii, taktyki)	Sytuacje stwarzane przez otoczenie				Wektor najgorszych wariantów
	S_1	S_2	...	S_n	
W_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	$WK_1 = max\ a_{1j}$
W_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	$WK_2 = max\ a_{2j}$
.	.	.		.	.
.	.	.	...	.	.
.	.	.		.	.
W_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	$WK_m = max\ a_{mj}$

Kryterium Walda nazywane jest pesymistycznym, ponieważ stosuje się je w przypadkach niekorzystnej oceny rozwoju wydarzeń. Ze zbioru wyników macierzy decyzyjnej wybiera się z każdego wiersza wariant najgorszy, tzn. wykazujący najwyższe koszty na uzyskanie założonego celu lub dający najmniejszą realizację celu przy danych kosztach. W ten sposób tworzy się wektor kolumnowy wariantów najgorszych, z którego wybiera się wariant najlepszy. Postępowanie to ilustruje tablica 8. Ze względu jednak na wysokie koszty przygotowań militarnych kryterium Walda jest w praktyce realizowane raczej rzadko.

Wektor najgorszych wariantów reprezentuje te warianty, które wykazują najwyższe koszty uzyskania tego samego efektu użyteczności w zmiennych sytuacjach. Wybrany z tej kolumny wariant o najmniejszych kosztach jest wariantem poszukiwanym, najlepszym w najgorszych warunkach działania. Zapis wyniku wyboru jest następujący:

$$\text{wariant optymalny } W_{opt} = \min_{K} \left| \max K_{ij} \right|; \ i = 1, 2, ..., m,$$

$$j = 1, 2, ..., n.$$

Przy założeniu stałych kosztów tworzy się wektor wariantów o minimalnych efektach. Za optymalny uważa się wariant, który w tym wektorze wykazuje najwyższy efekt:

wariant optymalny $W_{opt} = \max\limits_{E} \left[\min\limits_{E_{ij}} \right]$; $i = 1, 2, ..., m$,

$j = 1, 2, ..., n$.

Jest to zatem wyraz postępowania najbardziej przezornego, wynikającego z tzw. rozumowania *a fortiori;* system przygotowany na warunki najgorsze niewątpliwie spełni zadanie w warunkach lepszych. W ten sposób rozumuje klasyczna szkoła sztuki wojennej i inżynierii wojskowej, postulująca z reguły maksymalne wielkości sił, maksymalne parametry wytrzymałości. Jej krańcowym przeciwieństwem jest rozumowanie optymistyczne, zakładające najkorzystniejszy rozwój wydarzeń. Z każdego wiersza macierzy decyzyjnej wybiera się warianty najkorzystniejsze, a następnie optymalny wariant z wektora wariantów najkorzystniejszych. Tak więc w zależności od z góry przyjętego kryterium mogą być preferowane najlepsze warianty spośród najgorszych (wybór maksiminowy) lub najlepsze spośród najlepszych (wybór maksimaksimowy).

Pewnymi modyfikacjami kryterium Walda są kryteria von Neumanna i Morgensterna oraz kryteria Hurwitza. Według pierwszego kryterium wybiera się minimalną stratę spośród strat maksymalnych, a według drugiego wprowadza się tzw. współczynniki pesymistyczno-optymistyczne spełniające warunek $0 < \alpha < 1$. Współczynnik α zbliżający się do zera wyraża kryterium pesymistyczne, zbieżny do jedności — kryterium optymistyczne. Po wyborze z każdego wiersza macierzy decyzyjnej najlepszego wyniku M i najgorszego m wyprowadza się ważoną wartość W jako wynik działania $W = \alpha M + (1 - \alpha) m$, stanowiącą liczbową ocenę do zestawienia ostatecznego wektora wariantów, z których wybiera się wariant najlepszy odpowiednio do założenia decyzyjnego. Słabą stroną kryterium Hurwitza jest arbitralny wybór mnożnika α. Niemniej kryterium to pozwala rozważyć także warianty mniej kosztowne, aniżeli przy kryterium najgorszych warunków według Walda.

W kryterium Laplace'a-Bayesa przyjmuje się równe prawdopodobieństwo wystąpienia wszystkich rozpatrywanych sytuacji. Następnie określa się średnie wartości dla każdego wariantu, czyli dla każdego wiersza macierzy decyzyjnej. Z obliczonego w

Tablica 9

Macierz decyzyjna według kryterium Laplace'a-Bayesa

Warianty systemów (strategii, taktyki)	Sytuacje stwarzane przez otoczenie				Wektor wyboru średnich wartości wariantów
	S_1	S_2	...	S_n	
W_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	$WK_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}$
W_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	$WK_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	.	.
W_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	$WK_m = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}$

ten sposób wektora średnich wartości wybiera się wariant o największej wartości średniej, co ilustruje tablica 9.
Zapis wyniku wyboru jest następujący:

$$\text{wariant optymalny } W_{opt} = \underset{K_{ij}}{maks} \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \right];$$

$$i = 1, 2, ..., m; \qquad j = 1, 2, ..., n.$$

Kryterium Savage'a wprowadza pojęcie tzw. rozczarowania lub żalu z powodu niepełnego wykorzystania okazji, tzn. niewybrania najlepszego wariantu, jaki byłby możliwy przy danych środkach i sytuacjach. Różnica między najlepszym wariantem w danej sytuacji a każdym innym w tejże sytuacji nazywana jest kosztem utraconej okazji albo stratą okazji (*opportunity costs*). Innymi słowy są to koszty chybienia lub odchylenia między rzeczywiście dokonanym wyborem a najkorzystniejszym wariantem w danej kolumnie *j*. Z różnic wyprowadzonych między najkorzystniejszym i pozostałymi wariantami danej kolumny sytuacyjnej tworzy się nową macierz rozczarowania według tabl. 10. Dalsze działanie przebiega według pesymistycznej oceny prowadzącej do kryterium minimaksowego. Z każdego wiersza macierzy wy-

Tablica 10

Wtórna macierz „najmniejszego rozczarowania" według kryterium Savage'a

Warianty systemów (strategii, taktyki)	Sytuacje stwarzane przez otoczenie				Wektor wyboru (maksymalnego rozczarowania)
	S_1	S_2	...	S_n	
W_1	b_{11}	b_{12}	...	b_{1n}	$WK_1 = max\ b_{1j}$
W_2	b_{21}	b_{22}	...	b_{2n}	$WK_2 = max\ b_{2j}$
.	.	.		.	.
.	.	.	...	.	.
.	.	.		.	.
W_m	b_{m1}	b_{m2}	...	b_{mn}	$WK_m = max\ b_{mj}$

biera się wariant maksymalnego rozczarowania i z powstałego w ten sposób wektora maksymalnych rozczarowań wybiera się wariant wykazujący rozczarowanie minimalne.

Jeżeli elementy pierwotnej macierzy decyzyjnej a_{ij} wyrażają efekty, to elementy b_{ij} oblicza się według wzoru: $b_{ij} = \max\limits_{k} a_{kj} - a_{ij}$; $i, k = 1, 2, ..., m$; $j = 1, 2, ..., n$; jeżeli zaś wyrażają koszty, to obliczenie przyjmie postać:

$$b_{ij} = a_{ij} - \min\limits_{k} a_{nj}.$$

Charakterystyczną cechą wymienionych modeli probabilistycznych jest przekształcanie problemu decyzyjnego z warunków całkowitej niepewności do warunków ryzyka oszacowanego. Sam wybór kryterium determinuje w pewnej mierze wybór decyzyjny. W celu ułatwienia wyboru kryterium w warunkach niepełnej informacji oblicza się tzw. subiektywną wartość oczekiwaną Q jako sumę średnich ważonych trzech kategorii wyników: niezadowalających n, zadowalających z i pośrednich p. Zakładając subiektywne prawdopodobieństwo α dla wyników niezadowalających, β dla wyników zadowalających i γ dla wyników pośrednich, przy założeniu $\alpha + \beta + \gamma = 1$ oraz oznaczając ΣN — sumę wyników niezadowalających, ΣZ — zadowalających i ΣP — pośrednich, otrzymujemy:

$$Q_i = \alpha \frac{N}{n} + \beta \frac{Z}{z} + \gamma \frac{P}{p},$$

gdzie: $n, z, p,$ — liczby wyników w każdej kategorii.

Po uzyskaniu subiektywnej wartości oczekiwanej można ją porównywać z wariantami macierzy i dobierać kryterium ostatecznego wyboru w ten sposób, aby dawało ono wyniki najbardziej zbliżone do uzyskanej wartości oczekiwanej.

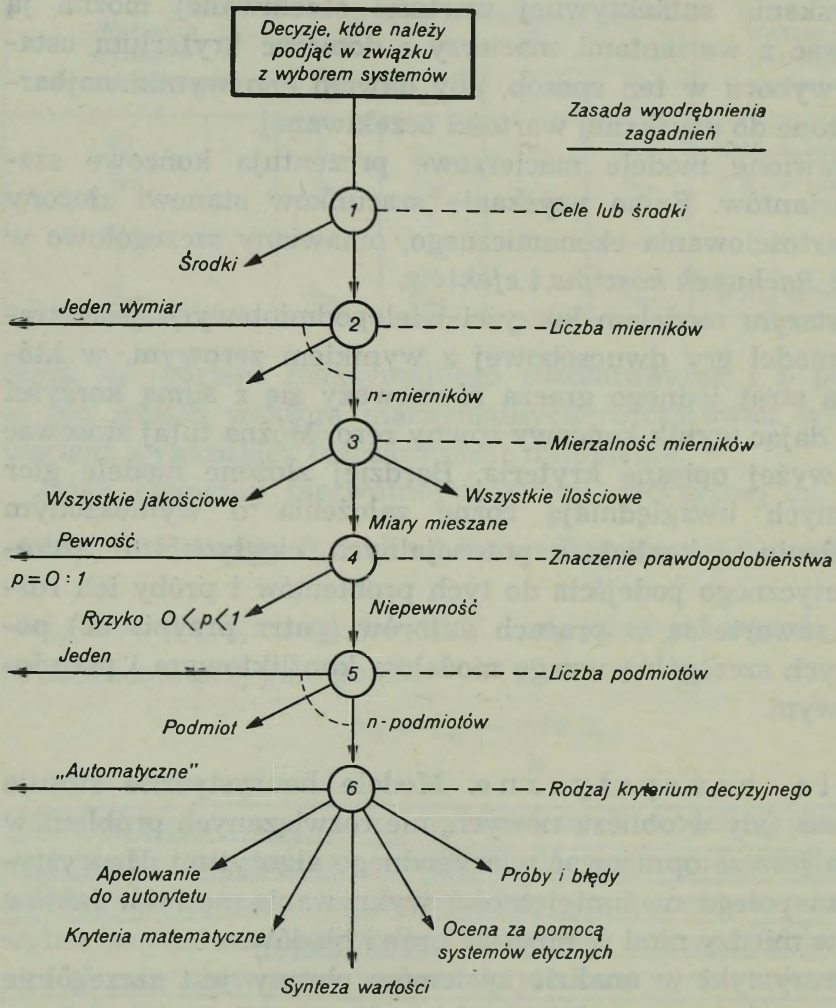
Przedstawione modele macierzowe prezentują końcowe szacunki wariantów. Samo uzyskanie szacunków stanowi złożony proces wartościowania ekonomicznego, omawiany szczegółowo w rozdz. VII *Rachunek kosztów i efektów.*

Najprostszym modelem korzyści wielopodmiotowych jest strategiczny model gry dwuosobowej z wynikiem zerowym, w którym suma strat jednego gracza równoważy się z sumą korzyści drugiego, dając wynik końcowy równy zero. Można tutaj stosować niektóre wyżej opisane kryteria. Bardziej złożone modele gier strategicznych uwzględniają różne założenia o wymuszonym współdziałaniu, o koalicjach potencjalnych, ciągłych itd. Szczegóły teoretycznego podejścia do tych problemów i próby ich rozwiązania zawarte są w pracach autorów (patrz przypis 36) poświęcających szczególną uwagę modelom konfliktowym i pseudokonfliktowym.

Modele heurystyczne. Modele heurystyczne stosuje się wówczas, gdy w obliczu nowych, nie rozwiązanych problemów nie można jeszcze opracować wiarygodnego algorytmu. Heurystyka bowiem polega na umiejętności wykrywania nowych faktów i związków między nimi w procesie prób i błędów.

Rola heurystyki w analizie systemów obrony jest szczególnie istotna ze względu na stałe poszukiwanie nowych rozwiązań systemowych i nowych informacji, mających doprowadzić do wyższych efektów aniżeli równoczesne bądź równoległe wysiłki przeciwnika. Celem heurystyki jest znajdowanie nowych wariantów decyzji i powiązań między elementami decyzyjnymi. W procesie realizacji tego celu jest ona przeciwieństwem normalizacji i standaryzacji, zmierzających do utrwalenia jednolitych i względnie trwałych wzorów sformalizowanego postępowania. Mimo to

współczesna heurystyka w celu zmniejszenia liczby błędów, skrócenia i usystematyzowania drogi rozumowania oraz zwiększenia efektywności postępowania odkrywczego wypracowała także sze-



37. Przykład heurystycznego modelu decyzyjnego

reg reguł postępowania heurystycznego i ujęła je w postaci modeli graficznych, a także matematycznych.

Graficzny przykład modelu heurystycznego według A.D. Halla zawiera rys. 37.

Model ten przewiduje ciąg czynności w poszukiwaniu właściwego kryterium decyzyjnego i metody jego zastosowania. Znale-

zienie właściwego kryterium z ich zbioru rodzajowego przedstawione w kółeczku 6 wymaga dokonania oceny pięciu czynników: celów (lub środków), sposobów ich mierzenia i mierzalności, znaczenia prawdopodobieństwa oraz liczby podmiotów oceniających dane kryterium. W rezultacie kolejnych ocen możemy otrzymać kryterium automatyczne, wykluczające pewne decyzje ze względu na ograniczenia, oraz 5 kryteriów wymagających zastosowania szczegółowych modeli decyzyjnych.

Modelami heurystycznymi są z reguły wszystkie modele układów politycznych, modele teatrów działań wojennych, modele strukturalne wojsk i służb (funkcjonalne, hierarchiczne), modele urządzeń. Są one przedmiotem ciągłych poszukiwań i przekształceń, zmierzających do powiększenia ergodyczności i zmniejszenia entropii systemów. Dostarczają one przede wszystkim informacji sytuacyjnej, to jest informacji o działaniu otoczenia, dla przeprowadzenia rachunku nakładów i wyników.

Reasumując rozważania o typach modeli, trzeba stwierdzić, że w analizie systemów terminu model używa się w bardzo szerokim znaczeniu. W zależności od rodzaju problemu, model przyjęty do analizy może być sformalizowany lub swobodny, bardzo zmatematyzowany lub tylko logiczny, oparty na pełnych programach ETO lub tylko częściowo, wyrażony w języku abstrakcji lub oparty na fizycznej symulacji badanego zjawiska.

Na podstawie praktyki badań systemowych analitycy wyrażają następujące poglądy o modelowaniu:

1) przydatność modelu nie zależy wyłącznie od stopnia jego sformalizowania lub zmatematyzowania;

2) budowa modelu jest bardziej heurystyczną sztuką aniżeli nauką, często jest ona unikalnym zadaniem eksperymentalnym;

3) podstawową zasadą modelowania jest uwzględnianie czynników najistotniejszych dla badanego problemu oraz wyłączanie w sposób niestronniczy tych, które są względnie mało ważne; jeśli tej zasady nie zastosuje się poprawnie, to model albo nie będzie równoważny z systemem rzeczywistym, albo będzie zbyt wielki i złożony, by dokładnie go obliczyć;

4) główny cel budowy modelu polega na ułożeniu logicznego zbioru współzależności między celami końcowymi i pośrednimi,

logicznego zbioru wariantów działania, rokujących osiągnięcie tych celów, oraz wyznaczeniu nakładów, kosztów i wyników (użyteczności) każdego wariantu;

5) w modelach należy wyraźnie rozpatrywać czynnik niepewności występujący we wszystkich systemach dynamicznych;

6) ze względu na fakt, że każdy model stanowi abstrakcję w stosunku do złożonej rzeczywistości, trzeba go budować na podstawie zestawu założeń upraszczających; założenia te powinny być wyraźnie wymienione; brak założeń modelowych dyskwalifikuje model i jego opis;

7) teoria modelowania i modelowanie systemów empirycznych podlega stałemu rozwojowi; badana rzeczywistość odwzorowywana jest w modelach kolejnych generacji, z reguły coraz wierniejszych i sprawniejszych; przy posługiwaniu się konkretnym modelem wskazane jest podanie numeru jego generacji.

Metody i narzędzia analizy systemów. Część zagadnień związanych z metodami i narzędziami analizy systemów została omówiona przy modelach analitycznych. Dotyczyły one głównie metod sformalizowanych. W planowaniu systemów obrony występują jednakże liczne zagadnienia, których nie sformalizowano jeszcze w pełni, wymagające oryginalnego podejścia, wiążącego najwyższe szczeble analizy z pośrednimi i najniższymi. Oryginalne podejścia występują w tzw. metodzie scenariuszy politycznych, sytuacyjnych i wojennych, posługującej się z kolei odpowiednio dobranymi technikami prognozowania, symulacji i badań operacyjnych.

Przez określenie scenariusz rozumie się zazwyczaj:

— zarys ciągu hipotetycznych (przypuszczalnych, zakładanych, przewidywanych) czynności i zdarzeń;
— zapis działań i przeciwdziałań podejmowanych przez strony zamieszane w konflikt;
— plan kolejnych działań do wykonania podczas rozgrywanego ćwiczenia czy manewru;
— ocenę kolejno następujących po sobie sytuacji, opracowaną przez dowódcę w konkretnej wojnie lub w grze wojennej;
— szczegółowy zestaw wartości wybranych parametrów dla procesu obliczeniowego komputera;

— zestawienie obiektywnych sytuacji i narzędzi politycznych, militarnych i ekonomicznych, mających sprowadzać te sytuacje do postaci pożądanych.

Wyszczególnione znaczenia praktyczne wskazują, że funkcje, forma i treść scenariuszy uwarunkowane są, podobnie jak w innych elementach analizy systemów, określonymi celami badań. W praktyce planiści wojskowi, którzy kształtują budżety, stan, strukturę i skład wojsk, określają obowiązki i zadania, oraz dowódcy, którzy podejmują decyzje na tle możliwych rozkładów zdarzeń losowych, muszą w pewnej fazie swej pracy mieć wyobrażenie czy też prognozy ewentualnych okoliczności, w których systemy wojskowe będą musiały działać. Tak więc scenariusz ma dać wyobrażenie o zadaniach stawianych przed systemami i o okolicznościach, w jakich zadania te będą realizowane; innymi słowy scenariusz w analizie systemów ma być poprawnym zestawieniem przypuszczeń dotyczących pola działania analizowanego systemu.

Poprawność scenariusza, trudna do oceny, wywiera decydujący wpływ na wartość analiz; z reguły trudno, żeby były one lepsze pod względem merytorycznym od samych scenariuszy, skoro scenariusz wyznacza sytuacje typowe i krańcowe, na które powinien być przygotowany system. Z tego względu forma i treść scenariusza składa się zarówno z elementów werbalnych, opisów słownych, jak i elementów liczbowych z programami komputerowymi włącznie. Determinantą ostatecznej formy scenariusza jest forma analitycznego modelu, w który scenariusz zostanie zaprogramowany. Poza teoretycznymi wskazówkami wynikającymi np. z teorii grafów nie ma ogólnej doktryny w sprawie formy, ujęcia szczegółów, stylu i wiarygodności scenariuszy. Ogólna wskazówka wynika z hierarchii analiz — od ideologicznej, poprzez polityczną, gospodarczą, techniczną i czynnościową; inne są scenariusze do badania efektywności układu człowiek-maszyna, konfliktu lokalnego, systemu uzbrojenia i jego mieszanki, a inne do oceny efektywności głównych wariantów politycznych i strategicznych.

Scenariusz ma spełnić zadanie założeń i warunków konfliktu, w których ma być wykonane zadanie wojskowe. Powinien on zawierać informacje niezbędne do zastosowania właściwego kryterium wyboru. Na przykład przy wyborze systemów obrony terytorium kraju określa się sytuację wojskową w układzie przestrzennym i parametrycznym, podstawowe zasady działania systemów nadrzędnych i równoważnych, podział sił przeciwnika, ograniczenia naturalne oraz przypuszczalne wskaźniki strat własnych i skłonności do ponoszenia strat przez przeciwnika. Nie można jed-

nak zapominać, że założenia determinują wynik. Trzeba opracowywać wiele scenariuszy i przeprowadzać analizę wrażliwości na zmianę głównych założeń już na etapie tablic logicznych (tabl. 5).

W metodzie scenariusza ważne jest, ażeby autor pamiętał o tym, że usiłując myśleć kategoriami przeciwnika z reguły myśli własnymi. Wiarygodność polityczną scenariusza określa na podstawie własnych tendencji lub przez siebie domniemywanego postępowania przeciwnika. Główny zaś postulat poprawności scenariuszy dotyczy ich realizmu, ich zgodności z rzeczywistym stanem, ponieważ efektywnie zaprojektowane systemy dla nierealnych sytuacji okażą się nieefektywne w sytuacjach rzeczywistych. Innymi słowy, scenariusz to podstawa do rozstrzygania najbardziej dyskusyjnych problemów niepewności subiektywnej, problemów spoistości między zakładanymi przez scenarzystę hipotetycznymi sytuacjami militarnymi a rzeczywistym kontekstem polityczno-wojskowym. Należy zakładać konteksty polityczno-militarne, które zgodnie z oczekiwaniem mają się sprawdzić w rzeczywistości, oraz wykazać powiązania pomiędzy warunkami polityczno-wojskowymi kontekstu a kolejnością działań zawartych w scenariuszu. Ale jak ocenić konteksty polityczno-militarne dla nieznanej przyszłości? Czy poprawny jest kontekst tradycyjny, czy oryginalny i kontrowersyjny? Wysoce prawdopodobny w kategoriach bieżących, czy wysoce nieprawdopodobny, i tym samym całkowicie zaskakujący przeciwnika?

Brak jest dotychczas niepodważalnych narzędzi apriorycznej weryfikacji scenariuszy. Za największe dotychczasowe osiągnięcie uważane są metody prognozowania w powiązaniu z metodami symulacyjnymi i badaniami operacyjnymi. Analiza systemów jako metoda czółenka, przebiegającego stale od wielkiej agregacji do szczegółów i odwrotnie, jest głównym narzędziem weryfikacji swoich założeń, narzędziem weryfikacji samej siebie. Jeżeli możliwości analityka sporządzającego scenariusz są niewielkie, dąży on przy diagnozie do ograniczania ilości sytuacji polityczno-militarnych do minimum niezbędnych charakterystyk konkretnego problemu. Wtedy różnorodność systemu może składać się tylko z minimum przedsięwzięć decydenta zapewniających mu kierowanie systemem w założonym działaniu docelowym. Stosunek jednakże możliwości projektowanego systemu do wyróżnionych sytuacji powinien być większy od jedności. W przeciwnym razie system nie będzie adekwatny do rzeczywistych sytuacji. W tradycyjnych rozważaniach naukowcy dążyli do tworzenia „eleganckich" teorii, opisów i definicji systemów, które opierały się tylko na kilku założeniach lub wymagały niewielu etapów formułowania logicznego lub matematycznego. Uważano, że najprostszy scenariusz sytuacyjny budzi najmniej wątpliwości. Zasada ta nie wytrzymuje próby praktyki, w której chodzi o czas, koszty i zasoby zużywane do wykonania zadań systemu oraz kierowanie nim. Racjonalne podejście domaga się obecnie traktowania procesu badawczego i decyzyjnego także jako systemu, w

którym wysiłek poświęcony na jego operatywne zdefiniowanie trzeba równoważyć z kosztami i efektami. Z tego względu wiele tzw. nieeleganckich identyfikacji, algorytmów lub programów heurystycznych może okazać się w praktyce rozwiązaniem bardziej skutecznym aniżeli formuły „elegancko proste".

Najczęściej stosowaną metodą weryfikacji scenariuszy polityczno-militarnych jest symulacja rzeczywistych procesów za pomocą systemów naśladujących eksperymentalnie sytuacje otoczenia i odpowiadające im reakcje systemów oryginalnych. Podstawową rolę w symulacji militarnej odgrywają czas i przestrzeń. Konflikt polityczno-militarny nie jest bowiem stacjonarną równowagą sił, lecz dynamicznym współdziałaniem i przeciwdziałaniem zdarzeń niszczących, w którym przesunięcie czasu zdarzenia i nieodwracalność zdarzeń wykazują decydujące znaczenie. Jedna z fundamentalnych wartości symulacji polega na tym, że może ona odzwierciedlać złożoną sieć zdarzeń w czasie i w przestrzeni. Na przykład w modelu złożonym z takich elementów, jak masa, ruch i ogień, przeciwko przestrzeni, zaporze przeszkód i obronie występują konkretne relacje, znane ogólnie ze sformułowań operacyjnych: „przestrzeń pożera masę", „szybkość manewru zwiększa siły", „energia ruchu równoważy masę". Relacje te szacuje się za pomocą modeli symulacyjnych.

Technika symulacyjna traktuje czas albo jako zbiór pewnych przedziałów, zazwyczaj równych odcinków, albo jako zbiór kolejnych zdarzeń występujących względnie równocześnie w danym przedziale. W modelach typu zdarzeniowego sporządza się listę potencjalnych zdarzeń oraz ich konsekwencji na podstawie czynności planowanych i zdarzeń żywiołowych, niezależnych od strony planującej. Modele zdarzeniowe są bardziej popularne od przedziałowych, ponieważ pozwalają na większą swobodę rozkładania w czasie zdarzeń pośrednich. Ujemną stroną modeli zdarzeniowych jest konieczność inwentaryzowania, przechowywania i uaktualniania długiej listy zdarzeń. W niektórych modelach symulacyjnych stosowane są obydwa sposoby traktowania czasu, a do zbioru zdarzeń powraca się tylko w przypadku działań rozstrzygających.

Drugi istotny problem symulacji to sposób traktowania zdarzeń przypadkowych: prawdopodobieństwa awarii, zniszczenia

celu, obezwładnienia własnej załogi. Podobnie jak w przypadku czasu stosowane są dwie techniki traktowania zdarzeń losowych (chociaż możliwe są tu również pewne kombinacje łączne): a) obliczenie wartości oczekiwanej (nadziei matematycznej); b) obliczenie typu Monte Carlo za pomocą liczb losowych dla każdego reprezentacyjnego przypadku z dużej liczby przypadków możliwych. Przy obliczaniu wartości oczekiwanej zakłada się, że oczekiwany wynik zdarzenia losowego powtórzy się. Na przykład jeśli prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu wynosi 20%, to w modelu przyjmuje się, że na 100 startujących samolotów powróci do bazy 80 samolotów. W modelu Monte Carlo współczynnik prawdopodobieństwa określa się dla każdego samolotu oddzielnie przez wyciągnięcie liczby losowej większej lub mniejszej od określonego współczynnika prawdopodobieństwa; samolot jest zestrzelony albo nie; np. jeśli wyciąga liczbę $p > 50$ — wraca, jeśli $p < 50$ — zostaje zestrzelony. Przy 100 samolotach liczba powracających do bazy będzie wynikiem wyciągniętej liczby losowej dla każdego samolotu oddzielnie.

Inny istotny problem symulacji to poziom szczegółowości. Można symulować działania frontów nie schodząc poniżej armii i korpusu, albo śledząc nie tylko dywizje, ale i poszczególne pułki oraz inne elementy dywizyjne. Trzeba obecnie uwzględniać z jednej strony możliwości techniki komputerowej, a z drugiej powszechną zrozumiałość zdarzeń elementarnych, o których można zdobyć dostateczne informacje, podczas gdy dla zdarzeń w ujęciu całościowym brak jest specjalistów, którzy mogliby sformułować i uzasadnić ogólny model konfliktu z uwzględnieniem jego wymiernych kosztów i efektów. Brak jest możliwości dokonywania na najwyższym szczeblu przekonująco uzasadnionej i wymiernie ważonej zamiany między różnymi rodzajami strat przeciwnika i własnymi, która pozwoliłaby na opracowanie systemu wskaźników jako podstawy do wyboru optymalnego sposobu ataku. Co w pierwszej kolejności atakować i czego przede wszystkim bronić lub co jest w tych dylematach równoważne i zamienne? Konflikt nuklearny daje bowiem w grze symulacyjnej sumę niezerową, ponieważ każda strona może ponieść katastrofalne straty w zależności od sposobu ataku.

Nie mniej złożone jest dla techniki symulacyjnej zagadnienie niepewności, zwłaszcza przy rozpatrywaniu konfliktu na wiele lat naprzód. Problem ten rozstrzyga się albo przez wspomnianą analizę formalną niepewności, albo przez poddanie jej ocenie ekspertów, np. metodą delficką poza sformalizowaną procedurą modelu. Symulacja jest bowiem tylko częścią analizy systemu.

Jak wspomniano przy omawianiu modeli komputerowych, istnieje już dość obszerna biblioteka programów symulacyjnych. Przed wyborem odpowiedniego programu symulacyjnego przeprowadza się uproszczone opracowanie danego problemu i rozwiązuje go „ręcznie", ażeby sprawdzić jego strukturę logiczną i znaczenie poszczególnych czynników.

Modele symulacyjne stanowią obecnie podstawowy składnik zautomatyzowanych systemów dowodzenia i są bardzo przydatne do oceny planów i scenariuszy gier wojennych, a w szczególności — wpływu ograniczeń operacyjnych i eksploatacyjnych (odtwarzania gotowości bojowej, obsługi technicznej, transportu, zaopatrzenia oraz innych parametrów) na wykonanie planu wojennego podczas ataku przeciwnika. Programy symulacyjne na niższych szczeblach taktycznych analizują loty bojowe samolotu, działanie systemu obrony powietrznej, pojedynki powietrzne i lądowe, działanie baz i stacji radiolokacyjnych, efekty bombardowania itp.

Dodatnią stroną technik symulacyjnych jest dla wielobranżowych specjalistów ich wyższa zrozumiałość aniżeli czystych modeli matematycznych. Ujemną stroną symulacji w jej części operacyjnej jest powolność wynikająca z trudności przeprogramowania oraz koordynacji wyników między poszczególnymi poziomami hierarchii systemu obrony. Braków tych stara się pozbywać nowsza, analityczno-systemowa generacja technik symulacyjnych, wprowadzająca równoległe obliczanie wariantów (w miejsce dodotychczasowego obliczania seryjnego) oraz tworzenie całych rodzin modeli symulacyjnych. Rodzina modeli rozwiązuje równolegle to samo zadanie na różnych poziomach hierarchicznych. Umożliwia to równoczesną ocenę wariantowych planów kompleksowych, np. dużego rozwinięcia strategicznego lub operacyjnego z uwzględnieniem problemów techniczno-eksploatacyjnych i ty-

łowych, w których taktyczno-techniczna wykonalność jest bardzo ważnym kryterium przy wyborze wariantu optymalnego.

Badania operacyjne są częścią składową szeroko pojmowanej analizy systemów. Ich zadaniem jest znajdowanie optymalnych rozwiązań dla subsystemów objętych przez analizę systemu; innymi słowy — rozwiązań suboptymalnych w danym systemie. Jak wykazano na rys. 35, badania operacyjne dysponują obszernym zbiorem zagadnień opracowanych modelowo. Wykorzystanie tych modeli sprowadza się do poprawnego oszacowania parametrów, wprowadzenia szacunków do wzorów i rozwiązania numerycznego. Na temat badań operacyjnych w dziedzinach wojskowych, jak i cywilnych istnieje obszerna literatura [37]. Jej ilość stale wzrasta dzięki działalności licznych towarzystw naukowych, specjalizujących się w badaniach operacyjnych (np. *Operations Research Society of America »ORSA«*, wydające od 10 lat dwumiesięcznik „Operations Research").

5. Cele analizy systemów i klasy rozwiązywanych problemów

Szczegółowe cele analizy systemów w planowaniu ekonomicznym obrony zarysują się wyraźniej przy omawianiu identyfikacji i planowania współczesnych systemów obrony. W tym miejscu należy stwierdzić, że analityczne techniki systemowe mogą być wykorzystywane do rozwiązywania problemów wojskowych, których obszar rozciąga się od codziennych bieżących czynności poszczególnych służb, aż do kluczowych, jednorazowych decyzji w zakresie bepieczeństwa narodowego. Strumień ten można umownie podzielić na następujące klasy:

1) określanie i wybór alternatyw (wariantów) polityczno-militarnych;

2) określanie i wybór alternatyw (wariantów) operacyjnych i taktycznych;

3) programowanie i projektowanie systemów funkcjonalnych (systemów kierowania i systemów informacyjnych);

[37] J. Czujew: *Badania operacji w wojsku*, Warszawa 1972; S. Piasecki: *Optymalizacja systemów obsługi technicznej*, Warszawa 1971; Cz. Gozdecki: *Elementy programowania nieliniowego*, Warszawa 1967.

4) koordynowanie współdziałania systemów branżowych uczestniczących w systemach obrony;

5) określanie i wybór alternatyw wykorzystania zasobów;

6) wybór w procesach projektowania i wdrażania systemów uzbrojenia (systemów technicznych);

7) kierowanie zadaniami eksploatacyjnymi.

Z powyższego umownego podziału widać, że podobnie jak w omówionym podziale hierarchicznym, kolejna klasa o wyższym numerze, obejmująca węższy krąg zagadnień, jest bardziej zmatematyzowana, jednoznaczna i w pewnym sensie bardziej metodologicznie przekonująca. Nie różni się ona wiele od typowych analiz ekonomicznych w dziedzinie handlu i przemysłu, jeśli chodzi np. o masową obsługę, ustalanie najkrótszych tras transportowych, inwentaryzację zapasów. Wojskowe pojęcie „wyższej wydajności systemu człowiek-maszyna" jest tutaj odpowiednikiem ogólnogospodarczej maksymalizacji zysku. Charakterystyczną cechą problemów klasy 5—7 jest ich przystępna struktura logiczna w zasięgu powszechnie stosowanej skali i norm rozumowania. Wniosek decyzyjny uzyskuje się w wyniku postępowania obliczeniowego według pospolitego modelu, który daje się dopasować do szerokiego zbioru czynności za pomocą jedynie zmiany ich parametrów. Na przykład modele kolejek odpowiadają wielu aspektom działań wojskowych i niewojskowych w systemach komunikacyjnych, lotniskowych i usługowych.

Analizy z klasy 1—4 z reguły zawierają element konfliktowy. W sytuacjach prawdziwie konfliktowych, interesujących analityków wojskowych, występuje wzajemne oddziaływanie przeciwnika, a nie tylko współzależność między własnymi wariantami i kosztami, które w innych klasach stanowią sedno problemu. Konflikt wprowadza dodatkowe układy niepewności i złożoności. Najprostszym typem analizy konfliktowej jest analiza wariantów taktycznych, np. tropienie okrętów podwodnych, prowadzenie ognia artylerii, rozdział udźwigu na marszowy i użytkowy itp. Cel jest tutaj formułowany prosto oraz istnieje zadowalająca miara efektu. Trudniej jest prowadzić wnioskowanie w klasie problemów operacyjnych, koordynacyjnych i polityczno-militarnych, ponieważ dotyczy ono z reguły dalekiej przyszłości.

Trzeba przy tym podkreślić, że problemy analizy systemowej klasy 1—5 jako przedmiot studiów międzydyscyplinarnych inaczej widziane są przez naukowców, polityków, inżynierów, ekonomistów, matematyków, prawników i zawodowych wojskowych. Sposoby widzenia problemu mają jednak pierwszorzędne znaczenie w poszukiwaniu trafnych rozwiązań, o których wiadomo, że nie są wyłącznie rozwiązaniami dla potrzeb wojska. Konieczne jest równoczesne dostrzeganie politycznego, ekonomicznego i militarno-technicznego charakteru wojny, związanej z nią zmiany w równowadze sił i kolejnego ryzyka politycznego. Z tego względu analiza systemów znajduje zastosowanie w wielu planowo kształtowanych dziedzinach życia społecznego, państwowego i międzynarodowego.

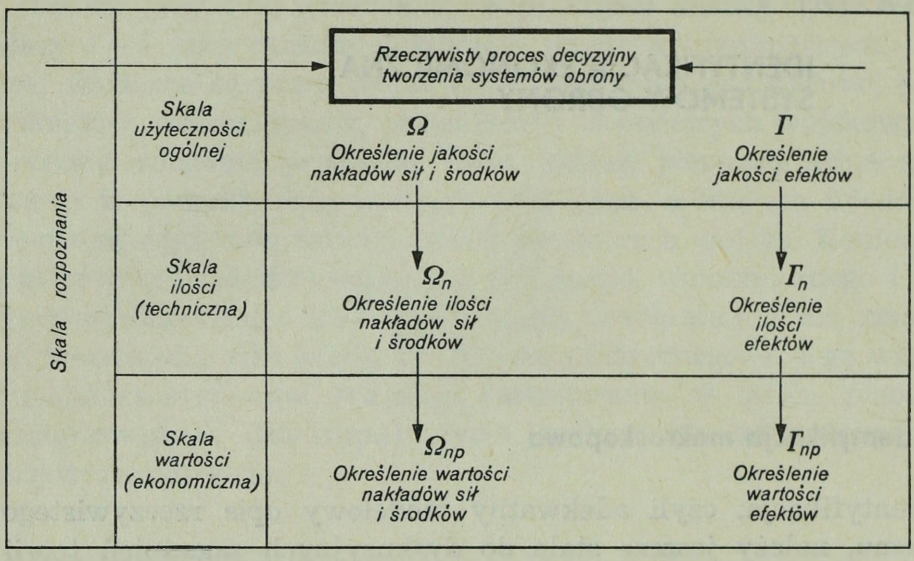
Rozdział V

IDENTYFIKACJA EKONOMICZNA SYSTEMÓW OBRONY

1. Identyfikacja makroskopowa

Identyfikacja, czyli adekwatny modelowy opis rzeczywistego systemu, należy jeszcze stale do dyskusyjnych zagadnień teorii i praktyki. Identyfikacja powinna być wierna, a zarazem prosta nawet w wypadku skomplikowanej rzeczywistości; powinna być powszechnie zrozumiała i równocześnie dostatecznie wyspecjalizowana, ażeby spełniać rolę operatywnego narzędzia w sterowaniu systemem. Postulaty te, jakkolwiek słuszne z każdego punktu widzenia, nie są jeszcze osiągalne w coraz bardziej specjalizującej się praktyce. Powoduje to niekiedy istotne nieporozumienia, do czego może skłaniać nawet tytuł niniejszego rozdziału. Może on sugerować, że jest to opis rzeczy i zjawisk interesujących tylko ekonomistów, chociaż jest to opis zagadnień, stanowiących przedmiot zainteresowania wszystkich decydentów i wykonawców związanych z kształtowaniem systemów obrony. Ekonomiczny charakter opisu określa tylko jego stronę formalną, podczas gdy jego treść decyzyjna jest jedna i dotyczy tych samych merytorycznych relacji zachodzących w systemach obrony.

Jak wynika z rozdziału III, podpunkt 5, system może być identyfikowany w skali nominalnej, porządkowej, ilościowej i wartościowej, co ilustruje rys. 38. Skala wartościowa jest skalą najwyższą, ponieważ uwzględnia obok technicznych także skutki społeczno-ekonomiczne podejmowanych decyzji. Wyraża się w niej w sposób najpełniejszy efektywność decyzji. Oczywiste jest, że w rezultacie dużej syntezy znoszą się szczegóły działające doda-



38. Skale opisu sprawności technicznej i ekonomicznej systemu

tnio i ujemnie na wynik końcowy, ale przez to opis staje się krótszy.

Wszystkie skale służą do charakteryzowania potencjału obronnego, opisywanego analitycznie za pomocą różnych „języków" i z różną dokładnością. Żaden jednak racjonalnie działający decydent — dowódca, inżynier czy ekonomista — nie może ograniczyć się wyłącznie do jednej skali rozpoznania systemu i musi sprawdzać jego efektywność we wszystkich skalach. Ponieważ 1 i 2 skala jest przedmiotem następnego rozdziału, traktującego o systemowej interpretacji potencjału obronnego, identyfikację systemu obrony najlepiej rozpocząć od makroskopowej skali wartościowej.

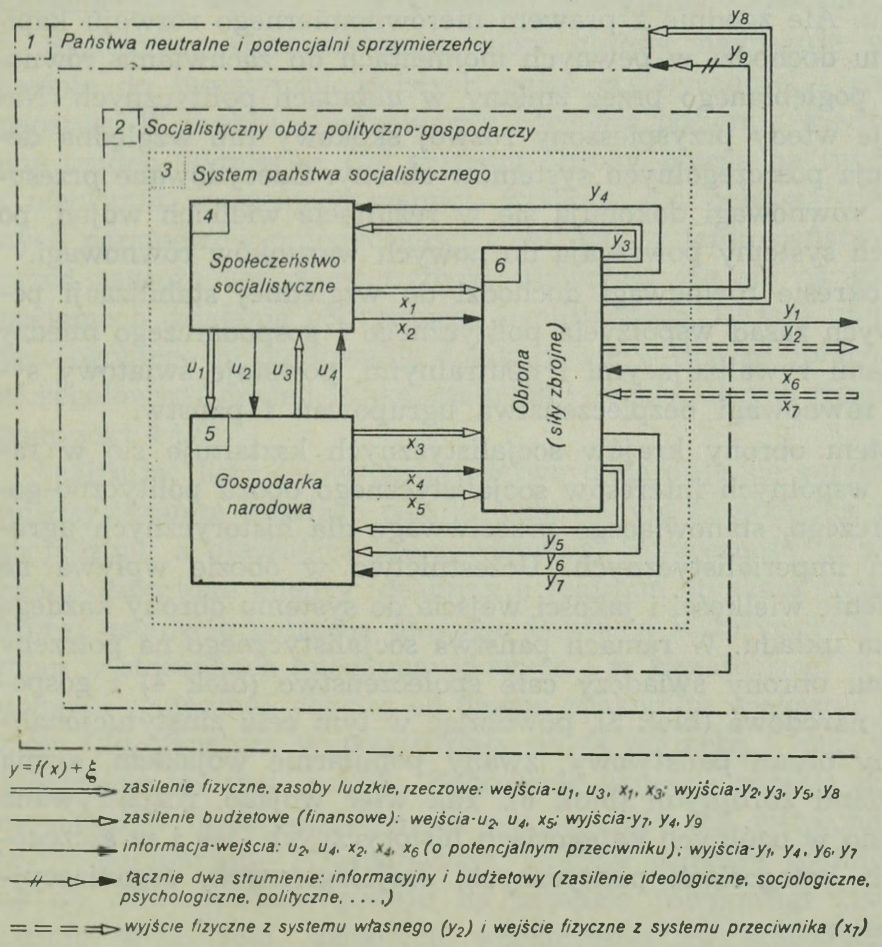
Identyfikacja makro zmierza do ustalenia charakteru stosunków między systemem obrony a jego otoczeniem.

Założenie modelowe identyfikacji współczesnych systemów obrony ograniczono tu do dwóch tez:

— systemy obrony ukształtowały się jako systemy prospektywne, których przekształcenia, cele i wyniki wyznaczone zostały przez wejścia historyczne i stan obecny (rys. 17a);
— współczesne tendencje w rozwoju stosunków międzynarodowych wskazują na poszukiwanie orientacji retrospektywnej,

przy której wejścia do systemów obrony (nakłady) wyznaczane byłyby przez wyjścia, uzgodnione na zasadzie równowagi bezpieczeństwa światowego (17b).

Uproszczony schemat makroskopowych współzależności systemów obrony w wewnętrznych i zewnętrznych układach państw przedstawia rys. 39. Ilustruje on doświadczenie historyczne, że równowagę bezpieczeństwa państw kształtowały z reguły dwa ugrupowania rywalizujące otwarcie oraz trzecie ugrupowanie, zachowujące neutralność lub do niej pretendujące. We wcześniejszych okresach historycznych ugrupowania przyjmowały zasięg



39. Makroskopowy model względnie wyodrębnionych systemów obrony w wewnętrznych i zewnętrznych układach państw

lokalny, później kontynentalny, a współcześnie mają one charakter światowy, wynikający z podziału klasowego, jednoczącego z jednej strony rewolucyjne siły postępu społecznego, a z drugiej konserwatywne siły historycznego imperializmu. Materializm dialektyczno-historyczny wykazuje przy tym, że rozwój systemów obrony jest funkcją ogólnego rozwoju państwa i jego ekonomiki [1]. W pewnych okresach obserwuje się równoległy i równoważny rozwój we wszystkich aspektach bytu państwowego: politycznych, gospodarczych, technicznych i militarnych. Rozwój ten ma charakter liniowy, gdy we wszystkich krajach utrzymuje się przejściowa równowaga sił, stanowiąca najsilniejszą gwarancję pokoju. Ale zgodnie z prawem nierównomiernego rozwoju kapitalizmu dochodzi w pewnych momentach do zachwiania równowagi, pogłębianego przez zmiany w układach politycznych. Następuje wtedy przyspieszony rozwój skokowy lub względna degradacja poszczególnych systemów obrony. Zdecydowane przesunięcia równowagi dokonują się w rezultacie wielkich wojen, po których systemy powracają do nowych warunków równowagi.

W okresie równowagi dochodzi do względnej stabilizacji pokojowych zasad współżycia politycznego i gospodarczego między układami rywalizującymi i neutralnymi, powstaje światowy system równowagi bezpieczeństwa ugrupowań i państw.

System obrony krajów socjalistycznych kształtuje się w ramach wspólnych interesów socjalistycznego obozu polityczno-gospodarczego, stanowiącego przeciwwagę dla historycznych ugrupowań imperialistycznych. Uczestnictwo w obozie wpływa na określenie wielkości i jakości wejścia do systemu obrony każdego członka układu. W ramach państwa socjalistycznego na potrzeby systemu obrony świadczy całe społeczeństwo (blok 4) i gospodarka narodowa (blok 5), powołując w tym celu zinstytucjonalizowany organ państwowy, zwany popularnie wojskiem, armią lub siłami zbrojnymi (blok 6). Tak więc wojsko, rozpatrywane zarówno w ogólnych kategoriach historycznych, jak i w szczegółowych kategoriach politycznych, socjologicznych, organizacyj-

---

[1] F. Engels: *Wybrane pisma wojskowe, wyd. cyt.*, s. 14—23 oraz s. 487—506.

nych, technicznych i gospodarczych, jest względnie wyodrębnionym systemem w ramach systemów nadrzędnych (klasy, państwa, bloku państw), zorganizowanym w celach określanych historycznie. Historyczna zmienność celów systemu wojskowego wynika z klasowego charakteru państwa, jego rozmaicie interpretowanych i akcentowanych funkcji zewnętrznych i wewnętrznych oraz kształtującej się w danym czasie ideologii, stosunków społecznych i międzynarodowych.

Najczęściej cele te utożsamiano z zapewnieniem suwerennej swobody politycznej, zdobyciem prestiżu międzynarodowego, umocnieniem władzy i utrzymaniem dyscypliny społecznej.

Systemowe sformułowanie celów obrony nawiązuje współcześnie do teoretycznie ścisłych pojęć ergodyczności i entropii państwa. W praktyce jednak przy obecnym poziomie wiedzy jest ono trudno wymierne. Cel systemu obrony polega na tworzeniu i używaniu wyspecjalizowanych środków dla ochrony granicznych parametrów ergodyczności i entropii systemu państwowego przed zagrożeniem zewnętrznym, ujawniającym się na różnych poziomach działania politycznego i militarnego. Bliższe uściślenie tego ogólnego sformułowania dokonuje się w drodze opracowania szczegółowych modeli funkcjonalnych i procesualnych (rozdz. VI, podpunkt 4 i 6).

Analizując listę celów obrony łatwo odnajduje się sprzeczność między ideałem trwałego pokoju, uznawanym za naczelną zasadę socjalizmu, a otaczającą rzeczywistością. Sprzeczność ta wyraża historyczną lukę między idealnym a realnym obrazem świata, na której usunięcie potrzeba długiego łańcucha historycznych przemian w stosunkach międzynarodowych i w kształtującej je świadomości społecznej, chociaż od dawna znakomita większość systemów filozoficznych wypowiedziała się za potrzebą i możliwością osiągnięcia trwałego pokoju. Zagrożenie wojenną agresją ze strony układów imperialistycznych, podtrzymujących wsteczne doktryny burżuazyjne i rasistowskie, zmusza państwa socjalistyczne do utrzymywania pokoju na zasadzie równowagi zbrojnej. Dzieje wielu idei, uznanych współcześnie za niepodważalne, wskazują bowiem, że ich urzeczywistnienie i obrona wymagała długotrwałych wysiłków, a nawet ofiar wojennych. Walka o zwy-

cięstwo idei trwałego pokoju toczy się zatem w różnych, niekiedy przeciwstawnych kierunkowo formach.

Utożsamiając na makroskopowym szczeblu uogólnienia nakłady na systemy obrony z wydatkami na utrzymanie sił zbrojnych, którym z reguły podlegają wszystkie zagadnienia związane z funkcjami obrony państwa, można podjąć próbę identyfikacji parametrów obrony z punktu widzenia danych statystycznych i założeń ekonometrycznych.

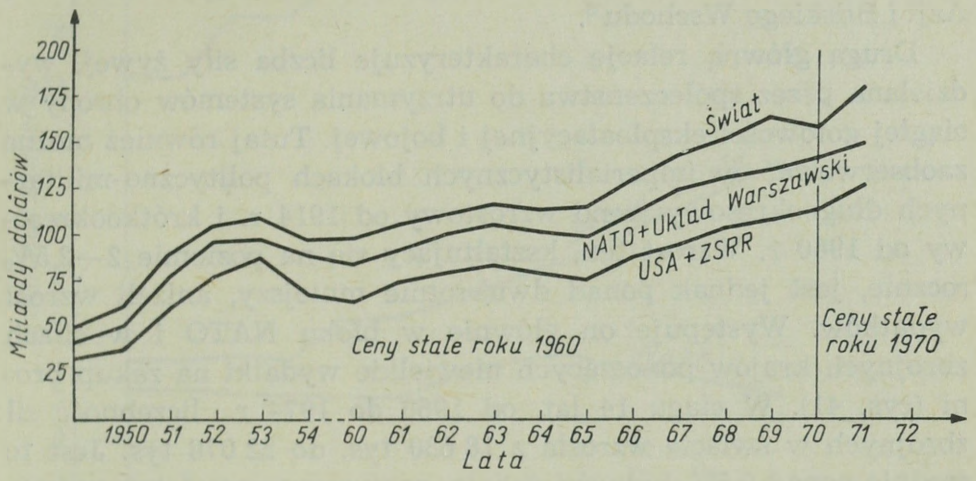
Długoterminowe i przejściowe tendencje w kształtowaniu się światowych wydatków na systemy obrony (wyrażonych syntetycznym wskaźnikiem wartościowym w miliardach dolarów przeliczeniowych według stałych relacji i cen z 1960 r.) charakteryzuje rys. 40 [2].

Przedstawione na rysunku dane wskazują, że wydatki pieniężne na systemy obrony wzrosły w świecie od 1950 do 1970 r. ponad trzykrotnie, od 50 mld. dol. do około 170 mld dol. rocznie. Przyrosty nie były równomierne. Pierwszy skok podwojenia nastąpił w przededniu i podczas wojny koreańskiej w okresie czterech lat 1950—1953. Następny okres podwojenia rozciągnął się już na ponad 20 lat, od 1953 r. do chwili obecnej. Być może, że w związku z inicjatywą Związku Radzieckiego, zgłoszoną do ONZ w 1973 r., nastąpi pożądane zahamowanie dotychczasowego tempa wzrostu wydatków wojskowych, ocenianego przez SIPRI na średnio 5% rocznie. Pierwszy skok potwierdził występujące po każdej wojnie zjawisko tzw. efektu przesunięcia wydatków na obronę. I tak np. w Stanach Zjednoczonych wydatki wojskowe za 5 lat przed pierwszą wojną światową kształtowały się na pozio-

---

[2] Wykres został sporządzony z uwzględnieniem porównywalnego koszyka cen uzbrojenia według współczynników przeliczeniowych opracowanych przez E. Benoiti H. Lubella: *The World Burden of National Defense.* W: *Disarmament and World Economic Interdependence,* Oslo 1967. Należy zwrócić uwagę na znaczne, bo dochodzące do 10-15%, różnice między szacunkami szwedzkimi (uważanymi nieco za zaniżone) a szacunkami amerykańskimi zawyżonymi. Gdy Szwiedzi szacowali na około 180 mld dol., Amerykanie podawali około 200 mld dol. Obecnie, tj. na przełomie 1974/1975 r., światowy budżet wojskowy szacuje się na 220—230 mld dol.

mie 0,64% globalnego produktu narodowego, w latach wojny — 10,37% oraz — 2,16% w pięciu latach powojennych. Podobnie w 5 latach przed drugą wojną światową utrzymywały się one na poziomie 2,33%, podczas wojny — 32,94% oraz — 5,34% w pięciu latach powojennych. Na pięć lat przed wojną koreańską było



40. Światowe wydatki militarne w latach 1950—1971
Źródło: *Wg SIPRI Yearbook of World Armaments and Disarmament 1968/69*, Sztokholm 1970, s. 20; 1972, s. 82; 1973, s. 235.

10,3%, w czasie tej wojny — 10,8%, a w pięciu latach powojennych — 10,2%[3]. Podczas wojny następuje gwałtowny wzrost wydatków na obronę, po wojnie — znaczne obniżenie, ale nie do poziomu przedwojennego. Pewna część wzrostu staje się nieodwracalna, ponieważ zmienia się samo pojęcie dopuszczalnej skali wydatków na obronę.

Wskaźnik obciążenia dochodu narodowego wydatkami obronnymi wyraża jedną z głównych relacji między społeczeństwem i gospodarką narodową z jednej strony a ich systemami obrony z drugiej, nazywaną ekonomicznym stopniem militaryzacji danego państwa. Udział wydatków wojskowych w cenach bieżących w stosunku do tak samo liczonego dochodu narodowego wynosił na świecie w przededniu pierwszej

[3] *Prognozowanie gospodarki kapitalistycznej*, Warszawa 1973, s. 165.

wojny światowej przeciętnie 3—3,5%. Podobnie było przed drugą wojną światową. W roku 1967 wskaźnik ten wynosił przeciętnie już 7,3% dla całego świata i 9,1% dla Stanów Zjednoczonych [4]. Obecnie światowe wydatki obronne rzędu 220—230 mld dol. równają się dochodowi narodowemu wyprodukowanemu przez miliard mieszkańców Ameryki Łacińskiej, Południowej Azji i Bliskiego Wschodu [5].

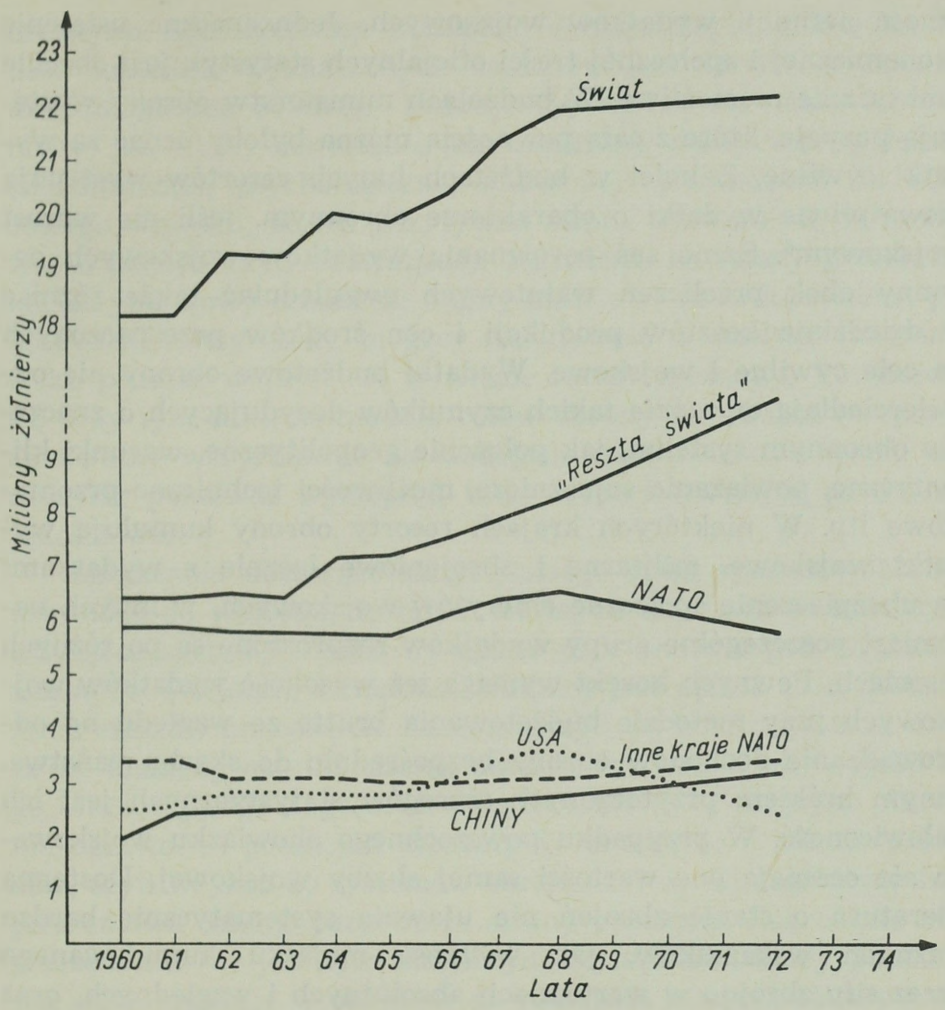
Drugą główną relację charakteryzuje liczba siły żywej, wydzielana przez społeczeństwa do utrzymania systemów obrony w ciągłej gotowości eksploatacyjnej i bojowej. Tutaj również można zaobserwować w imperialistycznych blokach polityczno-militarnych długookresowy trend wzrostowy od 1914 r. i krótkookresowy od 1960 r. Wzrost ten, kształtujący się na poziomie 2—2,5% rocznie, jest jednak ponad dwukrotnie mniejszy, aniżeli wzrost wydatków. Występuje on głównie w bloku NATO i w siłach zbrojnych krajów ponoszących niewielkie wydatki na zakup broni (rys. 41). W ciągu 14 lat, od 1960 do 1974 r., liczebność sił zbrojnych w świecie wzrosła z 18 680 tys. do 22 076 tys. Jest to średnio ponad 0,5% ludności świata, przy czym przeciętny wskaźnik dla krajów uprzemysłowionych i zaangażowanych wynosi ponad 1,1% liczby ludności. Nazywa się go często zasadniczym wskaźnikiem militaryzacji demograficznej państwa. Niższe wskaźniki militaryzacji demograficznej od militaryzacji ekonomicznej oznaczają kierowanie wydatków głównie na zmiany jakościowe, na rozwój techniczny i technologiczny sił zbrojnych.

Trzecią grupę makroskopowych relacji między gospodarką narodową a systemem obrony stanowią dostawy uzbrojenia oraz wydzielony potencjał wytwórczy na potrzeby produkcji obronnej. Pewna część tych relacji ujęta jest w rocznych budżetach obrony jako wartość strumienia zakupów broni, sprzętu i urządzeń dla wojska. Istotna jednakże część relacji charakteryzujących techniczną militaryzację państwa nie znajduje bezpośredniego odzwier-

---

[4] *SIPRI Yearbook*, *wyd. cyt.*, s. 27.

[5] *World Military Expenditures*, 1966—67 (*Research Report* 68—52), United States Arms Control and Disarmament Agency, grudzień 1968 r.



41. Liczebność sił zbrojnych świata w latach 1960—1972
Źródło: *SIPRI Yearbook, wyd. cyt.*, s. 91 i 216; od 1968 r. interpolowano na podst. *Military Balance 1972/73, wyd. cyt.*

ciedlenia w statystykach systemów obrony. Charakteryzują ją zwykle informacje wiążące się z rozwojem potencjałów obronnych (rozdz. VI, podpunkt 6).

Przytoczone makroskopowe szeregi statystyczne nakładów na obronę są trudno porównywalne. Po pierwsze określają one poszczególne systemy jako sumę zgromadzonych w nich elementów, a z samej definicji systemu wynika, że jego znaczenie jest większe od sumy elementów. Trzeba także podkreślić niejednozna-

czność definicji wydatków wojskowych. Jednoznaczne ustalenie ekonomicznej i społecznej treści oficjalnych statystyk jest obecnie praktycznie niemożliwe. W budżetach ministerstw obrony występują pozycje, które z całą pewnością można byłoby uznać za wydatki cywilne. Z kolei w budżetach innych resortów występują niewątpliwie wydatki o charakterze obronnym, jeśli nie wprost wojskowym[6]. Same zaś porównania wydatków wojskowych powinny obok przeliczeń walutowych uwzględniać także różnice w dziedzinie kosztów produkcji i cen środków przeznaczonych na cele cywilne i wojskowe. Wydatki budżetowe obrony nie odzwierciedlają *wyraźnie* takich czynników decydujących o znaczeniu obronnym systemu, jak położenie geopolityczne, warunki klimatyczne, powiązania sojusznicze, możliwości techniczno-przemysłowe itp. W niektórych krajach resorty obrony kumulują wydatki wojskowe, militarne i zbrojeniowe łącznie z wydatkami na ubezpieczenie społeczne emerytów wojskowych, w innych natomiast poszczególne grupy wydatków rozproszone są po różnych resortach. Pewnych korekt wymaga też wysokość wydatków wojskowych przy metodzie budżetowania brutto ze względu na odprowadzanie dochodów obrony bezpośrednio do skarbu państwa. Innym brakiem przytoczonych szeregów statystycznych jest ich połowiczność. W przypadku powszechnego obowiązku wojskowego nie oceniają one wartości samej służby wojskowej. Dostępna literatura o stanie zbrojeń nie ujawnia systematycznie bardzo ważnych wskaźników, jak wielkość majątku kumulowanego przez siły zbrojne w wartościach absolutnych i względnych, oraz innych danych o znaczeniu makroskopowym, np. rezerw kadrowych, cywilnych pracowników obrony.

Mimo jednak długiej listy braków w narzędziach identyfikacji nakładów na systemy obrony, są one w kategoriach ekonomicznych dość wymierne i dostatecznie zmierzone. Dyskusja toczy się w zasadzie nad marginesem ścisłości lub błędu, wygładzanym w dużej mierze przez trendy wieloletnie dzięki krótkim, rocznym okresom sprawozdawczości. Natomiast pomiar efektów

[6] *Gospodarcze i społeczne skutki rozbrojenia. Raport Sekretarza Generalnego ONZ* (Nowy Jork 1962) w opracowaniu PISM, Warszawa 1963, s. 12—14.

mających odzwierciedlać realizację doktrynalnych celów na tle dość dokładnie wyznaczonych nakładów jest dotychczas sprawą metodologicznie otwartą. Próbuje się analizować takie komponenty, jak efekty materialne (ekonomiczne), polityczne, społeczne (zatrudnienie), psychologiczne, militarne, sprowadzane do końcowego wniosku, że ich pozytywna strona ujawnia się w zachowaniu pokoju, czyli neutralizacji zagrożenia ze strony przeciwnika. Innymi słowy ocenia się efekty możliwe i prawdopodobne, ponieważ końcowy efekt, mogący się ujawnić w ścisłym znaczeniu tylko podczas wojny, jest w istocie rzeczy nieznany. Potwierdza się przy tym fakt, że modelu celów obrony nie można w sposób adekwatny weryfikować na modelach celów wielkich wojen minionych, ponieważ występują tutaj nieporównywalne parametry jakościowe.

Rozważania dotyczące statystycznego opisu systemów obrony prowadzą do wniosku, że mimo istotnych trudności technicznych istniejące systemy można by opisać dość wiernie pod względem nakładów (wejścia), natomiast trudniej jest opisać je w kategoriach efektów końcowych. Za efekt, czyli wyjście z systemu uważa się niekiedy nagromadzenie określonego potencjału wojskowego, eliminującego zagrożenie bezpieczeństwa. Pomijając pośrednie ogniwo — potencjał, możemy twierdzić, że wielkość nakładów, czyli wejścia do systemów obrony, zależy od zagrożenia bezpieczeństwa danego państwa ze strony otoczenia. Zagrożenie bezpieczeństwa (Z) jest tym zmiennym czynnikiem, który podobnie jak cena reguluje w określonych relacjach α rzeczywiste potrzeby (D — popyt) i ich zaspokojenie (S — podaż). Mając te trzy współzależne wielkości możemy postawić pytanie, czy system obrony jest identyfikowalny ekonometrycznie, tzn., czy przy tych trzech danych, jakimi dysponuje poszczególny system obrony, może on określić rozwiązanie optymalne [7].

[7] Z. Pawłowski: *Modele ekonometryczne równań opisowych*, Warszawa 1963, s. 73—80; T.C. Koopmans: *Identification Problems in Economic Models Construction*. W: *Studies in Econometric Method*, Nowy Jork 1953; F. Fisher: *Identification in Econometrics*, Nowy Jork 1966.

Model ekonometryczny z trzech równań przyjmuje następującą postać:

$$D_t = \alpha_{11} Z_t + \alpha_1 + \xi_{1t},$$
$$Z_t = \alpha_{21} S_t + \alpha_2 + \xi_{2t},$$
$$D_t = S_t.$$

Pierwsze równanie zakłada, że rzeczywiste potrzeby obronne mające zagwarantować bezpieczeństwo państwa w danym okresie są zależne od zagrożenia tegoż państwa w tym samym czasie. Drugie natomiast równanie stwierdza, że zagrożenie bezpieczeństwa danego państwa zależy od stopnia zaspokojenia rzeczywistych potrzeb obronnych ukształtowanych przez stosunki międzynarodowe w tym samym okresie. Stosunki międzynarodowe odznaczają się przy tym zmiennością układów sojuszniczych, wzrostem napięcia politycznego itp. Trzecie równanie jest tożsamością, wynikającą z założenia, że zaspokojenie potrzeb obronnych jest w danych stosunkach międzynarodowych dokładnie równe tym potrzebom. Inne założenie w trzecim równaniu wskazywałoby na stały brak równowagi bezpieczeństwa, co przekreślałoby możliwość utrzymywania pokoju w dłuższym okresie.

Uwzględniając trzecie równanie możemy zapisać model systemu obrony w postaci układu złożonego z dwóch równań, z których pierwsze jest funkcją potrzeb obronnych, a drugie — funkcją zagrożenia:

$$D_t = \alpha_{11} Z_t + \alpha_1 + \xi_{1t},$$
$$Z_t = \alpha_{21} D_t + \alpha_2 + \xi_{2t}.$$

Obydwa równania modelu wykazują tę samą postać analityczną. Jeżeli dla aktualnych warunków zagrożenia bezpieczeństwa nie znany jest rozkład składników losowych ξ_{1t} i ξ_{2t}, to dysponując nawet dużą liczbą obserwacji dotyczących wartości zmiennych D (potrzeb obronnych) i Z (zagrożenia bezpieczeństwa), nie otrzymamy oceny parametrów modelu. Zbiór punktów o współrzędnych Z_t, D_t na płaszczyźnie może oznaczać zarówno zbiór informacji o zależności poziomu zaspokojenia potrzeb obronnych od poziomu zagrożenia bezpieczeństwa, jak i zbiór informacji o zależności zagrożenia bezpieczeństwa od zaspokojenia potrzeb obronnych (przy założeniu, że zaspokojenie jest równe potrzebom).

Próby zebrania informacji o rozkładzie czynnika losowego na podstawie historii kilku tysięcy wojen nie są adekwatne zarówno do współczesnego poziomu cywilizacyjnego i technicznego, jak i do skali skutków zbrojnego konfliktu światowego (por. rozdz. VI, podpunkt 6). Innymi słowy nie można w skali pojedynczego państwa udzielić jednoznacznej odpowiedzi, czy zagrożenie jego bezpieczeństwa jest funkcją jego zbrojeń czy też funkcją jego bezbronności. Zbrojenia, podobnie jak i bezbronność aktywizują potencjalnych przeciwników. Próby adekwatnej identyfikacji można prowadzić tylko w skali równowagi światowej. Na niższych skalach systemy obrony są w znaczeniu ekonometrycznym nieidentyfikowalne; ich modele nie spełniają podstawowych warunków identyfikacji [8] i nie dają możliwości wyznaczenia kierunku pętli sprzężenia zwrotnego, jeśli nie zostaną „zakotwiczone" w historycznej przeszłości.

Teoretyczny problem niemożności zidentyfikowania parametrów systemu obrony praktyka historyczna ustroju niewolniczego, feudalnego i kapitalistycznego rozstrzygała w sposób dość prosty: *si vis pacem, para bellum* (jeżeli chcesz pokoju, gotuj się do wojny). Uważano bowiem intuicyjnie, że ryzyko wybuchu wojny jest mniejsze, jeśli każde państwo rozbuduje swój potencjał wojenny do maksymalnych granic. Maksymalne granice jako wielkość względna dla poszczególnych państw nie usuwały w potencjałach różnic absolutnych. Wojny wybuchały z jednakową (albo nawet większą) częstotliwością. Polityk mniej narażał się na zarzuty z powodu przegranej wojny, aniżeli z powodu niedostatecznego przygotowania się do niej. W ten sposób agresor rzeczywisty lub domniemany inicjował łańcuchową reakcję zbrojeń, które „nie mogąc być zmarnowane" przyspieszały staczanie się ku krawędzi wojny. Światowy wskaźnik 7,5% dochodu narodowego przeznaczonego na systemy obrony jest właśnie następstwem historycznego, prospektywnego interpretowania celów obrony.

Wnioski z badań nad współczesnymi układami sił polityczno-militarnych, społecznych i wytwórczych oraz nad rozwojem

---

[8] Z. Pawłowski: *op. cit.*, s. 77—78.

techniki wojennej skłoniły blok państw kapitalistycznych do podjęcia inicjatyw obozu socjalistycznego zmierzających do planowego kształtowania równowagi bezpieczeństwa światowego. Jak pokazuje bowiem rys. 39, utrzymanie równowagi bezpieczeństwa oznacza nie tylko mobilizację środków ekonomicznych supermocarstw gospodarczych, politycznych i militarnych, ale także mobilizację środków w krajach gospodarczo rozwijających się. Kraje te zamiast otrzymywać pomoc w postaci dóbr inwestycyjnych i konsumpcyjnych, wpływających na wzrost ich dochodu narodowego, otrzymują pomoc oznaczoną symbolami y'_8 i y'_9, składającą się głównie ze sprzętu wojennego. Pomoc ta komplikuje ich rozwój gospodarczy, ograniczając tempo inwestycji i przyrostu produkcji konsumpcyjnej [9].

Makroskopowe, międzynarodowe planowanie systemów obrony znajduje obecnie wyraz w działalności różnych komisji ONZ, jak Komisja Energiii Atomowej, Komisja do Spraw Zbrojeń Konwencjonalnych, Komisja do Spraw Rozbrojenia, Komitet do Spraw Rozbrojenia i inne, które doprowadziły do wydania wielu aktów ograniczających rozwój, rozprzestrzenianie i użycie niektórych rodzajów broni. Ponadto w trybie rozmów dwu- i wielostronnych w skali poszczególnych krajów i kontynentów realizowane są już konkretne uzgodnienia (np. w ramach tzw. SALT — Rozmów o Ograniczeniach Zbrojeń Strategicznych między ZSRR a Stanami Zjednoczonymi). W Genewie prowadzone są obecnie rokowania Konferencji Bezpieczeństwa i Współpracy w Europie oraz w Wiedniu — Rokowania w Sprawie Wzajemnej Redukcji Sił Zbrojnych i Zbrojeń w Europie Środkowej. Konferencje te pracują nad ustaleniem porozumień mających utrwalić stabilizację i zwiększyć bezpieczeństwo poszczególnych państw i ich grup przy równoczesnym obniżeniu poziomu sił zbrojnych i zbrojeń. Charakterystyka systemów obrony jako systemów wielkich, złożonych z dużej liczby elementów o utrwalonej hierarchii i powiązaniach polityczno-gospodarczych, niecałkowicie opisywalnych, konfliktowych i realizujących cele wysoce probabilistyczne, a równocześnie odpowiedzialnych za ergodyczność supersystemu państwowego, nie pozwala na podejmowanie szybkich decyzji wprowadzających radykalne zmiany. Przy tym nawet rezultaty międzynarodowych poczynań, osiągane w powolnym trybie i tylko częściowo hamujące wyścig zbrojeń, atakowane są przez burżuazyjne partie opozycyjne i podtrzymujące je kręgi imperialistyczne. W tej sytuacji, gdy brak peł-

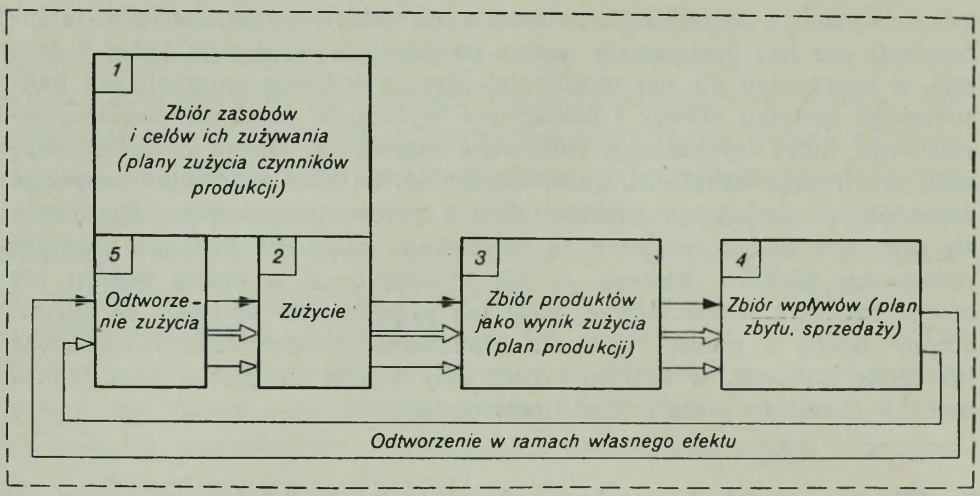
---

[9] L. Biliński, E. Bijak: *Optymalna droga wzrostu gospodarki narodowej z uwzględnieniem nakładów na obronę kraju*, WAP, Warszawa 1968, s. 27—34.

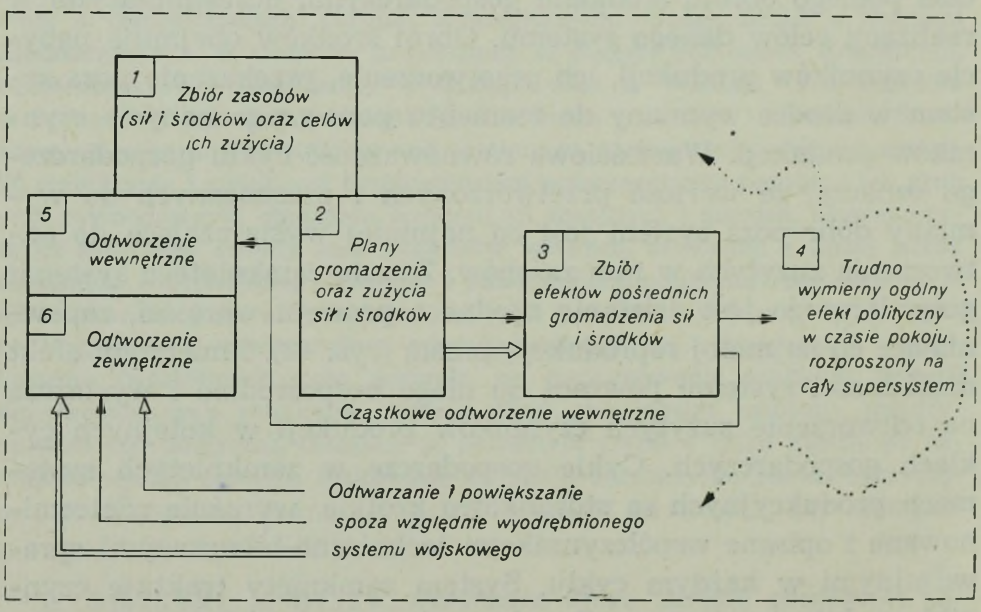
nej informacji o zachowaniu potencjalnych przeciwników, lub gdy ta informacja nie jest dostatecznie pewna (w praktyce występuje jedno i drugie), w makroskali nie ma możliwości przeprowadzenia optymalizacji państwowego systemu obrony i dokładnego wyliczenia procentu dochodu narodowego, który wyeliminuje całkowicie zagrożenie. Można go tylko ulepszać, przyjmując wskaźniki, quasi-optymalne. Są nimi przeciętne proporcje nakładów potencjalnych przeciwników i proporcje światowe. Przyjmuje się przy tym ogólne założenie, że równowaga nakładów powinna oznaczać równowagę efektów, których — jak wykazano — w czasie pokoju nie można zmierzyć jednoznacznie. Fakt ten prowadzi do wniosku, że system obrony trzeba z punktu widzenia planowania ekonomicznego traktować jak model otwarty, w którym syntetyczny wynik nie jest z góry jednoznacznie określony przez nakład i odwrotnie.

2. Otwarty model ekonomiczny obrony

Zamkniętym lub bilansującym się (równoważącym się) modelem ekonomicznym jest taki model, w którym reprodukcja zużytych czynników produkcji (zasobów) odbywa się we względnie równoważnym wartościowo cyklu gospodarczym. Cykl gospodarczy i w pewnym sensie cykl planistyczny oznacza w tym modelu czas pełnego obrotu środkami gospodarczymi, uczestniczącymi w realizacji celów danego systemu. Obrót środków obejmuje nabycie czynników produkcji, ich przetworzenie, przekazanie poza system w drodze wymiany do momentu ponownego nabycia czynników produkcji. Wartościowa równoważność cyklu gospodarczego oznacza, że wartość przetworzonych i przekazanych do wymiany dóbr poza system jest co najmniej wystarczająca do odtworzenia zużytych w nim zasobów. Zasadą zamkniętego systemu gospodarczego jest działanie zgodne z prawem wartości, zapewniające co najmniej reprodukcję prostą (rys. 42). Zmierzony efekt działalności systemu powraca do niego bezpośrednio i wystarcza na odtworzenie zużytych czynników produkcji w kolejnych cyklach gospodarczych. Cykle gospodarcze w zamkniętych systemach produkcyjnych są stosunkowo krótkie, wyraźnie zdeterminowane i opisane współczynnikami techniczno-bilansowymi sprawdzalnymi w każdym cyklu. System zamknięty traktuje czynniki produkcji zużywane dla własnych potrzeb również jako produkt zbytu, uczestniczący w bilansowaniu nakładów i wyników.



42. Scalone (agregatowe) kryteria równoważności nakładów i wyników (efektów)



42a. Brak scalonego wymiernego kryterium równoważności nakładów i efektów w siłach zbrojnych

Przy ocenie poprawności decyzji, podejmowanych w bilansującym się systemie zamkniętym, istotny jest fakt, że efektywność każdego cyklu gospodarczego może być przekonująco zmierzona i zweryfikowana za pomocą bilansu majątkowego oraz rocznego rachunku kosztów i wyników według jednolitego kryterium względnej minimalizacji kosztu lub maksymalizacji produktu. Cykl gospodarczy w produkcji zostaje za każdym razem bardziej lub mniej ściśle zamknięty, np. w postaci zamknięcia rocznego i zaczyna się od nowa. Doświadczenia z poprzednich cykli pozwalają eliminować błędy i wprowadzać korektury na podstawie zapotrzebowania społecznego. System porównujący nakłady i wyniki po krótkich cyklach gospodarczych umożliwia budowę prognostycznych modeli ekonometrycznych i optymalizacyjnych, ich retrospektywną weryfikację i tym podobne operacje planometryczne. Naturalne lub umowne wydzielenie i zamknięcie każdego cyklu gospodarczego (inaczej dla produkcji seryjnej aniżeli dla jednostkowej) pozwala dość jednoznacznie ocenić poprawność kierunków rozwoju i funkcjonowania systemu, jeśli wykazuje on założoną równowagę między nakładami a wynikiem końcowym. Innymi słowy zamknięty model gospodarczy dopuszcza kryterium równoważności kolejnych cykli do „udzielenia absolutorium" na podstawie końcowego wyniku bez potrzeby szczegółowych badań nad normatywnymi współzależnościami między elementami gospodarującego systemu. W modelu bilansującym się, np. według zasad rozrachunku gospodarczego, istnieje więc zewnętrzny, konkurecyjny sprawdzian ekonomicznej realizacji zadań oraz przynajmniej teoretyczna możliwość przeprowadzenia kompleksowego rachunku optymalizacyjnego. Sam wynik bilansowy jest dostateczną miarą uporządkowania systemu. Oczywiste jest, że do tej charakterystyki zamkniętego modelu bilansującego się trzeba dodać szereg założeń, dotyczących otoczenia, konkurencji, monopolu czy też monopsonu, zasad reprodukcji rozszerzonej, podziału wartości dodatkowej itp. Przy ogólnym porównywaniu zamkniętego modelu ekonomicznego w gospodarce narodowej z otwartym modelem gospodarki w systemie obrony nie chodzi jednak o szczegóły, lecz o różnice najistotniejsze.

W otwartym modelu gospodarczym obrony

również dokonuje się cyklicznego rozliczenia wydatków budżetowych, szacuje stany majątku wojskowego oraz uzyskane w nim przyrosty, ocenia osiągnięte wyniki sprawnościowe. Podobieństwo to jest jednak tylko formalne i nie może być traktowane jako zewnętrzne i wymierne potwierdzenie prawidłowości wybranych kierunków rozwoju, jakości oraz poziomu wykonania zadań przez system obrony w wyniku zużycia określonej sumy zasobów. O ile efekty działalności wytwórczej dóbr ekonomicznych w wymiernych relacjach według znanej formuły Karola Marksa $c + v + m$ powracają do zakładów produkcyjnych, o tyle efekty działalności wojska [10] w relacjach niewymiernych rozpraszają się na wszystkie elementy supersystemu państwowego i są skierowane przede wszystkim na oddziaływanie zewnętrzne, na neutralizowanie potencjału wojskowego i politycznego przeciwników (oznaczone na rys. 39 symbolami y_1 i y_3). Neutralizacja sił zewnętrznych wywołuje też potrzebę określonego oddziaływania na elementy wewnętrzne.

Ilustrację trudno wymiernego ogólnego efektu politycznego, rozproszonego na cały supersystem państwa w postaci dobrodziejstw z utrzymanego pokoju, zawiera rys. 42a. Tylko niewielką część zużycia środków odtwarza system obrony wewnątrz swoich urządzeń techniczno-gospodarczych. Większość niezbędnego odtworzenia i powiększenia zużycia w systemie obrony pochodzi z wtórnego podziału dochodu narodowego, spoza otwartego systemu względnie wyodrębnionego. Ponieważ efekt nakładów na obronę nie powraca w wymiernej postaci do systemu obrony, który go „wyprodukował", nie udało się dotychczas wytworzyć w tym systemie jednoznacznych mechanizmów, mogących w czasie pokoju dokonać obiektywnej identyfikacji parametrów wejścia i wyjścia. Generalnie za istotne kryterium osiągnięcia celu systemu obrony można przyjąć sam fakt, że potencjalni przeciwnicy nie odważyli się na podjęcie agresji, zostali od niej „odstraszeni".

[10] St. Glinkowski określa działalność wojska w kategoriach ekonomicznych jako usługę wojskową, której celem (finalnym) jest usługa obrony (por. St. Glinkowski: *Relacje ilościowe w działalności gospodarczej wojsk lotniczych*, „Zeszyty Naukowe WAP" 1968, nr 11, Seria Ekonomiczna).

Twierdzenie odwrotne o niewykonaniu zadania przez system obrony już w czasie, gdy pokój został zachowany, implikuje pesymizm klęski. Zakładając z góry klęskę usuwa się logiczne przesłanki samej egzystencji systemu obrony. Aczkolwiek w konsekwencji teza o osiągnięciu celu systemu obrony przez samo powstrzymanie agresji jest w ogólnym rozumieniu efektywności politycznej i gospodarczej zupełnie poprawna, to jako kryterium praktyczne jest w tym stopniu wyidealizowane, że mogłoby przez długi czas rozgrzeszać decyzje nawet najbardziej banalne [11]. Nie można bowiem sugerować się rachunkową niewymiernością ogólnego efektu nakładów na system obrony, ponieważ ocena nakładów w kategoriach logicznych jest prosta. Dopóki istnieje imperializm, rezygnacja narodu z utrzymywania odpowiedniej własnej siły obronnej oznacza wyrażenie zgody na utrzymywanie obcej siły zbrojnej.

Problem bezpowrotnego oddawania produktu swojej działalności występuje też w innych nieprodukcyjnych działach gospodarki narodowej, szczególnie w szkolnictwie, które kształci kadry dla wszystkich pozostałych działów gospodarki, nie wystawiając im bezpośredniego rachunku. Nakłady na szkolnictwo dają jednak efekt wewnętrzny bezpośrednio odczuwany przez każdego obywatela w każdej fazie jego rozwoju. Nakład na wojsko neutralizuje czynniki zewnętrzne leżące po stronie potencjalnego przeciwnika, który mógłby zniszczyć ergodyczność systemu państwowego.

Brak ciągłych, rzeczywistych sprawdzianów zewnętrznych poprawności rozwoju sił zbrojnych spowodował wykształcenie zastępczych, specyficznych mechanizmów planowania i działania wojskowego w czasie pokoju i wojny. Należy do nich przede wszystkim szeroko rozwinięty system normalizacji elementów,

---

[11] Historycznym przykładem banalnych decyzji w dziedzinie kształtowania systemów obrony i nakładów na siły zbrojne była dewiza „Polska nierządem stoi", zwalniająca szlachtę od płacenia podatków na cele obrony. Zewnętrzny sprawdzian oportunistycznej samobójczej decyzji nastąpił dopiero po dziesiątkach lat. Płacono później wysoki haracz podatkowy na utrzymanie sił zbrojnych z tą zasadniczą różnicą, że sił nie własnych, lecz zaborczych.

zmierzający do suboptymalizacji i melioryzacji cząstkowej. Skoro niepewne są metody całościowej oceny sprawności planowania i planów gospodarczo-obronnych, trzeba posługiwać się kartezjańską metodą rozkładania całości na części i dokonywania ocen częściowych, aby po nadaniu im wag i podsumowaniu ocenić całość. Praktycznym wyrazem dążeń suboptymalizacyjnych w planowaniu obrony są systemy etatów, tabel i norm należności, norm zużycia, limitów, normatywów i wskaźników efektu, bardziej rozbudowane i przestrzegane, aniżeli w gospodarczych systemach samoregulujących na podstawie scalonego kryterium wyniku kompleksowego. Jest to zrozumiałe i uzasadnione, ponieważ polityczny dysponent środków na obronę, przez ustalenie wewnętrznie sprawdzalnych wskaźników efektywności działania małych elementów, dąży do osiągnięcia optymalnej efektywności w skali całkowitej, ostatecznie sprawdzalnej w starciu zbrojnym. Tę cząstkową metodę weryfikacji efektywnego użycia środków przeznaczonych na obronę stosuje się w różnych fazach i przekrojach planowania: limitów produkcji nowego sprzętu, wolumenu zaopatrzenia materiałowo-technicznego, limitów zużycia resursów eksploatacyjnych sprzętu, budownictwa urządzeń, usług itd. Odróżnia się przy tym problem oszczędności jako stosunek przychodów do rozchodów i problem gospodarności jako stosunek nakładów do wyników (nakładów do użyteczności) [12].

Bazę dla systemowych procesów suboptymalizacyjnych w planowaniu ekonomicznym obrony stanowi szereg modeli i submodeli coraz ściślej identyfikujących elementy systemu i otoczenia, a przede wszystkim relacje wyznaczające minimum lub nakładające ograniczenia pułapowe. Wstępnym modelem jest makromodel informacyjno-zasileniowy.

---

[12] H. Schwarz: *Wehrmaterial und Wirtschaftlichkeit*, „Truppenpraxis" 1973, z. 6 oraz inne artykuły tego numeru poświęcone koncepcji systemu planowania gospodarczego Bundeswehry.

3. Model informacyjno-zasileniowy

Identyfikacja procesów informacyjnych i zasileniowych w systemach obrony stanowi niezwykle złożony i interesujący problem teoretyczny i praktyczny. Informacja reprezentuje obok treści omówionych w rozdz. III, podpunkt 4, również psychiczny podkład decyzji kształtujących zasilenie materialne [13], a więc także decyzji o charakterze ekonomicznym. Rozpatrywane tu problemy planistyczno-ekonomiczne pozwalają przedstawić zagadnienie modelu informacyjnego tylko w sposób uproszczony, wiążący się z treścią planu konkretnego typu.

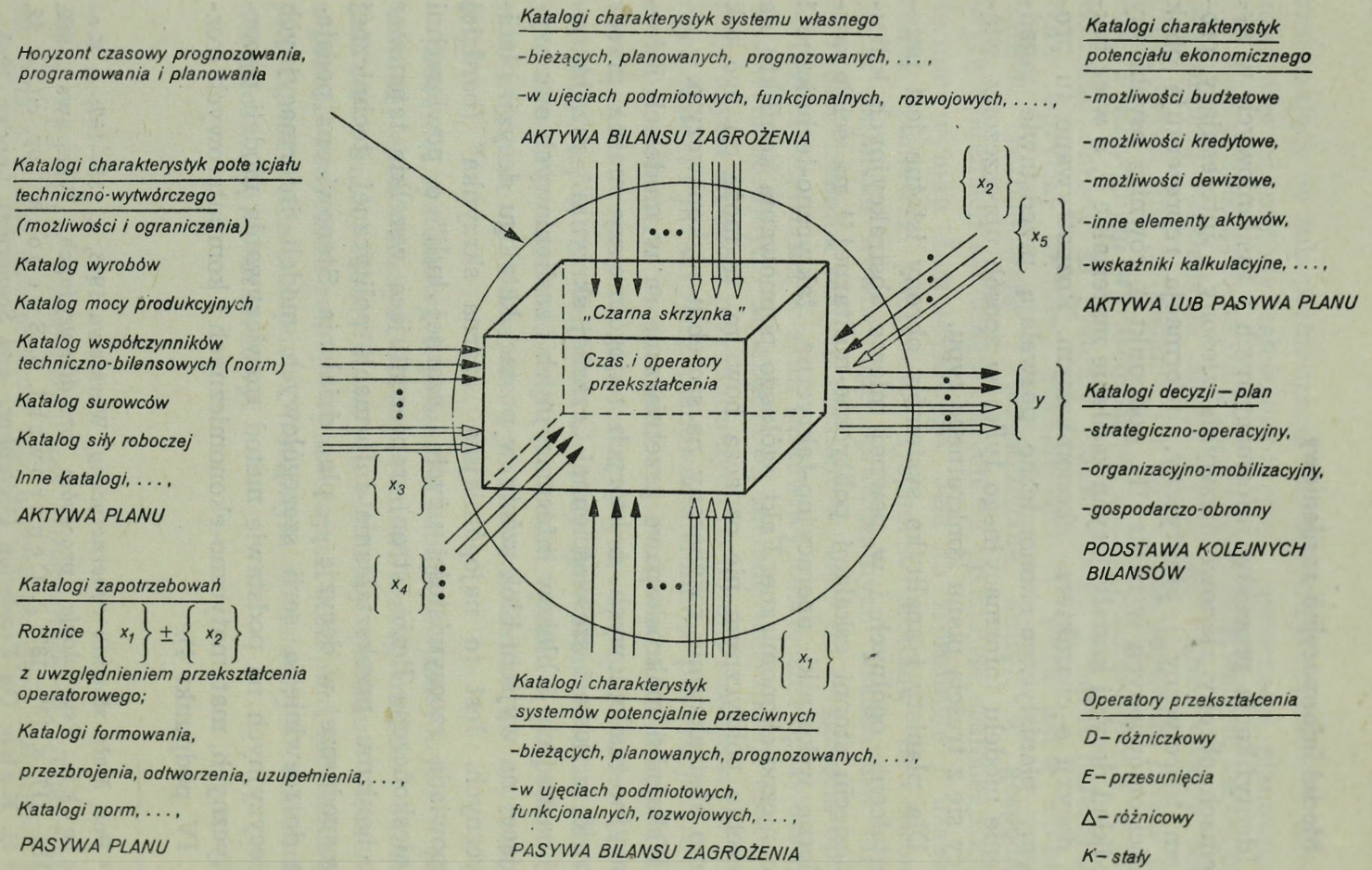
Dla planisty i analityka systemów obrony istotne jest przekształcenie ogólnych i w pewnej mierze abstrakcyjnych kilkudziesięciu stopni eskalacji polityczno-militarnej [14] na ściśle wymierne wskaźniki operacyjno-taktyczne, taktyczno-techniczne i techniczno-ekonomiczne. Fakt ogólnego pojmowania konfliktu na szczeblu politycznym nie oznacza bowiem, że może on być tak samo abstrakcyjnie rozwiązany na szczeblu wykonawczym.

Wskaźniki makroskopowe przetwarzane są w modelach informacyjno-zasileniowych, z których najogólniejszy można przedstawić w postaci sześciościennej „czarnej skrzynki", przyjmującej na wejściu 5 bloków informacyjnych i zasileniowych oraz wydającej na wyjściu blok szósty w postaci katalogu decyzji planistycznych. Jest to najogólniejsza „czarna skrzynka" (bardziej odpowiada rzeczywistości użycie „czarnej kuli" o powierzchni z nieskończoną liczbą stron), reprezentująca wszelkie tajemnice mechanizmu przekształcania informacji politycznej, technicznej i gospodarczej w decyzję — plan działania. Stanowi ona podstawę do rozwinięcia serii szczegółowych modeli informacyjnych i decyzyjnych na podstawie metod rozwiązywania modeli cybernetycznych, matematyczno-ekonomicznych i komputerowych (rozdz. IV, podpunkt 4).

---

[13] Por. *Mały słownik cybernetyczny*, Warszawa 1973, s. 155—157; J. Kozielecki: *Psychologia procesów przeddecyzyjnych*, Warszawa 1969, s. 116—117, s. 157—187; J. Cendrowski, S. Swebocki: *op. cit.*, s. 52.

[14] H. Kahn: *On Escalation (Metaphors and Scenarios)*, Londyn 1965.



43. Model informacyjno-zasileniowy

Model tej „czarnej skrzynki" (rys. 43), można zapisać w największym uproszczeniu następująco:

$$\{Y\} \cong \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\},$$

gdzie: $\{Y\}$ — zbiór (katalog) parametrów decyzyjnych, zapisanych w różnych jednoznacznych lub bliskoznacznych „językach", identyfikujących zamierzone działania;

$\{X_1\}$ — katalogi (zbiory) charakterystyk systemów potencjalnie przeciwnych, obejmujące ilościowe i jakościowe dane wchodzące do rachunku jako pasywa bilansu zagrożenia;

$\{X_2\}$ — katalogi charakterystyk systemu własnego w ujęciach bieżących, planowanych, prognozowanych, odwzorowane strukturalnie, funkcjonalnie itp., wchodzące do rachunku jako aktywa bilansu zagrożenia;

$\{X_3\}$ — katalogi charakterystyk potencjału techniczno-wytwórczego jako aktywa planu;

$\{X_4\}$ — katalogi zapotrzebowań na wyrównanie bilansu między $X_1 \pm X_2$ z uwzględnieniem przekształceń operatorowych i czynnika czasu, stanowiące pasywa planu;

$\{X_5\}$ — katalogi charakterystyk potencjału ekonomicznego, wykazujące możliwości budżetowe, kredytowe, dewizowe itp. wraz z wskaźnikami kalkulacyjnymi, wchodzące do planu tak po stronie pasywów, jak i aktywów.

„Czarna skrzynka" jest regulowana na różny horyzont czasowy, na prognozy, programy i plany perspektywiczne, długo-, średnio- i krótkoterminowe. Do uzyskania wyników niezbędne są: określony cykl przetwarzania i przekształcania informacji oraz zasileń, a przede wszystkim operatorowa instrukcja o współzależnościach między parametrami wejścia i wyjścia, między aktywami i pasywami bilansów lub planów. Każdy bowiem katalog wspomnianych informacji o przeciwniku i o siłach własnych oraz o charakterystykach techniczno-ekonomicznych stanowi wiele „czarnych skrzynek" z punktu widzenia metodologii gromadzenia informacji, jej weryfikacji, aktualizacji i agregacji w kierunku znalezienia najsprawniejszego sposobu sprowadzenia jej

do wspólnego miana strategiczno-operacyjnego przy równoczesnym zachowaniu możliwości prowadzenia analiz cząstkowych. Szczególnie złożone są katalogi charakteryzujące nowe wyroby krajowe oraz importowane, wytwarzane dla potrzeb obronnych. Poszczególne zbiory informacji oddzielnie, jak i w całości różnią się stopniem szczegółowości opisu i pomiaru, odległością horyzontu czasowego.

Istotną sprawą jest poprawność charakterystyk nie tylko z punktu widzenia wskaźników ilościowych czy technicznych dla stanu bieżącego, lecz także dla stanów przyszłych, planowanych zarówno co do systemów własnych, jak i przeciwstawnych. W wielu wypadkach charakterystyki te mogą być domniemywane, urojone lub nawet stanowić celowe mistyfikacje, jako element długowzrocznego oddziaływania na rozwój sił przeciwnika.

Nie mniej ważny problem w planowaniu ekonomicznym stanowi informacja katalogowo-normatywna jako rezultat procesów normowania. Trzeba pamiętać, że określa ona w zasadzie współzależności minione, nie zawsze nadające się do projektowania przyszłości. Normowanie porządkuje systemy na dziś, na najbliższą przyszłość, ale mechaniczne przyjmowanie bieżących norm na dalszą przyszłość może powiększyć entropię systemu. Dlatego przy stosowaniu współczynników techniczno-bilansowych w kalkulacjach nakładów, kosztów, zużycia surowców i mocy produkcyjnych wskazana jest duża ostrożność, ponieważ większość wykonywanych obliczeń prowadzi do ujawniania ograniczeń i stwarzania urojonych napięć bilansowych.

Nie można też pominąć znaczenia koalicyjnego charakteru informacji, wpływającego na treść przygotowywanych wniosków decyzyjnych.

Każda więc nawet najbardziej ścisła informacja źródłowa wymaga analitycznej weryfikacji, analitycznego przekształcenia. Jeżeli np. charakterystyki przeciwstawnych systemów informują o stanie aktualnego potencjału wojskowego, militarnego i wojennego, tendencjach rozwoju, postępie naukowym i techniczno-ekonomicznym na tle światowego bilansu bezpieczeństwa, to kształtowanie sił własnych nie jest prostym odbiciem systemów przeciwnych, lecz ich przekształceniem stosownie do wybranego opera-

tora funkcji równowagi, uwzględniającego szczególne warunki systemu własnego. Podstawowymi operatorami są:

D — operator różniczkowania: $Df(x) = f'(x)$,
E — operator przesunięcia: $Ef(x) = f(x + h)$,
Δ — operator różnicowy: $f(x) = f(x + h) - f(x)$,
k — operator stały: $kf(x) = kf(x)$.

Ustalenie operatorów przekształcenia, klasyfikujących adekwatność przeciwstawnych systemów obrony (por. rozdz. VI, podpunkt 3) na podstawie odpowiednich analiz, należy do politycznych zadań decydenta. Analizę przeciwstawnych systemów można przeprowadzać różnymi metodami w przekrojach struktury rodzajowej sił, struktury celów strategicznych i zadań operacyjnych, struktury nakładów i efektów (por. rozdział VII). Do klasycznych metod należy parzysta macierz współczynników rozdysponowania sił, przedstawiona w tabl. 11.

Tablica 11

Parzysta macierz rozdysponowania sił agresora i obrony

Analizowane warianty rozdysponowania sił obrony (białych) B	Hipotetyczne rozdysponowanie rodzajów sił zagrażającego agresora Z (zielonego)					Rezerwa sił obrony (białych)
	z_1	z_2	z_3	...	z_n	
B_1	b_1z_1	b_1z_2	b_1z_3	...	b_1z_n	$b_1 = 0$ lub rez.
B_2	b_2z_1	b_2z_2	b_2z_3	...	b_2z_n	$b_2 = 0$ lub rez.
B_3	b_3z_1	b_3z_2	b_3z_3	...	b_3z_n	$b_3 = 0$ lub rez.
.	.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	...	.	.
B_n	b_nz_1	b_nz_2	b_nz_3	...	b_nz_n	$b_n = 0$ lub rez.
Rezerwa sił agresora Z	$z_1 = 0$ lub rez.	$z_2 = 0$ lub rez.	$z_3 = 0$ lub rez.	...	$z_n = 0$ lub rez.	Rez_Z/Rez_B

Macierz budowana jest na podstawie zbioru założeń o hipotetycznych współczynnikach podziału sił agresora, czasu trwania działań, obustronnych współczynników strat oraz wariantowanego rozdziału sił obrony przy na ogół korzystniejszej dla niej relacji strat. Wynik zerowy w ostatniej kolumnie oznacza pełny rozdział sił *B*, wynik ujemny — (jeśli zakłada się ten sposób rachunku) — niedobór, a pozostałość — utworzone rezerwy sił. Ostatni dolny wiersz przedstawia stany sił agresora *Z* po ich neutralizacji przez siły *B*. Najbardziej prawdopodobne i skuteczne struktury sił obrony w porównaniu z istniejącymi aktywami przyjmowane są jako koncepcja struktury potrzeb obrony, zwana katalogiem zapotrzebowań lub listą żądań, a w języku ekonomicznym — listą potencjalnego popytu na bojowy sprzęt techniczny i siłę żywą.

Potencjalny popyt jest traktowany jako pasywa planu i porównywany z aktywami potencjału techniczno-wytwórczego i ekonomicznego po wstępnym przeliczeniu przez współczynniki techniczo-bilansowe. W wyniku analiz porównawczych $\{X_4\}$ z $\{X_3\}$ i $\{X_5\}$ otrzymuje się różne warianty możliwych rozwiązań równoważących bilans zagrożenia.

Model informacyjno-zasileniowy, zawierający na pierwszym miejscu zbiór informacji o przeciwstawnym systemie, odzwierciedla typowy tryb rozumowania, zakładający zrównoważenie sił przeciwnika jako wiodącą zasadę planowania ekonomicznego obrony. Zatem głównie egzogeniczne parametry określają cel i produkt systemu, definiują efekt. Problem ekonomiczny sprowadza się następnie do minimalizacji nakładów na określony efekt.

Warianty w pierwszej fazie definiowania to różne „surowe koncepcje". Analiza systemowa powinna dostarczyć podstaw do optymalnego wyboru w danych warunkach ograniczających. Warunki można zidentyfikować za pomocą kilku modeli ograniczeń nakładanych przez elementy naturalne, zewnętrzne i wewnętrzne.

Model informacyjno-zasileniowy systemu obrony jest bardziej rozbudowany aniżeli model typowego systemu gospodarczego [15].

---

[15] J. Kornai: *Anti-Equilibrium — teoria systemów gospodarczych. Kierunki badań.* Warszawa 1973, s. 91—112.

4. Model ograniczeń empirycznych

Model identyfikujący ograniczenia systemów obrony może być budowany w postaci macierzy wieloblokowej, w dużym uproszczeniu przedstawionej w tablicy 12. Celem tego modelu jest dokonanie inwentaryzacji wariantów bazowych działających w danych warunkach, oszacowanie aktywów i pasywów oraz stworzenie podstawy do oceny empirycznych ograniczeń w stosunku do wariantów dopuszczalnych i możliwych z punktu widzenia rozwiązań strategiczno-operacyjnych. Model uwzględnia wnioski wypływające z matematycznej definicji systemu oraz z analizy pojęć ergodyczności i entropii systemu. Powinien zatem rozpatrywać czynnik czasu, strukturalne wymagania techniczne i biologiczne bronionych środowisk naturalnych, ograniczenia wejścia i wyjścia, relacje i odwzorowania funkcjonalne oraz dostarczać diagnostycznej podstawy do pokonywania ograniczeń. Ograniczeniami wejścia są, ogólnie biorąc, środki i środowiska, ograniczeniami wyjścia — sojusznicy i potencjalni przeciwnicy.

Podstawowym założeniem tego modelu jest umowny podział celów i zadań na dwie kategorie: życiowo ważne (lub najkonieczniejsze) i dyskusyjne (dodatkowe), które mogą nie zostać zrealizowane w razie działania określonych ograniczeń. Zakłada się przy tym, że życiowo ważne są te zadania, za pomocą których osiąga się gwarancję bezpieczeństwa państwa. Siły zbrojne muszą być zdolne do wykonania tych zadań w każdej sytuacji i dlatego zapewnienie środków na ich realizację nie powinno budzić wątpliwości. Drugie założenie przyjmuje, że stworzone dotychczas systemy były w swoim czasie życiowo ważne i zostały zrealizowane w sposób ekonomicznie poprawny. Nowe rozwiązania planowanych systemów powinny albo mieścić się w dotychczasowych ograniczeniach, albo wychodząc naprzeciw nowych ograniczeń (wzrost potencjału przeciwnika jest również nowym ograniczeniem) wykazywać wskaźniki nie gorsze od bazowych [16].

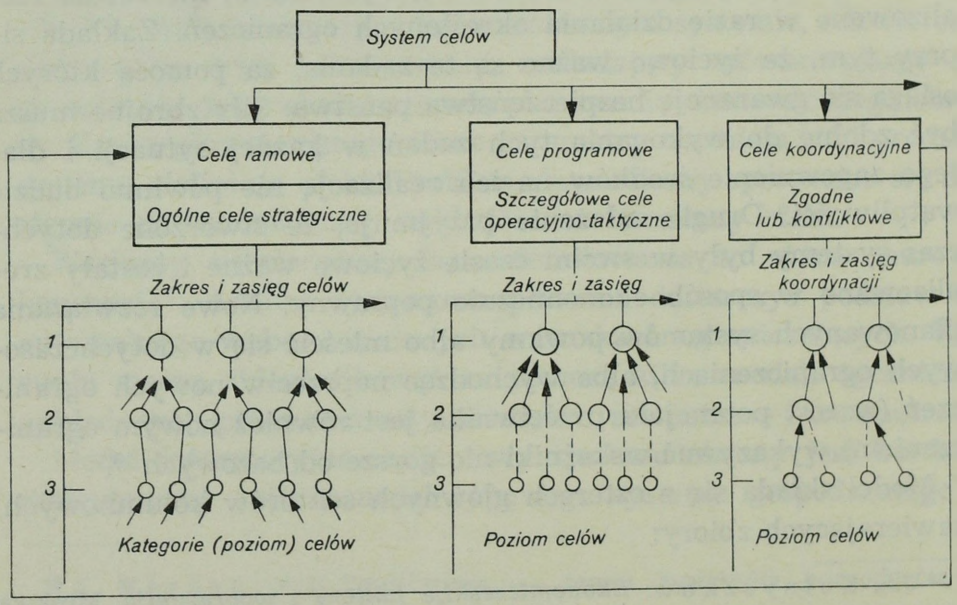
Model składa się z czterech głównych sektorów kolumnowych, zawierających zbiory:

[16] J.S. Sołnyszkow: *Ekonomiczeskije faktory i wooruženije*, Moskwa 1973, s. 42.

— wariantów wykorzystania naturalnych i sztucznych cech środowiska, przestrzeni i zasobów (wejścia U, funkcja przetwarzania φ, odwzorowania η);
— wariantów tworzenia i eksploatacji systemów (wejść do systemu Ω oraz wyjść Γ);
— wariantów powiązań zewnętrznych (U, Ω, Y, Γ);
— cech i treści ekonomicznej warunków realizacji planowanych systemów i ich działania.

Wiersze modelu dzielą się na 5 sektorów poziomych. Bloki poziome umożliwiają określenie wpływu różnych warunków ograniczających na poziom nakładów związanych z tworzeniem systemów, wykorzystaniem środowiska i utrzymywaniem powiązań zewnętrznych. W wierszach wyróżniono ograniczenia pod wpływem czasu (T), technologii tworzenia (φ, U, Ω), technologii walki (φ, U), ograniczeń szczegółowych $(\eta, U, \Omega, Y, \Gamma)$.

Sektory kolumnowe interpretuje się także jako rozwinięcie założenia o hierarchicznym systemie celów, złożonym z celów nadrzędnych (politycznych), zwanych też ramowymi, z celów progra-



44. Klasyfikacja celów

Uproszczony model identyfikacji ograniczeń

Tablica 12

GRUPA DZIAŁÓW	Warunki strategiczne, operacyjne i taktyczno-techniczne (ograniczenia naturalne) *a)* w czasie niskich stopni eskalacji (T_1, T_2) *b)* w czasie wysokich stopni eskalacji (T_3, T_n)	SPOSOBY DZIAŁANIA SYSTEMÓW PRZY OKREŚLONYCH KATEGORIACH OGRANICZEŃ																								Cecha i treść ekonomiczna warunków ograniczających — ograniczenia absolutne dla danej generacji planu, — ograniczenia długo-, średnio- i krótkotrwałe, — ograniczenia przejściowe, pozorne
		warianty — wykorzystania środowiska, przestrzeni i zasobów (naturalnych, sztucznych)												warunki tworzenia i eksploatacji cele programowe								powiązania zewnętrzne							
		cele strategiczne (ramowe)												warianty tworzenia				warianty eksploatacji				cele koordynacyjne i konfliktowe							
																						sojusznicy i neutr.				przeciwnicy			
		lądowej	wodnej	powietrznej	kosmicznej	nieznane	siły żywej	mocy przemysłowej	mocy produkcyjnej rolnictwa	mocy transportowej	zasobów surowcowych	zasobów energetycznych	nieznane	infrastruktury	wspólnych systemów uzbrojenia	systemów specjalizowanych	nieznane	szkoleniowej	gospodarczej	bojowej	rezerw	innych i nieznane	zachowanie równowagi	kredyt, import, eksport	współdziałanie bojowe, aktywne, bierne (+, —)	współdziałanie zaplecza	akcja	reakcja	nieznane	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
I	Czas fazy tworzenia T_1	a_{ij}												l_{ij}				d_{ij}					g_{ij}				h_{ij}			Zrównoważenie w ramach bilansów: — czasu, — mocy produkcyjnych, — produkcji, — podziału produkcji, — obrotów zagranicznych, — rezerw, — wykorzystania zasobów, — ,..., Salda zerowe: warunki zrównoważone; salda dodatnie, salda ujemne
	Czas fazy ćwiczebnej (szkolenia, eksploatacji podczas pokoju) T_2																													
	Czas fazy zadań wojennych (operacyjnych) T_3																													
II 1 2 3 . . . *n*	Warunki tworzenia (U, Ω, φ) — badań i projektowania — produkcji i nabywania — rozmieszczenia i budowy — eksploatacji, użytkowania																													
III 1 *a* *b* *c* . . *m* . *n*	Warunki rozwinięcia (φ) T_3 obrony środowiska przed: — wtargnięciem — zajęciem terytorium — zniszczeniem — ,..., — ,..., operacji zaczepnych — ,..., — ,...,																													Zrównoważenie w ramach modeli: — strategiczno-operacyjnego podziału sił, — strat i zniszczeń biernych, — strat i zniszczeń czynnych, — ,..., — przestrzeni, masy, ognia i ruchu ,...,
IV . . .	Ograniczenia szczególne i cząstkowe (U, Ω, Y, Γ, η,)																													Nieprzekroczenie stałych lub okresowych ograniczeń: — limitów przestrzennych, — budżetowych, inwestycyjnych, usługowych, — dewizowych ,...,
V	Kryterium optymalizacji, suboptymalizacji i melioryzacji	Całkowite zaktualizowane nakłady inwestycyjne, eksploatacyjne i operacyjne na realizację programu zrównoważenia bilansu zagrożeń i neutralizacji sił przeciwnika.																												= minimum

mowych i celów koordynacyjnych (rys. 44). Każda klasa celów podlega innym warunkom ograniczającym i wykazuje inne cechy i treści ekonomiczne.

Cele ramowe jako cele polityczne lub strategiczne mają charakter względnie trwały, tylko nieznacznie zamienny, życiowo ważny, występujący we wszystkich elementach, nie podlegający krótkotrwałym wpływom sytuacji i postępu technicznego. Są one określane przez naturę środowiska walki i biologiczne możliwości człowieka przy danym poziomie rozwoju wiedzy i techniki. Wyznaczają one np. potrzeby obrony lądu, morza, powietrza, przestrzeni kosmicznej. Mogą być rozpatrywane w różnym zakresie przedmiotowym, zasięgu przestrzennym i czasowym oraz na różnych poziomach ogólności i szczegółowości.

Cele programowe (operacyjno-taktyczne lub taktyczno-techniczne) wynikają z rozwoju społecznego i technicznego. W stosunku do celów ramowych są zadaniami stawianymi w różnych przekrojach sił i technologii walki, projektowania, produkcji. Cele programowe mogą zmieniać się dość szybko pod wpływem postępu technicznego i sytuacji. Obejmują one m.in. takie zagadnienia, jak wdrożenie osiągnięć nauki, umożliwiające osiągnięcie celów programowych i ramowych mniejszymi nakładami społecznymi.

Własny system celów wymaga w pewnych zakresach i przekrojach koordynacji z podobnymi systemami celów zbieżnych (sojuszniczych) i celów rozbieżnych (konfliktowych).

Trzeba tu jeszcze raz podkreślić na podstawie doświadczeń historii i bieżącej praktyki, że przedstawiciele różnych organizacji mogą różnie interpretować własne i kooperatywne cele, a niekiedy głęboko mylić się co do ich istoty. Każde dokładne określenie celów dla danej organizacji — dla danego systemu — wymaga uprzedniego określenia celów systemu większego, do którego wchodzi dany system jako element. Tylko w ten sposób można wyznaczyć realne cele w ramach całości.

Pierwszy sektor kolumnowy określa warianty wykorzystania środowiska naturalnego i sztucznego. Środowisko naturalne wpływa na określenie celów ramowych i koordynacyjnych, zaś sztuczne — głównie programowych i koordynacyjnych. Wchodzą tu

przede wszystkim zagadnienia związane z kształtowaniem teatru wojny i działań wojennych (rozmieszczenie sił i baz, tworzenie zapór i rezerw, uzyskiwanie punktów obserwacyjnych itp.) oraz zagadnienia kształtowania efektywnej struktury sił zbrojnych zapewniającej zrównoważenie zagrożenia i pola walki. W każdym bloku kolumnowym wyodrębnia się podkolumny do badania wariantów jeszcze „nie znanych" lub nie zbadanych w tym znaczeniu, że mogą to być warianty o zgłoszonych koncepcjach, jak i warianty, których koncepcji dopiero się poszukuje. Dla wyników analizy systemów większą wartość ma z reguły poszukiwanie nowych rozwiązań, aniżeli opisywanie istniejących, chyba że opis istniejących prowadzi do znajdowania szczególnych kombinacji działania i współdziałania, dotychczas nie znanych.

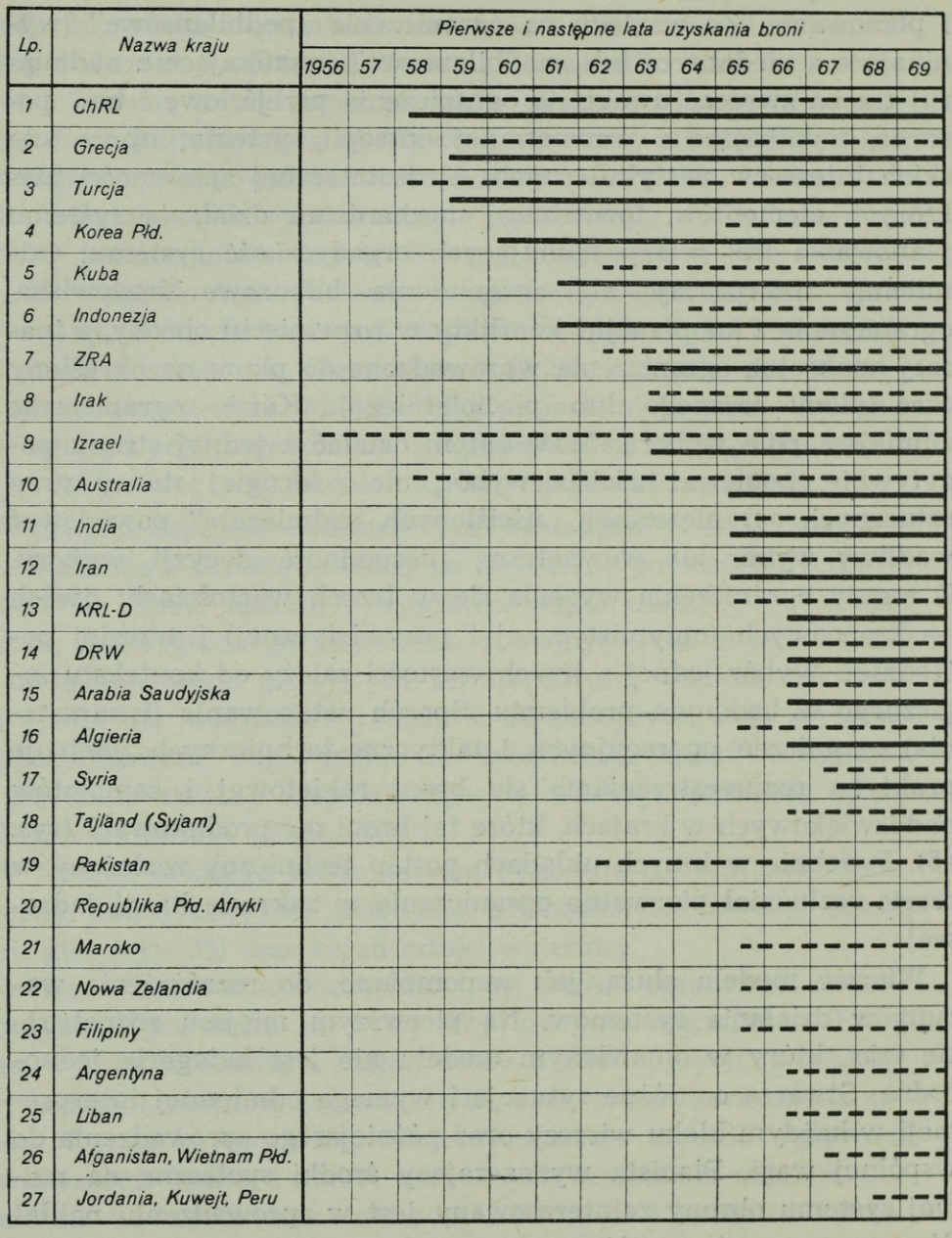
W drugim sektorze kolumnowym wariantów tworzenia systemów bada się i określa nakłady na uzyskanie poszczególnych systemów w czasie niskich i wysokich stopni eskalacji (w czasie pokoju, podwyższonego zagrożenia i wojny). Pod uwagę bierze się oddzielnie takie grupy, jak infrastrukturę, wspólne systemy uzbrojenia dla wszystkich rodzajów sił zbrojnych oraz systemy wyspecjalizowane odpowiednio do środowiska walki. Wyodrębnia się także nakłady eksploatacyjne w celu wypracowania optymalnych wariantów eksploatacji.

W trzecim sektorze kolumnowym dokonuje się wariantowania i oceny koordynacyjnej powiązań zewnętrznych według zasad teorii gier (rys. 35) oraz zasad sztuki wojennej.

Sektor czwarty charakteryzuje typy i treść ograniczeń ekonomicznych. Wprowadza się tutaj trzy kategorie ograniczeń. Pierwsza wynika z bilansów czasu, mocy produkcyjnych, produkcji i jej podziału, obrotów zagranicznych, rezerw i wykorzystania zasobów. Druga kategoria ograniczeń kształtuje się pod wpływem równoważenia celów i zadań na różnych szczeblach działań, podziału sił, wielkości strat i zniszczeń. W trzeciej kategorii występują przejściowe lub stałe ograniczenia wyznaczone dla planów realizowanych w konkretnym czasie. Operuje się tutaj takimi pojęciami, jak ograniczenia absolutne (dla danej generacji), ograniczenia długo-, średnio- i krótkoterminowe, odpowiadające tradycyjnym lub dowolnym okresom prognozowania, programowania

i planowania. Ze względu na ograniczenia „podbilansowe" (wynikające z niedoboru) lub „nadbilansowe" (wynikające z nadmiaru) trzeba zwracać uwagę na ograniczenia przejściowe i tzw. pozorne, wynikające z wewnętrznej entropii systemu, np. z wąskich interesów partykularnych, niedostatecznej sprawności niektórych elementów, formalnego mechanizmu działania systemu planowania itp. relacji hamujących ergodyczność systemu. Odmiennie interpretuje się ograniczenia bilansowe środowiska, ograniczenia z kooperacji i konfliktu w rozwinięciu obrony, a inaczej konkretne ograniczenia wprowadzone do planu na określony czas (planu rocznego lub pięcioletniego). Każde ograniczenie zmniejsza pole wyboru. Może zatem działać z jednej strony pozytywnie, ponieważ uściśla wybór, ale z drugiej strony przy sztucznych ograniczeniach „uściślonych nadmiernie" powodować wadliwy wybór lub wewnętrzną niezgodność decyzji wyboru. Z reguły ograniczenia wycenia się w trzech wartościach: dwóch — krańcowych (optymistycznej i pesymistycznej) i trzeciej pośredniej. Wybór jednej z trzech wartości zależy od kontekstu logicznego w badanym problemie. Sposób ustępowania (i narastania) ograniczeń operacyjnych i taktyczno-technicznych ilustruje praktyka rozprzestrzeniania się broni rakietowej i samolotów naddźwiękowych w krajach, które tej broni nie produkowały (rys. 45). Podobnie w innych układach postęp techniczny rozłożony w czasie rozluźniał pierwotne ograniczenia w zakresie broni jądrowej.

Wiersze modelu służą, jak wspomniano, do rozróżnienia warunków działania systemów. Na pierwszym miejscu rozpatruje się czas, który w omawianym modelu nie jest kategorią jednorodną. Stwarza on różne sytuacje i wymaga odmiennej interpretacji w każdym bloku wierszy oraz późniejszego sprowadzenia do wspólnej wagi. Planista wyznaczający środki społeczne na rozwój systemu obrony zainteresowany jest w sprowadzeniu nakładów ponoszonych w różnym czasie do porównywalnej wartości na moment podejmowania decyzji, ponieważ mają one różną wagę ze względu na dyskont procentowy, procesy dewaluacyjne itp. Przez producenta systemu czas traktowany jest jako zamiennik intensywności zaangażowania sił i środków, jako zamiennik kosz-



45. Proces ustępowania ograniczeń operacyjnych i taktyczno-technicznych w niektórych armiach

Źródło: *SIPRI Yearbook 1968/69, wyd. cyt.*, s. 47—48.

tów. Dla dowódcy na polu walki techniczna i ekonomiczna historia systemu ma mniejsze znaczenie, ponieważ czas interesuje go tylko jako parametr określający intensywność neutralizowania sił przeciwnika. Czas jest zmienną stwarzającą największe możliwości pominięcia bieżących ograniczeń przez odpowiednie rozłożenie czynników w czasie, przez wariantowanie intensywności.

Zagadnienia w drugim bloku wierszy, dotyczące wyboru wariantów tworzenia i eksploatacji systemów, nie budzą szczególnych trudności, dopóki nie bada się sposobów rozwinięcia obrony i działań zaczepnych. Występuje tutaj ogromna liczba wariantów i sytuacji postulowanych oraz możliwych do realizacji ze względu na ograniczenia wprowadzane w czwartym bloku wierszy i trzecim bloku kolumnowym.

Kryterium optymalizacyjne w modelu stanowi minimum nakładów na wybrane warianty działania. Na przecięciu wierszy i kolumn gromadzi się wartości parametrów w wyrażeniu naturalnym *(A)* i pieniężnym *(AP)*, jak również w wyrażeniu współczynników bilansowych (a_{ij}), sumujących wartość wierszy do 100%.

Rozwiązywanie modelu jako całości ma charakter wybitnie wieloetapowy, iteracyjny. Część danych występuje jako zbiór równań tożsamości. Po określeniu zbiorów wariantów i dokonaniu identyfikacji wskaźnikowej (współczynników technicznych i wartościowych) ustala się niewiadome modelu. Są nimi w szczególności wskaźniki intensywności eksploatacji i działań operacyjnych, bilansujących zagrożenie. Współczynnikami funkcjonału są nakłady zasobów. Iteracyjne postępowanie opiera się na heurystycznej metodzie przemiennego traktowania tych samych zmiennych raz jako wiadomych (objaśniających), a innym razem jako niewiadomych (objaśnianych).

Budowa modelu wyjaśnia w dużej mierze samą istotę decyzji w systemach obrony. Piramidalna postać drzewa celów wyraża tylko formalną, metodologiczną stronę badania i decyzji, zaczynających się w jakimś punkcie, tkwiącym „na szczycie" lub stanowiącym „rozkrzewiający się początek". Merytoryczna bowiem struktura celu i problemu jest kwadratowa lub prostokątna, jak w odwzorowaniu macierzowym.

Wniosek ten znajduje potwierdzenie w marksistowskich badaniach nad konstrukcją modeli planowania gospodarczo-obronnego. Stawia on przed specjalistami zadania ścisłego pod względem matematycznym i merytorycznym sformułowania założeń i związków funkcjonalnych na podstawie współczesnego stanu zbrojeń, czynników i tendencji zmian. Tą drogą można uzyskać przesłanki adekwatnej interpretacji światowego postępu naukowo-technicznego, głównego czynnika przy wytyczaniu i planowaniu polityki gospodarczo-obronnej. Należy przy tym pamiętać o zasadniczych cechach modelowania matematyczno-ekonomicznego. Nie jest ono bezwzględnie doskonałym narzędziem analizy, ale w tej chwili najlepszym; napotyka stale trudności obiektywne i subiektywne, problemy jeszcze nie rozwiązane, niekiedy nie dające się rozwiązać w obecnym stadium zarówno ekonomii, jak i matematyki. Jeden z takich problemów wynika z otwartego, historycznego charakteru systemów obrony i celów ich działania.

5. Model opisu wskaźnikowego

Podstawą dążeń do jednoznacznego opisu systemu stanowią jedno- i wielomianowe wskaźniki nakładów i efektów, określające skalarne i wektorowe wartości parametrów danego systemu. Wartości skalarne systemu mierzone są liczbą jednoimienną, np. liczbą elementów systemu, liczbą żołnierzy obsługi, ciężarem systemu, długością, zajmowaną powierzchnią itp. Wartości wektorowe składają się z szeregu liczb o kilku mianach, np. prędkość pokonywania przestrzeni w kilometrach na jednostkę czasu przy określonych zmiennych: pułapu, obciążenia użytkowego, zużycia określonej energii napędowej i sumarycznego kosztu zadanego lotu. Wartości poszczególnych zmiennych są wektorami, a syntetyczny wskaźnik wartościujący wynik jest wypadkową tych wektorów [17].

Zbiory wskaźników charakteryzują w sposób mniej lub bardziej ścisły poziom rozwoju sił i środków użytych do prowadze-

[17] O. Lange: *Ekonomia polityczna*, t. II, Warszawa 1966, s. 79—88.

nia walki i neutralizowania przeciwnika, poziom opanowania warunków, w których „...mniejsza ilość pracy uzyskuje siłę do wytworzenia większej ilości wartości użytkowych" [18]. W zbiorach wskaźników znajdują syntetyczny wyraz kwalifikacje czynnika osobowego, jego poziom organizacyjny, poziom techniczny środków walki, poziom przetworzenia materiałów, ogółem siła bojowa oddziałów i armii. Ze zbiorów wskaźników składa się treść systemów informacyjnych.

Układ wskaźników opisujących empiryczne systemy buduje się na zasadzie przeciwstawienia (różnicy, ilorazu arytmetycznego lub algebraicznego) wejścia i wyjścia z systemu, czyli w języku ekonomicznym — nakładów w stosunku do wyników (efektów) z uwzględnieniem czynnika czasu i prawdopodobieństwa uzyskania wyniku normatywnego.

Pragnąc uzyskać zamknięty, kompleksowy opis systemu, tworzy się po jego odwzorowaniu graficznym przeciwstawne macierze: macierz nakładów K i macierz wyników P (produktów, tabl. 13 i 14). Służą one przede wszystkim do porządkowania zjawisk zachodzących między planami nakładów i realizacją wyników, następnie do wykrywania różnego rodzaju stałych relacji i związków ilościowych, niezbędnych do oceny i podejmowania decyzji wyboru, a w końcu do ustalania wytycznych gospodarowania środkami dla poszczególnych decydentów. Proste wersje macierzy są zbiorami norm ilościowych, określających parametry czynności i zdarzeń.

Na wstępie konstruowania macierzy nakładów i wyników wyłania się zwykle szereg pytań: ile potrzeba wskaźników do opisu, sterowania i wyboru systemu (minimum, maksimum, zadowalająca liczba); ile wskaźników potrzebuje i generuje sam system dla zapewnienia swego przetrwania w systemie nadrzędnym; w jakim stopniu wskaźniki ograniczają ergodyczność. Nie ma jeszcze w tej mierze rozwiązania teoretycznego. Praktycznie opis wskaźnikowy powinien odpowiednio zmniejszać entropię całego systemu, nie zmniejszając korzystnego dla niego obszaru ergodyczności podsystemów. Trzeba więc przyjmować wiele wstępnych

[18] K. Marks: *Kapitał*, t. I, s. 338—339 i s. 559.

założeń, których ograniczające działanie należy uwzględnić w końcowym wnioskowaniu.

W przykładowych macierzach zbiorczych nakładu i wyniku przyjęto następujące założenia:

— istnieje hierarchia ważności, mierzalności i podzielności nakładów i wyników;
— występuje względna trwałość i możliwość zmiany współczynników techniczno-bilansowych;
— można zróżnicować warunki tworzenia i działania systemów;
— istnieje możliwość fazowego traktowania elementów i podsystemów jako „półproduktów" w stosunku do finalnego celu równowagi zagrożenia;
— istnieje możliwość statystycznej oceny zarówno zewnętrznych kosztów społecznych, jak i wewnętrznych kosztów systemu obrony, powstających w wyniku zużywania jego elementów.

Przykładowa macierz zbiorcza nakładu K grupuje w kolumnach oznaczonych numerami arabskimi mierniki naturalne kv bądź ważone kc. Naturalne mierniki mogą być sumowane i mnożone tylko w pionie danej kolumny, ponieważ nie wyrażają wzajemnej ważności poszczególnych składników wymienionych w danym wierszu. W celu umożliwienia sumowania i mnożenia składników w wierszach nadaje się poszczególnym miernikom cechy ważności w formie współczynnika techniczno-bilansowego $0 < v < 1$ lub współczynnika przeliczeniowego. Powszechny, najpraktyczniejszy, chociaż nie pozbawiony wad, jest przelicznik w formie ceny pieniężnej, przy której iloczyn miernika naturalnego i ceny określa wartość danego czynnika. Można też stosować wielostopniowe metody taksonomiczne prowadzące do syntetycznego określenia ważności składnika [19].

Całość nakładów ponoszona na system i osiągnięcie jego celu, wyrażona wartościowo, nazywana kosztem finalnym, dzieli się na nakłady (koszty) inwestycyjne i nakłady (koszty) eksploatacyjne [20]. Inwestycje obejmują strumień nakładów na stworzenie

[19] J. Bottler, P. Horvath, H. Kargl: *Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Datenverarbeitung*, Monachium 1972, s. 68-74.

[20] M. Daniluk: *Rachunek ekonomiczny w zarządzaniu obronnym*, Warszawa 1974, s. 71—77.

Przykładowa macierz nakładu K (relacje wejścia)

Tablica 13

GRUPA WIERSZY	Treść układu wierszy i	Warunki różnicujące wielkość nakładu i wyniku (typowe i szczególne) Technologia wykonania systemu $q_1, \ldots, q_n$ Producent — dostawca systemu $d_1, \ldots, d_n$ Lokalizacja systemu i jego eksploatacji $m_1, \ldots, m_n$ Okres eksploatacji $t_1, \ldots, t_n$ ..., Wielkość serii $r_1, \ldots, r_n$	Źródła informacji	$X = F(Y)$; $K = F(P)$. Mierniki nakładów — naturalne K, ważone — KV; wartościowe — KC. Znaczenie (ważność) miernika — v, lub wartość pieniężna miernika — c.																				Stopień agregacji (scalenia) jednostek odniesienia
				nakłady inwestycyjne na stworzenie systemu K_i										współczynniki różnicujące według warunków i czasu $\Delta^1 t$								nakłady eksploatacyjne (jednostronne i operacyjne (konfliktowe) K_e							koszt finalny	
				nakłady rodzajowe								nietypowe																
				Typowe z ograniczeniami i bez ograniczeń																								
				badania i projektowanie	osobowe — pracochłonność	sprzęt podstawowy — majątkochłonność	sprzęt pomocniczy i materiały ruchu — materiałochłonność	transport i usługi — czasochłonność	kierowanie, dowodzenie — sterowalność	suma 1—6		nietypowe jak 1--7, (rezerwy, wdrożenie, nakłady specjalne)	suma 1—8	czas zamrożenia	czas produkcji i dostawy	żywotność (okres amortyzacji, zużycia moralnego)	ceny porównywalne	różnice pod wpływem wielkości serii	inne operacyjne	sumaryczna wartość $\Delta^1 t$	skorygowana wartość K_i	utrzymanie techniczne z podziałem jak 1—6—9	użytkowanie technologiczne z podziałem jak 1—6—9	naprawy główne z podziałem jak 1—6—9	nakłady na odtworzenie strat awaryjnych	suma kol. 18—21	współczynniki różnicujące jak 10—16 $\Delta^2 t$	skorygowana wartość K_e	zaktualizowana suma $K_{ic} + K_{ec}$	
a	b	c	d	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
I	Układ bazowy nominalny	dla wyróżnionych q, d, m, t, . .,	Informacja katalogowa	K k_{ij}										T t_{ij}								K k_{ej}					T t_{ij}		KC	
II	Układ bazowy rzeczywisty	według rozkładu rzeczywistych wyników	Sprawozdawczość																											
III	Układy bazowe efektów nominalnych i rzeczywistych P	z macierzy efektów P w odpowiednio wyróżnionych warunkach	Sprawozdawczość o wykonaniu																											
IV	Macierz dualna sprzężonych nakładów i wyników	wskaźniki wielomianowe na jednostkę wyniku	Katalogi																											
V	Wskaźniki przeliczeniowe na szczebel zadaniowy	dla wyróżnionych sytuacji zadaniowych	Raporty																											
VI	Powtórzenie I—IV	jak dla V na szczeblu taktycznym	Raporty i katalogi																											
VII	Powtórz. V—VI	jak VI na szczeblu operacyjnym	Scenariusze																											
VIII	Powtórz. VII	jak VII na szczeblu politycznym	„																											
IX	Wskaźniki strukturalne	dla założeń strategicznych	„																											

Operacyjny, sytuacyjny, polityczny. zadaniowy (techniczno-organizacyjny) czynnościowy elementarny (proste jednostki odniesienia)

X	Przeznaczenie wskaźników — dla wyróżnionych rozwiązań planistycznych w znaczeniu arytmetycznym i logicznym przy danych ograniczeniach		Ustalanie normatywnych nakładów i kosztorysów (etaty, tabele należności czasowe i materiałowe)	Podejmowanie decyzji szczególnych	Ustalanie zasad amortyzacji, korygowanie decyzji wyboru	Ustalanie zasad użytkowania systemów	Ustalenie zasad odtwarzania i zużywania	Obliczanie wskaźników i wielkości syntetycznych	

systemu, traktowanych jako „jednorazowe", a eksploatacja — strumień nakładów zapewniających jego długotrwałe działanie: eksploatacyjne w warunkach wewnętrznych i operacyjne — w warunkach konfliktu wielostronnego. W inwestycjach, podobnie jak w eksploatacji, rozróżnia się nakłady typowe i nietypowe, grupowane w ujęciu rodzajowym. Ujęcie rodzajowe wraz z włączonymi do niego nakładami na badania i projektowanie jest zestawiane podobnie jak w działalności przemysłowej w następujących grupach:

— praca żywa (w wyrażeniu kwalifikacyjno-osobowym, czasowym lub płacowym);
— sprzęt podstawowy (uzbrojenie) systemu i urządzenia stałe;
— materiały i sprzęt pomocniczy systemu;
— transport i usługi;
— dowodzenie i administracja.

W nietypowych nakładach inwestycyjnych poza wymienionym układem rodzajowym można wyróżnić szczególne nakłady na wdrożenie systemu i tworzenie rezerw. W układzie eksploatacyjnym występują cztery grupy. Utrzymanie techniczne systemu (np. magazynowanie, konserwacja) obejmuje nakłady nie związane z użytkowaniem aktywnym, którego nakłady są wydzielane w grupie użytkowania technologicznego (np. koszty związane z pracą kierowców, pilotów, zużyciem energii i amunicji). Oddzielnie grupuje się nakłady na naprawy główne i na odtworzenie strat awaryjnych i operacyjnych.

Wszystkie rodzaje nakładów wymagają aktualizacji uwzględniającej oddziaływanie czasu (Δ_{1t} i Δ_{2t}), sygnalizowane przy omawianiu macierzy identyfikującej ograniczenia empiryczne. Można tu wymienić oprocentowanie zamrożenia środków inwestycyjnych, empiryczne wskaźniki żywotności fizycznej i zużycia moralnego, pilność terminów produkcji i dostawy, ewentualny wpływ zmian cen i wielkości serii, współczynnik dyskontowy eksploatacji, współczynnik okresu zwrotu oraz utrudnień technicznych w działaniu dwustronnym. Łączny wynik logicznie wybranego i empirycznie wyznaczanego współczynnika czasu można wyrazić za pomocą scalonego współczynnika dla systemu bazowego na poziomie jedności. Systemy porównywane otrzymują odpo-

wiednie wagi. Trzeba tu jeszcze raz podkreślić, że czas może być inaczej wartościowany w okresie pokoju, a inaczej w okresie wojny. Inny jest jego wpływ na efekt czasu pokojowego, możliwy do oceny w zwyczajnych kategoriach ekonomicznej oszczędności i gospodarności, a inny na efekt czasu wojennego. Widoczne to jest przy szacunku wyników złożonych, poruszanym w rozdz. VII, podpunkt 4.

W kolumnach oznaczonych literami a, b, c, d rozróżnia się jakościowe dane, charakteryzujące standardowe lub szczególne warunki tworzenia i działania systemu, jak:

— różnice technologiczne budowy systemu — $q_1, \ldots, q_n$;
— różnice ze względu na producentów i dostawców systemu $d_1, \ldots, d_n$;
— warunki lokalizacyjne systemu i jego działania $m_1, \ldots, m_n$;
— warunki klimatyczne dla sezonowych okresów eksploatacji $t_1, \ldots, t_n$;
— wyróżnione sytuacje działania (zaskoczenie itp.) $s_1, \ldots, s_n$;
— różnice potencjalnych przeciwników $a_1, \ldots, a_n$.

Gdy warunki są wyraźnie zróżnicowane, oblicza się dla każdego warunku oddzielną macierz.

Bez uwzględnienia warunków rozwoju i działania systemu trudno jest uzyskać — szczególnie dla wyższych szczebli agregacji — poprawny opis tzw. czynników lokalnych. Rozpatrywanie wskaźników w konkretnych warunkach zmniejsza niebezpieczeństwo „wyobcowania" centralnego organu decyzyjnego, który posługując się wskaźnikami o wysokim stopniu uśrednienia może nie dostrzegać warunków lokalnych, zmniejszając przez to efektywność elementów i niekiedy całego systemu [21].

Grupa wierszy I przeznaczona jest na wprowadzenie wskaźników bazowych, tworzących w danym czasie układ nominalny, czyli normatywny. Można je obliczyć na podstawie systemu katalogowej informacji normatywnej. W celu zweryfikowania układów bazowych wprowadza się w II grupie nakłady rzeczywiste, określone na podstawie informacji statystycznej, w której zna-

---

[21] R.N. McKean: *Economics of Defense. International Encyclopedia of the Social Sciences*, Londyn 1968, t. 4, s. 485—491.

lało odbicie prawdopodobieństwo utrzymania nakładów na poziomie nominalnym (prawdopodobieństwo oszczędności lub przekroczenia norm).

Stosownie do przesłanek logicznych przeciwstawia się I i II grupie nakładów nominalne i rzeczywiste wskaźniki układu bazowego z macierzy efektów *P*. W ten sposób powstają macierze nakładów — wyników sprzężonych z wskaźnikami kompleksowymi.

Mnożąc wskaźniki z grupy I—IV przez wskaźniki przeliczeniowe grupy V przewartościowuje się systemy elementarne i czynnościowe na systemy zadaniowe i operacyjne. W ten sposób otrzymuje się przy uwzględnieniu organizacyjnych zasad przekształcenia opisy macierzowe wyżej zagregowanych jednostek odniesienia.

Zestawy wskaźników skoordynowanych pionowo i poziomo (funkcjonalnie) oraz hierarchicznie wykorzystuje się w procesie analiz i planowania nakładów w zależności od sumarycznej treści poszczególnych kolumn i wierszy. Dla nakładów inwestycyjnych ustala się normy kosztorysowe i wskaźniki kalkulacyjne oraz zasady podejmowania decyzji nietypowych. Współczynniki czasu są przesłankami do ustalania zasad amortyzacyjnych i decyzji w sprawach odnawiania i przezbrojenia. Na podstawie wskaźników eksploatacyjnych wyznacza się normy użytkowania, zużycia i odtwarzania systemów technicznych. Wskaźniki syntetyczne służą do konstruowania makroskopowej macierzy zasobów i ograniczeń.

Macierze wyników *P* (tabl. 14) skonstruowane są na zasadzie maksymalnej przystawalności do macierzy nakładów *K*. W omawianym przykładzie ogólnym zasada ta nie została w pełni osiągnięta. Kolumny z oznaczeniami literowymi mają w zasadzie tę samą treść, co w macierzy nakładów, z tą różnicą, że wyrażają mierniki efektów.

Efekty rozpatrywane są w wersjach niekonfliktowych (np. w prostych porównaniach z nakładami i efektami krajowymi lub światowymi) oraz w wersjach konfliktowych, uwzględniających prawdopodobieństwo osiągnięcia nominalnych wyników w warunkach pola walki (określonego TDW). Pierwsza wersja obejmuje naturalne mierniki proste, np. sztuka lub komplet sprzętu w okre-

ślonej klasie technicznej, oraz techniczne mierniki czynnościowe wyrażające sprawność eksploatacyjną, właściwą dla danego typu sprzętu. W wyniku prostego połączenia danych tej wersji z macierzą nakładów K otrzymuje się wskaźniki jednostkowe nakładów i kosztów na wybraną jednostkę odniesienia. Efekty z wersji konfliktowej opisywane są za pomocą scalonych mierników zadaniowych (taktyczno-technicznych), agregatowych mierników operacyjno-strategicznych i porządkowych mierników stopnia równowagi zagrożenia.

Zaliczenie poszczególnych jakościowych mierników wersji konfliktowej do odpowiedniej grupy efektów, jak również ich wagowe oceny mają charakter arbitralny i eksperymentalny. Nadawanie im znaczenia liczbowego — absolutnego z wykonania zadania, następnie ważonego w stosunku do innych parametrów taktyczno-technicznych, określających sytuacyjnie wariantowaną zdolność do trwałego powtarzania wyniku absolutnego oraz kwalifikowanego z punktu widzenia łącznego prawdopodobieństwa, odbywa się metodami pseudoilościowymi, opartymi na statystycznych opracowaniach danych eksperymentalnych (np. badań i ćwiczeń poligonowych, analiz wojen lokalnych) i opinii ekspertów problemu. Każda jakościowa cecha jednostkowa z kolumn od 10—26 uczestniczy i współdziała w jakości łącznej. Pewne cechy jakościowe uzupełniają się, a inne mogą być przeciwstawne i wymagać rozwiązania kompromisowego. Na przykład zdolność ruchowa czołgu lub transportera opancerzonego wymaga zmniejszenia ciężaru pancerza, a odporność na uderzenia przeciwnika przy danych rozwiązaniach materiałowych — pogrubienia pancerza i zwiększenia jego ciężaru. O tym, który czołg jest lepszy dla konkretnego zadania taktycznego, lżejszy, szybszy i tańszy, czy cięższy, wolniejszy i droższy, decyduje współczynnik skutecznego wykonania zadania przez dany czołg. Ale o tym, który czołg jest lepszy dla określonej operacji, można odpowiedzieć po stwierdzeniu, jaka będzie struktura zadań taktycznych dla broni pancernej i jakimi środkami przeciwpancernymi będzie dysponował przeciwnik. Dopiero z tego wyniknie, który typ czołgu może okazać się sprawniejszy przy danym zestawie zadań i danym przeciwniku, co będzie odpowiednią wagą do równoważenia kosztów

oszacowanych w macierzy *K*. Trudno jest oceniać „użyteczność polityczną" danego typu czołgu, jego wpływ na końcowy rezultat konfliktu, ale inne typy uzbrojenia (np. broń jądrowa) taką bezpośrednią użyteczność niewątpliwie wykazują.

Badania operacyjne dysponują dużą ilością branżowych metod oceny pseudoilościowej, z których wybrane metody są przedstawione w rozdziale VII. Metody te wymagają zbudowania odpowiedniej siatki wartościowania dla każdego rodzaju uzbrojenia. W tym celu niezbędna jest wszechstronna znajomość cykli tworzenia systemu, warunków i sytuacji jego działania, wariantowych możliwości zastosowania przy danych i możliwych ograniczeniach, czyli takiego zasobu wiedzy, który można zgromadzić tylko w dużym zespole sprawnie współdziałających i rozumiejących się specjalistów [22].

Współczesny stan ekonomicznego rozpoznania systemów obrony nie sugeruje możliwości szybkiego opracowania wskaźników skoordynowanych w syntetycznej macierzy nakładu i wyniku ponad podstawowe systemy uzbrojenia. Oznacza to, że przy wszelkich badaniach kosztów i efektów w systemie obrony trzeba wybierać z dużej liczby tradycyjnych wskaźników cząstkowych, wyrażających tylko pewne wąskie wycinki relacji. Między innymi z tego powodu analiza systemów i jej rachunek efektywności jest dotychczas bardziej sztuką arbitralnego dobierania relacji, aniżeli ściśle ukierunkowanym badaniem naukowym. Szczególna wada wskaźników cząstkowych wynika z faktu, że nie obejmują one z reguły kosztów wewnętrznych powstających w systemach obrony, np. wysiłku i pracy niepłatnej obsługi taniego uzbrojenia, wskutek czego może ono wydawać się efektywniejsze od uzbrojenia droższego, wymagającego mniej pracochłonnej obsługi.

---

[22] Cz. Bąbiński: *Elementy nauki o projektowaniu*, Warszawa 1972, s. 271—277; E. Bennet, J. Degan, J. Spiegel: *Human Factors in Technology*, Nowy Jork 1963; Ch. Zangenmeister: *Nutzwertanalyse in der Systemtechnik*, Monachium 1971; W. Biliński, J. Cerafícki, A. Nowakowski: *Analiza wartości*, Warszawa 1972; A. Rogucki: *Rachunek efektywności postępu technicznego w budownictwie wojskowym*, WAP, Warszawa 1969.

Oczywiste jest, że tzw. poprawne, syntetyczne macierze zbiorcze nakładu i wyniku nie rozstrzygną od razu wielu merytorycznych problemów związanych z optymalizacją nakładów, jak względna niepodzielność stopni eskalacji działań wojennych, względna niepodzielność TDW, względna przeciwstawność zadań zaczepnych i obronnych itp. Poza ich zasięgiem pozostają w znacznej mierze trudne do trwałego pomiaru charakterystyki socjologiczne, decydujące o sprawności i wydajności czynnika osobowego. Analiza syntetycznych macierzy nakładu i wyniku umożliwia jednak skoordynowanie mierników wersji niekonfliktowej z miernikami wersji konfliktowej oraz wyeliminowanie wielu zbędnych procesów i nakładów postulowanych przez wersję niekonfliktową. Znacznemu udoskonaleniu mogą ulec funkcje: katalogów norm i cen elementarnych jako podstawy prawnej planowania, projektowania i zaopatrywania; katalogów wskaźników scalonych jako podstawy programowania i planowania organizacyjnego oddziałów bojowych i pomocniczych, organów dystrybucyjnych oraz wyznaczania dla nich zadań taktyczno-technicznych; katalogów zbiorczych wskaźników operacyjnych jako podstawy programowania i planowania operacyjnego oraz tworzenia organów zaopatrujących; katalogów uogólnionych wskaźników politycznych, jako podstawy prognozowania, programowania i planowania nakładów na obronę, określania struktury sił zbrojnych i tworzenia ich systemu gospodarczego. Ich najprostsza forma to nakłady na jednostkę odniesienia. Mogą jednak powstawać złożone formy operatorowe.

Z punktu widzenia metod rachunkowości i kalkulacji kosztów macierze nakładów i wyników stanowią syntezę wieloszczeblowego dzielenia i sumowania lub mnożenia kosztów w układzie rodzajowym, miejsc powstawania, kalkulacyjnych nośników kosztów w połączeniu ze scaleniem chronologicznym kosztów wieloletnich obciążonych różnymi współczynnikami prawdopodobieństwa. Ze względu na tak rozległą syntezę jest to zadanie metodologicznie, technicznie i merytorycznie złożone i pracochłonne. Nie wszystkie relacje przy obecnym stanie wiedzy dają się zmierzyć ilościowo w sposób dostatecznie przekonujący. Samo jednakże po-

rządkowanie mierników przynosi większe korzyści, aniżeli w ogóle ich pomijanie.

Główna słabość modeli empirycznych to ich wymuszona liniowość, wyrażająca się w dość wąskich przedziałach w pobliżu średnich wartości zmiennych. Stwarza to trudności dla planowania długookresowego, ponieważ tendencje polityczno-militarne mają charakter wahań wybitnie krzywoliniowych i skokowych. W związku z tym powstaje najtrudniejszy problem metodologiczny: jak analizować i jak wprowadzać do modelu wpływ wywierany na rozwój potencjału przez dwa czynniki — rewolucję naukowo-techniczną i rozwój potencjału gospodarczego. Wprowadza on do systemu norm wysoki współczynnik niewyznaczalności, przekreślający niekiedy bezpośrednią wartość obliczeń.

Obserwujemy przy tym w systemach obrony bardzo często odwrotne procesy, aniżeli w produkcji społecznej; mamy do czynienia nie z obniżeniem kapitałochłonności, materiałochłonności i pracochłonności na jednostkę uzbrojenia, lecz odwrotnie — skokowy wzrost w kierunku podnoszenia tych charakterystyk [23]. Zmienia to proporcje czynników ekstensywnych do intensywnych, ale nie oświetla nam racji wyboru, kryterium wyboru. Większość tych wskaźników jest przy tym niestabilna i wymaga doprowadzenia do zgodności ze stale zmieniającymi się opracowaniami projektowymi i wdrożeniowymi, z rezultatami rewolucji naukowo-technicznej. Nieustanne zmiany w elektronice, lotnictwie, rakietach, technice laserowej rodzą pokusę wyciągania wniosku, że system uzbrojenia dnia dzisiejszego ma niewiele wspólnego z wczorajszym i podobnie też niewiele będzie miał wspólnego z systemem jutra. Ustalanie wskaźników na dalszą przyszłość jest tym trudniejsze, że twórcy nowych systemów strzegą ich tajemnicy w każdej fazie — od koncepcji począwszy, a na wdrożeniu skończywszy, nie mówiąc już o przygotowanych prototypach, których nie daje się do produkcji.

Wady zmiennych współczynników technicznych usuwa się częściowo za pomocą macierzy współczynników krańcowych lub

[23] M. Daniluk: *Wybrane zagadnienia kosztów produkcji i cen wyrobów uzbrojenia*, „Wojskowy Przegląd Ekonomiczny" 1966, nr 2.

inkryminowanych, otrzymywanych na podstawie wyników stosowania najnowszej techniki. Ale na dłuższą metę i ta metoda wymaga korekty, bo najlepsza technika dnia dzisiejszego zestarzeje się, a z nią inkryminowane współczynniki [24].

---

[24] A.P. Carter: *Incremental Flow Coefficients for a Dynamic Input-Output Model with Changing Technology. Structural Interdependence and Economic Development*, Londyn 1963.

Rozdział VI

SYSTEMOWA INTERPRETACJA I POMIAR POTENCJAŁU OBRONNEGO

1. Koncepcje potencjału obronnego

Jeżeli plan obrony oznacza decyzję kształtującą działanie obronne, a przedmiotem planu obronnego — podobnie jak i działania obronnego — jest tworzenie i wykorzystywanie potencjału obronnego, wskazane jest przeanalizowanie pojęcia oraz metod pomiaru potencjału. Różne bowiem jego interpretacje wpływają odpowiednio na kształtowanie wymiernych relacji ekonomicznych i planometrycznych każdego państwa [1].

W dotychczasowej literaturze można wyróżnić trzy główne koncepcje podejścia do problemu określania potencjałów militarnych:

1) koncepcja polityzująca, wynikająca z traktowania potencjału wojskowego i militarnego jako narzędzia demonstracji siły, przy którym to traktowaniu jednoznaczny i systematyczny pomiar nie odgrywa najistotniejszej roli;

2) koncepcja technizująca, bazująca na pojęciu maksymalnej mocy sił wytwórczych, maksymalnej mocy techniczno-produkcyjnej;

3) koncepcja ekonomizująca, wykorzystująca rozwojowy model potencjału stosownie do analizy wejścia — wyjścia w konkretnych warunkach powiązań z otoczeniem.

Każda koncepcja ma określoną genezę historyczną. Koncepcja polityzująca nawiązuje do psychologicznych efektów polityki ka-

---

[1] W. Stankiewicz: *Kompleksowy system planowania w siłach zbrojnych, wyd. cyt.*, s. 22.

nonierek z okresu kolonialnego, w którym istotne dysproporcje techniczne przekreślały możliwość równoważnego konfliktu zbrojnego. Koncepcja maksymalizacji technicznej wypływa z przesłanek gotowości do maksymalnych wysiłków w imię obrony niepodległości, gdy dla osiągnięcia równowagi potencjałów zawsze trzeba było zbliżać się do pułapu maksymalnie dopuszczalnego. Koncepcja ekonomizująca możliwa jest w przypadku istnienia względnej równowagi bezpieczeństwa światowego, gdy dopuszczalne jest racjonalne sterowanie poziomem zbrojeń stosownie do założonych parametrów równowagi, gwarantujących swobodę polityczną.

Wszystkie koncepcje wykazują analogię z pojęciem potencjału w procesach produkcyjnych z zastrzeżeniem różnic wynikających z faktu, że sprawa nawet w szerokim ujęciu nie jest podobna do „problemów rynkowych" [2].

Pierwszą koncepcję reprezentują liczne prace amerykańskich i brytyjskich strategów cywilnych i wojskowych [3]. Stwierdzają oni przy definiowaniu potencjału militarnego występowanie tak znacznych różnic między skalą kosmiczną a skalą niewielkich krajów słabo rozwiniętych, że nie znajdują praktycznej potrzeby doskonalenia metod pomiaru potencjału w sposób szczególnie jednoznaczny. Już bowiem różnice w skali porządkowej zapewniają dostateczną jednoznaczność. Spośród autorów zachodnich najwięcej uwagi problemowi potęgi i potencjału militarnego poświęca K. Knorr, profesor nauk politycznych na uniwersytecie w Princeton. Wychodzi on z założenia, że pojęcie potęgi militarnej jako zdolności do realizowania przymusu, podobnie jak wszystkich środków oddziaływania pośredniego, nie jest tak wyraźne, jak to przedstawia się na pierwszy rzut oka [4]. Jeśli potęgę (*power*

---

[2] W.A. Niskanen: *Nonmarket Decision Making, The Peculiar Economics of Bureaucracy*, „American Economic Review", maj 1968, s. 293.

[3] Można tu wymienić: T.C. Schelling: *Arms and Influence*, New Haven 1966; H.A. Kissinger: *Nuclear Weapons and Foreign Policy*, Nowy Jork 1957; A. Buchan: *The implications of a European System for Defence Technology*, Londyn 1967; H. Kahn: *On Escalation, Metaphors and Scenarios*, Londyn 1965.

[4] K. Knorr: *Military Power and Potential, Lexington* 1970, s. 3.

—moc, siła, władza, mocarstwo) określa się jako zdolność oddziaływania na czyjeś zachowanie się, pojęcie to może być rozumiane dwojako, przy czym każde rozumienie obejmie inny aspekt rzeczywistości.

Potęga może wyrażać stan już osiągnięty, mierzony konkretnymi zmianami w stanowisku państwa (np. powiększenie terytorium, uzyskanie koncesji itp.). W drugim znaczeniu potęga jest tylko zdolnością do wymuszania wpływu, czyli jest tylko potencjalną przyczyną wywoływania zmian w zachowaniu się otoczenia, wyprzedzającą osiągnięcie konkretnego wpływu. Knorr nazywa ten stan potęgą domniemaną. Pierwsze rozumienie narasta w wyniku historycznych procesów oddziaływania i występuje między państwami tylko w postaci stosunków skonkretyzowanych. Potęga domniemana jest natomiast cechą wewnętrzną poszczególnych państw, z której mogą one skorzystać lub nie; potęga domniemana to środki, potęga osiągnięta to efekt. Zwyczajnie użyty termin „potęga militarna" oznacza według Knorra potęgę domniemaną, zarówno jako zdolność do zagarnięcia lub obrony rzeczy siłą, jak i środkiem do wywierania przymusu [5]. Następnie Knorr wyróżnia trzy mechanizmy ujawniania się potęgi militarnej: wojnę, jako zorganizowane użycie przemocy do wymuszania pożądanego zachowania się przeciwnika; groźbę działań militarnych łącznie z podwyższaniem skali i działań wojennych oraz działanie uprzedzające ze strony państwa przewidującego poważne sprzeczności mogące skłonić inne państwo do użycia siły zbrojnej.

Po tym wyjaśnieniu potęgi w ogóle Knorr stwierdza, że „...potencjał militarny państw jest jedną z podstaw potęgi militarnej i równa się znajdującym się w dyspozycji narodu zasobom na tworzenie i utrzymanie sił zbrojnych. W każdym przypadku tworzenia lub powiększania sił militarnych w czasie pokoju i wojny naród uruchamia swój potencjał militarny. W pojęciu tym wyraża się współzależność nakładów i wyników. Dostępne

---

[5] Knorr używa równocześnie innego terminu „siła militarna" (*military strength*), bliskiego znaczeniem potędze militarnej (*military power*), a różnego od siły zbrojnej (*military force*) (*tamże*, s. 22).

i przydatne zasoby są nakładami, „siła militarna lub władza są wynikiem" [6].

Według Knorra badanie potencjału militarnego jest swego rodzaju analizą zdolności, która może być sensownie oceniana tylko w odniesieniu do konkretnych celów, strategii i układu zdarzeń [7]. Istotne dla tej analizy są pytania: co jest do wykonania, jakimi metodami działania i pod jakimi warunkami? „Poprzez całe to studium — stwierdza Knorr mając na myśli swoją książkę — czytelnik powinien pamiętać o tych uwarunkowaniach w ocenie potencjału militarnego, co nie oznacza jednak, że cele, strategie i układy zdarzeń muszą być ściśle ustalone przed podjęciem analizy zdolności militarnej. Planiści polityki zagranicznej i militarnej byliby sparaliżowani, gdyby tak było. W rzeczywistości bowiem istnieją takie typy celów, strategii i układów zdarzeń, które mogą być analizowane i planowane" [8].

Nieokreślonością celów można uzasadnić fakt, że Knorr poświęca metodom mierzenia potencjału militarnego i różnych jego odcieni znaczeniowych niewiele ponad pół strony 150-stronicowej pracy, chociaż później zestawia wiele tablic porównawczych. Słusznie przy tym przyznaje, że „...zawsze istnieje nadzieja, iż dalszy postęp w naukach społecznych pozwoli na dokładniejsze szacunki w porównaniach potencjałów narodowych. W tym względzie badacz potencjału militarnego nie jest w lepszej sytuacji, aniżeli badacz rozwoju politycznego i wielu innych aspektów życia społecznego" [9].

Postęp ten znalazł wyraz w koncepcji technicznego zdefiniowania potencjału wojennego oraz w jednoznacznej klasyfikacji

---

[6] *Tamże*, s. 15.

[7] H. i M. Sprout: *An Ecological Paradigm for the Study of International Politics*, Princeton 1968, Monograph No 30, s. 35.

[8] K. Knorr: *op. cit.*, s. 17. Tezy te potwierdzają istotną cechę imperialistycznej strategii, która na każdą okoliczność rozwija inny zestaw celów. Jest to przykład luki, która wytworzyła się między współczesnymi naukami ścisłymi i postępowymi naukami społecznymi z jednej strony, a z drugiej — pewną szkołą nauk politycznych, posługującą się anachronicznym „kodem doznaniowo-działaniowym", tkwiącym jeszcze w strukturze myślenia wojowniczych możnowładców z epoki feudalizmu.

[9] K. Knorr: *op. cit.*, s. 35.

jego elementów cząstkowych, mających ułatwić analizę i kwantyfikację agregatową [10]. We wcześniejszych pracach, rozwijających tę koncepcję w ramach agregatowego pojęcia potencjał wojenny, wyróżnia się „autonomiczne potencjały częściowe", jak potencjał moralno-polityczny, potencjał wojskowy, potencjał obrony cywilnej oraz potencjał wojenno-ekonomiczny. „Każdy z tych potencjałów częściowych opiera się na określonych siłach, środkach i czynnikach, oddziałujących na agregatowy potencjał wojenny" [11]. Potencjał materialny może być wyrażany bezpośrednio — możliwościami, jak również pośrednio — siłami i środkami. Potencjał wojenno-ekonomiczny opiera się na tych samych siłach, środkach i źródłach, co potencjał ekonomiczny. Różnica powstaje w związku z podziałem majątku narodowego i globalnego produktu społecznego na część niezbędną do zaspokojenia potrzeb wegetacyjnych społeczeństwa i na część dodatkową, która może być użyta do realizacji zadań militarnych i może być nazwana funduszem akumulacji wojennej [12].

Aczkolwiek ta wersja technicznej definicji potencjału zawiera istotne uściślenia potencjału wojennego, to rozbicie pewnych składowych cech potencjału na elementy autonomiczne i potraktowanie ich jak gdyby niezależnych wielkości skalarnych nie jest przekonujące. Jeżeli mówi się o potencjale obrony cywilnej, potencjale moralno-politycznym czy wojenno-ekonomicznym, jest to tylko metodologiczne wyodrębnienie pewnej cechy charakteryzującej wzajemnie uwarunkowane zjawiska, nie działające autonomicznie, lecz sprzężone co najmniej wektorowo.

W późniejszych pracach, bazujących na koncepcji technicznej, jako miarę potencjału wojenno-ekonomicznego państwa przyjmuje się maksymalną produkcję wojenną podczas mobilizacji gospodarczej i prowadzenia wojny [13]. Charakterystyczne

[10] Wśród nowszych prac, głębiej badających problematykę potencjału według technicznej koncepcji maksymalistycznej, można wymienić: Z. Beczkiewicz: *Ekonomika obrony narodowej*, Warszawa 1968, s. 77—88; W. Stankiewicz: *Ekonomika wojenna*, Warszawa 1970, s. 52—71.

[11] Z. Beczkiewicz: *op. cit.*, s. 79.

[12] Z. Beczkiewicz: *Podstawowe zagadnienia ekonomiki obrony narodowej w zarysie* 1972, s. 74.

[13] W. Stankiewicz: *op. cit.*, s. 55.

jest w tej koncepcji traktowanie potencjału wojenno-ekonomicznego w sposób maksymalizujący wykorzystanie zasobów. Maksymalizm implikuje, że porównania międzynarodowe potencjałów wojenno-ekonomicznych mogą być prowadzone poprawnie tylko na poziomie górnych pułapów. Dodatkowe implikacje maksymalizmu sugerują, że chodzi o potencjał wojenno-ekonomiczny, generowany wyłącznie z własnych zasobów państwa a nie z zewnętrznej pomocy kredytowej udzielanej przez sojuszników lub państwa neutralne.

Koncepcja techniczna otwiera duże możliwości poznawcze, ponieważ dotyczy konkretnych parametrów i wskazuje konsekwentną metodologię wartościowania potencjału wojenno-ekonomicznego na podstawie ekonomicznych kategorii produkcji i podziału odniesionych do ściśle określonego czasu. Spójność i adekwatność technicznej koncepcji definiowania potencjału wojenno-ekonomicznego, rozwiniętej przez W. Stankiewicza, zapewnia wyraźne wyłączenie ze ścisłych rozważań — potencjału wojennego i wojskowego, potencjału ludnościowego itp. składników, których przy dotychczasowym stopniu rozpoznania nie można było ująć w agregat techniczny, wyrażający jednoznaczne charakterystyki wojennego zaangażowania całego społeczeństwa i państwa.

Nowego punktu obserwacyjnego w badaniu problemów oceny i kształtowania potencjałów, związanych z posługiwaniem się siłą zbrojną, dostarcza koncepcja ekonomizująca. Łączy ona marksistowsko-leninowską zasadę jedności działania i realizowanych celów [14] z późniejszymi twierdzeniami cybernetyki o retrospektywnym oddziaływaniu celu na wielkość wejścia i ze współczesnymi potrzebami praktyki oraz rozwojowymi tendencjami w międzynarodowych stosunkach politycznych, zmierzającymi do sprawowania nadzoru nad światową równowagą bezpieczeństwa.

Powstaje zapotrzebowanie na analityczną konstrukcję następnej generacji pojęcia potencjału, pojęcia łączącego współzależne aspekty tego przedmiotu i związane z nim rozwojowe zjawiska

---

[14] W.I. Lenin: *O naszej rewolucji* (w związku z notatkami N. Suchanowa). W: *Dzieła*, t. 33, Warszawa 1957, s. 495—496.

społeczne. Jego ogólna „wywoławcza" formuła jest następująca: potencjał wojenny to zdolność systemu państwowego do optymalnej biernej i czynnej neutralizacji sił zbrojnych otoczenia w ich dążeniu do naruszenia pokojowego rozwoju narodów; potencjał ten może być mierzony pośrednio agregatowymi, ilościowymi i wartościowymi skalami oraz wektorami zasobów wydzielonych na ten cel lub bezpośrednio wektorami możliwych do zadania przeciwnikowi strat wojennych.

Powyższa formuła wynika z założenia, że zdolność produkcyjną dowolnego systemu wyraża się przez te rozmiary produkcji, które są najkorzystniejsze dla danego układu produkcyjnego, zwłaszcza pod kątem widzenia minimalizacji nakładów społecznych na osiągnięcie zamierzonego efektu lub maksymalizacji wyników w określonych warunkach. Nacisk w tym sformułowaniu kładzie się na r o z m i a r y n a j k o r z y s t n i e j s z e dla danego systemu, wynikające ze względnie stałych relacji strukturalnych i rozwojowych. Innymi słowy, w definicji trzeciej generacji zwraca się uwagę na warunki jej stosowania, które sprzyjałyby wykorzystaniu rachunku ekonomicznego w poszukiwaniu punktów przegięcia trajektorii nakładów i wyników. Chodzi o to, aby dopuścić mierzenie zarówno potencjału wojenno-ekonomicznego, jak i zagregowanego potencjału wojennego na wszystkich poziomach jego skali, a nie tylko na poziomie maksymalnym, zbieżnym do jedności i równowartości całego systemu.

Maksymalistyczna przesłanka implikuje, że adekwatny jest ten system, który angażuje maksymalne zasoby bez względu na stopień eskalacji działań przeciwnika. Prowadzi to do tradycyjnego aksjomatu wojskowego, że tylko ten system obrony jest adekwatny, który wchłonie maksimum środków posiadanych i wytwarzanych przez gospodarkę na każdym oddzielnie i autonomicznie rozpatrywanym odcinku — technicznym, demograficznym i społeczno-politycznym. Aksjomat ten wyrażał się m.in. w totalnej mobilizacji „pod broń" mężczyzn zatrudnionych w przemyśle. Powodowało to gwałtowny spadek produkcji dóbr wojennych, konieczność rewizji aksjomatu oraz korzystniejszej dla potencjału wojennego alokacji zasobów siły roboczej. Wniosek maksymalistyczny mógłby się wyrażać także przez militarny ideał najsilniej-

szego środka, rozstrzygającego konflikt jednym uderzeniem bez względu na założony polityczny efekt finalny. Według koncepcji ekonomizującej „ideał" ten powinien pozostawać w pewnych proporcjach między użytym potencjałem wojenno-ekonomicznym a realizowanymi celami, które mogą być rozmaitego rzędu. Każdy układ nieproporcjonalny zniekształca pole manewru politycznego, a pole to na zasadzie prymatu polityki powinno być większe aniżeli pole działań militarnych.

W obecnym stadium rozwoju analiza systemów obrony zajmuje się zarówno nakładami, jak i wynikami politycznymi, ekonomicznymi i militarnymi na różnych stopniach eskalacji, począwszy od tworzenia konkretnych struktur sił zbrojnych do ich finalnej realizacji i rozwiązania skutków konfliktu.

Ogólnym pojęciem w konstrukcji szczególnego pojęcia potencjału (załóżmy wojennego) są pojęcia stanów lub mas czynników wytwórczych i czynników „walczących na froncie", klasyfikowanych w naturalnych kategoriach fizycznych lub w abstrakcyjnych kategoriach ekonomicznych. Statyczna klasyfikacja systemu wytwórczego określa stan jego wartości na pewien moment czasu w znaczeniu masy, np. majątku; dynamiczna — określa moc produkcyjną systemu w procesie produkcji i reprodukcji dowolnego efektu w określonym przedziale czasu.

2. Wektorowy pomiar potencjału

Z punktu widzenia planowania ekonomicznego obrony niezbędny jest względnie jednoznaczny pomiar masy czynników (elementów) systemu państwowego, masy rozwiniętego przez system państwowy elementów podsystemu wojskowego oraz przez tenże podsystem — elementów rezerw militarnych i rezerw wojennych.

Z pojęciem stanu masy wiążą się w naukach ścisłych pojęcia ciężaru, objętości, gęstości, energii potencjalnej i siły, stanowiące wektor zbioru cech danej masy. Jeżeli charakteryzujemy stan masy, to zgodnie ze sformułowaniem Beczkiewicza dokonujemy pośrednio pomiaru jej potencjału. Z cechami bowiem, charakteryzowanymi w wyliczonych kategoriach, wiąże się zdolność (po-

tencjalność, możliwość) do wykonania określonej wielkości pracy, a zdolność tę nazywa się potencjałem. Jeśli do wielkości pracy dodaje się warunek ograniczający czasu, otrzymuje się pojęcie mocy.

Pojęcie mocy w naukach technicznych jest ściśle zdefiniowane, chociaż nie przyjęło się w języku polskim w odniesieniu do sztuki i nauki wojennej. Pełna definicja mocy pozwala w konsekwencji na wyraźne określenie kierunków działania mas i sił oraz intensywności działania. Na przykład w pewnych warunkach pola fizycznego (pole elektrostatyczne) powstają w potencjałach różnice, zwane napięciami, równe pracy, jaką wykonują siły zewnętrzne równoważące siły pola. Natomiast natężenie pola jest równe przyrostowi potencjału mierzonego wzdłuż linii sił pola. Równowaga dynamiczna zależna jest od obszaru, szybkości i czasu trwania ergodyczności w danym układzie. W warunkach polityczno-militarnych napięcie można definiować jako funkcję kwalifikowanego przyrostu siły żywej, masy majątku i postępu techniczno-organizacyjnego.

Fakt, że w naukach ścisłych powyższe definicje umożliwiły opanowanie nieznanych, dawniej groźnych dla człowieka sił i wprzęgnięcie ich na swoją służbę, sugeruje, że w planowaniu stosunków międzynarodowych można także dążyć do ścisłego modelowania pojęć, ułatwiających osiągnięcie równowagi potencjałów.

Produkcyjny stan systemu gospodarczego państwa według tradycyjnych metod statystycznych wyznacza się w określonym stopniu szczegółowości za pomocą trzech wektorów zmiennych (elementów stanu) oraz odpowiadających im cech, stanowiących współczynniki korygujące (zwiększające lub zmniejszające) wartość zmiennych:

$$\Sigma_p = \{\pi\varrho L;\ \sigma\vartheta U;\ \varepsilon\eta U'\}, \tag{1}$$

gdzie: Σ_p — produkcyjny stan sił wytwórczych systemu gospodarczego państwa;

π — współczynniki sprawności organizacyjnej i produkcyjnej systemu, charakteryzujące osiągniętą wydajność pracy i sprawność zarządzania, mierzone w oddzielnych gałęziach i agregatowo, wynikające ze świadomości społecznej, walorów ustrojowych, po-

wiązań międzynarodowych itp., wyrażane szacunkową skalą wyników światowych, jako tempo przyrostu dochodu narodowego we współmiernych przedziałach czasowych;

ϱ — współczynniki poziomu kwalifikacyjnego (wykształcenia ogólnego i zawodowego, poziomu nauki), stosowane uzupełniająco lub zastępczo w stosunku do współczynników π;

L — uporządkowane szeregi demograficznych parametrów ludności państwa (ludność według płci, wieku, aktywności zawodowej);

σ — współczynniki stanu wyposażenia technicznego systemu produkcyjnego państwa (stopień amortyzacji, poziom sprawności nominalnej);

ϑ — współczynniki poziomu technicznego wyposażenia (stopień zużycia lub wyprzedzenia „moralnego");

U — uporządkowane wg działów i gałęzi parametry wyposażenia technicznego gospodarki wraz z jej infrastrukturą w wyrażeniu mocy naturalnych, wartościowym lub w przeliczeniu na wielkość pracy uprzedmiotowionej niezbędnej do jego wytworzenia (w terminologii ekonomii politycznej kapitalizmu — kapitał trwały);

ε — współczynniki korygujące wartość środków obrotowych, rezerw i zasobów surowcowych w stosunku do zapotrzebowania produkcyjnego U;

η — współczynniki sprawności zaopatrzenia L, U, U' w środki konsumpcji i produkcji (mierzone przykładowo tempem przyrostu tonażu przewozów we współmiernym okresie 5—10 lat);

U' — środki obrotowe (zasoby produkcji pośredniej, zapasy, rezerwy surowce) [15].

---

[15] Parametry L, U, U' agregowane są przez W. Stankiewicza w klasycznej macierzy wskaźników potencjału wojenno-ekonomicznego (*Ekonomika wojenna, wyd. cyt.*, s. 66) na cztery elementy potencjału: siłę roboczą, aparat wytwórczy, surowce i transport, zapisywane w wierszach oraz oceniane w trzech kolumnach wartości stanów przejściowych —

Moc produkcyjna systemu gospodarki państwa, opisanego powyższymi wektorami, wyznaczana jest przez wielkość produkcji jako funkcja przedziałów czasowych: kwartalnych, rocznych i ewentualnie pięcioletnich. Przy budowie szeregów chronologicznych produkcji, jako podstawy do oceny rozwoju mocy produkcyjnej systemu, zakłada się milcząco, że w danym przedziale czasu i w danym systemie proces produkcyjny przebiega ze względnie stałą dla danego systemu gospodarczego intensywnością i przy względnie stałych bilansowych współczynnikach technologicznych (efektywność wykorzystania wyposażenia technicznego, stopa i kierunek reprodukcji, zmianowość w wykorzystaniu siły roboczej itp.). Znaczenie tych milczących założeń jest niezwykle istotne dla oceny potencjału i mocy produkcyjnej w krótkich okresach i szczególnych warunkach, w jakich rozgrywają się zaostrzone działania polityczno-militarne.

Tak więc potencjał produkcyjny systemu gospodarczego państwa wyraża zdolność tego systemu do wykonania określonej rodzajowo produkcji w normalnych, pokojowych warunkach konkurencji międzynarodowej, określonych przez poziom wykorzystania czynników i zasobów produkcyjnych przy pokojowej strukturze spożycia indywidualnego i produkcyjnego. Moc produkcyjna natomiast wyraża wielkość produkcji wykonywanej w takich samych warunkach na określoną jednostkę czasu [16].

---

stanu globalnego, stanu wykorzystania oraz stanu rezerw. W zbiorze wektorów omawianym w niniejszej pracy transport i aparat wytwórczy mieszczą się w uporządkowanych parametrach wyposażenia technicznego gospodarki narodowej.

[16] W powszechnej praktyce statystycznej podaje się szeregi „czystych" parametrów czynników produkcyjnych bez korekty mnożnikowej. Ta „czysta" forma, jako niewystarczająca dla celów analizy i planowania militarnego, prowadziła w historii do poważnych błędów politycznych. Współcześnie istnieje już niemal powszechna informacja statystyczna umożliwiająca opracowanie zarówno współczynników (w dużej mierze jeszcze arbitralnych), jak i parametrów ważonych. Dane te dla celów prognostycznych i kredytowych gromadzone są w skali międzynarodowej stosownie do wytycznych Biura Statystycznego ONZ, publikowanych jako „standardowa klasyfikacja działalności społeczno-gospodarczej". *Zeszyty metodologiczne*, GUS, Warszawa 1969.

Pokojowy stan wykorzystania mocy produkcyjnej systemu gospodarczego państwa opisuje się systematycznie poprzez strukturę produktu globalnego i dochodu narodowego oraz ich alokację na poszczególne dziedziny potrzeb społecznych w dłuższym okresie (nie mniej niż 5—10 lat).

W określonych warunkach historycznych potencjały produkcyjne państw wytwarzają odpowiednie do swych mocy produkcyjnych elementy sił zbrojnych, przypisując im historyczne cele i zadania. Pierwotnym celem i zadaniem podsystemu sił zbrojnych w państwie jest zapewnienie suwerenności państwa, co w terminologii systemowej — jak wspomniano — jest równoznaczne z pojęciem zachowania ergodyczności rozwoju systemu państwowego [17].

3. Potencjał wojskowy i jego „przedłużenia"

Potencjał wojskowy skupia się we względnie wyodrębnionym systemie ludzi i środków technicznych, charakteryzowanym wektorami podobnymi do wektorów potencjału państwowego, lecz przyjmującymi wyspecjalizowaną treść moralno-prawną, funkcjonalną i materialno-techniczną oraz spełniających pewne warunki równoważności w stosunku do innych potencjałów wojskowych otoczenia.

Potencjał wojskowy można opisać następującym zbiorem wektorów:

$$\Sigma_w = \{\pi\varrho L;\ \sigma\vartheta U;\ \varepsilon\eta U'\} : \varphi(\omega_1,\ \omega_2,\ \omega_3,\ \omega_4,\ \ldots,\ \mu) \qquad (2)$$

gdzie: Σ_w — kwalifikowany stan systemu wojskowego;

π — współczynnik sprawności organizacyjnej wyznaczony na podstawie ważonych współczynników cząstkowych;

ϱ — współczynniki poziomów wykształcenia i wyszkolenia;

---

[17] Nie podejmujemy tutaj rozważań o wewnętrznych i zewnętrznych funkcjach sił zbrojnych w państwie burżuazyjnym. Por. *Marksizm-leninizm o wojnie i wojsku, op. cit.*, s. 27—43.

L — uporządkowane wektory parametrów siły żywej (według korpusów osobowych, kwalifikacji, stażu służby, roczników służby zasadniczej);

σ — współczynniki stanu technicznego uzbrojenia wojska (stopień amortyzacji, poziom zapasu zdolności i mocy nominalnych);

ϑ — współczynniki poziomu technicznego uzbrojenia (stopień zużycia lub wyprzedzenia „moralnego");

U — uporządkowane wektory parametrów uzbrojenia wraz z infrastrukturą w wyrażeniu mocy naturalnych, wartościowych lub w przeliczeniu na wielkość pracy uprzedmiotowionej niezbędnej do jego wytworzenia;

ε — współczyniki określające horyzont czasowy zapasów i rezerw zaopatrzenia materiałowo-technicznego w stosunku do zapotrzebowania systemu uzbrojenia U;

η — współczynniki sprawności zaopatrywania L, U i U' w środki konsumpcji i walki (mierzone przykładowo skalą sprawności przewozów w tono-kilometrach na jednostkę czasu);

U' — uporządkowane wektory parametrów środków zaopatrzenia materiałowo-technicznego dla L, U i U' (amunicja, materiały energetyczne, części wymienne, odzież, żywność, opakowania itp.);

φ — funkcja warunków, jakie powinien spełniać system wojskowy w stosunku do względnie symetrycznego systemu wojskowego przypuszczalnego przeciwnika, aby równoważyć potencjały i nie dopuścić do powstania napięć (inaczej funkcje korelacji z własną doktryną wojenną, z systemami wojskowymi przypuszczalnych przeciwników, ze stałymi fizycznymi i sezonowymi warunkami teatru działań wojennych, z systemami stałych i przypuszczalnych sojuszników; innymi słowy sposób odwzorowania struktur otoczenia) [18].

[18] R.G. Allen: *op. cit.*, s. 810—817.

ω — klasyfikatory równoważności systemów i ich elementów (symetrii i asymetrii, operatory przesunięcia) [19];

ω_1 — klasyfikator zgodności własnych doktryn i planów tworzenia systemu wojskowego z systemem rzeczywiście zrealizowanym;

ω_2 — klasyfikator równoważności modularnej i wielowymiarowej z systemami wojskowymi przypuszczalnych przeciwników;

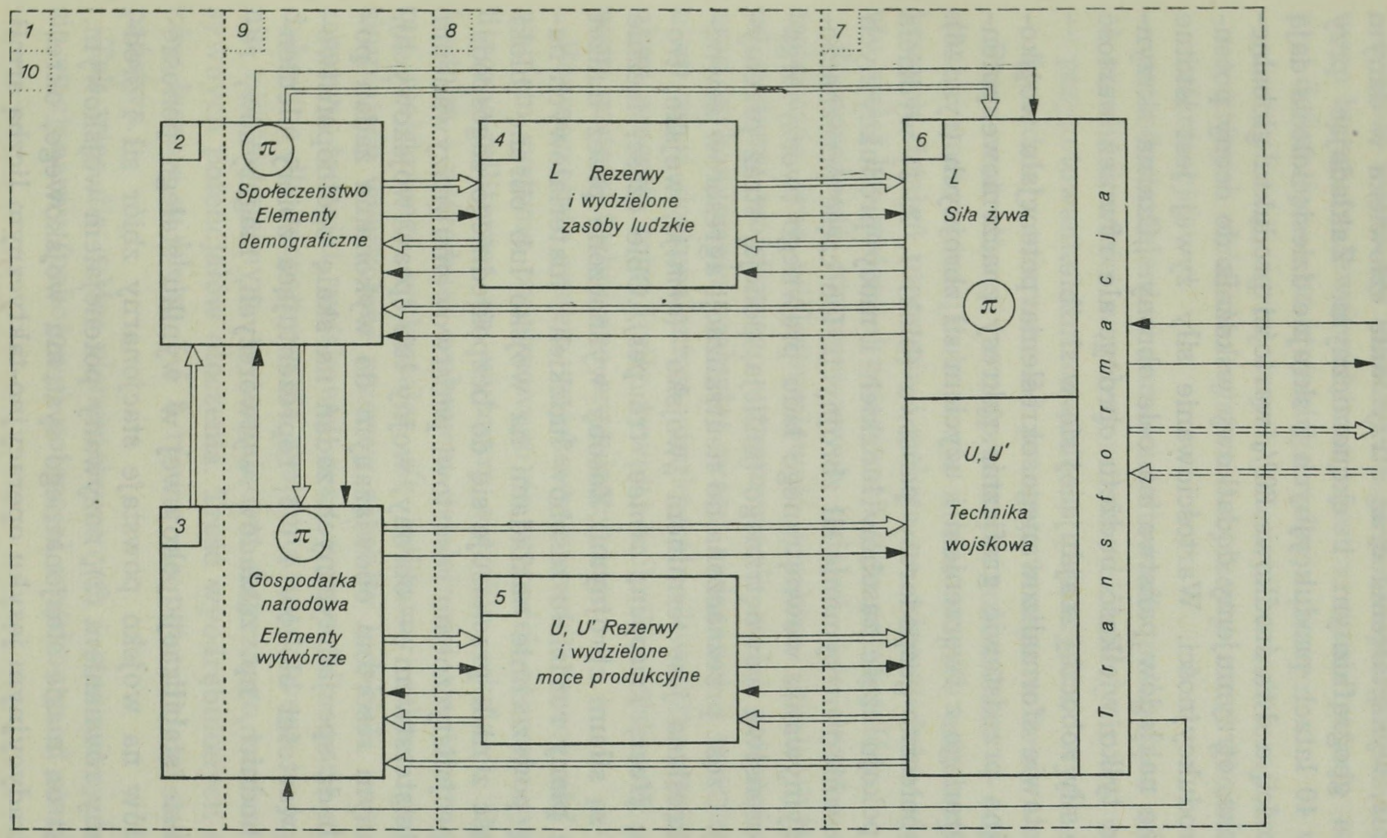
ω_3 — klasyfikator odpowiedniości systemu wojskowego do zakładanych teatrów działań wojennych;

ω_4 — klasyfikator zgodności systemu wojskowego z systemami sojuszniczymi; możliwe inne klasyfikatory przesunięcia (operatory);

μ — reszta w sensie ekonometrycznym niewyznaczalna (współczynnik zaskoczenia, współczynnik zmiennej charakterystyki geograficznej).

Oczywiste jest, że przy konkretnej estymacji systemu wojskowego rozwijanie i grupowanie poszczególnych elementów wymaga spełnienia szczególnych warunków agregacji statystycznej, opisu matematycznego i modelowania symulacyjnego. Na przykład informacja statystyczna nie szacuje jeszcze syntetycznie wartości czynnika ludzkiego w stosunku do wartości majątku narodowego, chociaż tego rodzaju agregacja pozwalałaby oceniać makroskopowe zmiany w rozwoju potencjałów obronnych. Przyjmując założenie przeciętnej długości życia na 70 lat, z czego średnio 30 lat na pasywne i 40 na produkcyjnie aktywne, otrzymujemy podstawowe relacje do określenia potencjalnej produkcyjności i kosztów

[19] W teorii systemów używane są rozmaite klasyfikatory równoważności (w parasynonimach: ekwiwalencji, izomorfizmu, homomorfizmu, zgodności, odpowiedniości, przystawania, kongruencji, koherencji, podobieństwa). W ścisłych metodach matematycznych używane są klasyfikatory: równoważności klasy modułów (znak $\approx_f$ lub $[\omega]_f$); równoważności klasy Neroda (znak E_f lub $(\omega)_f$) oraz klasy Machilla (znak $\equiv_f$ lub $\{\omega\}_f$). A. Nerode: *Linear Automation Transformations*, „Proc. Amer. Math. Soc." 1958, nr 9, s. 541—544. Klasyfikatory te można też określić w rachunku ekonomicznym jako współczynniki odbicia międzynarodowych potencjałów wojskowych.



46. Schemat wyróżnienia potencjałów: wojskowego, sił zbrojnych, militarnego, wojennego i obronnego dla celów pomiaru planistycznego

1 — system państwowy; *2* — elementy demograficzne; *3* — elementy wytwórcze; *4* — wydzielone zasoby ludzkie; *5* — wydzielone moce produkcyjne (sektor militarny); *6* — względnie stałe siły zbrojne; *7* — potencjał wojskowy; *8* — potencjał militarny; *9* — potencjał wojenny; *10* — potencjał obronny

wychowania, wykształcenia oraz utrzymania człowieka w danym środowisku geograficznym i ekonomicznym. Zakładając przy tym, że w 40 latach produkcyjnych 2 skrajne dziesięciolecia dają 40% wartości, a dwa środkowe 60% wartości produktu globalnego człowieka, otrzymujemy dodatkowy wskaźnik do oceny potencjalnej produkcyjności. Wartościowanie siły żywej jest istotne przy ocenie nakładów państwa na cele obrony. „Czarna skrzynka" to nie tylko wielkość budżetu obrony, ale również wartość ludzi jako siły roboczej znajdującej się w służbie.

Na podstawie sformalizowanego określenia potencjału wojskowego można przedstawić graficznie zakresy znaczeniowe potencjału związanego z tworzeniem i użyciem sił zbrojnych (rys. 46).

Układ społeczno-gospodarczy państwa (bloki *1*, *2*, *3*) wydziela w czasie pokoju część zasobów ludzkich i mocy produkcyjnych na sformowanie i utrzymanie sił zbrojnych. Ich część przeznaczona do utrzymywania wewnętrznego ładu prawnego tworzy organy bezpieczeństwa wewnętrznego (milicja, policja, straż przemysłowa itp.). Część przeznaczona do neutralizacji agresorów zewnętrznych określana jest terminem „wojsko" (*armija*, wojsko; *troops, army; Heer, Truppen; armée, troupes*). Obie części łącznie nazywane są siłami zbrojnymi. Zasoby wyznaczone przez budżet oraz przez plany rozdziału zasobów ludzkich i materiałowych nazywane są powszechnie nakładami na wojsko lub obronę (bloki *4* i *5*). Część z nich przekazuje się do bezpośredniego zagospodarowania specjalistycznemu resortowi państwowemu (nazywanemu zwykle ministerstwem — obrony, wojny lub spraw wojskowych), a część innym resortom obowiązanym do wykonania zadań pośrednich, bądź specjalistycznych zadań na skalę ogólnopaństwową (część wartości bloków *4* i *5*, reprezentująca zbiory elementów przechodnich, np. zakładów wytwórczych, magazynów, rezerw).

W okresie stabilizacji pokojowej w wyniku stałego ponoszenia nakładów na wojsko powstaje stacjonarny zbiór sił i środków, opisany równaniem (2), nazywany potencjałem wojskowym. Równy jest on masie stacjonarnego systemu wojskowego, określanego w tradycyjnym języku operacyjno-taktycznym liczbą armii i związków taktycznych.

System wojskowy (blok *6)* i jego potencjał (przedział *7* od prawego brzegu w lewo) zużywany jest w czasie pokoju — najogólniej definiując — na trojakiego rodzaju pracę:

— neutralizację agresywnych potencjałów militarnych otoczenia, o których działaniu system wojskowy musi gromadzić stałą informację;

— samodoskonalenie i samokształtowanie polegające na podwyższaniu wartości współczynników, określonych we wzorze (2);

— przygotowanie do rozwinięcia potencjałów wyższego rzędu (przedziały mierzone od prawego brzegu w lewo — *8*, *9*, *10*).

Praca neutralizacji (w najprostszym rozumieniu — odpowiednik służby wartowniczej) obejmuje niższe stopnie eskalacji nieprzyjaznych działań otoczenia i polega na odpowiednim równoważeniu stałej lub zmiennej polaryzacji jego potencjałów.

Różnorodność nieprzyjaznych działań, ich wysoka złożoność techniczna oraz wielostopniowość (drabina eskalacji) [20] wymaga od systemu wojskowego utrzymywania stałej gotowości bojowej oraz wykonywania rozległej pracy związanej z samokształtowaniem się i doskonaleniem strukturalno-kwalifikacyjnym w ciągłym procesie rotacji siły żywej i techniki wojskowej pod wpływem postępu techniczno-organizacyjnego.

Równocześnie system wojskowy prowadzi pracę nad przygotowaniem systemu państwowego na wypadek rozwoju sytuacji polityczno-militarnej na wyższym szczeblu eskalacji. Pod bezpośrednim i pośrednim wpływem działalności stacjonarnego systemu wojskowego wykształca się militarny sektor gospodarczy, skupiający wyszkolone rezerwy zasobów ludzkich, nagromadzone rezerwy techniki wojskowej oraz wyspecjalizowane moce produkcyjne dla zaopatrywania systemu wojskowego w jego działaniu niestacjonarnym, wymagającym fizycznego niszczenia agresywnych potencjałów otoczenia. Treść wyodrębnionych sił i środków łącznie w bloku *7* i *8* równa się potencjałowi militarnemu państwa.

Tak więc dla celów planometrycznych i poznawczych odróżnia się stacjonarny (pokojowy) potencjał wojskowy od stacjonarnego

[20] H. K a h n: *op. cit.*, s. 39—40.

(pokojowego) potencjału militarnego, względnie wyodrębnionego z układu społeczno-gospodarczego państwa przez swoje charakterystyki techniczne lub fizyczne, przygotowanego do realizacji zadań na wypadek zaangażowania wojennego. Potencjał militarny jest kwalifikowaną (ważoną) sumą potencjału wojskowego, znajdującego się w bezpośredniej dyspozycji systemu wojskowego oraz potencjału pracującego dla potrzeb wojska, znajdującego się w dyspozycji cywilnych organów społeczno-gospodarczych. Powstaje on w działaniu stacjonarnym przy pokojowym obciążeniu układu społeczno-gospodarczego.

Potencjał wojenny jest pojęciem związanym z trzecim przedziałem zaangażowania systemu państwowego i społeczno-gospodarczego w sytuację konfliktową, wyznaczoną bezpośrednim udziałem państwa w działaniach wojennych. Uruchamiany jest on fizycznie w sposób nadzwyczajny i względnie krótkookresowo wówczas, gdy kolejno angażowane zasoby stacjonarnych potencjałów — wojskowego i militarnego — okazują się niewystarczające do zniszczenia innego potencjału agresywnego. Jest to zatem potencjał mobilizowany w sposób szczególny i ograniczający pokojową reprodukcję społeczno-gospodarczą. W tym rozumieniu państwo może prowadzić wojnę angażując tylko potencjał wojskowy i przechodząc w miarę potrzeby do angażowania wyższych skal tego potencjału.

Ze względu na konkretne założenia strategii i sztuki wojennej oraz skutki polityczne mogące wyniknąć z niepełnego wykorzystania mocy produkcyjnych państwa, potencjał wojenny kształtuje się zazwyczaj na bazie maksymalnego wykorzystania mocy produkcyjnych systemu społeczno-gospodarczego oraz maksymalnego przestawienia struktury produkcji na priorytetowe potrzeby wojny [21]. Potencjał wojenny obejmuje całe pole systemu od prawego brzegu do linii *9*.

Potencjał obronny wyraża granicę możliwości oddania przez system państwowy sił i środków na potrzeby wojny we względnie krótkim czasie najwyższego zagrożenia jego bytu państwowe-

---

[21] Por. W. Stankiewicz: *op. cit.*, s. 35—40, s. 92.

go i biologicznego. Granica ta teoretycznie jest zbieżna z wartością produkcji globalnej i wartością majątku narodowego.

Pojęcia potencjału wojskowego i militarnego odnoszą się przeważnie do fazy gospodarki pokojowej i odbudowy powojennej, natomiast potencjału wojennego i obronnego — do fazy gospodarki pogotowia wojennego i gospodarki wojennej. Na wielkość tych potencjałów wpływa wielkość pracy (zadań), jaka jest niezbędna do zachowania ergodyczności systemu państwowego w warunkach realizowanych celów politycznych i militarnych.

4. Skala pracy potencjałów

Cytowany Knorr, charakteryzując pojęcie potencjału militarnego, stawia retoryczne pytanie „do czego ma służyć ten potencjał"? W innym miejscu stwierdza, że „...potencjał do wytwarzania siły militarnej na użytek domowy będzie różnił się od potencjału do rozwijania siły militarnej na użytek międzynarodowy" [22]. To dwudzielne rozgraniczenie tylko najogólniej charakteryzuje przewidywaną pracę systemów, będących nośnikami siły militarnej. „Użytek" międzynarodowy nie jest jako taki wielkością wymiernie określoną, ponieważ między poszczególnymi państwami istnieją kolosalne różnice zarówno pod względem potencjałów ekonomicznych, jak i polityczno-militarnych. Ażeby rozważania komparatywne miały pewien sens, konieczne jest określenie porządkowej współmierności rozmaitych systemów wojskowych pod kątem możliwości wykonywania konkretnych zadań wojskowych. Innymi słowy prowadzi to do grupowania systemów i potencjałów wojskowych, militarnych, wojennych i obronnych według kryteriów jakościowych, co następnie ułatwia w ramach poszczególnych stopni zastosować klasyfikatory równoważności i „współczynniki odbicia" ze wzoru (2) oraz współczynniki substytucji (zamienności) między poszczególnymi podsystemami w ramach jednego systemu wojskowego.

Teoretyczną systematykę planistyczno-ekonomiczną potencjałów wojskowych ilustruje tablica 15.

[22] K. Knorr: *op. cit.*, s. 3.

Tablica 15

Planistyczno-ekonomiczna systematyka potencjałów wojskowych i wojennych

Względna sybstytucja (zamienność, zastępowalność) pionowa między podsystemami (rodzajami sił zbrojnych, wojsk, broni) wyrażana za pomocą współczynników substytucji w skali politycznej, strategiczno-operacyjnej, techniczno-gospodarczej, sytuacyjnej i taktyczno-zadaniowej	Względna pozioma współmierność systemów i potencjałów (klasyfikatory równoważności modularnej oraz indywidualnej — wydatków budżetowych, nakładów społecznych, zdolności operacyjnej, zadaniowej)				Kierunek agregacji sił (sojusze i bloki) oraz eskalacja możliwych form działania wojskowego ——→
		Rodzaj systemu i potencjału według środowiska działania i stopnia rozwoju	Typ i zasięg działań: zaczepny — obronny	Rodzaj i charakter uzbrojenia	
	Kosmiczny	VII Światowy dysponent *A*	Światowy	Broń termojądrowa (intensywna, absolutna)	
		VI Światowy pretendent *B*	Światowy Kontynentalny		
	Morski	VII		Broń termojądrowa intensywna, Broń konwencjonalna ekstensywna	
		VI			
		V Kontynentalny dysponent *A*	Światowy		
		IV Kontynentalny pretendent *B*			
		III Lokalny	Kontynentalny		
		II Demonstracyjny	Lokalny		
	Powietrzny	VII	Światowy	Broń termojądrowa	
		VI			
		V			
		IV	Kontynentalny		
		III		Broń konwencjonalna	
		II	Lokalny		
	Lądowy	VII Światowy *A*	Światowy	Broń termojądrowa i konwencjonalna masowa	
		VI Światowy *B*			
		V Kontynentalny *A*	Kontynentalny		
		IV Kontynentalny *B*			
		III Lokalny	Lokalny		
		II Demonstracyjny		Broń konwencjonalna w niewielkich ilościach	
		I Partyzancki			

Podstawowym kryterium podziału potencjałów jest środowisko optymalnego działania podsystemów zgodnie z ich tradycją rozwojową, przyjętą dla rodzajów sił zbrojnych. Postępując według tego kryterium, od umownie najniższego stopnia rozpowszechnienia danych potencjałów ku największemu, można wyróżnić potencjał: kosmiczny (rakietowo-jądrowy), morski, powietrzny i lądowy. Potencjał lądowy można umownie przedstawić w siedmiu stopniach począwszy od potencjału wojny partyzanckiej do potencjału lądowego stopnia światowego *A*. W potencjale powietrznym i morskim stopień partyzancki w zasadzie nie występuje. Najniższy potencjał w tych rodzajach sił zbrojnych należy do stopnia demonstracyjnego, przez który można rozumieć wielkość potencjału, potwierdzającą istnienie suwerennego państwa, lecz nie stanowiącą istotnej przeszkody do opanowania jego terytorium siłami — powiedzmy — trzech zmechanizowanych związków taktycznych. Potencjał lokalny może oznaczać siły od trzech do 10 dywizji zmechanizowanych. Dalsze przedziały kształtują się odmiennie na poszczególnych kontynentach. W każdym przypadku podziały te mają charakter umowny i z natury rzeczy arbitralny, chociaż ich idea znajduje zastosowanie w czołowych publikacjach instytutów prowadzących międzynarodowe badania równowagi politycznej i militarnej [23].

Odpowiednio do stopnia potencjału kształtuje się w zasadzie oddziaływanie polityczno-militarne. Na jego pośrednią efektywność w dużej mierze wpływają powiązania sojusznicze i blokowe oraz warunki geopolityczne.

Ze względu na aktualny podział świata na bloki polityczno-militarne utrzymuje się pewna polaryzacja sił w czterech układach: obozu socjalistycznego, bloku imperialistycznego, krajów historycznie neutralnych oraz krajów deklarujących nieangażowanie polityczno-militarne. Z tego powodu podział potencjałów według stopnia rozwoju oraz aktualnych dysponentów i pretendentów do danego stopnia nie jest zbyt trwały. Równowagę między współczesnymi potencjałami wojskowymi i militarnymi utrzy-

[23] Na przykład „The Military Balance" wydawany przez Międzynarodowy Instytut Badań Strategicznych (MIBS) w Londynie. Roczniki 1966—1973.

mują skomplikowane sieci dynamicznych wektorów o kierunkach dodatnich i ujemnych. Szkielet polityczno-militarnej struktury bloku imperialistycznego stanowią wysoko uprzemysłowione państwa burżuazyjne. Kapitał względnie wyodrębniony narodowo i państwowo, stanowiący podstawę jedności interesów burżuazji, nie wyklucza między jego oddzielnymi frakcjami antagonizmów, wyrażających się w wewnętrznej walce z klasą robotniczą i w walce zewnętrznej z burżuazją pozostałych krajów.

Potencjał wojskowy i militarny poszczególnych krajów kapitalistycznych, wykazujący tendencje do łączenia się w potencjał bloku imperialistycznego, przeciwstawia się pozostałym krajom, tworząc ośrodki rozwoju militarnego o różnym stopniu samodzielności ze specyficzną strukturą i własnymi kierunkami jej rozwoju. Sam rozwój przebiega w aktywnej rywalizacji między poszczególnymi ugrupowaniami, różniącymi się rozmiarami i poziomem sił wytwórczych, bogactwem zasobów, strukturą i pozycją ekonomiczną w polityce światowej. Z tego względu system potencjałów militarnych w skali światowej przybiera postać układów władztwa i podporządkowania, w których toczy się rywalizacja o pierwszeństwo podejmowania decyzji. Jednocześnie jest to arena antyimperialistycznej walki eksploatowanych narodów o samodzielność rozwoju polityczno-militarnego i ekonomicznego.

Z punktu widzenia stopni potencjałów wojskowych blok imperialistyczny można uogólnić jako układ krajów, z których jedne rozwijają swoje potencjały militarne samodzielnie pod wpływem własnych impulsów politycznych, ekonomicznych i technicznych, a drugie znajdują się w dużej zależności od czynników zagranicznych. W ostatecznym rachunku zależą od międzynarodowego odbicia impulsów, wyznaczających rozwój potencjału militarnego grupy pierwszej [24].

Podział potencjału na stopnie jest więc umowny także dlatego, że byłoby błędem przyjmowanie na dalszą perspektywę sztyw-

[24] Londyński instytut, podobnie też Sztokholmski Międzynarodowy Instytut Badań Pokoju, publikuje porównania w układzie Związek Radziecki — Stany Zjednoczone, Układ Warszawski — NATO, bilans europejski, układy kontynentalne.

nego podziału bloku imperialistycznego na kraje wytwarzające impulsy wojenne i na kraje odbierające te impulsy, na kraje eksportujące uzbrojenie i na kraje zależne częściowo lub całkowicie od importu broni. Niewątpliwie terytorium, liczebność ludności i bogactwa naturalne różnych krajów w ciągu pewnego czasu pozostają względnie stabilne. Jednak na tym tle ogólnym następują głębokie przemiany, prowadzące do zmian w strukturze i dynamice produkcji środków walki. Do ważniejszych czynników wywołujących te przemiany należy nierównomierność demograficznego, ekonomicznego i politycznego rozwoju krajów kapitalistycznych, zaostrzająca się w warunkach rewolucji naukowo-technicznej i wstrząsów społeczno-politycznych. Sytuację zmienia też przybierający na sile ruch krajów wyzwolonych o zdobycie niezależności ekonomicznej, prowadzący w sumie do wzmocnienia policentryzmu w stosunkach międzynarodowych i do pogłębiania lokalnych kryzysów. Stwarza to przesłanki szybkiego przemieszczenia ekstensywnych działań konwencjonalnymi środkami walki stopnia partyzanckiego i lokalnego na poziom kontynentalny. Ogólny kierunek agregacji sił policentrycznych przebiega od potencjałów konwencjonalnych do intensywnych potencjałów rakietowo-jądrowych, czyli pod tzw. parasol atomowy.

Z powyższej analizy wynika, że moc potencjału wojskowego i militarnego w czasie pokoju, zużywana na neutralizację potencjałów otoczenia oraz na przygotowanie potencjałów dla wyższych poziomów eskalacji, kształtuje się w skali obozu, bloku czy też ugrupowania w oparciu o rozpoznanie stanów sił zbrojnych i stopnia militaryzacji w skali światowej. Czynnik czasu w przypadku stacjonarnym jest jednakowy dla wszystkich współzawodniczących systemów i potencjałów.

Identyfikacja mocy, jako konkretnego zadania technicznego w działaniu wojennym, dokonuje się na gruncie konkretnych parametrów przenoszenia siły niszczącej na określone odległości i w określonym czasie lub parametrów wytrzymałości na siłę niszczenia w szczególnym wypadku obrony. W modelowym ujęciu jest to odniesienie zbioru wektorów ze wzoru (2) na płaszczyznę czasu T, określaną jej rozciągłością λ t (funkcja zbioru λT) oraz intensywnością działań w jednostce czasu ψ (λt). Moc

potencjału wojskowego (podobnie militarnego, wojennego i obronnego) wyraża się więc następująco:

$$\sum_w = \frac{\{\pi\varrho L;\ \sigma\vartheta U;\ \varepsilon\eta U'\} : \varphi(\omega, \mu)}{\lambda t : \psi(\lambda t)}. \tag{3}$$

Empiryczna interpretacja tego sformułowania jest prosta. Mianowicie moc potencjału wyraża się przez czas prowadzenia skutecznego ataku lub obrony w stosunku do konkretnego potencjału przeciwnika, uwarunkowany rzeczywistą lub założoną intensywnością ataku. Zarówno strategia, jak i historia potwierdzają istnienie systemów wojennych rozwijających bardzo wysoki potencjał na względnie krótki okres *(blitzkrieg)*, lub względnie umiarkowany potencjał przez czas nieograniczony, co w teoretycznym rezultacie prowadzi do wyrównania wielkości pracy, chociaż wynik starcia może być wieloznaczny.

Wprowadzając teoretyczne uściślenie, nie można zapominać o istnieniu komplikacji praktycznych. Współczesna struktura sił zbrojnych, powiązania jej z aparatem politycznym i produkcyjnym państwa są do tego stopnia skomplikowane i oddziałują wzajemnie na siebie, częściowo w sposób żywiołowy i chaotyczny, wprzęgają taką ilość zamiennych rozwiązań czynników, nie tylko gospodarczych, ale również naukowo-technicznych, politycznych, ideologicznych i międzynarodowych, że nie można ich dotychczas jednoznacznie uwzględnić ilościowo w żadnym ścisłym modelu matematycznym, posługując się nawet najdoskonalszą aparaturą matematyczną. Potwierdzają to specjaliści ekonometrii i analizy systemów, zajmujący się znacznie prostszymi modelami czysto ekonomicznymi. Bez względu na to, jak bardzo skomplikowany model zbudowalibyśmy, to i tak pozostawi on za burtą wiele czynników wywierających wpływ na potencjał gospodarczy i militarny. Wpływ tych zmiennych do pewnego stopnia równoważy się wzajemnie, mimo to jednak oddziaływanie ich czystego efektu może być znaczne.

5. Statystyczno-prognostyczne porównania potencjałów

Statystyczne porównania potencjałów wojskowych mają wieloletnią tradycję. Opierała się ona początkowo na typowych przesłankach i pojęciach sztuki wojennej, operującej miarą związków taktycznych i operacyjnych (brygad, dywizji, armii). W obliczeniach porównawczych — jak już wspomniano — dominowały koncepcje strukturalno-organizacyjne z nielicznymi wzmiankami o zapleczu technicznym i gospodarczym. W ostatnim okresie międzywojennym do badań nad potencjałami wojennymi włączono szeroki zakres statystyki gospodarczej w ramach nauki o gospodarce obronnej *(Wehrwirtschaftslehre, defence economy)*. Współcześnie do analitycznych badań nad potencjałami wojennymi coraz głębiej przenikają — metodologia systemowa, pojęcia ekonometryczne i cybernetyczne modelowanie symulacyjne.

Jako uproszczony przykład szeregów statystycznych do porównań potencjałów wojennych i ekonomicznych mogą posłużyć prognostyczne badania ekonomistów burżuazyjnych, ustalających podstawy perspektywicznego planowania w dziedzinie wojskowo-strategicznej i w sferze polityki międzynarodowej. Statystyka ekonomiczna jest w tym wypadku przetwarzana na opisowe modele dla prognozy zmian w relacjach między potencjałami militarnymi różnych państw lub ich ugrupowań. Statystyczna prognoza ekonomiczna ujawnia bowiem tendencje w międzynarodowych stosunkach wydajności pracy i stopy życiowej ludności, co stanowi istotną przesłankę oceny warunków, mogących wpłynąć na wzrost niewyrównanych napięć między państwami kapitalistycznymi.

Statystyczne analizy opracowane pod kątem długofalowej polityki międzynarodowej publikowane są w pracach znanych badaczy amerykańskich K. Kahna i A. Wienera ze specjalistycznego instytutu w Hudson [25]. Na podstawie szeregów statystycznych z kilku lat przed rokiem 1965, jako bazowym, obliczają oni tempo rozwoju kapitalistycznych krajów uprzemysłowionych. Następnie

[25] K. Kahm, A. Wiener: *Working Papers of the Commission on the Year 2000 of the American Academy of Arts and Sciences*, t. II. Nowy Jork 1967, s. 3—35.

według tego tempa rozwijają ekstrapolację do roku 2000. Po wyliczeniu na kolejne lata szeregów prognostycznych dla poszczególnych krajów obliczają tempo wzrostu ludności i produktu globalnego w oddzielnych regionach. Stosownie do tych obliczeń napięcie między potencjałami krajów wysoce uprzemysłowionych a potencjałami krajów gospodarczo nie rozwiniętych w okresie najbliższych trzech dziesięcioleci będzie mocno wzrastać, szczególnie pod względem produkcji na jednego mieszkańca. Sumaryczny produkt globalny krajów rozwijających się w roku 1965 wynosił 307 mld dol., natomiast w krajach rozwiniętych — 1810 mld dol.; w roku 2000 wzrośnie odpowiednio do 1589 mld i 9259 mld dol. Z powyższego wynika, że procentowy udział krajów rozwijających się w produkcie światowym, wynoszący w roku 1965 około 14,5%, pozostanie w roku 2000 na poziomie praktycznie nie zmienionym, a stosunek produkcji na jednego mieszkańca obniży się z 1 : 12,4 na 1 : 17,7.

Faktem jest, że obliczenia te wyrażają jedynie umowną relację rozmiarów i poziomów produkcji w różnych krajach i rejonach świata, która mogłaby ukształtować się w wypadku zachowania na przyszłość tego samego tempa rozwoju, co w latach poprzednich. Świadczą one jednak o istnieniu dwu przeciwstawnych tendencji wyrażających zbliżenie poziomów produkcji w przeliczeniu na jednego mieszkańca Stanów Zjednoczonych, Europy i Japonii i pogłębiających luki między tymi poziomami a poziomem sił wytwórczych w krajach rozwijających się. W takich tendencjach kryją się zarówno źródła wzmożonego nacisku państw imperialistycznych w celu podporządkowania krajów gospodarczo słabo rozwiniętych, jak i źródła zaostrzonej walki narodów zamieszkujących te kraje o zdecydowaną zmianę wewnętrznych i międzynarodowych warunków ich egzystencji i rozwoju gospodarczego. Kryją się też narastające sprzeczności między krajami zamożnymi i biednymi, w których ożywiają się równocześnie problemy walki klasowej.

Mimo iż te prognostyczne statystyki nie uwzględniają sprzężeń w międzynarodowych stosunkach polityczno-ekonomicznych (a badany problem polega właśnie na tym, aby te związki wyodrębnić w analizie czynnikowej i ocenić ich rolę w przyszłym

rozwoju), to nawet jako surowe ekstrapolacje wyznaczają one sterowalne kierunki rozwoju potencjałów polityczno-militarnych.

Inny typ statystycznych porównań potencjałów wojskowych z uwzględnieniem syntetycznych wskaźników ogólnoekonomicznych prezentuje corocznie Międzynarodowy Instytut Badań Strategicznych w Londynie [26]. Podaje on z reguły dla każdego państwa dane charakteryzujące czas służby wojskowej, ogólną liczbę sił zbrojnych, globalny dochód narodowy, wielkość budżetu obrony oraz dane dotyczące stanów osobowych i uzbrojenia w poszczególnych rodzajach sił — lądowych, powietrznych i morskich.

Dane te na przykładzie dwóch prawie równoważnych ludnościowo organizmów państwowych (Nigeria 62 mln mieszkańców i RFN 60 mln) wskazują, jak potencjały wojskowe przy równych wskaźnikach demograficznych mogą być drastycznie niewspółmierne. Podobne wnioski potwierdza porównanie innych krajów uprzemysłowionych z krajami gospodarczo słabo rozwiniętymi. W takim kontekście zbędne są wyrafinowane metody obliczeniowe. Przy analizie współmiernych potencjałów w krajach uprzemysłowionych potrzebne są głębsze badania całokształtu ich gospodarki.

Przedłużeniem statystycznych metod porównywania potencjałów wojskowych i militarnych są pomiary ekonometryczne. Statystyka porównawcza budżetów wojskowych z globalnym produktem narodowym danego roku i lat poprzednich informuje o procentowym obciążeniu gospodarki nakładami na obronę (wahającymi się np. od 0,9% w Luksemburgu do 26,5% w Izraelu), absolutnym obciążeniu wydatkami obronnymi przeciętnego mieszkańca (od 1 dol. w Etiopii do 483 dol. w Izraelu), wydatkach budżetowych na utrzymanie jednego żołnierza lub umownego systemu uzbrojenia itp. [27]. Wskaźniki te, aczkolwiek mają istotne znaczenie planistyczne, dają jedynie ogólny pogląd na intensywność tworzenia potencjałów. Pełniejszą treść planistyczną uzyskuje się po zastosowaniu analizy nakłady — wyniki, zwanej też analizą przepływów międzygałęziowych. Może ona dostarczyć nie tylko „migaw-

[26] „The Military Balance" 1971—1972, s. 18—19 i s. 36—37.

[27] *Tamże*, s. 60—61.

kowej fotokopii" stanów przejściowych i zarejestrowanych wydatków w pewnym okresie, lecz także stanu względnie trwałych powiązań między potencjałem produkcyjnym państwa a bieżącymi i perspektywicznymi potrzebami sił zbrojnych, stanu rzeczywiście wykorzystanych mocy produkcyjnych i istniejących rezerw. Niewiele bowiem można wnioskować o potencjale militarnym z porównania budżetu obrony i produktu globalnego, jeśli znaczna ilość produkcji zbrojeniowej kierowana jest na eksport i nie znajduje odbicia w budżecie, a w gałęziowej statystyce produktu globalnego jest zaliczana do produkcji środków transportowych lub przemysłu maszynowego. Podobnie mogą być przygotowane znaczne rezerwy mocy produkcyjnych w gałęziach militarnych, które nie ujawniają się bieżąco w wydatkach budżetowych.

Ekonometryczny model przepływów międzygałęziowych rozszerza możliwość szacunku produkcji militarnej, który obejmuje nie tylko „montaż" końcowych produktów dla wojska, lecz także pośrednie związki, występujące w tej produkcji. Możliwy jest pomiar bezpośrednich, jak i pośrednich nakładów pracy uprzedmiotowionej i żywej na wytwarzanie dóbr o przeznaczeniu wojennym. Do nakładów tych należą inwestycje na przemysł zbrojeniowy i surowcowy, nakłady na wydobycie surowców, na energetykę i materiały, zużywane we wszystkich gałęziach pracujących dla produkcji militarnej. Podstawę rozliczenia stanowią równania produkcji, charakteryzujące proces wytwarzania w każdej gałęzi jako funkcję skali i struktury produktu końcowego. Po wydzieleniu zapotrzebowania militarnego w odrębny sektor, otrzymuje się ocenę rozmiarów produkcji w każdej gałęzi, wytwarzającej pośrednio, bezpośrednio i wyłącznie dla potrzeb wojskowych.

Pierwszą opublikowaną próbę uzyskania gałęziowej charakterystyki obciążenia produkcją wojenną oraz związanego z nim zatrudnienia siły roboczej przeprowadzili W. Leontieff i M. Hoffenberg [28]. Porównali oni za rok 1958 bezpośrednie zakupy pań-

---

[28] W. Leontieff, M. Hoffenberg: *The Economic Effects of Disarmament*, „*Scientific American*", *kwiecień* 1961. Później ukazały się inne

stwowe na potrzeby wojskowe oraz strumienie produkcji pośredniej zabezpieczającej te zakupy łącznie z całą produkcją o charakterze wojskowym kierowaną na eksport. Nie wnikając w umowne i dyskusyjne szczegóły związane z agregacją, z tablicy przepływów międzygałęziowych można zestawić obraz militaryzacji gospodarki, dający pogląd na wykorzystanie i stany rezerw w poszczególnych branżach.

Tablica 16 dostarcza wielu wniosków o potencjale militarnym i wojennym, rozwiniętym w danym czasie i danym państwie, w stosunku do pewnych wielkości minimalnych i maksymalnych.

W potencjale militarnym kraju uczestniczą nie tylko te gałęzie produkcji, które realizują bezpośrednie zamówienia dla wojska, lecz również gałęzie przemysłu metalurgicznego, papierniczego oraz przemysłu materiałów niemetalicznych, wytwarzające prefabrykaty, przerabiane przez gałęzie dające produkcję finalną. Zaangażowanie w tych przemysłach osiąga 13,3%, 6,9% i 4,7%. Przemysł papierniczy jest głównie dostawcą opakowań dla wytwórców produktów finalnych, a przemysł przetwórstwa niemetalicznego głównie tworzyw sztucznych jako półfabrykatu niezbędnego dla sprzętu i urządzeń wojskowych.

Wielkość produkcji militarnej ponad dwukrotnie przewyższa bezpośrednie zakupy wojskowe. W przemyśle chemicznym — ponad 10-krotnie, zaś w przemyśle gumowym ponad 40-krotnie. Najwyższy poziom zaangażowania militarnego występuje w gałęziach wytwarzających: sprzęt transportowy (w tym samobieżny sprzęt bojowy) — 38,5%; maszyny elektryczne — 20,1% oraz metale — 13,3%. Wskaźniki te charakteryzują militaryzację w czasie pokoju. W czasie pogotowia wojennego i wojny wzrastają one do pewnego poziomu nasycenia, odzwierciedlającego maksymalny udział gałęzi w zaspokojeniu potrzeb określonej wojny.

Ekonometryczno-cybernetyczne pomiary potencjałów prowadzone są ze szczególną intensywnością dla potrzeb analizy strategiczno-operacyjnej i taktycznej w procesie dowodzenia wojska-

---

prace na ten temat, np. G. Mayer: *Un tentativo di analisi settoriale delle spese militari in Italia*, „Rivista aeronautica" 1965, nr 11.

Tablica 16

Wskaźniki „sektora" militarnego według gałęzi produkcji Stanów Zjednoczonych, wynikające z powiązania zakupów wojskowych w roku 1958

Gałąź	Produkcja globalna gałęzi w mln dol. (stałe ceny z 1947 r.)	Wojskowe zakupy wyrobów gałęzi w mln dol.	Całkowita produkcja wojskowa w mln dol.	Stopień militaryzacji % 4 : 2
1	2	3	4	5
Przemysł spożywczy	96 444	536	1 513	1,6
Przemysł odzieżowy i tekstylny	30 582	143	575	1,9
Przemysł skórzany i obuwniczy	3 786	24	116	3,1
Przemysł papierniczy	11 303	—	788	6,9
Przemysł chemiczny	16 634	85	877	5,3
Paliwa i elektroenergia	36 243	991	2 633	7,3
Przemysł gumowy	4 333	6	244	5,6
Przemysł drzewny	11 665	19	451	3,9
Górnictwo niemetali i ich przetwórstwo	7 123	—	337	4,7
Metalurgia	25 230	—	3 384	13,4
Przemysł wyrobów z metali	16 071	106	1 281	7,9
Budowa maszyn	15 780	166	823	5,2
Budowa maszyn elektrycznych	14 962	915	3 110	20,8
Sprzęt komunikacyjny (w tym czołgi, artyleria itp.)	27 617	9 473	10 609	38,4
Przemysł narzędziowy	1 835	22	370	20,1
Inne gałęzie przemysłu przetwórczego	4 225	—	119	2,8
Transport	25 108	730	1 486	5,9
Handel	54 287	78	735	1,4
Usługi, ubezpieczenia, finanse	141 254	705	1 886	1,3
Budownictwo	46 378	967	967	2,1
Inne	17 426	742	2 144	12,3
Razem	608 186	15 708	34 448	5,7

Źródło: Według przeliczeń Ł. Gromowa i E. Czetyrkina: *Kapitalisticzeskoje wosproizwodstwo i militaryzacija ekonomiki*, „Mirowaja ekonomika i miezdunarodnyje otnoszenija" 1966, nr 8, s. 79.

mi oraz zaopatrywania teatrów działań wojennych. Do tych pomiarów rozwinięto wiele modeli operacyjnych, omawianych w rozdziale VII i VIII [29].

6. Ekonometryczne modele poziomu zbrojeń

Do badania rozwoju potencjałów militarnych, wyrażających poziom zbrojeń, rozwinięto szereg zmatematyzowanych modeli, opartych zarówno na rozważaniach teoretycznych, jak i na badaniach historycznych, potwierdzających występowanie pewnych prawidłowości w rozwoju stosunków ilościowych między rywalizującymi systemami [30].

Równowaga zbrojeń przedstawiona jest na wykresie współrzędnych (rys. 47).

Na osi odciętych, wyznaczającej stan zbrojeń strony f_1, znajdujemy punkt α, odpowiadający stałym nakładom na cele obrony. Umożliwiają one np. utrzymywanie 10 związków pancernych wraz z odpowiednim wsparciem lotniczym i elementami pomocniczymi. Prowadząc od tego punktu w górę krzywą paraboliczną, charakteryzującą wzrost dochodu narodowego i powiększanie możliwości ekonomicznych, otrzymujemy pole sił strony f_1, uznane za dostateczne do zneutralizowania sił f_2, których wielkość wyznaczana jest na osi rzędnych przez krzywą wyprowadzoną z punktu β. Gdyby strona f_2 oceniała, że na zneutralizowanie sił f_1 potrzebna jest ściśle ta sama wielkość, którą dysponuje f_1, to punkt prze-

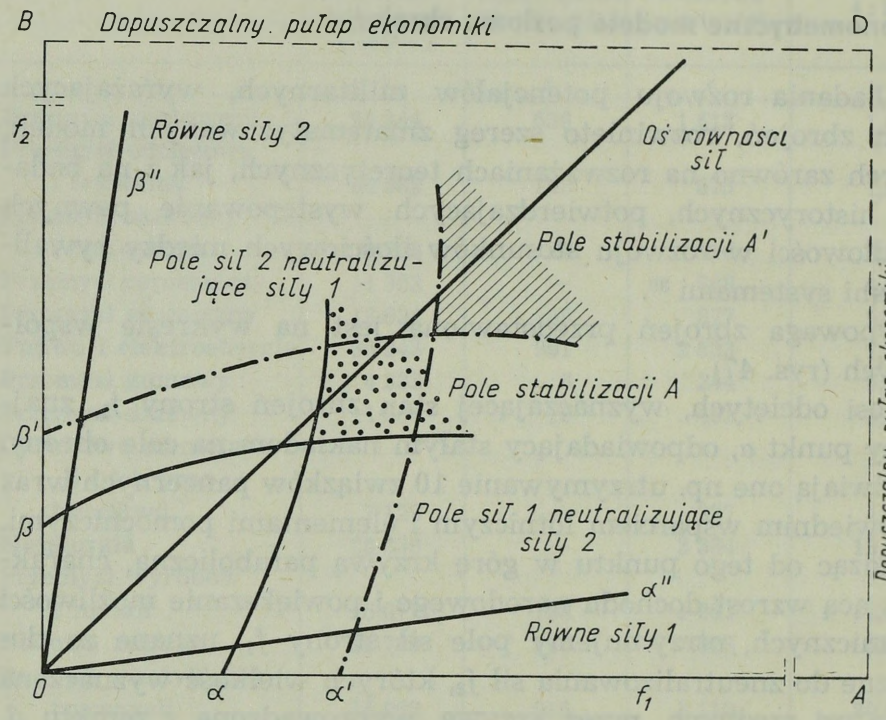
---

[29] M. Gonczarenko: *Kibiernietika w wojennom diele*, Moskwa 1960, s. 128—139; T.L. Saaty: *Mathematical Models of Arms Control and Disarmament*, Nowy Jork 1968, s. 118—120; L. Kuleszyński: *Dowodzenie wojskami a cybernetyka*, Warszawa 1967.

[30] L.F. Richardson: *Arms and Insecurity*, Pittsburgh 1960; *Statistics of Deadly Quarrels*, Chicago 1960.

Idea modelu Richardsona została sformułowana już wcześniej przy okazji badania walki o byt w zamkniętym środowisku przyrodniczym między zwierzętami mięsożernymi i roślinożernymi oraz badania warunków, wpływających na kształtowanie się chwiejnej równowagi między tymi gatunkami. V. Volterra: *Leçon sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie*, Paryż 1963.

cięcia krzywej punktu β z krzywą α znalazłby się na linii równości sił, przebiegającej pod kątem 45° do obydwóch osi. Jeśli strona f_2 uważa, że do zneutralizowania 10 związków f_1 wystarcza 7 związków, przecięcie linii α i β nastąpi poniżej linii równości.



47. Ilustracja pojęcia równowagi i stabilizacji zbrojeń

Obszar wykropkowany oznacza pierwsze pole stabilizacji i równowagi sił. Jest to obszar, którego współrzędne uznawane są przez obie strony za dostateczne wielkości do zneutralizowania sił przeciwnika i rozstrzygnięcia konfliktu na swoją korzyść. Jeżeli strona f_1 przesunęłaby punkt α na prawo w położenie α', to odpowiedzią strony f_2 z reguły jest przesunięcie punktu β do położenia β', Obszar równowagi przenosi się na wyższy poziom, który oznacza wyścig zbrojeń, zmniejszający obszar zaspokojenia innych potrzeb społecznych, mieszczących się w kwadracie *OBDA*, obejmującym całą gospodarkę narodową. Równocześnie podnoszenie poziomu zbrojeń utrudnia utrzymanie równowagi, ponieważ w miarę zbliżania się stałych linii zbrojeń do dopuszczalnych pułapów wy-

znaczonych przez gospodarkę krajów (przerywane linie kwadratu) maleje pole swobodnego manewru i wzrasta znaczenie warunków ograniczających.

Inne założenie równowagi sił ilustrują linie f_1 i f_2 odpowiadające całkowitej, teoretycznej równości sił, rozwijanych symetrycznie od punktu zerowego. Takiej równości w praktyce planistycznej osiągnąć obecnie jeszcze nie można ze względu na stany historyczne.

W modelu L. F. Richardsona zakłada się, że kraj uczestniczący w wyścigu zbrojeń dąży do rozwoju sił zbrojnych proporcjonalnie do poziomu zbrojeń potencjalnego przeciwnika. Innymi słowy jest to model odwzorowujący partnera. Ograniczenia ekonomiczne powodują, że stopa wzrostu zbrojeń pozostaje w pewnej proporcji do wielkości już istniejących sił zbrojnych, utrzymywanych przez każdy naród ze względów historycznych i prestiżowych niezależnie od rozwoju sytuacji politycznej i stanu zagrożenia. Na podstawie tych założeń można dla dwóch rywalizujących stron zapisać następujące zależności różniczkowe:

$$\frac{dN_1}{dt} = kN_2 - aN_1 + g$$

$$\frac{dN_2}{dt} = lN_1 - bN_2 + h,$$

gdzie:

N_1, N_2 — poziomy nakładów na zbrojenie w kraju 1 i 2;
t — czas (np. okresy roczne);
d — przyrost nakładów na zbrojenia w okresach czasu;
k, l — stałe współczynniki, zwane współczynnikami obrony lub reakcji na przyrost zbrojeń u potencjonalnego przeciwnika;
a, b — współczynnik kosztów;
g, h — współczynnik eskalacji (dodatni) lub współczynnik łagodzenia (ujemny).

Równowaga potencjałów wojskowych występuje, gdy nakłady zbrojeniowe równoważą się na stałym poziomie, czyli gdy $kl \leqslant ab$, tzn., gdy iloczyn współczynników reakcji jest mniejszy lub najwyżej równy iloczynowi współczynników wyrażających koszty

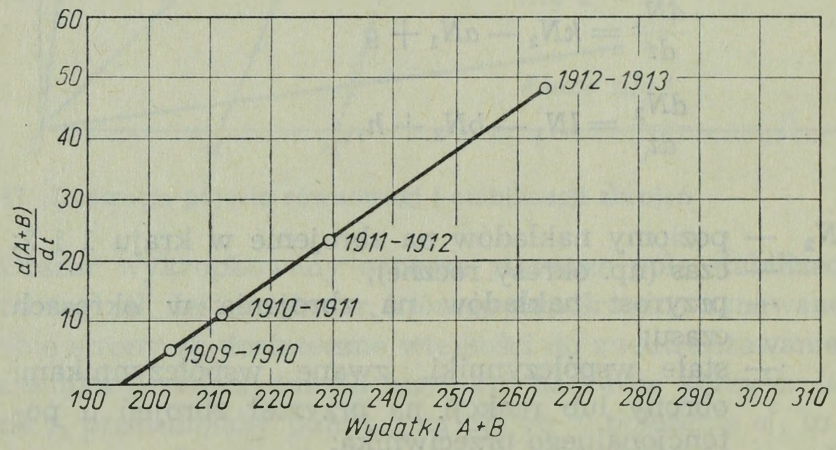
zbrojeń. W przeciwnym razie następuje nieprzerwany łańcuch wzrastającego wyścigu zbrojeń.

Adekwatność modelu została potwierdzona na rzeczywistym wyścigu zbrojeń z lat 1909—1913 między państwami centralnymi a Ententą (Niemcy i Austria przeciw Francji i Rosji) oraz na wyścigu między wielu krajami w latach 1932—1939.

Przyjmując, że nakłady zbrojeniowe dla bloku centralnego wynosiły A, a dla Ententy B, oraz że jednorodne nakłady w tych blokach równały się odpowiednio A_0 i B_0 (czyli $N_1 = A - A_0$, $N_2 = B - B_0$) przy dalszym uproszczeniu $k = l$ i $a = b$, otrzymujemy następujące przekształcenie sumy obydwóch pierwotnych równań różniczkowych:

$$\frac{d(A+B)}{dt} = (k-a)\left[A+B-(A_0+B_0-\frac{g-h}{k-a})\right].$$

Powyższe równanie wskazuje, że stopa przyrostu nakładów zbrojeniowych obydwóch bloków była proporcjonalna do osiąg-



48. Stosunek przyrostu nakładów do osiągniętego poziomu zbrojeń

niętego poziomu sumarycznych nakładów zbrojeniowych tych bloków. Równanie potwierdza liniową zależność między stopami przyrostów a osiąganymi poziomami zbrojeń (rys. 48).

Rysunek z całą wyrazistością pokazuje, jak w miarę gromadzenia potencjału wojskowego wzrastają potrzeby wojskowe. Gdy

w roku 1910 przyrost kształtował się poniżej 8 punktów, w roku 1911 — 17 punktów, to w roku 1912 już powyżej 25 punktów. Wprost proporcjonalny wzrost nakładów zbrojeniowych wyraża się tutaj nachyleniem $k - a > 0$, czyli $k > a$, wskazującym na rozkręcenie nieprzerwanego wyścigu zbrojeń.

Trudność wykorzystania tego modelu do oceny współczesnych zbrojeń wynika przede wszystkim z ograniczoności ścisłych i porównywalnych danych statystycznych. Ponadto w modelu tym brak jest miarodajnych ograniczeń ekonomicznych, brak ogólnego pułapu. Pułapem tym może być różnica między globalnym majątkiem i dochodem narodowym kraju a produktem niezbędnym dla utrzymania ludności.

Wprowadzając dodatkowe zmienne na oznaczenie jednostkowego kosztu utrzymania już istniejących sił zbrojnych M oraz C — na oznaczenie zasobów możliwych do skierowania na cele zbrojeniowe, otrzymujemy kwotę nakładów na nowe uzbrojenie, równą $C - MN_1$. Jeżeli prawą stronę pierwotnego równania podzielimy przez a, to wartość operatora różniczkowego możemy zapisać następująco:

$$D = a\left(\frac{kN_2}{a} - N_1 + \frac{g}{a}\right),$$

gdzie $\frac{k}{a}$ i $\frac{g}{a}$ wyrażają właściwy stosunek wzrostu nakładów zbrojeniowych, albo minimalne poziomy obniżania potencjałów w wypadku podjęcia przez jedną stronę polityki rozbrojenia. Wartość współczynnika a wyrażana jest jako iloraz jedności i czasu (1/czas). Iloraz $1/a$ określa planowany czas na osiągnięcie pożądanego poziomu zbrojeń. Nakłady ogółem wzrastają liniowo w stosunku do D przy niskich wartościach D, natomiast nakłady na nowe uzbrojenie zbliżają się asymptotycznie do górnego pułapu.

Jeśli funkcja jest liniowa, skłonność do zwiększania nakładów na zbrojenia w poszczególnych krajach jest różna. Na wyrażenie tej różnicy wprowadza się parametr p oznaczający skłon-

ność do ponoszenia nakładów zbrojeniowych. Rozszerzony model zapisuje się w postaci:

$$\frac{dN_1}{dt} = (C - MN_1)\ (1 - e^{-pd}),$$

$$\frac{dN_2}{dt} = (C' - M'N_2)\ (1 - e^{-p'd'}).$$

Wyrażenie potęgowe jest słuszne zarówno przy bardzo małych, jak i bardzo wielkich wartościach D. Model ten oblicza się przekształcając e^{-pd} w szereg pierwszego stopnia, przy założeniu $MN_1 \leqslant C$, aby $dN_1/dt \approx CpD$ itd.

Ażeby utrzymać równowagę, wartość jednego wyrażenia ujętego w nawias musi być równa 0, to jest $C - MN_1 = 0$ lub $1 - e^{-pd} = 0$, co prowadzi także do $D = 0$. Oznacza to spełnienie warunku równowagi określonej przez Richardsona.

Tak rozwinięty model Richardsona, po podstawieniu dla współczynników konkretnych wartości, prowadzi do następujących wniosków: jeżeli $p = a = p' = a' = 1$, to $g = g' = 0$; $k/a = k'/a' = 2$; $C = C'$; $M = M' = \frac{1}{2}$; $N_1(0) = N_2(0) = 0{,}01C$. Innymi słowy — przy jednakowej skłonności rywalizujących krajów do ponoszenia nakładów na zbrojenia, równej współczynnikom kosztów zbrojeń na poziomie jedności, współczynniki eskalacji przybierają wartość zerową, a początkowy poziom zbrojeń waha się około 1% maksymalnej wielkości zasobów możliwych do skierowania na cele zbrojeniowe [31]. Krzywa funkcji czasu pokazuje, że przez pierwsze pięć lat wyścig zbrojeń rośnie geometrycznie, następnie — po ósmym roku — kąt nachylenia maleje, osiągając po roku trzynastym 95% poziomu maksymalnego i przechodząc w stan stały, jeśli nie dochodzi do konfliktu zbrojnego, prowadzącego do tzw. efektu przesunięcia poziomu udziału nakładów wojskowych w dochodzie narodowym kraju.

Praktyczna interpretacja modelu Richardsona w zagadnieniach planowania ekonomicznego obrony sprowadza się do omówionego

---

[31] T.L. Saaty: *op. cit.*, s. 49.

już zagadnienia minimalizacji funkcji nakładów (kosztów) zbrojeniowych, wyznaczanych przez całkę:

$$\int_0^1 (a_1 N_1^2 + a N_2^2 + b_1 u_1^2 + b_2 b_2^2)\, dt,$$

gdzie: a_1, a_2, b_1 i b_2 są współczynnikami ograniczającymi. Współczynniki podlegają wariantowaniu przez funkcję sprawności kierowania u_1 *(t)*, oznaczającą racjonalny wybór w planowaniu zbrojeń pierwszego kraju (uzupełnienie prawej strony pierwszego równania) oraz przez podobną funkcję u_2 *(t)* dla drugiego kraju (uzupełnienie drugiego równania). Wyścig zbrojeń może być więc poddawany kontroli w procesie jego planowania zarówno w indywidualnym interesie partnerów, jak też w interesie wspólnym (co znajduje wyraz m.in. we współczesnych negocjacjach SALT).

Model nie wskazuje jednak, jak kształtują się związki między wyścigiem zbrojeń a prawdopodobieństwem wybuchu wojny. Można tylko domniemywać, że psychoza towarzysząca wyścigowi zbrojeń przyczynia się do przypadkowego wybuchu wojny w wyniku błahej prowokacji lub dojścia z jednej strony do wniosku, że przedłużanie wyścigu zbrojeń pociąga za sobą zbyt wielkie obciążenie ekonomiczne, które stronie przeciwnej daje szansę wygrania tego wyścigu. Wnioskowanie w tym kierunku wymaga zwrócenia się do teorii bardziej uogólnionej, a mniej mechanicznej, do marksistowskiej analizy zachowania się zbiorowości społecznych pod wpływem historycznej nadbudowy ustrojów klasowych, opartych na wyzysku. Błędne jest bowiem mechaniczne rozumowanie oparte na komputerowych obliczeniach 13 531 wojen zanotowanych w okresie 5560 lat „pisanej historii", dających średnią 2,6135 wojen rocznie i mających implikować ilościową prawidłowość w rozwoju stosunków międzynarodowych [32]. Wojny bowiem mogą być bardzo intensywne, np. według modelu ostatnich wojen światowych, średniointensywne — jak wojna koreańska lub wietnamska (w których nie angażuje się pełni sił i nie odnosi decydującego zwycięstwa) oraz wojny o nieznacznym

[32] *Tamże*, s. 50.

natężeniu (np. algiersko-marokańska). Nie można ich zatem sumować, a tym bardziej porównywać z wizją wojny termojądrowej, której niezamierzone skutki mogą być dla ludzkości groźniejsze, aniżeli skutki wszystkich dotychczasowych, powiedzmy, piętnastu tysięcy historycznych wojen. Fakt, że od roku 1945 zarejestrowano w ciągu 23 lat „tylko" 40 wojen, potwierdzający zmniejszanie się tej średniej, ma zapewne swoją wymowę, ale nie na płaszczyźnie mechanicznej, lecz na płaszczyźnie konkretnych przemian ustrojowych i kształtowania się w świecie idei socjalistycznego internacjonalizmu. Mimo tych zastrzeżeń model Richardsona pozwala w pewnym stopniu znaleźć wskaźnik ostrzegawczy o zbliżaniu się wyścigu zbrojeń do niebezpiecznego progu, którego przekroczenie stanowi zagrożenie dla pokoju.

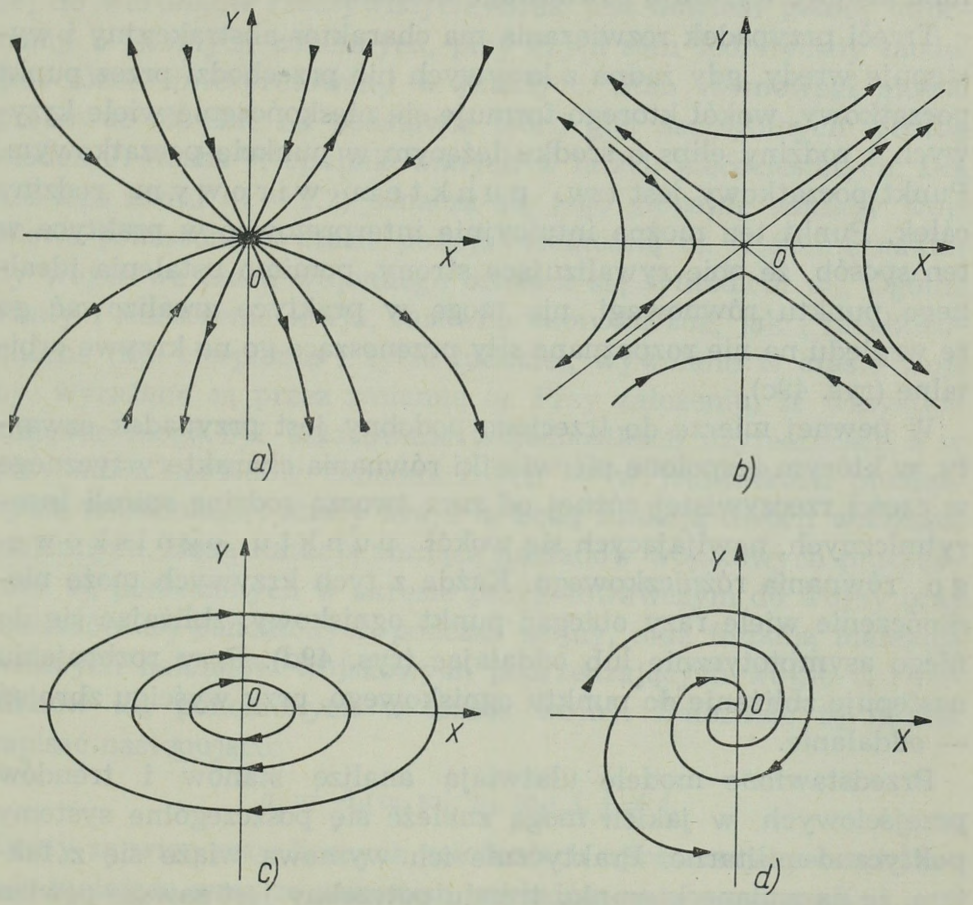
Badanie zmienności równowagi wiąże się z analizą warunków, w jakich współrzędne utrzymują się w pobliżu punktu równowagi lub zdążają do tego punktu przy $t \to \infty$. Zakładamy, że tylko jedna krzywa charakterystyczna przechodzi przez dowolny punkt dziedziny wyznaczającej układ. Jeżeli rozwiązaniem układu jest tylko jeden punkt, nie można wyznaczyć krzywej przecinającej go. Taki punkt osobliwy odpowiada stałej równowadze układu w punkcie początkowym. Jeżeli równowaga kształtuje się na różnych poziomach, to zbiór odpowiadających jej punktów wyznacza krzywą ruchu, krzywą wyścigu zbrojeń. Różnica szybkości przechodzenia na kolejne poziomy zmienia kąt nachylenia rodziny krzywych leżących w pewnym otoczeniu punktu początkowego, gdy t zmienia się od $-\infty$ do $+\infty$. Zachowanie się rodziny krzywych całkowych w sąsiedztwie początkowego punktu osobliwego zależy od pierwiastków równania charakterystycznego [33].

Jeżeli pierwiastki równania charakterystycznego są rzeczywiste i mają jednakowe znaki $\lambda_1 < \lambda_2 < 0$, $0 < \lambda_1 < \lambda_2$, to punkt osobliwy jest p u n k t e m w ę z ł o w y m równania różniczkowego. Krzywe całkowe w kształcie paraboli, leżące w otoczeniu punktu węzłowego, przechodzą przez ten punkt. Jeżeli pierwiastki są

---

[33] F. L e j a: *Rachunek różniczkowy i całkowy*, Warszawa 1969, s. 424—426.

mniejsze od zera, to współrzędne krzywych są zbieżne do punktu węzłowego równowagi stałej. Jeżeli pierwiastki są większe od zera, to węzłowy punkt początkowy reprezentuje równowagę niestałą, ponieważ współrzędne krzywych oddalają się od punktu



49. Charakterystyczne sytuacje równowagi zbrojeń
a) — stały punkt węzłowy (strzałki dośrodkowe przy $y \to 0$ tendencje rozbrojeniowe, przy $y > 0$ tendencje zbrojeniowe); b) — punkt siodłowy (równowaga niestała, strzałki jak na rys. *a*); c) — punkt wirowy elipsy (równowaga szczególna); *d*) — stała spirala wokół punktu ogniskowego (strzałki dośrodkowe — rozbrojenie, strzałki odśrodkowe — wyścig zbrojeń)

węzłowego (rys. 49a). Różnice te pokazano strzałkami o przeciwnych kierunkach, zaznaczonymi na poszczególnych parach paraboli.

Jeżeli $\lambda_1 < 0 < \lambda_2$, to krzywe całkowe tworzą rodzinę hiperbol

asymptotycznych, w stosunku do osi, stanowiących wspólne asymptoty rozdzielcze, przecinające się w tzw. punkcie siodłowym (rys. 49b). Tylko asymptoty rozdzielcze mogą na swoim przecięciu wyznaczać równowagę stałą, natomiast wszystkie inne krzywe wyrażają równowagę niestałą.

Trzeci przypadek rozwiązania ma charakter abstrakcyjny i występuje wtedy, gdy żadna z krzywych nie przechodzi przez punkt początkowy, wokół którego formuje się nieskończenie wiele krzywych z rodziny elips o środku leżącym w punkcie początkowym. Punkt początkowy jest tzw. punktem wirowym rodziny całek. Punkt ten można intuicyjnie interpretować w praktyce w ten sposób, że obie rywalizujące strony, pomimo ustalenia idealnego punktu równowagi, nie mogą w praktyce zrealizować go ze względu na nie rozpoznane siły przenoszące go na krzywe orbitalne (rys. 49c).

W pewnej mierze do trzeciego podobny jest przypadek czwarty, w którym zespolone pierwiastki równania charakterystycznego w części rzeczywistej różnej od zera tworzą rodzinę spirali logarytmicznych, nawijających się wokół punktu ogniskowego równania różniczkowego. Każda z tych krzywych może nieskończenie wiele razy obiegać punkt ogniskowy, zbliżając się do niego asymptotycznie lub oddalając (rys. 49d). Przy rozbrojeniu następuje zbliżanie do punktu ogniskowego, przy wyścigu zbrojeń — oddalanie.

Przedstawione modele ułatwiają analizę stanów i trendów przejściowych, w jakich mogą znaleźć się poszczególne systemy polityczno-militarne. Praktycznie ich wymowa wiąże się z faktem, że na zmianę kierunku trendu potrzebny jest zawsze pewien czas, dający się prognozować w sposób bardziej lub mniej przekonujący już na podstawie pewnych symptomów ustalających kierunek trendu.

W wypadku negocjacji rozbrojeniowych i wprowadzenia ich w życie, istotnego znaczenia nabiera modelowanie zmian w istniejącym bilansie równowagi sił. Zainteresowane strony troszczą się przede wszystkim o niedopuszczenie do zmian pogarszających ich pozycję przetargową. Potrzebne jest przy tym ścisłe określenie pojęcia „zachowanie istniejącego stanu równowagi i potencja-

łu" oraz badanie wniosków politycznych, wynikających z określenia tych pojęć. Dodać przy tym jednak należy, że nawet najdokładniejsza definicja wyprowadzona na abstrakcyjnym poziomie teoretycznym zawiera rozległy margines błędu przy zastosowaniu jej do warunków rzeczywistych. Brak jest bowiem pełnej informacji o istotnych zmiennych, przy czym sam teoretyczny model jest różnie interpretowany w praktyce. Stan równowagi można próbować określić na podstawie teorii gier szczególnych według modeli J. Nasha [34], opublikowanych w latach pięćdziesiątych. Dla każdego kraju $i (i = 1,2)$ oznacza się jego globalne nakłady wojskowe ponoszone w czasie pokoju wielkością v_1. Globalne nakłady wojskowe czasu wojennego oznacza się symbolem w_1. Ogólne straty i zniszczenia kraju, zarówno ekonomiczne, jak i nieekonomiczne (np. cierpienia i życie ludzkie), wywołane w czasie wojny, wyrażane są przez zmienną a_i. Przy założeniu, że wszystkie zmienne mogą być oszacowane w jednostkach użyteczności, a w przypadku nakładów ekonomicznych — w jednostkach pieniężnych, zniszczenia i straty kraju a_i będą funkcją dwóch wielkości zmiennych. Będą funkcją rosnącą nakładów wojskowych przeciwnika v_j, poniesionych w okresie przygotowawczym do wojny oraz nakładów w_j ponoszonych podczas wojny, oraz funkcją malejącą własnych nakładów wojskowych poprzedzających wojnę v_i i nakładów w_i, ponoszonych w czasie wojny. Zależność tę można zapisać następująco:

$$a_i = A_i(v_i, w_i; v_j, w_j), i, j \neq i.$$

Straty są więc przy licznych założeniach upraszczających wielkością malejącą wraz ze wzrostem nakładów na obronę, czyli

$$\frac{da_i}{dv_i} < 0; \qquad \frac{da_i}{dw_i} < 0;$$

natomiast wielkością wzrastającą wraz ze wzrostem nakładów po stronie przeciwnika

$$\frac{da_i}{dv_j} > 0; \qquad \frac{da_i}{dw_j} > 0.$$

[34] J. Nash: *Non-Cooperative Games*, „Ann. Math.", wrzesień 1951.

Globalne koszty wojny dla każdego kraju będą wynosiły:

$$\eta i = w_i + a_i = w_i + A_i \ (v_i, w_i; v_j, w_j).$$

Składają się na nie wojenne nakłady wojskowe w_i oraz straty wywołane przez działalność przeciwnika a_i. Nie wlicza się przy tym nakładów czasu pokojowego, ponieważ podczas wojny traktuje się je jako nakłady historyczne, nie mające wpływu na bieżący wybór zasad postępowania.

Stosownie do teorii Nasha względna ocena potencjału danego kraju, wyrażająca jego zdolność do osiągnięcia korzystnego dla siebie rozstrzygnięcia konfliktu dzięki sile militarnej, będzie zależała od stosunku globalnych strat i zniszczeń η_i, które kraj może ponieść w czasie wojny, do globalnych strat i zniszczeń η_j po stronie przeciwnej.

Jeżeli dwa kraje zawierają układ o zmniejszeniu ich nakładów wojskowych podczas pokoju v_i oraz v_j o pewną określoną sumę dv_j, to układ ten będzie podtrzymywał względny stan potencjałów tylko pod warunkiem, że stosunek $\frac{\eta_i}{\eta_j}$ pozostanie nie zmieniony. Jeżeli dv_i oraz dv_j są dostatecznie małe, to można ich oddziaływanie interpretować:

$$\frac{d\eta_i}{\eta_i} = \frac{d\eta_j}{\eta_j}.$$

Jeżeli powyższy warunek zostaje spełniony, to można zapisać następujące równanie:

$$\left(\frac{\partial \eta_i}{\partial v_i} dv_i + \frac{\partial \eta_i}{\partial v_j} dv_j\right) = \frac{\left(\frac{\partial \eta_j}{\partial v_i} dv_i + \frac{\partial \eta_j}{\partial \eta_j} dv_j\right)}{\eta_j},$$

dające się przekształcić do postaci:

$$\frac{\left(\frac{\partial a_i}{\partial v_i} dv_i + \frac{\partial a_i}{\partial v_j} dv_j\right)}{w_i + a_i} = \frac{\left(\frac{\partial a_j}{\partial v_i} dv_i + \frac{\partial a_j}{\partial v_j} dv_j\right)}{w_j + a_j}.$$

Zawarty w tym równaniu warunek objaśnia się w praktyce w sposób następujący. Względna równowaga potencjału między dwo-

ma krajami zostanie zachowana przy podejmowaniu decyzji ograniczających zbrojenia, jeżeli przedsięwzięcia te będą zmieniały globalne straty i zniszczenia wojenne (koszty wojny) w obydwóch krajach w jednakowym stosunku, np. o 10% w ujęciu wartości użytkowych. Trudność praktyczna polega na tym, że zmniejszenie kosztów wojennych jest rezultatem dwóch przeciwstawnych sił. Uzgodnione zmniejszenie nakładów wojskowych u przeciwnika zmniejsza jego siłę zaczepną i tym samym wielkość zniszczeń w drugim kraju. Każde zaś zmniejszenie nakładów we własnym kraju osłabia zdolności obronne i tym samym przyczynia się do zwiększenia strat i zniszczeń. Pomimo więc dokładnego matematycznego sformułowania pojęcia istniejącej równowagi potencjału trudno jest przewidzieć i oszacować empirycznie, jak wpłynie ona na wielkość strat poszczególnych państw w warunkach niepewności. Na ogół istnieje wyższa niechęć nawet do niewielkiego pogorszenia równowagi, aniżeli do jej nieznacznego polepszenia. Uważa się przy niepewnych danych, że nieznaczne polepszenie nie kompensuje odpowiednio nieznacznego pogorszenia przy wysokiej niechęci do ryzyka.

Z powyższych względów modele ekonomiczne nie są w stanie dać bliższych wskazówek o stanie równowagi, jeśli nie zostanie równolegle rozstrzygnięta sprawa modeli charakteryzujących zmiany we współczynnikach bezpieczeństwa poszczególnych krajów. W modelach tych trzeba byłoby odwzorować przekonująco niezwykle złożone geofizyczne i strategiczno-operacyjne warunki bezpieczeństwa z uwzględnieniem niepewności co do rozwoju możliwych sytuacji polityczno-militarnych. Omawianie tych zagadnień wykracza jednak poza ramy tej książki, ponieważ wymagałoby wprowadzenia rozległego aparatu pojęciowego i badawczego z wielu odległych dziedzin naukowych równocześnie [35].

7. Planometryczna interpretacja potencjałów

Z przeprowadzonych rozważań wynika, że planometria potencjałów obronnych jest złożonym zagadnieniem obarczonym trud-

[35] Część tej problematyki rozwinięta jest w pracy T.C. Shellinga: *The Strategy of Conflict*, Cambridge 1960.

nościami natury teoretycznej i nie mniej natury praktycznej. Trudności teoretyczne to głównie problem niewspółmiernej substancji rodzajów sił, wojsk i broni oraz problem agregacji odmiennych kategorii siły żywej i pracy uprzedmiotowionej. Trudności praktyczne to głównie ścisłość, adekwatność i wiarygodność informacji, z jednej strony otaczanej tajemnicą wojskową, a z drugiej świadomie zniekształcanej celem wprowadzenia w błąd przypuszczalnych przeciwników, jak i względnie neutralnych obserwatorów.

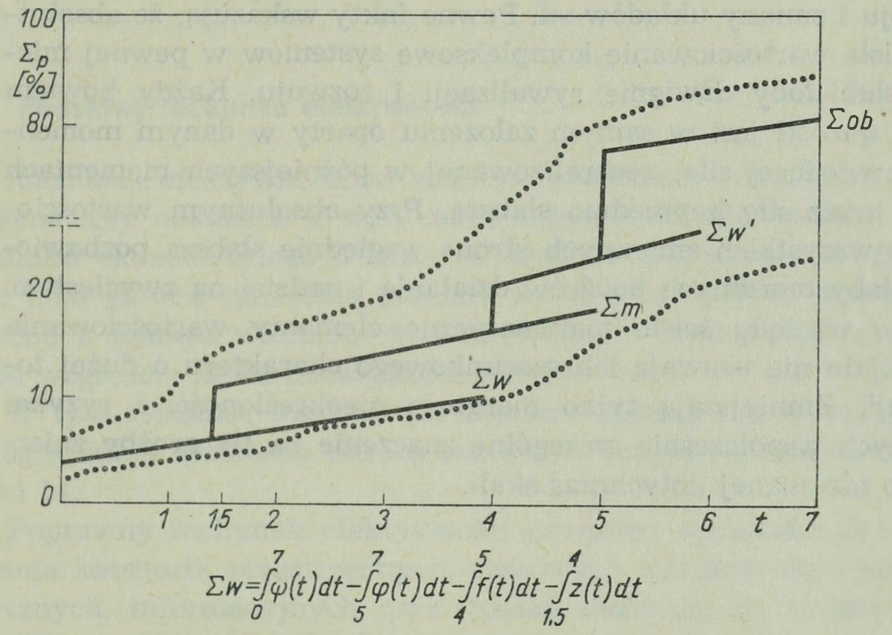
Mając na uwadze możliwości błędu w teorii i w praktyce, planista stosuje podobne zasady jak konstruktor maszyny roboczej. Rozróżnia w każdej kategorii potencjału (wojskowy, militarny, wojenny i obronny) potencjał teoretyczny, nominalny, czyli znamionowy, rzeczywisty w określonych warunkach oraz minimalny. Potencjał teoretyczny określa wartość wynikającą z obliczeń dla doskonałych warunków współdziałania politycznego i społeczno-gospodarczego, zapewniających najsprawniejsze działanie wszystkich elementów systemu państwowego. Potencjał nominalny wyznaczony jest przez średnie wskaźniki wynikające z obliczeń dla warunków doskonałych i warunków niekorzystnych. Potencjał rzeczywisty można próbować ustalić na podstawie faktów historycznych.

Obraz potencjału przedstawia się zatem nie jako linia ciągła, lecz jako pasmo o pewnej szerokości błędu, wzrastającej dla każdej kategori potencjału. Dla każdego wyróżnionego stopnia zaangażowania sił wytwórczych państwa w zaspokojenie potrzeb wojny następuje skokowe przesunięcie funkcji. Przyjmując założenia upraszczające obraz ten można przedstawić w sposób podany na rys. 50.

Pole potencjału ekonomicznego państwa Σ, wyznaczone przez rozmiary produktu globalnego osiągalnego podczas pokoju i wojny, polaryzowane jest przez kolejne kategorie narastającego potencjału obronnego Σ_o. Narastanie rozpoczyna się od potencjału wojskowego Σ_w poprzez potencjał militarny Σ_m oraz potencjał wojenny Σ_w; w najprostszym ujęciu jako funkcja czasu, a w ujęciu rozwiniętym jako funkcjonał ograniczeń empirycznych, przedstawionych w tablicy 12. W każdym przedziale kolejnych katego-

rii rządzą inne prawidłowości przetwarzania informacji i zasileń — ψ, φ, f, z, wpływające na szerokość pola błędu w pomiarze. Najniższy poziom potencjału — potencjał wojskowy — jest równy różnicy między całką najwyższej kategorii a całkami dwóch kategorii pośrednich.

Pole potencjału obronego w poszczególnych gałęziach produkcji kształtowane jest przez zmiany pól w składowych produktu glo-



50. Funkcja rozwoju potencjału obronnego i pole błędu w jego ocenie

balnego już podczas pokoju. Zmiany te obejmują wzrost produkcji po uruchomieniu rezerw mocy produkcyjnych, ewentualny wzrost poziomu wydajności pracy, uruchomienie zagranicznych rezerw inwestycyjnych, zmniejszenie ogólnego poziomu konsumpcji powszechnej, zmniejszenie niemilitarnych inwestycji oraz niemilitarnych nakładów państwowych [36].

Przeanalizowane koncepcje zdefiniowania i pomiaru potencja-

[36] W. Stankiewicz: *O jednolity syntetyczny wskaźnik potencjału wojenno-ekonomicznego*, „Zeszyty Naukowe WAP" 1962, nr 2/24, Seria Ekonomiczna.

łów obronnych mają w zasadzie charakter statyczny, są „zakotwiczone w oceanie" współczesnego myślenia. Z jednej strony może to być uważane za polityczną wadę, a z drugiej za zaletę. Gdyby można było scharakteryzować zupełnie ściśle obszary ergodyczności rozwoju, jej szybkość i czas trwania dla wszystkich systemów, mogłoby to doprowadzić do ograniczenia samego rozwoju. Dotychczas ani intuicja, ani matematyka nie wartościują idealnie i tym samym pozostawiają wolne obszary dla nieprzewidzianego rozwoju i zmiany układów sił. Pewne fakty wskazują, że absolutnie ścisłe wartościowanie kompleksowe systemów w pewnej mierze osłabiałoby dźwignie rywalizacji i rozwoju. Każdy bowiem *status quo* sił jest w samym założeniu oparty w danym momencie na wiodącej sile, neutralizowanej w późniejszych momentach czasu przez siłę poprzednio słabszą. Przy absolutnym wartościowaniu wszystkich zmiennych strona względnie słabsza pozbawiona byłaby moralnych bodźców działania i nadziei na zwycięstwo. Z tego względu ścisłe matematyczne elementy wartościowania potencjału nie usuwają ich szacunkowego charakteru o dużej tolerancji. Zmniejszają tylko margines nieokreśloności i ryzyka, mających współcześnie szczególne znaczenie na tle groźby zniszczeń o nie znanej dotychczas skali.

Rozdział VII

RACHUNEK EFEKTYWNOŚCI (NAKŁADÓW i WYNIKÓW)

1. Podstawy rachunku efektywności

Rachunek efektywności (w węższym znaczeniu — rachunek porównawczy nakładów z wynikami) stanowi osnowę każdego rachunku ekonomicznego [1]. Także w analizie systemów występuje on jako główne narzędzie pomiaru i oceny systemów, przedstawione z punktu widzenia struktury merytorycznej na rys. 43., pod względem zasad iteracyjnych na rys. 25.

W tym rozdziale rozważa się niektóre zagadnienia wynikające z ograniczeń systemów obrony zarejestrowanych w tablicach 12, 13 i 14.

Poprawny rachunek efektywności powinien wynikać z oszacowania kategorii: przestrzennych, czasowych, rzeczowych, energetycznych, informacyjnych oraz działań ludzkich. Są to bowiem empirycznie wyróżnione elementy systemowej „ósemki", wyodrębniane w działalności praktycznej jako niejednorodne wektory nakładów, możliwe do jednomianowego zidentyfikowania tylko w kategoriach rachunku społecznego. Kategorie rachunku społecz-

[1] A. Melich: *Rachunek ekonomiczny w socjalizmie*, Warszawa 1971, s. 54, s. 162; J. Więckowski: *Efektywność gospodarcza przedsiębiorstwa*, Warszawa 1971, s. 20, 21, 35—39; W. Wilczyński: *Rachunek ekonomiczny a mechanizm rynkowy*, Warszawa 1965, s. 34. Więckowski uważa, że „rachunek (ekonomiczny) jest konfrontacją tego, co stracono, z tym, co zyskano", a Wilczyński traktuje rachunek ekonomiczny jako „system mierzenia nakładów i efektów działalności gospodarczej, zapewniający prawidłową ich wycenę ze społecznego punktu widzenia oraz sprzyjający podejmowaniu racjonalnych decyzji ekonomicznych, zmierzających do minimalizacji nakładów i maksymalizacji efektów użytkowych".

nego oparte są na systemie wartościowania ekonomicznego według takich kryteriów, jak ilość dóbr występujących w naturze, ilość dóbr potrzebnych społeczeństwu oraz ilość pracy ludzkiej niezbędnej do wyrównania różnicy między ilością dóbr istniejących a ilością dóbr potrzebnych. Kryteria te umożliwiają przekształcenie dużej liczby wektorów w miernikach naturalnych (nakładów) na mniejszą liczbę wektorów, albo nawet na jeden wektor w postaci wartości ekonomicznej, określającej wartość dóbr za pomocą ceny. Cena jest przybliżoną miarą wydatkowanej żywej pracy ludzkiej i uprzedmiotowionej (pracy wcześniej zmaterializowanej w przedmiotach) na uzyskanie danego dobra, które w procesie osiągania określonych celów traktowane jest jako nakład. Wektory nakładów pracy żywej i uprzedmiotowionej w miernikach naturalnych, pomnożone przez wartościujący wektor cen dają syntetyczne pojęcie kosztu.

Nakłady w działaniu społecznym zmierzają do osiągania określonych celów, które w konkretnych rachunkach przyjmują znaczenie wyników, czyli celów zaprojektowanych do realizacji lub zrealizowanych. Różnice między nakładami a wynikami (tak w sensie fizycznym, jak i ekonomicznym) nazywane są efektami danego działania, a stosunki zachodzące między nakładami i wynikami — ogólną efektywnością działania. Efekty mogą też przyjmować różną postać fizyczną i treść ekonomiczną. Prakseologiczna zasada działania zakłada, że jego wyniki powinny być co najmniej równe nakładom. Jeśli tak nie jest, działanie uważa się za nieracjonalne. Większe nakłady w stosunku do bodźca (celu = wyniku) są wyrazem zbędnej akcji, działającej na niekorzyść ponoszącego je podmiotu. Większe nakłady od wyniku nazywane są efektem ujemnym, czyli stratą.

Rachunek efektywności zmierza więc do ustalenia przy danych ograniczeniach optymalnego stosunku między nakładami ponoszonymi przez społeczeństwo a osiąganymi wynikami i efektami. W zamkniętym systemie obrotu ekonomicznego zadanie rachunku efektywności jest względnie proste. Komplikuje się ono, w stosunku do otwartych systemów obrony. W systemie obrony pojawiają się przy prowadzeniu rachunku efektywności nie tylko trudności teoretyczne i praktyczne typowe dla gospodarki naro-

dowej, ale i trudności szczególne, powodowane koniecznością mierzenia różnorodnych efektów i znajdowania innych kryteriów oceny, aniżeli kryteria ekonomiczne, powstające z porównania macierzy K z niekonfliktowymi wynikami macierzy P (tab. 13 i 14).

W rozumieniu marksistowskiej ekonomii politycznej wartość systemu obrony tworzonego przez państwo równa się sumie czasu pracy społecznie niezbędnej na wytworzenie systemu. Mieszczą się w niej wszystkie składowe, jak: poziom sił wytwórczych z określonym poziomem użytkowych norm technicznych, pracochłonność, materiałochłonność, majątkochłonność itd. I w tym wypadku na zasadzie prakseologicznej względna użyteczność tworzonego systemu nie powinna być mniejsza od jego wartości ekonomicznej, która z kolei nie powinna być niższa od poniesionych nakładów. To szkieletowe rozumowanie, zmodyfikowane nieco przez wpływ popytu i podaży, w zasadzie wyczerpuje społeczny problem wartościowania. Nie wyczerpuje ono jednakże problemów oceny użyteczności, a tym samym problemu nakładów, wyników i efektów w odniesieniu do systemów obrony.

Dla użytkowników systemów obrony — jak to sygnalizowano przy omawianiu tabl. 12 — prospektywna ocena systemu na podstawie jego wejścia, czyli nakładów lub kosztów, jest mniej istotna, aniżeli ocena wyjścia, czyli efektów neutralizacji potencjału przeciwnika nie tylko w porównaniach czasu pokojowego, ale przede wszystkim w walce. Chodzi więc o efektywność dynamiczną systemu, wyznaczaną w różnych niezdeterminowanych sytuacjach działania. Skoro istotna treść efektu ujawnia się dopiero w przyszłości, to nie można przyjąć założenia, że czas = *constans*, które to założenie leży milcząco u podstaw wartościowania uwzględniającego koszt społeczny.

Pomimo tych braków w ekonomicznej metodzie oceny efektywności systemów obrony trzeba z niej korzystać, ponieważ pełniejszej metody dotychczas żadna inna nauka nie zaprezentowała. Trzeba też w sposób tradycyjny lub zmodyfikowany policzyć „aktualne" koszty, aby je porównać z „aktualnymi" lub „przyszłymi" efektami.

Istnieją dwie podstawowe koncepcje porównywania efektyw-

ności wariantów, wynikające z prakseologii, teorii organizacji i kierowania oraz z teorii ekonomii politycznej: 1) koncepcja stałego, z góry założonego wyniku; 2) koncepcja stałego, z góry założonego kosztu, określonego np. wielkością oddanych do dyspozycji sił i środków, wielkością nakładów lub kosztów, albo w administracyjnym rozumieniu — wielkością budżetu.

Pierwsza metoda z góry założonego wyniku przyjmuje pewien poziom zamierzonego osiągnięcia celu, np. rozbicie sił przeciwnika w czasie jednego miesiąca. Przy tej metodzie analiza systemów zmierza do wyznaczenia takiego wariantu (lub kombinacji wariantów), który zapewni osiągnięcie określonego poziomu efektów przy najmniejszym zużyciu zasobów ekonomicznych (sił i środków, nakładów, kosztów).

Metoda ustalonego kosztu (budżetu) proponuje postępowanie odwrotne. Przy ustalonym poziomie kosztów (poziomie sił i środków, poziomie nakładów) na osiągnięcie danego celu, analiza zmierza do wyznaczenia wariantu lub kombinacji wariantów, które rokują uzyskanie najwyższego efektu.

Pierwsza metoda jest więc metodą retrospektywną, minimalizującą wejście na z góry założone wyjście, a druga — metodą prospektywną maksymalizującą wyjście przy danym wejściu. Zgodnie z pierwszą zasadą cybernetyczną o dwoistości układów wynik obydwu metod przy poprawnym oszacowaniu zmiennych powinien być ten sam. W praktyce analizy systemów wojskowych wykorzystuje się jedną lub obydwie metody równolegle, aczkolwiek ze względu na egzogeniczny charakter przesłanek konfliktowych przeważa metoda pierwsza. Wynika to zarówno z porównań współzawodniczących systemów obrony, jak i środowiska, w którym nie można zastosować jednego, wymiernego kryterium zysku, występującego w teorii i polityce ekonomicznej. Z konieczności analiza systemów obronnych korzysta z zasad suboptymalizacji, opartej przemiennie bądź na metodzie minimalizacji kosztu, bądź maksymalizacji efektu.

W każdym przypadku analizy dla umożliwienia porównań jedna strona równania traktowana jest jako wielkość stała (por. rys. 17). Porównywać można wartości bezwzględne, określające efekt na podstawie prostej różnicy arytmetycznej w przypadku mierni-

ków jednoimiennych. W przypadkach mierników złożonych porównuje się bądź współczynniki kosztów, czyli ich wartości względne, bądź ważone współczynniki efektów. W porównaniach syntetycznych korzysta się z funkcji algebraicznych i geometrycznych.

Pierwotną zasadę rachunku efektywności stanowi założenie dotyczące efektywności bazowej, które głosi, że w porównaniach bezwzględnych nakładów z wynikami efekt bazowy = 0, a w porównaniach względnych efekt bazowy = 1. W porównaniu bezwzględnym efektu bazowego nakład jest równy wynikowi, a więc $X = Y$, a z tego $X - Y = 0$. W porównaniu względnym $X = Y$, a z tego $\left|\frac{X}{Y}\right| = 1$. Przy tej relacji układ bazowy systemu traktowany jest jako moduł wzorcowy. Nowe warianty powinny wykazywać niższe nakłady (mniejszy licznik) lub wyższy wynik (większy mianownik). Postulat ten oznacza zbieżność wartości względnej ułamka w kierunku zera i prowadzi do ogólnego wniosku, że malejący wskaźnik efektywności jest wyrazem możliwości uzyskania wyższych efektów w stosunku do efektów bazowych.

Na powyższym założeniu zbudowane są macierze nakładów K i wyników (efektów) P, dla których współczynniki bazowe mają wartość modularną równą jedności.

Z punktu widzenia planowania rozwoju systemów i analizy ich efektywności istotny jest podział na dwie kategorie stanów systemu: stan przed realizacją, czyli stan niezrealizowany lub stan nieistnienia (system niezrealizowany) i stan po realizacji, czyli stan istnienia (system zrealizowany).

Do kategorii systemów niezrealizowanych zalicza się w najszerszym rozumieniu nieskończony w danym momencie czasu zbiór możliwych do wymyślenia systemów rokujących spełnienie założonego celu. W węższym rozumieniu za niezrealizowane uważa się te systemy, których jeszcze nie zaprojektowano lub nie skonstruowano, które jeszcze nie zostały wdrożone lub do których nie wprowadzono jeszcze zmian modernizacyjnych wymaganych z punktu widzenia inaczej postawionego celu. Fakt niezrealizowania systemów w badanej klasie wariantów wprowadza z jednej strony znaczną trudność metodologiczną, wynikającą z niepew-

ności, czy wszystkie dobre warianty rozwiązań systemu zostały objęte analizą. Z drugiej strony nieskończoność zbioru niezrealizowanych wariantów stwarza analitykom i projektantom stały bodziec do poszukiwania nowych systemów oraz stanowi logiczną przesłankę do twierdzenia, że żaden zrealizowany system nie jest ostatnim systemem idealnym.

Stan istnienia może być określany jako stan zadowalający lub jako stan niezadowalający. Ocenę stanu zadowalającego uzyskuje się zazwyczaj przez porównywanie parametrów systemu istniejącego z parametrami systemów wprowadzonych do działania lub zaprojektowanych technicznie w ostatnim czasie w skali krajowej lub międzynarodowej. Stan niezadowalający charakteryzuje się występowaniem niekorzystnych parametrów w postaci np. nadmiernej czasochłonności, pracochłonności lub materiałochłonności, podwyższonej zawodności systemu, zmniejszonej sterowalności itp. cech wyszczególnionych w macierzy nakładów i efektów *P*.

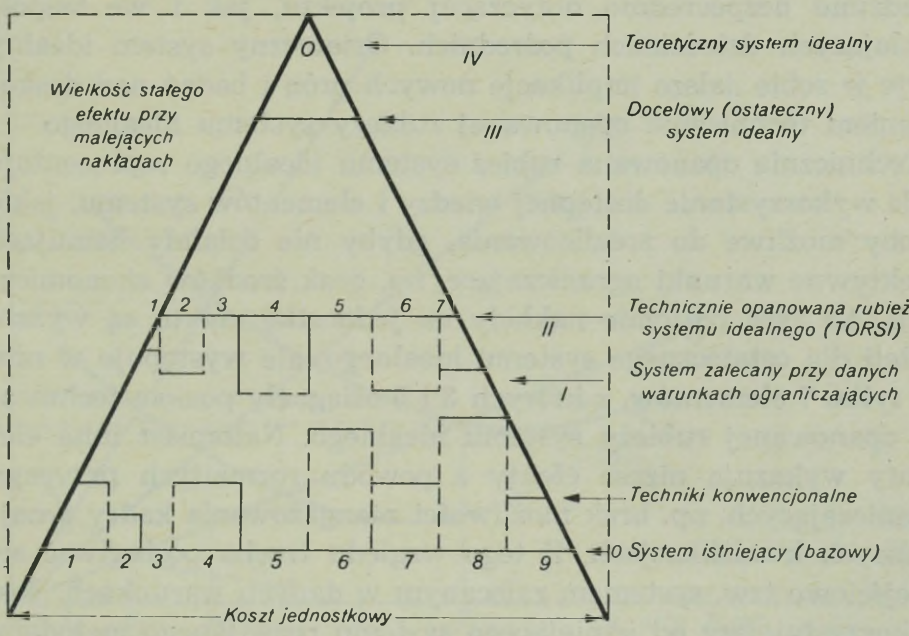
Analiza systemów zajmuje się wszystkimi trzema stanami systemów. Stanem nieistnienia zajmuje się z reguły analiza projektów nowych systemów, stanami zadowalającymi — analiza projektów doskonalenia systemów, stanami niezadowalającymi — analiza projektów naprawy. Współcześnie projektowane systemy nieistniejące analizowane są równocześnie jako metasystemy, to znaczy uwzględniające możliwości tworzenia kolejnych generacji systemów w oparciu o stan badań podstawowych.

Teoretyczny system idealny to taki system, który realizuje cele bez żadnych nakładów, bez żadnej straty czasu. Rozwój systemu idealnego może być przedstawiony za pomocą rozmaitych modeli graficznych i matematycznych.

Graficzna postać systemu idealnego to piramida, przecięta poziomo na trzy warstwy, jak na rys. 51. Dolna warstwa piramidy to aktualny stan istniejącego systemu, oceniany według takich kryteriów, jak nakłady na jednostkę zadania, ilość czasu i energii zużytej na tę jednostkę. Jest to podstawa piramidy rozwojowej. Na rysunku system bazowy składa się z 9 elementów, z których tylko elementy 6 i 8 osiągnęły wysoki poziom rozwoju ponad linię przeciętnego poziomu konwencjonalnego.

W stosunku do systemu bazowego system zalecany (I) możliwy

do osiągnięcia przy danych warunkach ograniczających jest systemem wyższym. Wymaga on mniej społecznych nakładów aniżeli system bazowy, ale więcej aniżeli technicznie opanowana rubież systemu idealnego (II). Teoretyczny system idealny, znajdujący się na wierzchołku piramidy, nie może być nigdy osiągnięty, ponieważ reprezentuje on system nie wymagający żadnych



51. Poziomy systemu idealnego optymalnie realizujące cel

nakładów, żadnego wejścia przy nieograniczonej wielkości wyniku. Jest on więc równoznaczny z pojęciem nieskończoności stosowanym w matematyce, a sprzeczny z definicją systemu empirycznego, do którego „coś" wchodzi i z którego coś „wychodzi". Teoretyczny system idealny wyznacza nie kończący się horyzont ciągłego dążenia naprzód.

W praktyce nie podejmuje się projektowania zmierzającego bezpośrednio do osiągnięcia teoretycznego systemu idealnego. Prowadzone są natomiast badania nad projektami leżącymi na pozostałych dwóch poziomach między podstawą a wierzchołkiem piramidy, to jest na poziomie technicznie opanowanej rubieży syste-

mu idealnego (II-TORSI) oraz na poziomie ostatecznego (docelowego) systemu idealnego (III-OSI).

Ostateczny (docelowy) system idealny reprezentuje najniższy poziom kosztów na jednostkę efektu. Jest on dość odległy i nie może być osiągnięty współcześnie pomimo maksymalnej poprawności rozwiązań projektowych. Potrzebne są bowiem czas i dalsze badania podstawowe, rozwojowe i wdrożeniowe zarówno w dziedzinie bezpośrednio dotyczącej projektu, jak i we współdziałających dziedzinach pośrednich. Ostateczny system idealny kryje w sobie dalsze implikacje nowych prób i badań nad doskonaleniem technicznie opanowanej rubieży systemu idealnego.

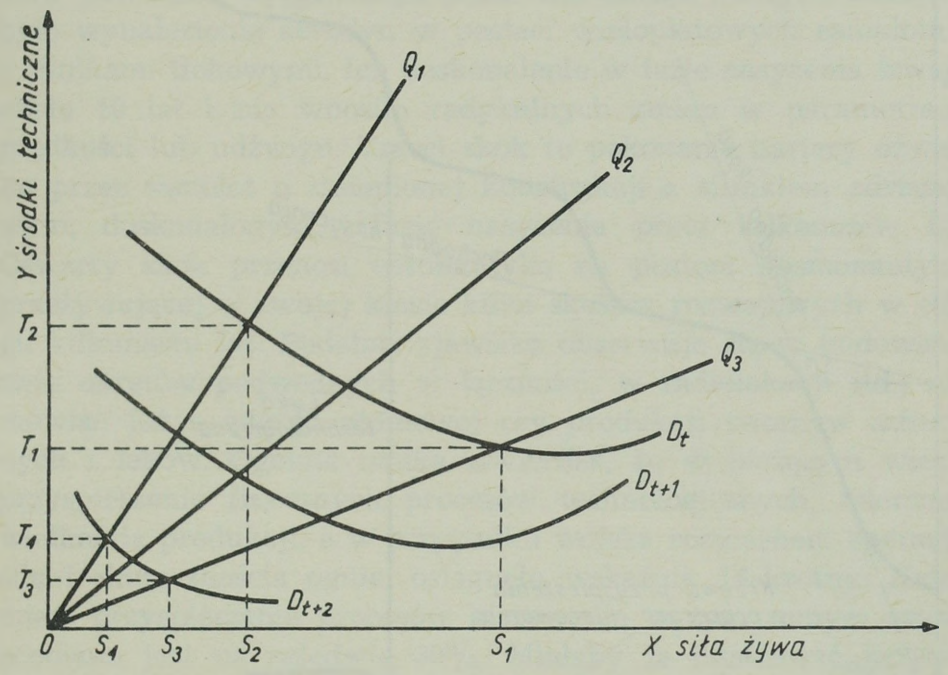
Technicznie opanowana rubież systemu idealnego reprezentuje takie wykorzystanie dostępnej wiedzy i elementów systemu, jakie byłoby możliwe do zrealizowania, gdyby nie działały hamująco obiektywne warunki ograniczające, np. brak środków ekonomicznych. Na tym poziomie nakłady na jednostkę efektu są wyższe aniżeli dla ostatecznego systemu idealnego, ale występuje w nim już tylko 7 elementów, z których 3 i 5 osiągnęły poziom technicznie opanowanej rubieży systemu idealnego. Natomiast inne elementy wykazują niższe efekty z powodu rozmaitych przyczyn ograniczających, np. brak możliwości zaangażowania kadry o najwyższych kwalifikacjach. Z tego względu trzeba posługiwać się przejściowo tzw. systemem zalecanym w danych warunkach. Jest on korzystniejszy od istniejącego systemu rozwijanego metodami tradycyjnymi, a zawierającego 9 elementów.

Model idealnego systemu prezentowany w układzie piramidalnym można wyraziściej przedstawić w postaci modelu dwuczynnikowego na kartezjańskim układzie współrzędnych (rys. 52).

Krzywa D_t przedstawia najwyższy poziom nakładów na jednostkę efektu, ponoszonych na aktualnie istniejące systemy przy zastosowaniu rozmaitych technologii Q_1, Q_2, Q_3, różniących się proporcjami środków technicznych i sił żywych (pracochłonnością i majątkochłonnością). Współrzędne punktów każdego promienia Q_1, Q_2, Q_3 wyrażają stałą proporcję między środkami technicznymi a siłą żywą. Natomiast współrzędne punktów na krzywych obojętności wyznaczają zastępowalność siły żywej środkami technicznym (i odwrotnie) i przy danym poziomie rozwoju technolo-

gicznego. Wysokiemu udziałowi siły żywej w punkcie S_1 odpowiada niższy poziom środków technicznych T_1; mniejszemu udziałowi siły żywej, S_2 — wyższy poziom środków technicznych T_2 (por. rys. 21).

Krzywe D_{t+1} i D_{t+2} przedstawiają kolejne poziomy technicznie opanowanych rubieży systemu, osiąganych w przedziałach czasu



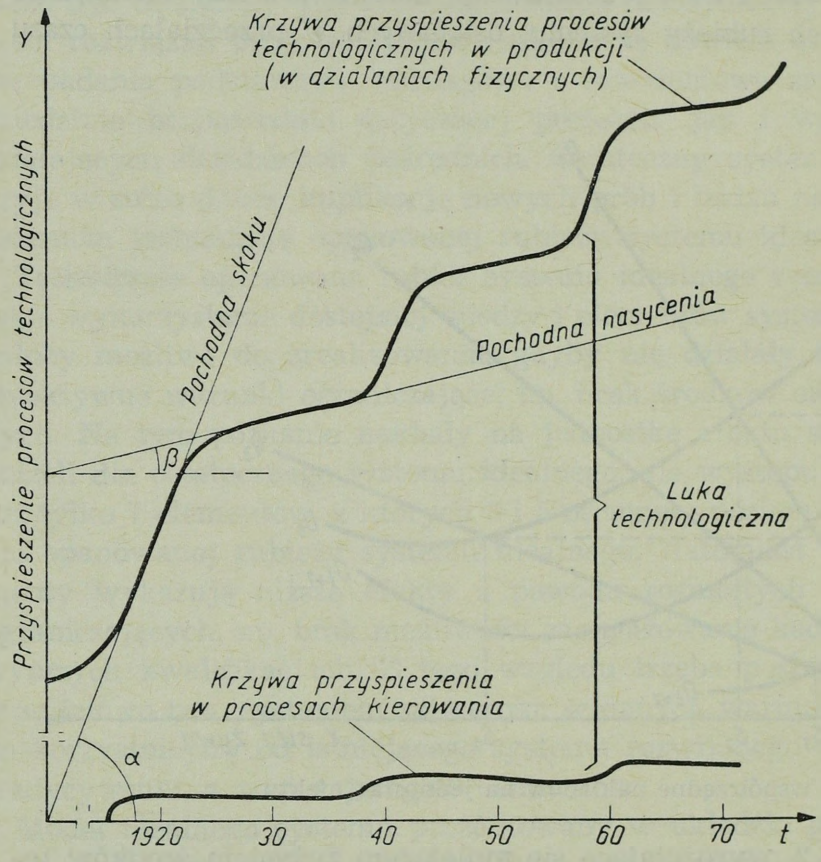
52. Malejące współrzędne nakładów na jednostkę efektu

$t + 1$ i $t + 2$, wyróżniające się mniejszym zużyciem środków technicznych i siły żywej na jednostkę efektu. Stopniowe obniżanie się nakładów jednostkowych w kierunku zerowego punktu układu również implikuje teoretycznie idealny zestaw siły żywej i środków technicznych o współrzędnych zerowych, realizujących założoną jednostkę efektu.

Nie ulega wątpliwości, że w empirycznych analizach systemów rozwijających się trzeba uwzględniać implikacje wynikające przede wszystkim z logistycznej krzywej rozwoju. Jej cechą charakterystyczną są przedziały „skoków" i „nasycenia". Z uwagi na asymptotyczne zmiany krzywej logistycznej można mówić o

nieskończonym postępie technicznym, oddziałującym na każdy poziom systemu idealnego.

Tak np. w problematyce współczesnych systemów obrony największą rozpiętość (lukę technologiczną) stwierdza się między



53. Krzywa logistyczna przyspieszenia procesów technologicznych i procesów kierowania w XX w. (1910—1970)

elementami postępu w działaniach fizycznych, czyli w technologii wykonawczej, a elementami zabezpieczającymi procesy kierowania systemami, co ilustruje rys. 53.

W pewnych przedziałach czasu krzywa logistyczna wzrasta bardzo szybko, a w innych wolniej. Fazę szybkiego skoku przedstawia odcinek krzywej nachylonej pod kątem α prawie prostopadle do osi odciętych x (pochodna skoku), a fazę nasycenia — odcinek krzywej nachylony pod ostrym kątem β (pochodna nasycenia)

prawie równoległym do tejże osi. Kolejne skoki i fazy nasycenia obserwujemy w latach czterdziestych i następnie w końcu lat pięćdziesiątych. W technice wojennej krzywą rozwoju logistycznego najlepiej ilustruje postęp w siłach powietrznych. Pierwszy skok technologiczny stanowiły aerostaty w postaci balonów latających na prostej zasadzie mniejszego ciężaru obiektu latającego od ciężaru powietrza wypieranego przez ten obiekt. Drugim skokiem było wynalezienie aerodyn w postaci wielopłatowych samolotów z silnikami tłokowymi. Ich doskonalenie w fazie nasycenia trwało około 40 lat i nie wnosiło radykalnych zmian w parametrach prędkości lub udźwigu. Trzeci skok to pokonanie bariery dźwięku przez samolot o zmienionej konstrukcji z silnikiem odrzutowym, doskonalonym w fazie nasycenia przez kilkanaście lat. Czwarty skok przenosi aeronautykę na poziom kosmonautyki, przeżywającej w swojej klasie kilka skoków rozwojowych w ciągu kilkunastu lat. Podobne zjawiska obserwuje się w budownictwie okrętów podwodnych w łączności, w radiolokacji itd., nie mówiąc już o energii atomowej czy produkcji tworzyw sztucznych i leków. Ogólnie nauka stwierdza, że w bieżącym wieku przyspieszenie fizycznych procesów technologicznych, mierzone wielkością produkcji, a w przypadku wojska rozmachem operacji, siłą i skutecznością ognia, osiągnęło wskaźnik 14-krotny. Natomiast przyspieszenie procesów kierowania w tym samym czasie oceniane jest na zaledwie 30%. Miałaby je ilustrować krzywa dolna. Powstała więc znaczna luka, której nie wyrównuje jeszcze rozproszony sposób stosowania elektronicznej techniki informacyjnej i obliczeniowej.

Obydwie metody badania efektywności wymagają przeprowadzenia rachunku nakładów i kosztów.

2. Rachunek nakładów i kosztów

Teoria i praktyka podejmowania decyzji potwierdzają, że bez odpowiedniego szacunku i analizy kosztów decydent nie może jednoznacznie ocenić zamiennych systemów oraz ich wkładu do powiększania potencjału obronnego w celu uzyskania niezbęd-

nej elastyczności planowania struktur i sposobów wykorzystania rodzajów sił zbrojnych, wojsk i służb.

Adekwatność szacunku czy też ścisłego rachunku kosztów zależy od przeznaczenia tego rachunku. Tak np. u podstaw tradycyjnego rachunku i teorii kosztów leżały potrzeby przedsiębiorstwa jednostkowego oraz potrzeby techniki podwójnego bilansowania majątku i wyników przedsiębiorstwa. W związku z tymi potrzebami tradycyjny rachunek kosztów opierał się na następujących założeniach podstawowych:

1) koszty muszą być wyrażone w pieniądzu jako bilansujące się iloczyny naturalnych mierników nakładów i cen zarejestrowanych na wejściu do przedsiębiorstwa;

2) muszą dotyczyć zużycia środków albo być wynagrodzeniem za pracę lub usługę;

3) muszą być spowodowane działalnością gospodarczą, której ostateczny produkt jest przeznaczony na sprzedaż [2].

Przedłużeniem założeń ogólnych były praktyczne wymagania samego rachunku kosztów i sposobów jego wykorzystania w spełnieniu funkcji narzędzia kontrolnego, podatkowego, kalkulacyjnego i rozliczeniowego. Wpłynęły one także na rozwój pojęć, terminologii oraz interpretacji ekonomicznych treści rachunku kosztów. Treści te wyrażały się przede wszystkim w systematyce podziału kosztów na następujące grupy i przekroje kosztów:

a) rodzajowe, wydziałowe (czyli według miejsc powstawania) i kalkulacyjne, oznaczające trzy różne sposoby grupowania i rozbicia łącznej sumy kosztów, najpierw z punktu widzenia ich źródeł (płace, materiały, amortyzacja, transport i usługi obce oraz różne inne), następnie z punktu widzenia odpowiedzialnych dysponentów i wreszcie — z punktu widzenia przyjmujących je na siebie nośników, podlegających kalkulacji ceny sprzedażnej;

b) bezpośrednie i pośrednie, z których pierwsze mogą być ściśle związane z jednostką nośnika (wyrobu, efektu), a drugie wymagają arbitralnego rozliczenia na nośniki za pomocą klucza rozliczeniowego;

---

[2] B. Siwoń: *Współczesne tendencje rozwoju rachunku kosztów i wyników*, Warszawa 1972, s. 56.

c) rzeczywiste (wynikowe) i normatywne (standardowe, kosztorysowe), z których pierwsze odzwierciedlają nakłady faktyczne, a drugie — nakłady uznane za wzorcowe;

d) całkowite, stanowiące sumę kosztów na całość wyrobu (jednostkę lub serię nośnika kosztów), i jednostkowe, wynikające z rozliczenia sumy na ilość jednostek wyrobu;

e) stałe i zmienne; do pierwszych zaliczane są koszty „bezruchu", czyli absolutnie stałe, i koszty umownie stałe, zaś do drugich koszty zależne od wielkości produkcji, a więc zmienne proporcjonalnie, skokowo, progresywnie (rosnące) i degresywnie (malejące);

f) produkcyjne, czyli operacyjne (koszty zadań głównych *n*-tego stopnia i koszty zadań cząstkowych *n-tego* stopnia) oraz koszty pozaprodukcyjne, czyli pozaoperacyjne, powstające poza listą zadań głównych i cząstkowych;

g) właściwe lub niezbędne, wymagane przy poprawnej realizacji zadania, i koszty niewłaściwe, wynikające z realizacji niesprawnej, czyli szkody albo straty;

h) powtarzalne, obejmujące wydatki ciągłe o charakterze eksploatacyjnym, i niepowtarzalne, czyli jednorazowe o charakterze inwestycyjnym;

i) jednostkowe przeciętne, otrzymywane jako iloraz kosztów całkowitych i liczby jednostek odniesienia, i jednostkowe koszty krańcowe, ponoszone na abstrakcyjną ostatnią jednostkę wyrobu;

j) bieżące, dotyczące danego okresu rozliczeniowego (np. roku), i koszty minione lub przyszłe, wynikające z cząstkowych rozliczeń międzyokresowych;

k) własne wytworzenia i sprzedaży, rozpatrywane z punktu widzenia zaangażowania środków obrotowych przedsiębiorstwa na określone jego funkcje;

l) koszty porównywalne w cenach bieżących i w cenach stałych oraz koszty zaktualizowane, czyli zdyskontowane na określony moment czasu;

ł) gotówkowe, związane z wydatkowaniem środków pieniężnych i koszty księgowe, ustalane na podstawie rozliczeń amortyzacji środków trwałych lub innych zobowiązań.

Aczkolwiek przytoczona dość obszerna lista głównych pojęć

tradycyjnego rachunku kosztów ma ogromną wartość poznawczo-analityczną i jest w dużej mierze wykorzystywana w analizie systemowej, nie wyczerpuje jednak współczesnego rozumienia kosztów niezbędnego przy ocenie systemów obronnych. Analiza tych systemów nie może spełnić swego zadania na podstawie pojmowania kosztu wyłącznie w kategoriach pieniężnych — zakupu i sprzedaży, jak też tylko w związku z rocznymi cyklami rozliczenia i kalkulacji nakładów poniesionych w przeszłości.

Koncepcja systemowej analizy kosztów obrony i stosowanych w niej technik badawczych odrywa się od tradycyjnego rachunku kosztów wyrobu i zmierza do wartościowania wariantów kompleksowo. Bez kompleksowej oceny wariantów rachunek kosztów z punktu widzenia decyzji o wykorzystaniu zasobów nie ma istotnego sensu. Dlatego też analiza systemów zapoczątkowała ogólny przełom w rozwoju teorii kosztów, ich interpretacji techniczno-porządkowej, ekonomicznej oraz w rozwoju technik pomiarowych nie tylko w odniesieniu do systemów obrony.

W pierwszej grupie techniczno-porządkowej wyodrębniono szereg pojęć i terminów występujących głównie w systemach obrony, a rzadko lub w ogóle nie mających zastosowania w przedsiębiorstwach. Należą do nich:

a) nakłady i koszty społeczne, wyrażające siły i środki oddane przez społeczeństwo i gospodarkę narodową na potrzeby obrony bez względu na fakt, czy są one rozliczane wymiernie w jakichkolwiek dokumentach budżetowych lub innych;

b) koszty budżetowe obejmujące część wydatków budżetowych, materialnie bezzwrotnych, ponoszonych z budżetu obrony na jej cele, w odróżnieniu od wydatków budżetowych w ogóle, z których część powiększa zapasy i jest materialnie zwrotna;

c) koszty wewnętrzne systemu obrony, różniące się od kosztów budżetowych; wyrażają one zużycie sił i środków działających w ramach systemu wojskowego nieodpłatnie (np. nieodpłatna służba i praca żołnierzy, zużycie zasobów naturalnych lub zapasów z lat poprzednich); wprowadzenie tego rozróżnienia ma przeciwdziałać mechanicznym uproszczeniom rachunku kosztów uwzględniającego wyłącznie koszty budżetowe;

d) koszt finalny, czyli koszt docelowy lub ostateczny systemu,

obejmujący wszystkie fazy przygotowania, tworzenia, użytkowania i likwidacji systemu, ponoszony z różnych źródeł i w różnych okresach;

e) międzynarodowy koszt porównawczy systemu wyrażający jego parametry ekonomiczne niezależne od rozbieżności w systemach walutowych i metodach prowadzenia rachunku kosztów;

f) podstawowe koszty systemu, zależne od dokonanego wyboru wariantu, jako dotyczące systemu bezpośrednio w odróżnieniu od kosztów towarzyszących, powstających w otoczeniu i systemach hierarchicznie nadrzędnych;

g) koszty mierzalne lub możliwe do obliczenia w pieniądzu lub w innych miernikach; pierwsza grupa to przede wszystkim różnego rodzaju naruszalne zasoby w systemach otaczających oraz straty w tych zasobach, np. zniszczenie sieci przemysłowej, komunikacyjnej i rolnictwa w czasie działań wojennych; druga grupa obejmuje straty w ludziach i nieodtwarzalnych dobrach kultury;

h) różne koszty niemierzalne (podobnie jak wyniki), np. zmiany w nastrojach i opinii publicznej, zaangażowaniu społecznym itp., zmiany w niewymiernych czynnikach psychologicznych, mające kolosalne znaczenie dla efektywności systemu.

Powyższe wyliczenie wskazuje na znaczną ilość niuansów porządkowych w systemowej interpretacji kosztów. Najbardziej istotne są jednak interpretacje ekonomiczne i techniczno-pomiarowe.

Według analitycznej koncepcji kosztem nazywa się to, co oddajemy bezpowrotnie lub zużywamy z aktualnego stanu posiadania efektów bądź aktualnych możliwości na rzecz innego wyniku lub zrealizowania innej możliwości. Koszt obciąża konkretny cel realizowany, a nie może obciążyć celu „odłożonego". Tak np. użycie samolotów do patrolowania obszaru morskiego odbywa się „kosztem" ich użycia do patrolowania lądu, a oglądanie telewizji odbywa się „kosztem" czasu, który mógłby być zużyty na inne zadania zwiększające np. sprawność strzelecką lub marszową. Jeżeli posiadanym efektom lub możliwościom (użytkowym, wymiennym) przypiszemy pewne wartości, to ogólnie rozumiany koszt jest równoznaczny z utratą efektów i możliwości pierwotnych na rzecz efektu i możliwości wtórnej. Zużycie amunicji do

ostrzału celu nierozpoznanego odbywa się kosztem możliwości jej użycia po dokładnym rozpoznaniu celu. Innymi słowy analityczne pojęcie kosztu powstaje na tle możliwości zamiany określonych efektów na inne efekty lub inne możliwości. Im większa jest zamienność, tym trudniejsze jest ustalenie pełnej listy zamienników i konkretnego kosztu.

Koszt w analitycznym znaczeniu ekonomicznym równa się zatem wielkości utraconych korzyści w wyniku zaangażowania sił i środków na uzyskanie określonego celu. Miarą kosztu w analizie systemów są więc wielowariantowe odpowiedniki utraconych korzyści, możliwych do uzyskania z danego zestawu sił i środków. W tej interpretacji mówi się też o „kosztach utraconej możliwości", występującej w macierzy „rozczarowania" Savage'a (tab. 10). Jeżeli koszty są utraconymi korzyściami, oznacza to, że można je mierzyć tymi samymi miarami, których używamy do mierzenia „korzyści, użyteczności i możliwości" [3]. Na powyższej interpretacji kosztu próbuje się budować współczesny, analityczny rachunek ekonomiczny, który w praktycznym zastosowaniu podlega często daleko idącym uproszczeniom, spłycającym jego istotę. Nastręcza on bowiem wiele trudności związanych z logiką ocen retrospektywnych.

Rachunek i analiza kosztów są — jak już stwierdzono — procesami sekwencyjnymi, składającymi się z identyfikacji, pomiaru i oszacowania wariantów. Te trzy etapy często muszą być wykonywane równolegle, zwłaszcza gdy proces analityczny odbywa się w wyrażeniu pieniężnym.

Koszty stworzenia i działania systemów można zmierzyć czterema metodami:

1) sporządzić ilościową, rodzajową listę niezbędnych zasobów na stworzenie i funkcjonowanie nowego systemu: siły żywej o różnych kwalifikacjach, majątku trwałego, urządzeń i maszyn, usług transportowych, materiałów energetycznych itp.;

2) zidentyfikować i opisać wariantowe wykorzystanie zasobów, np. określić, jakie warianty zdolności bojowych mogą być wy-

[3] G.H. Fisher: *Cost Considerations in Systems Analysis*, Nowy Jork 1971, s. 24—63; L. Biliński: *Rachunek ekonomiczny w planowaniu i zarządzaniu*, Warszawa 1969.

tworzone z danych zasobów w postaci pododdziałów artylerii klasycznej, artylerii rakietowej lub pododdziałów piechoty zmechanizowanej. Jeżeli elastyczność zamiennego użycia zasobów jest duża i mogą one być wykorzystane do różnych produktów końcowych, lista możliwych wariantów będzie odpowiednio długa. Wtedy zasoby mogą być wykorzystane nie tylko na wytworzenie systemów zdolności bojowych do walki bezpośredniej, lecz także systemów obrony biernej: ostrzegania, rozpoznania lub do procesów szkoleniowych;

3) zidentyfikować wariantowe wykorzystanie zasobów i wycenić wartość poszczególnych wariantów. Na przykład można oszacować efektywność bojową poszczególnych systemów uzbrojenia artyleryjskiego, wartość infrastruktury itd. Innymi słowy można oszacować inne utracone korzyści (wartości użytkowe) wskutek wyboru konkretnego systemu;

4) wycenić ilościową listę z punktu 1 w złotówkach, czyli sporządzić kosztorysy inwestycyjno-eksploatacyjne wybranych wariantów.

Ażeby analiza systemu była w pełni pożyteczna, niezbędne są praktycznie wszystkie cztery metody. Trzeba ustalić: 1) niezbędne zasoby; 2) warianty wykorzystania zasobów; 3) wartość (użyteczność) tych wariantów; 4) kosztorys wydatków finansowych. Każdy jednak sposób wymaga nieco innego precyzowania pojęcia kosztu, chociaż w sumie otrzymujemy jeden obraz końcowy. Ostateczną ocenę kosztu uzyskuje się przez porównanie wartości wariantów metodą trzecią. Inne metody są pożyteczne o tyle, o ile przyczyniają się do oceny współzawodniczących wariantów. Nie ma bowiem możliwości oceny wariantowego wykorzystania zasobów, dopóki nie zostaną zidentyfikowane same warianty wykorzystania metodą drugą. Zanim jednak podejmiemy identyfikację wariantów wykorzystania zasobów, musimy wyszczególnić i oszacować niezbędne zasoby za pomocą metody pierwszej. Jest to sposób najprostszy, chociaż lista niezbędnych zasobów może być dość długa i zawierać wiele pozycji zamiennych, komplementarnych i konkurencyjnych. Ostatni sposób przedstawienia wariantów w formie kosztorysów finansowych wydaje się pozornie najprostszy. W rzeczywistości jest on ukoronowaniem wszystkich

trzech metod i faktycznie jest to sposób najbardziej sformalizowany pod względem techniczno-prawnym bez względu na to, czy jako konkretny model kosztorysowania przedstawia poprawnie wartość ocenianego systemu.

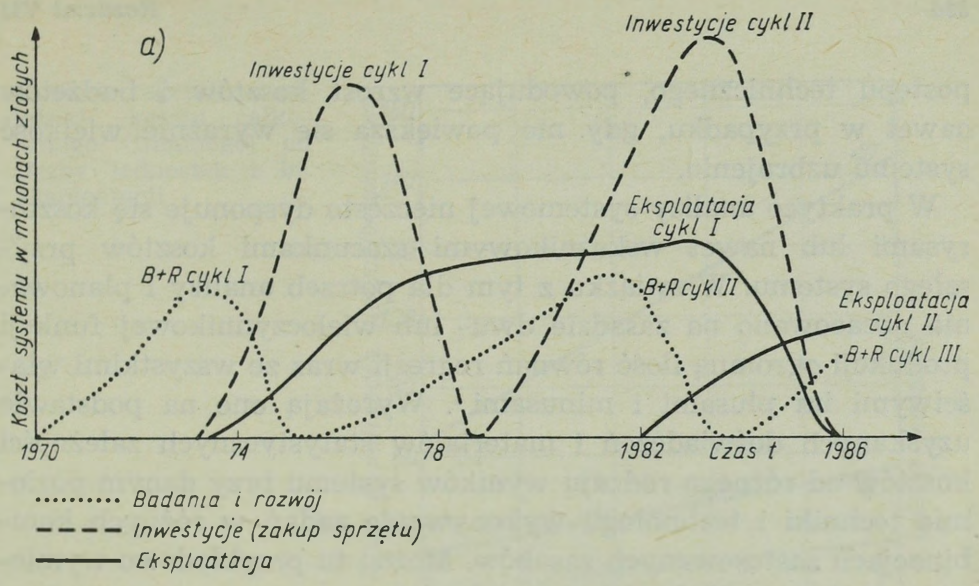
Kolejna teza systemowego ujęcia kosztów podkreśla, że koszty systemów obrony są z reguły konsekwencją decyzji często od siebie odległych, wcześniejszych i działających długofalowo. Ścisłe oparcie rachunku na normatywnej macierzy nakładów i wyników z przeszłości, np. w momencie uzasadniania koncepcji, nie jest poprawne i zawodzi. Chronologiczne narastanie kosztów systemu wyrażane jest równaniem „cyklu życia" systemu:

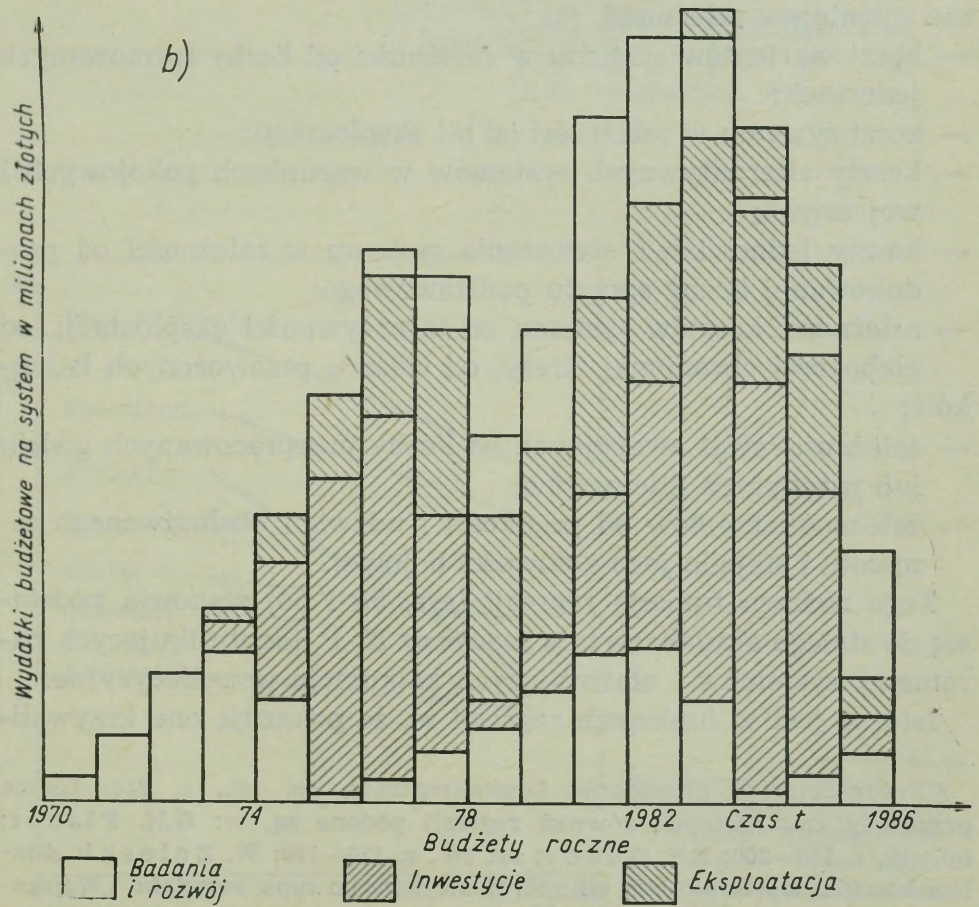
$$K_f = K_b + K_i + K_e,$$

gdzie K_f — koszt finalny systemu „od koncepcji do likwidacji";
K_b — koszt badań, rozwoju i projektowania ($B + R =$ projektowanie systemu, próby i ocena, nakłady towarzyszące);
K_i — nakłady inwestycyjne (budynki i urządzenia stałe; sprzęt podstawowy systemu, sprzęt specjalny i pomocniczy, pierwsze wyposażenie w zapasy i części zamienne; pierwsze przeszkolenie personelu obsługi; różne koszty towarzyszące uruchomieniu systemu);
K_e — koszty eksploatacyjno-operacyjne (odnowa i wymiana sprzętu podstawowego, specjalnego i pomocniczego, urządzeń stałych, obsługa techniczna elementów jak wyżej; płace i świadczenia osobowe; regularne szkolenie stanu osobowego; materiały pędne i smary dla sprzętu podstawowego i pomocniczego; utrzymanie służb pomocniczych; nakłady związane z kierowaniem, obciążające dany system).

Powyższa postać arytmetyczna przedstawiona jest graficznie na rys. 54.

Kolejno następujące fazy $B + R$, inwestycji i eksploatacji I cyklu powtarzane są przez te same fazy II cyklu. Cykl II to modernizacja systemu opracowanego w I cyklu, jego zastępowanie systemem młodszej generacji w drodze nowych formowań lub przezbrojenia. Rysunek pokazuje wzajemne nakładanie się faz





54. Cykle „życia", kosztów i budżetów systemu uzbrojenia

postępu technicznego, powodujące wzrost kosztów i budżetów nawet w przypadku, gdy nie powiększa się wyraźnie wielkość systemu uzbrojenia.

W praktyce analizy systemowej nieczęsto dysponuje się kosztorysami lub nawet wskaźnikowymi szacunkami kosztów przyszłego systemu. W związku z tym dla potrzeb analizy i planowania opracowano na zasadzie dwu- lub wieloczynnikowej funkcji produkcji ogromną ilość równań regresji wraz ze wszystkimi właściwymi im plusami i minusami [4]. Wyrażają one na podstawie uzyskanych doświadczeń i materiałów statystycznych zależności kosztów od różnego rodzaju wyników systemu przy danym poziomie techniki i technologii wykonywania zadań w różnych kombinacjach zastosowanych zasobów. Można tu przykładowo wymienić ważniejsze zależności, jak:

— koszt wariantów systemu w zależności od liczby formowanych jednostek;
— koszt systemu w zależności od lat eksploatacji;
— koszty alternatywnych systemów w warunkach pokojowych i wojennych;
— koszty jednostkowe stworzenia systemu w zależności od produkowanej liczby sprzętu podstawowego;
— zależności kosztów systemu od intensywności eksploatacji, od głębokości chronionej strefy, od ciężaru przewożonych ładunków;
— zależności strat awaryjnych od liczby przepracowanych godzin lub przebytych kilometrów;
— zależności kosztów od prędkości i udźwigu obsługiwanego samolotu i stopnia jego gotowości bojowej.

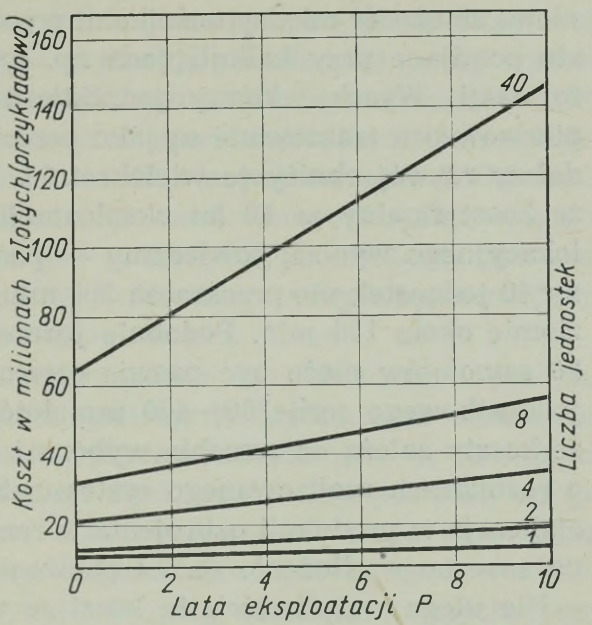
Tego rodzaju funkcje regresji (rys. 55 i 56) stanowią podstawę do stałego aktualizowania macierzy K, P, identyfikujących parametry systemów i ułatwiających kalkulacje przeddecyzyjne.

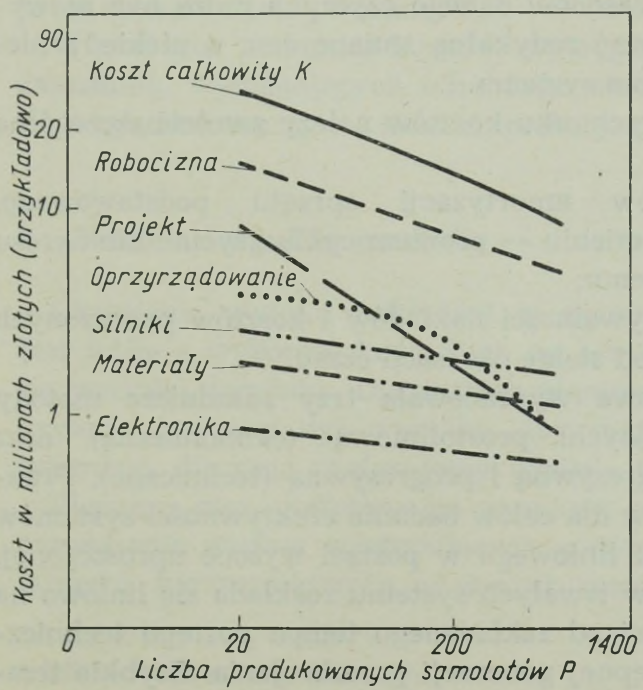
Istotne jest w funkcjach regresji to, że pokazują one krzywoli-

---

[4] *Prognozowanie gospodarki kapitalistycznej*, *op. cit.*, s. 216. Liczne przykłady empirycznych równań regresji podane są, w: G.H. Fisher: *op. cit.*, s. 166—200; E.S. Quade: *op. cit.*, s. 170—190; W. Zaleski: *Analiza kosztów wprowadzenia na uzbrojenie nowego typu samolotu*, „Wojskowy Przegląd Ekonomiczny" 1974, nr 2 i 4.

55. Funkcje regresji — zależność kosztu całkowitego (finalnego) od liczby jednostek i lat eksploatacji





56. Funkcje regresji — zależność kosztu od liczby produkowanych samolotów (skala logarytmiczna)

niową zależność między nośnikami wyniku a kosztami, co jest często pomijane przy kalkulacjach np. systemów przetwarzania informacji. Wysokie koszty jednostkowe zainstalowania i pracy pierwowzoru traktowane są jako przeciętne, chociaż wiadomo, że dalszy rozwój obniży je wielokrotnie. Na rys. 55 widoczne jest, że koszt finalny za 10 lat eksploatacji jednostki systemu radiolokacyjnego wynosi, powiedzmy — ponad 5 mln, ale koszt finalny 40 jednostek nie przekracza 200 mln, lecz utrzymuje się na poziomie około 150 mln. Podobnie jednostkowy koszt serii próbnej 20 samolotów może być prawie czterokrotnie wyższy od kosztu jednostkowego serii 300—400 samolotów. Wynika z powyższego, że koszty zależą od szczebla wyboru i od podejmującego decyzję o rozmiarach realizowanego systemu. Stąd uzasadniona jest specjalizacja w produkcji uzbrojenia w ramach sojuszów pozwalająca na znaczne wydłużenie serii i obniżenie kosztów jednostkowych.

Nie ulega wątpliwości, że koszt w wyrażeniu pieniężnym nie zawsze poprawnie wyraża znaczenie nakładów. Zależy to z jednej strony od poprawności cen, a z drugiej — od możliwości nabywania dowolnej ilości zasobów przy danej cenie. Przy większej skali systemu całość zasobów danego czynnika może być niewystarczająca i powodować radykalną zmianę cen, a niekiedy niemożliwość zrealizowania systemu.

Na dwa problemy rachunku kosztów należy zwrócić szczególną uwagę:

a) problem kosztów amortyzacji sprzętu podstawowego, a w technicznym rozumieniu — problem cyklu „życia" lub okresu eksploatacyjnego systemu;

b) problem porównywalności nakładów i kosztów ponoszonych w różnych odległych od siebie okresach czasu.

Gospodarka narodowa wypracowała trzy zasadnicze metody odpisów amortyzacyjnych: prostoliniową (ekonomiczną) oraz krzywoliniowe — degresywną i progresywną (techniczne). Praktyka rachunku kosztów dla celów badania efektywności systemów stosuje metodę odpisu liniowego w postaci wysoce uproszczonej. Koszt nabycia środków trwałych systemu rozkłada się liniowo na 5—10 lat, w zależności od zakładanego tempa postępu technicznego i terminów następnej generacji przezbrojenia. Szybkie tem-

po amortyzacji dyktowane jest z jednej strony przez tempo starzenia moralnego techniki wojennej, a z drugiej przez wysoką stopę dyskontową nakładów finansowych w granicach 10—20% rocznie. Powoduje to, że dyskont kosztów finalnych jest zbieżny do zera już w granicach 10 lat albo nawet wcześniej. Od finalnego kosztu systemu odlicza się koszt elementów stanowiących odzysk poeksploatacyjny. Raz zamortyzowane nakłady nie podlegają powtórnemu zaliczaniu do kosztów następnej generacji systemu i nie są amortyzowane powtórnie.

Dyskont nakładów ma znak dodatni za okres zamrożenia nakładów do czasu przekazania systemu do użytku oraz znak ujemny dla nakładów eksploatacyjnych ponoszonych w kolejnych latach na system użytkowany. Dyskont rosnący jest ciągiem geometrycznym (procentem składanym) zbieżnym do nieskończoności, a dyskont malejący ciągiem zbieżnym do zera. Problem dyskontowy odgrywa istotną rolę przy zdeterminowanych systemach rozpatrywanych z punktu widzenia efektywności systemów przeznaczonych na czas pokoju. Przy systemach bojowych o wysokim współczynniku niepewności działania i czasu użycia problem dyskonta jest pomijany [5].

W praktyce rachunku kosztów występuje wiele interesujących zagadnień, wymagających odrębnego studium metodologicznego. Ze względu na ramy tej książki trzeba je pominąć.

3. Określanie wyników prostych

Określenie wyniku nakładów w systemach obrony związane jest ściśle z wyborem kryterium, za pomocą którego porządkuje się wartości wyników. Dla potrzeb planistycznych i projektowych kryteria powinny być wyraźne, aby można było jednoznacznie twierdzić, dlaczego preferujemy właśnie to rozwiązanie.

Pierwszy etap preferowania wynika z przewidywania skutków rozwiązania według występujących w tym rozwiązaniu współzależności, korzystniejszych od innych wariantów. Kryterium jest

[5] G.H. Fisher: *op. cit.*, s .77.

to nie tylko sprawa pomiaru nakładów i wyników porównywanych według macierzy K i P, lecz przede wszystkim oceny, które wyniki są istotne, a które nie. Z tego powodu w każdym kryterium, wyrażającym cały sens porównywania zamiennych sposobów działania, kryje się duża doza subiektywizmu decydentów z różnych poziomów wykonawstwa i kierownictwa.

Jak ilustruje macierz wyników P z tabl. 14, możemy mieć do czynienia z kryteriami przybliżonymi, definiowanymi ogólnie i stąd nieprecyzyjnie, jak np. kryterium zdolności neutralizacji sił, kryterium maksymalnego zabezpieczenia pokoju, kryterium uniwersalności zastosowań itp. W porównywaniu działań wojskowych czy też systemów uzbrojenia poszukujemy takiego rozwiązania, które najbardziej przyczyniłoby się do utrwalenia pokoju lub do wygrania wojny i zapewnienia bezpieczeństwa narodu. Ponieważ trudno jest wymierzyć w obecnych warunkach, o ile bardziej do wygrania wojny przyczynia się oddział inżynieryjny, aniżeli oddział piechoty, poszukuje się roboczych kryteriów nadających się do porównań. W ten sposób powstaje w rzeczywistości wiele rozmaitych kryteriów, ponieważ problemy wyboru rozbite są hierarchicznie na wiele problemów i elementów, w których dokonuje się wyborów cząstkowych, czyli tzw. suboptymalizacji. Związane to jest zarówno z hierarchią organów podejmujących decyzje, przy której ogniwa dołowe dokonując oceny cząstkowej suboptymalizują rozwiązanie, natomiast ogniwa centralne optymalizują je całościowo, jak i z procedurą projektowania i tworzenia systemów. Konieczność suboptymalizacji wynika z niemożliwości zamknięcia problemu w jednym dostatecznie szczegółowym modelu. Trzeba rozbijać go na sektory, podobnie jak przy konstruowaniu samolotu z oddzielnych zespołów: płatowca, silnika, uzbrojenia i systemu elektroniki nawigacyjnej, wykazujących różne cechy zamienne. Dalsze konstruowanie systemu obrony z udziałem tegoż samolotu wymaga oddzielnych, ale zgodnych, systemów dowodzenia i naprowadzania na cele, oddzielnych systemów zwalczania celów na różnych pułapach i systemów alarmowych.

Przy wielu zaletach suboptymalizacja wywołuje liczne trudności, z których najważniejsze to niezgodność kryteriów i rozwiązań cząstkowych z kryterium wyższego szczebla i rozwiąza-

niem całościowym [6]. Ujawnia się to wtedy, gdy np. projekt elektronicznych urządzeń może być bardzo skuteczny, lecz obciąża zbytnio udźwig samolotu i ogranicza możliwości zwiększenia uzbrojenia i amunicji lub paliwa. Ujawnia się to także wtedy, gdy organ centralny domaga się pełnej realizacji preliminarza budżetowego na naprawy i modernizacje lub na zakup sprzętu pomocniczego, a bezpośredni użytkownicy i dysponenci uznają za pilniejsze inne potrzeby, ponieważ nastąpiła zmiana w warunkach eksploatacji. Dochodzi do rozbieżności między wewnętrzną zgodnością systemu a zgodnością jego elementów z rzeczywistością. Skoro jednak musimy prawie zawsze stosować kryteria przybliżone, i to według inaczej określonych reguł dla każdego obiektu, w grę wchodzi cały zestaw przybliżonych kryteriów. W praktyce może to wywoływać pewne sprzeczności i prowadzić do nadmiaru tzw. kryteriów ścisłych.

Nawiązując do tablic 13 i 14, identyfikujących systemy obrony, wstępne kryterium suboptymalizacyjne można sformułować następująco:

$$E_b = \left| \frac{K_i \triangle_1 + K_e \triangle_2}{P_{e,z,g,f} \triangle_3 \triangle_4} \right| = 1,$$

gdzie E_b — wskaźnik efektu bazowego,
K_i — jednorazowe nakłady inwestycyjne,
K_e — nakłady eksploatacyjne,
$\triangle_{1,2}$ — skumulowane współczynniki, zwiększające lub zmniejszające wartość czynnika, wynikające z działania czasu i niepewności w stosunku do realizowanych nakładów,
$P_{e,z,g,f}$ — wynik nakładów w wybranych charakterystykach eksploatacyjnych *(e)*, zadaniowych *(z)*, operacyjnych *(g)* i politycznych *(f)*,
$\triangle_{3,4}$ — skumulowane współczynniki wynikające z działania czasu i niepewności w stosunku do realizowanych wyników [7].

[6] R. Staniszewski: *Optymalizacja techniczno-ekonomiczna w projektowaniu sprzętu technicznego*, WPE 1972, nr 1, s. 66—82.

[7] A. Rogucki: *Mierniki i wskaźniki w ocenie efektywności postępu technicznego w budownictwie wojskowym*, „Zeszyty Naukowe WAP" 1971, Seria Ekonomiczna, nr 14.

Kryterium to dopuszcza różny stopień uwzględnienia warunków ograniczających system, jak i jego oceny. W zależności od celu analizy, złożoności badanego systemu, możliwości poznawczych wykonawców analizy oraz możliwości techniki obliczeniowej można je zastosować w modelu deterministycznym, probabilistycznym, statystycznym, strategicznym lub sytuacyjnym.

W przypadku wyników rozpatrywanych niekonfliktowo można przyjąć założenia upraszczające, że wyniki te, czyli wskaźniki proste i techniczne z tabl. 14, będą osiągane stale (współczynnik pewności = 1), że czynnik czasu działa jednakowo na wszystkie warianty przez jednakowo długi czas. Wtedy też można określić wyniki na podstawie kolejności porządkowej. Jak to pokazano w tablicy 17, można określać np. systemy broni palnej różnych kalibrów od dział artyleryjskich do broni strzeleckiej jako wynik pewnych nakładów (kosztów).

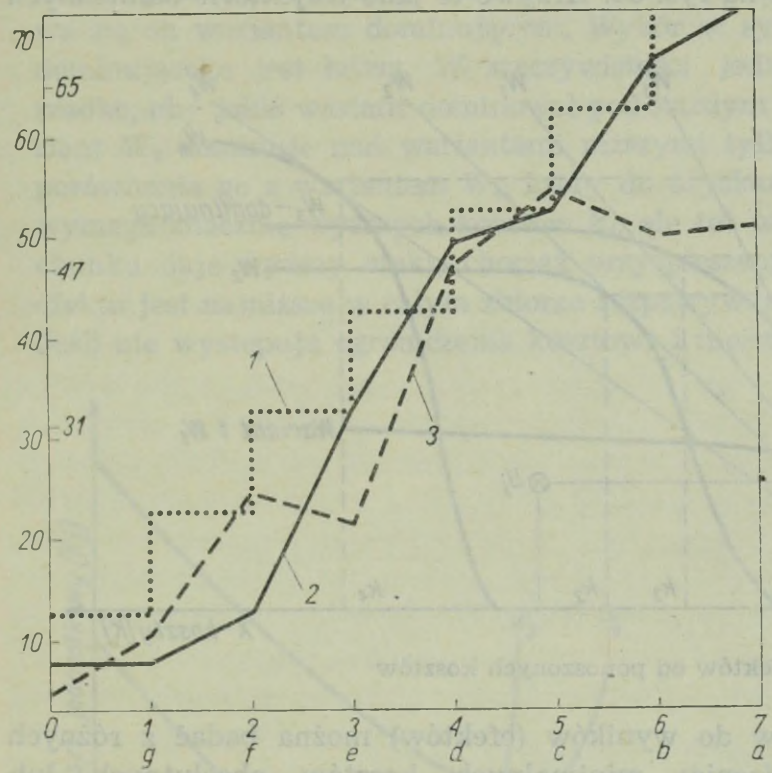
Tablica 17

Wartościowanie porządkowe, zasadnicze i kwalifikowane

System broni	Kolejność porządkowa	Przypisana wartość zasadnicza	Różnice absolutne między przypisaną wartością	Współczynnik prawdopodobieństwa skutecznego użycia	Iloczyn 3 × 4	Zmieniona kolejność wartości kwalifikowanej
1	2	3	4	5	6	7
a	1	70	—	0,6	48	2
b	2	65	— 5	0,8	52	1
c	3	50	—15	0,9	45	3
d	4	47	— 3	0,4	19	5
e	5	31	—16	0,7	22	4
f	6	10	—21	0,8	8	6
g	7	5	— 5	0,3	2	7

Kolejność porządkowa została ustalona stosownie do wartości zasadniczej systemu, określonej na podstawie jego kosztu. Przedstawia się ona na rys. 57 jako funkcja skokowa podnosząca się o jednostkę naturalnej liczby całkowitej. Ponieważ różnice abso-

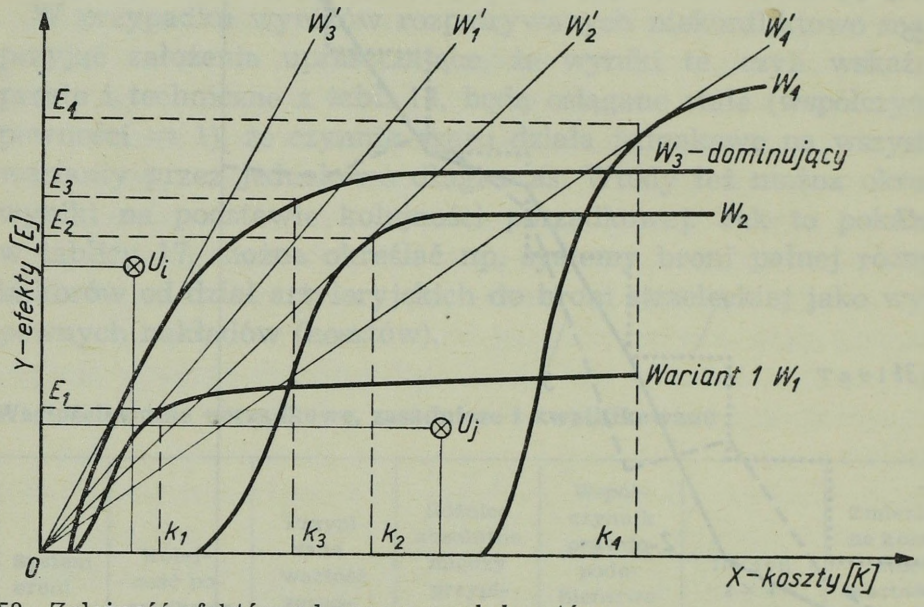
lutne między wartościami użytkowymi (według założenia równe różnicom kosztów) nie są jednakowe przy jednakowych różnicach porządkowych, monotoniczna funkcja ciągła (kreska ciągła) wzrasta nierównomiernie. Przy niejednakowym prawdopodobieństwie



57. Funkcje preferencji użyteczności — porządkowa, wartościowa (zasadnicza) i kwalifikowana (ważona) *1* — funkcja skokowa preferencji porządkowej; *2* — funkcja monotoniczna preferencji wartościowej (zasadniczej); *3* — funkcja niemonotoniczna preferencji kwalifikowanej (po uwzględnieniu współczynników prawdopodobieństwa, czyli nadaniu wag ze względu na działanie niepewności w czasie lub zmienności sytuacji itd.)

skutecznego użycia wartości użytkowej poszczególnych systemów iloczyn ich wartości użytkowej i prawdopodobieństwa wprowadza zmianę w pierwotnym porządku ustalonym dla warunków pewności i braku ryzyka. Tak więc o monotonicznym kształcie funkcji preferencji wyznaczonej według kryterium porządkowego decyduje wartość zasadnicza użyteczności. Jeśli zatem dla zapewnie-

nia czystości rachunku i spokoju naukowego sumienia, zakłócanego wprowadzaniem czynników wątpliwych, odrzucimy trzeci wymiar losowej niepewności, to otrzymujemy różnego rodzaju dwuwymiarowe monotoniczne krzywe efektywności wariantów, przedstawione na rys. 58. Krzywe te jako trajektorie odmiennych

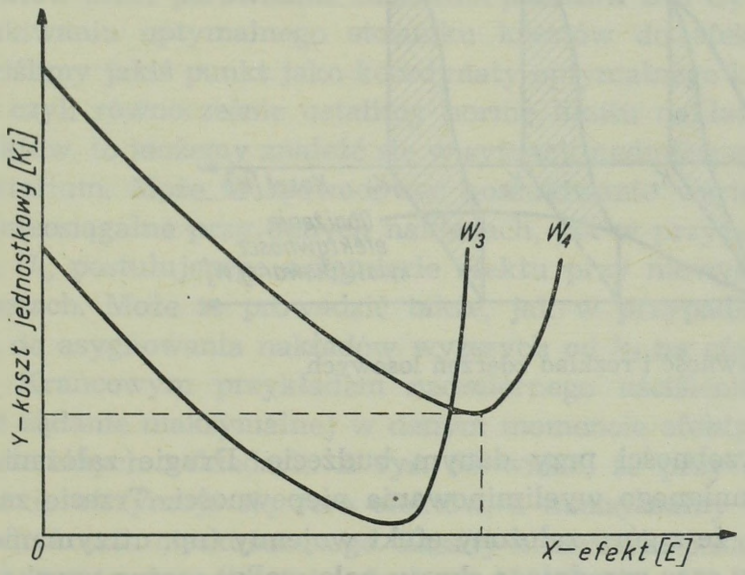


58. Zależność efektów od ponoszonych kosztów

relacji kosztów do wyników (efektów) można badać z różnych punktów widzenia: minimalnych kosztów absolutnych lub względnych na dany wariant przy występowaniu ogólnych ograniczeń majątkowych; minimalnych kosztów rodzajowych przy występowaniu ograniczeń pracochłonności, materiałochłonności itp.; przyspieszenia w uzyskiwaniu efektu, np. wzrostu potencjału bojowego, wyrażanego w funkcjach pochodnych W'_1, W'_2, W'_3, W'_4, rozpatrywanych z punktu widzenia ograniczeń czasowych; minimalnych strat żywych i techniczno-produkcyjnych; minimalnych strat czasu; maksymalnych strat zadawanych przeciwnikowi itd.

Rysunek 58 ilustruje, że wariant trzeci W_3 góruje nad W_1 i W_2 pod każdym względem, ponieważ daje wyższe efekty E_3 przy najniższej relacji kosztów k_3 do efektów E_3. Równocześnie przy-

spieszenie w uzyskiwaniu efektów jest dla W_3 najwyższe, ponieważ kąt nachylenia pochodnej W'_3 jest również większy od kąta nachylenia pochodnych dla pozostałych wariantów W'_1, W'_2, W'_4. Wariant W_3 daje pozytywne wyniki przy mniejszych nakładach, aniżeli pozostałe warianty. Dlatego w stosunku do W_1 i W_2 nazywa się on wariantem dominującym. Wybór w sytuacji wariantu dominującego jest łatwy. W rzeczywistości jednak zdarza się rzadko, aby jakiś wariant dominował pod każdym względem. Wariant W_3 dominuje nad wariantami niższymi tylko do momentu porównania go z wariantem W_4, który do uzyskania pełni efektu wymaga znacznie wyższych kosztów k_4, ale też w końcowym rachunku daje wyższy efekt, chociaż przyspieszenie w uzyskaniu efektu jest najniższe w całym zbiorze rozpatrywanych wariantów. Jeśli nie występują ograniczenia kosztowe i nieistotne jest tempo

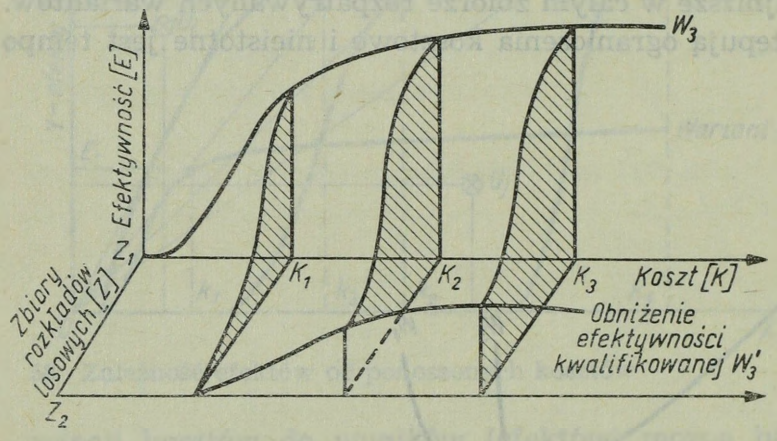


59. Stosunek kosztu jednostkowego do maksymalnego efektu

przyspieszenia, to najwyższy efekt rokuje wariant W_4. Z rys. 59 widzimy jednak, że wariant W_4 jest droższy z punktu widzenia kosztów na jednostkę efektu, ale pozwala na osiągnięcie efektu absolutnego wtedy, gdy możliwości wariantu W_3 są już wyczerpane i nie dają powiększenia efektu przy największych nawet

nakładach. Trajektornia W_3 ulega bowiem nasyceniu już przy nakładach k_3.

Poszukiwanie optymalnych wariantów w podanym przykładzie zmierza do znajdowania punktu przegięcia krzywej, w którym występuje najkorzystniejszy stosunek między nakładami i wynikami. Przy dalszym inwestowaniu za punktem przegięcia uzyskuje się bardzo małe przyrosty dodatkowych efektów. Bazuje ono na kilku założeniach, które nie zawsze występują w rzeczywistości. Pierwsze z nich głosi, że w różnych momentach czasu istnieje pełna swoboda zastępowalności wariantów, np. możliwość zaopatrywania wojsk w tańszy sprzęt i podnoszenia tym



60. Koszt, efektywność i rozkład zdarzeń losowych

samym ich liczebności przy danym budżecie. Drugie założenie dotyczy wspomnianego wyeliminowania niepewności. Trzecie zawiera hipotezę, że z góry założony efekt wojenny (np. utrzymanie przez określony czas przedniego skraju pola walki) można uzyskać za pomocą każdego wariantowego zestawu sił i środków. Jeżeli wyeliminujemy któregokolwiek z tych założeń, to znaczenie poszczególnych wariantów, jak to pokazano na rys. 57, może zmienić dotychczasowy porządek. Tak np. wariant W_3 po dodaniu „trzeciego wymiaru" w formie współczynnika niepewności przyjmie w trójwymiarowym układzie kartezjańskim postać zbliżoną do rys. 60. Efektywność zasadnicza wariantu W_3 po przeliczeniu

na efektywność kwalifikowaną uległa obniżeniu, co oznacza, iż jego użyteczność rzeczywista jest niższa, aniżeli nominalna.

Przyjmowanie za podstawę wyboru różnych administracyjnie uproszczonych wzorów rachunku efektywności, pomijających wpływ rozkładów losowych, wymaga otwartego przyznania się do świadomego zakładania opaski Temidy w celu uwolnienia się od formalnych zarzutów nieścisłego wyboru. Wybór bowiem w oparciu o zdeterminowane wzory matematyczne, nieadekwatnie odzwierciedlające relacje zachodzące w rzeczywistości, przypomina równoczesne ważenie mniej istotnych czynników wagą aptekarską, a drugich — najistotniejszych — wagą kolejową. Tego rodzaju matematycznie i mechanicznie uzasadniony wybór może wyrządzić niekiedy więcej szkód niż pożytku.

Rysunek 58 zwraca uwagę na jeszcze jedną kwestię określania efektów przez porównanie znaczenia punktów U_i i U_j. Jeżeli w poszukiwaniu optymalnego stosunku kosztów do efektów z góry uściślimy jakiś punkt jako koordynaty optymalnego kosztu i efektu, czyli równocześnie ustalimy normę limitu nakładów i normę efektów, to możemy znaleźć się w sytuacji nadmiernego uściślenia kryterium. Może to spowodować poszukiwanie wariantów, które są nieosiągalne przy danych nakładach, jak w przypadku uściślenia U_i, postulującego osiągnięcie efektu przy niewystarczających kosztach. Może to prowadzić także, jak w przypadku uściślenia U_j, do asygnowania nakładów wyższych od k_3 na efekt niższy od E_1. Krańcowym przykładem nadmiernego uściślenia kryterium jest żądanie maksymalnej w danym momencie efektywności przy minimalnych nakładach. Z rys. 58 widać, że przy minimalnym koszcie otrzymuje się zero efektów, a maksymalny efekt odnosi się do kosztu nieskończonego. Zasady heurystyki postulują zawsze zachowanie elastyczności jednej współrzędnej.

Wyboru optymalnego wariantu nie można jednak zakończyć na rozważeniu maksymalnego stosunku efektów do kosztów lub minimalnego stosunku odwrotnego. Skoro stosunek efektu do kosztu jest pochodną osiągającą maksimum w punkcie przegięcia krzywej, to nie byłoby potrzeby zajmowania się wariantem W_4, gdy wszystkie warianty z niższymi subskryptami wykazują stosunek korzystniejszy i według tego kryterium są preferowane.

Jeżeli jednak E_4 jest minimalnym poziomem efektu nadającym się do przyjęcia z punktu widzenia równoważności z potencjałem przypuszczalnego przeciwnika, wówczas przekonujący jest wybór wariantu W_4. Gdy ograniczenia absolutne efektu i kosztu nie są warunkiem decydującym, to nie należy stosować kryteriów wywierających nacisk na obniżanie efektów lub kosztów.

Teoretycznie można uniknąć konieczności określania limitu kosztów, jeżeli efekt i koszt można wyrazić w tych samych miernikach, np. w złotówkach, w godzinach niezbędnego czasu pracy, w ilości uratowanych istnień ludzkich. Gdy nakłady dają się obliczyć w tych samych miernikach co efekty, to kryterium wyboru polega na maksymalizacji różnicy. Takie rozwiązanie w praktyce możliwe jest raczej rzadko i tylko w kategoriach nieskomplikowanych mierników finansowo-technicznych, albo w kategoriach wysoce zagregowanych mierników politycznych [8].

Kształt trajektorii potwierdza wniosek, że po osiągnięciu pewnego poziomu rozwoju przyrost efektów danego systemu wymaga coraz większych nakładów. Tak jest np. z celnością dział i rakiet, której podwyższanie w granicach, powiedzmy — 90%, nie wymaga wielkiego przyrostu nakładów, ale podwyższenie o każdy następny procent ponad 90 pociąga za sobą nieproporcjonalny wzrost nakładów.

Im więcej jest czynników składających się na efekt, tym trudniejszy staje się pomiar efektu zbiorczego [9]. Technika pomiaru musi bowiem przedstawiać współzależności między różnymi wartościami zmiennymi. Uznanie większości czynników za stałe pozwala zastosować węższą skalę efektywności, jak np. suma zestrzelonych samolotów w czasie kampanii, zamiast skali strat ludności kraju. Kalkulacja według ilości strąceń nieprzyjacielskich samolotów — dla porównania np. systemów dowodzenia lotnictwa obrony powietrznej — jest łatwiejsza i bardziej przekonująca. Przy obliczaniu liczby strąceń zakładamy, że jej zwiększenie zmniejsza równocześnie straty, a konkretna gęstość, wysokość lo-

[8] H. Filipek: *Problemy oceny efektywności maszynowego przetwarzania danych*, WPE 1971, nr 2.

[9] W. Spruch: *Ekonomiczna analiza efektywności postępu technicznego w przedsiębiorstwie przemysłowym*, Warszawa 1967, s. 14—17.

tu i szybkość strumienia atakujących bombowców oraz liczba myśliwców przechwytujących ten strumień mieści się w pewnych stałych granicach i proporcjach. Ponieważ liczba myśliwców podejmujących atak zależy od miejsca bazowania w stosunku do obiektów stanowiących cel bombardowania, od wielkości strumienia bombowców, od gęstości i rytmu pracy sieci obserwacyjno-meldunkowej oraz od wielu innych czynników operacyjnych, potrzebna jest adekwatna technika odwzorowania czynników operacyjnych do ustalenia np. średniej liczby zestrzeleń na jeden lot bojowy myśliwca przechwytującego, średniej liczby zestrzeleń w ciągu doby nad określonym obszarem obrony, średniej liczby wylotów bojowych. Wszystkie dane dotyczące różnych stopni agregacji efektu niezbędne są do porównań z zagregowanymi efektami innych systemów, jak np. rakiet ziemia-powietrze, artylerii klasycznej itp. W związku z tym takie zagadnienie, jak obrona powietrzna kraju wymaga podziału celów obrony na rubieże, zadania i czynności, czyli zbudowania dla każdego analizowanego problemu specjalnej wstępnej macierzy identyfikującej ograniczenia typu tab. 12 uwzględniającej co najmniej sześć czynników zmiennych, jak: taktyka nieprzyjaciela, jego technika, wielkość sił, strategia, technika własna i wskaźniki sprawności działania systemów. Oznacza to konieczność przejścia do badania kombinowanych systemów *(force — mix)* w warunkach zmiennych sytuacji i zdarzeń losowych na większą skalę operacyjną, czyli do badania teatrów działań wojennych w mniej lub bardziej skonkretyzowanych konfliktach. Do tego celu służą wielkowymiarowe modele symulacji nakładów i efektów złożonych, efektów w skali konfliktowej.

4. Szacunek wyników złożonych

Wyniki złożone występują w działaniach taktycznych, operacyjnych, strategicznych i polityczno-militarnych jako rezultat zastosowania zestawów uzbrojenia (nazywanych „kombinacjami", „mieszankami" lub „przejściowymi zgrupowaniami") w odróżnieniu od stałej struktury systemu, z której można formować rozmaite zestawy.

Analiza systemów zajmuje się złożonymi wynikami mieszanek podczas konfliktu, m. in. w celu rozstrzygnięcia jednego z trudniejszych problemów planistycznych, mianowicie wyboru struktury sił zbrojnych, a w szczególności ustalenia współczynników substytucji kwalifikowanej. Współczynniki substytucji, nazywane też współczynnikami relacji zamiennych, parametrami substytucji, wskaźnikami zastąpienia, stosunkiem przetargowym (w rosyjskim — *uwiazka,* ang. — *trade-off,* niem. — *Wertkoeffizient)* wyrażają stosunek wartości użytkowej (użyteczności lub skuteczności) elementów możliwych do zastąpienia w realizacji tego samego lub względnie zbliżonego zadania, prowadzącego do osiągnięcia tego samego celu ostatecznego. Nie można bowiem postawić znaku równości na podstawie prostego stwierdzenia, że 100 mln wydatkowanych z budżetu na siły powietrzne daje tę samą użyteczność kwalifikowaną, co 100 mln wydatkowanych na wojska lądowe lub rakietowe, że uzyskane za te sumy potencjały są na polu walki zamienne jak 1 : 1. W odróżnieniu od prostego rachunku efektywności mającego ustalić, czy system wart jest ponoszonych nakładów, badanie zamienności, określane mianem studium przetargowego, powinno ustalić, czy i o ile jeden system jest lepszy od drugiego oraz w jakich relacjach i przy jakich warunkach mogą one być wzajemnie zastępowane. Rachunek efektywności jest skuteczny przy ocenie systemów jednorodnych (np. przy porównywaniu między sobą różnych typów i marek dział, czołgów, rakiet, samolotów, stacji radiolokacyjnych), ale do porównania związku taktycznego czołgów ze związkiem taktycznym myśliwców lub bombowców trzeba prowadzić studium przetargowe.

Zagadnienie kombinacji zestawów sił jest z natury rzeczy dość konkretne, ponieważ racjonalna kombinacja może dotyczyć tylko konkretnego scenariusza konfliktu: TDW, typu wojny — konwencjonalnej lub nuklearnej, krótkotrwałej lub długotrwałej, sposobu stopniowania działań polityczno-militarnych.

Po skonkretyzowaniu powyższych zagadnień przeprowadza się wybór mierników, charakteryzujących wyniki osiągane na polu walki przez zastępowalne rodzaje sił, wojsk i broni. Można tu przypomnieć niektóre mierniki wyszczególnione w macierzy *P,*

jak zdolność zdobywania i utrzymania terenu, wielkość zadawanych i ponoszonych strat, jak też dodać inne, np. dostarczony tonaż bomb, szybkość odwetu. Mierniki te są różnorodnie sprzężone, co powoduje, że w praktyce trzeba posłużyć się licznymi wynikami ważonymi.

Ażeby nie wprowadzać rozważań czysto teoretycznych można posłużyć się przykładami studium przetargowego, opisywanego przez analityków amerykańskich, badających zastępowalność sił lądowych siłami powietrznymi [10]. Wprawdzie sami autorzy podkreślają fikcyjny charakter przykładów — nawiasem mówiąc obliczony na podtrzymywanie kilku swoistych i niespójnych doktryn polityczno-militarnych Stanów Zjednoczonych — są one dostateczną ilustracją pozytywnych i negatywnych stron studium przetargowego.

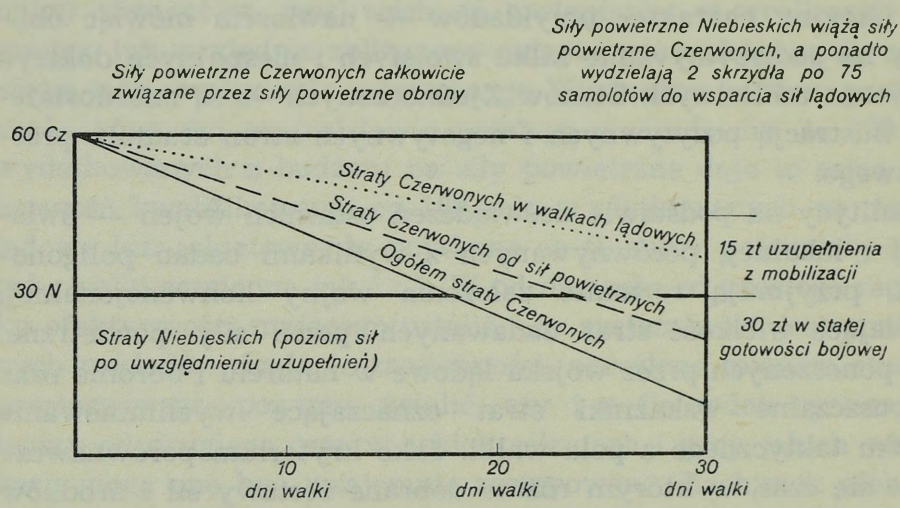
Analitycy na podstawie doświadczeń ostatnich wojen — światowej i lokalnej, porównywanych z wynikami badań poligonowych, przyjmują rozmaite założenia wojny konwencjonalnej, określające wielkość strat zadawanych przez siły powietrzne, strat ponoszonych przez wojska lądowe w natarciu i obronie oraz przypuszczalne wskaźniki strat oznaczające wyeliminowanie związku taktycznego z pola walki. Jako kryterium porównawcze bierze się czas, w którym różnie dobrane zestawy sił i środków (innymi słowy — różne nakłady) osiągają ten sam wynik na polu walki. W fikcyjnych przykładach autorzy nie troszczą się o pełną poprawność założeń. Podkreślają przez to szkolny i symulacyjny charakter całego badania, wykluczający możliwość uznania wyników za dostatecznie wiarygodne lub niepodważalne. Otrzymane wyniki są bowiem źródłem kolejnej dyskusji, kolejnej analizy wrażliwości wyniku na zmianę założeń i kolejnego procesu iteracyjnego, sprawdzanego poprzez ćwiczenia wojskowe i symulacje komputerowe.

W pierwszym obliczeniu (rys. 61) zakłada się miesięczny kon-

---

[10] M.G. Weiner: *The Trade-Off Between Groundpower and Air Support: An Introductory Example of Systems Analysis*, s. 20—29; L.H. Wegner i M.G. Weiner: *The Trade-Off Study Revisited*, s. 388—417. W: E.S. Quade (ed): *Systems Analysis and Policy Planning Applications in Defence*, *wyd. cyt.*

flikt konwencjonalny, w którym obrona (zwana Niebiescy) dysponowałaby przykładowo następującymi siłami:
— 30 dywizjami lądowymi w stałej gotowości bojowej,
— 15 dywizjami mobilizowanymi od pierwszego do trzydziestego dnia konfliktu,
— siłami powietrznymi wiążącymi całkowicie lotnictwo strony atakującej,
— nadwyżką sił powietrznych w liczbie dwóch skrzydeł po 75



61. Wyniki walki w kolejnych dniach przy określonych wskaźnikach

samolotów, z których każdy może wykonać jeden lot bojowy dziennie dla wsparcia lotniczego sił lądowych.

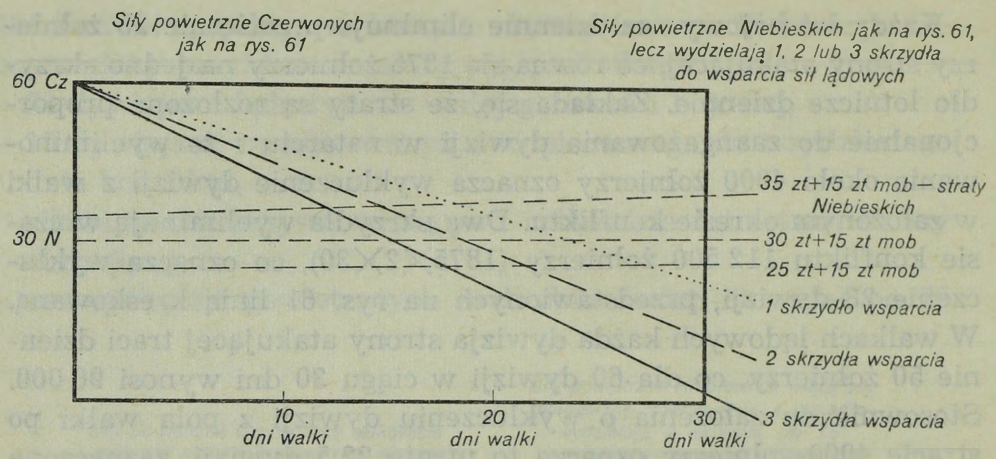
Zaangażowanie fikcyjnego przeciwnika jako strony atakującej stosunkiem sił 2 : 1 (zwanej Czerwoni) przedstawiane jest przykładowymi wskaźnikami:
— 60 dywizji lądowych,
— siły powietrzne całkowicie związane z siłami powietrznymi Niebieskich nie są zdolne wspierać wojsk lądowych,
— siły powietrzne Niebieskich tworzą na tyłach strony atakującej zaporę na tyle szczelną, że nie dopuszczają w założonym czasie konfliktu dodatkowych sił na teren działań wojennych.

Rozwój obustronnych strat oszacowany jest następująco.

Każdy lot bojowy raz dziennie eliminuje przeciętnie 25 żołnierzy strony atakującej, co równa się 1875 żołnierzy na jedno skrzydło lotnicze dziennie. Zakłada się, że straty są rozłożone proporcjonalnie do zaangażowania dywizji w natarciu i że wyeliminowanie około 4000 żołnierzy oznacza wykluczenie dywizji z walki w założonym okresie konfliktu. Dwa skrzydła wyeliminują w czasie konfliktu 112 500 żołnierzy (1875×2×30), co oznacza wykluczenie 28 dywizji, przedstawionych na rys. 61 linią kreskowaną. W walkach lądowych każda dywizja strony atakującej traci dziennie 50 żołnierzy, co dla 60 dywizji w ciągu 30 dni wynosi 90 000. Stosownie do założenia o wykluczeniu dywizji z pola walki po stracie 4000 żołnierzy oznacza to utratę 22,5 dywizji, zaznaczoną na rysunku 61 linią kropkowaną. Łącznie strona atakująca byłaby zmuszona do wycofania z walki 50,5 dywizji. Przy pewnych różnicach wskaźników dla dywizji znajdujących się w obronie i ze względu na ich mniejszą liczbę autorzy przykładu mówią o wyeliminowaniu w ciągu 30 dni 14 dywizji strony broniącej się, zastępowanych z nadwyżką przez dywizje wprowadzone dodatkowo. Na podstawie powyższych mechanicznych obliczeń, nie przewidujących jakościowych, skokowych zmian w sytuacji operacyjnej, autorzy przykładu konkludują, że mniej więcej po 18 dniach siły wojsk lądowych po obydwóch stronach będą wyrównane.

Zadanie studium przetargowego polega na zbadaniu, jakie byłyby wyniki czy różnice w stosunku do kryterium czasu przy wprowadzeniu innych zestawów sił, np. 25 dywizji w stałej gotowości bojowej + 15 dywizji mobilizowanych; 35 dywizji w stałej gotowości + 15 mobilizowanych; dla każdej powyższej kombinacji przy współdziałaniu z jednym, dwoma lub trzeba skrzydłami lotniczego wsparcia walk naziemnych przy niezmienionych założeniach wstępnych. Przeprowadzając obliczenia podobne do przedstawionych na rys. 61 otrzymuje się wynik zbliżony do pokazanego na rys. 62. Spośród różnych punktów mogących oznaczać stabilizację sytuacji, wybrano dwa punkty zestawów sił lądowych i powietrznych, które przy danych założeniach osiągają jednakowy czas stabilizacji na 16 dzień walki.

Przyjmując założenie, że równy czas stabilizacji sił oznacza równość wyniku, można przeprowadzić przetarg nakładów,



62. Wyniki walki w kolejnych dniach przy tych samych wskaźnikach strat, lecz zmiennym składzie działających sił

w pewnym sensie przetarg kosztorysowy. Przyjmując, że liczby 400 mln dol. i 800 mln dol. dobrze wyrażają nakłady inwestycyjne i pięcioletnie koszty eksploatacyjno-operacyjne na jedno skrzydło i jedną dywizję [11] można sporządzić następujące zestawienie.

Wariant 1.

2 skrzydła po 400 mln dol. 0,8 mld dol.
35 dywizji po 800 mln dol. 28,0 mld dol. razem 28,8 mld dol.

Wariant 2.

3 skrzydła po 400 mln dol. 1,2 mld dol.
25 dywizji po 800 mln dol. 21,1 mld dol. razem 21,2 mld dol.

Różnica między kosztami dwóch zestawów wynosi 7,6 mld dol. Przy założeniu, że użyteczność obydwóch wariantów, oceniana według czasu osiągnięcia stabilizacji, jest równorzędna, autorzy dopuszczają wniosek, że wariant 2 daje oszczędność 7,6 mld dol., nie zmniejszając korzyści.

Przytoczony przykład autorzy wykorzystali do zademonstrowania zasadniczej struktury logicznej studium przetargowego.

[11] Przy założeniu 2 mln dol. za samolot i 50 mln dol. rocznie kosztów eksploatacyjno-operacyjnych na 1 skrzydło. Według danych „Aviation Week and Space Technology" 1964, nr 8 (t. 80, s. 65); odpowiednio przeciętny koszt dywizji Stanów Zjednoczonych wynosi około 800 mln dol. (*Tamże*, s. 27).

Twierdzą oni, że jeśli użytkownik lub wykonawca analizy nie zbudują poprawnej struktury zależności, to mimo wielu obliczeń, drobiazgowych scenariuszy, załączników z danymi analitycznymi, komputerowych programów i tabulogramów, gier wojennych lub wzorów matematycznych, nie będzie można wyprowadzić poprawnego wniosku. O słuszności wysuwanych przez analizę wniosków decyduje bardziej struktura logiczna analizy, aniżeli jej wykonanie techniczne.

Poddanie przykładu pod dyskusje wykazuje, że nieznaczne zmiany w parametrach założeń przesuwają zarówno termin stabilizacji, jak i wielkość różnicy w kosztach stworzenia zestawów sił. Ażeby uzyskać mocniejszą podstawę wnioskowania, trzeba prowadzić analizę równolegle z dwóch kierunków — szczegółowego i ogólnego. Kierunek szczegółowy to lewa część macierzy wyników *P*, ogólny — prawa. W lewej części macierzy czynnościowej bada się np. działo najpierw z punktu widzenia sprawności na stanowisku ogniowym, następnie — zasięgu celów, potem włącza się wymiar czasu i różnicuje rodzaj ognia na odległość wsparcia i ostrzeliwania zaporowego, oceniając kolejno ważność poszczególnych wyników dla wybrania najlepszych wariantów taktyczno-technicznych. W rezultacie badań czynnościowych uzyskuje się oszacowany zestaw sił i środków do badań taktyczno-operacyjnych, prowadzonych na szczeblu sytuacyjnym według listy kryteriów przedstawionych w tablicy 18.

W kolumnach porównawczej macierzy wykazuje się mierniki i wagowe współczynniki oceny każdego systemu uzbrojenia według danego kryterium, a w podsumowaniu końcowe współczynniki zamienności poszczególnych wariantów w stosunku do systemu bazowego potraktowanego jako modularna jedność. Podobnie postępuje się z wariantami zestawów sił. Następnie oblicza się, jakie zestawy uzbrojenia można nabyć przy danym budżecie, zakładając, że bazowym zestawem jest np. zestaw 16 dywizji lądowych i 24 skrzydeł taktycznych sił powietrznych. Zestaw II ma np. 2 dywizje mniej w zamian za 8 skrzydeł niskosprawnego lotnictwa śmigłowego, co oznacza, że 1 dywizja lądowa kosztuje mniej więcej tyle, co 4 skrzydła wspomnianego lotnictwa. W ze-

Tablica 18

Przykładowe kryteria stosunków zamienności na trzech szczeblach analizy

Kryteria			System lub zestawy systemów							
			bazowy			porównywalne, ważone jak bazowy				
			miernik	waga	miernik ważony	II	III	IV	V	n
1			2	3	4	5	6	7	8	9
I	Zdolność niszczenia	W jakim stopniu zestaw sił może zniszczyć cele na wyznaczonych odległościach i rubieżach?								
II	Gotowość bojowa	Jak szybko zestaw sił może być gotowy do działań bojowych?								
III	Zdolność do przerzutów operacyjnych	Jak szybko zestaw sił może być przerzucony na teatr działań?								
IV	Ruchliwość i manewrowość	Jak szybko zestaw sił może poruszać się w teatrze działań bojowych?								

(cd. tabl. 18)

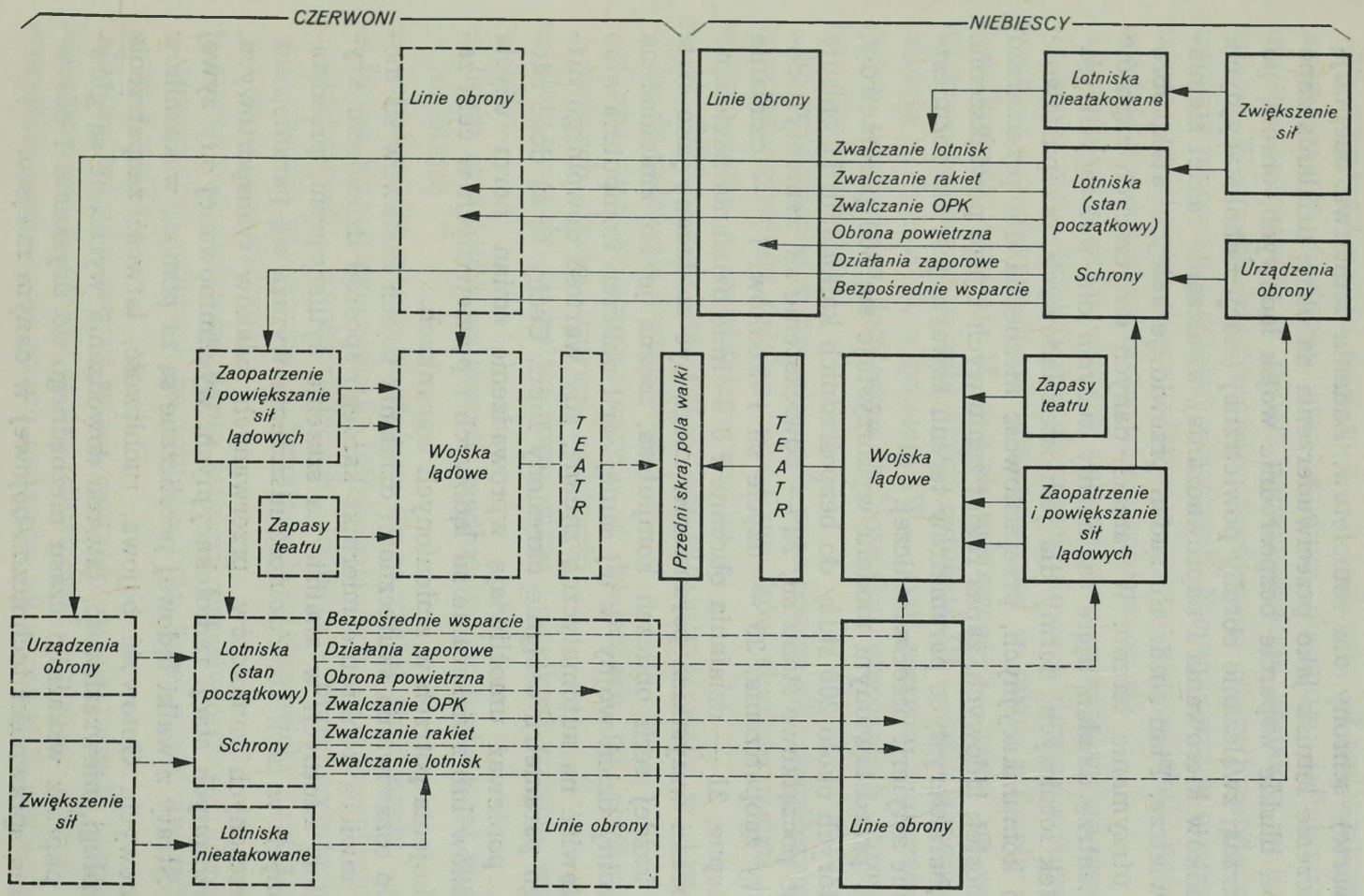
1			2	3	4	5	6	7	8	9
V	Łatwość zaopatrzeniowa i obsługowa	Jak skutecznie zestaw sił może być zaopatrywany i utrzymywany w sprawności bojowej?								
VI	Wytrzymałość, zdolność przetrwania	Wrażliwość zestawu sił na skutki działań nieprzyjaciela?								
VII	Operatywność	Dla ilu rozmaitych zastosowań lub działań bojowych zestaw sił może być użyty?								
VIII	Łatwość dowodzenia	Jak sprawny jest zestaw sił pod względem wymagań dowodzenia?								
IX	Zdolność do współdziałania (komplementarność)	W jakim stopniu zestaw sił uzupełna siły zbrojne sojuszników?								
X	Uniwersalność (wielorakość) zastosowań	Jak efektywny jest zestaw sił w rozmaitych formach sytuacji oraz kryzysów militarnych i polityczno-militarnych?								
XI	Zdolność odstraszania	W jakim stopniu zestaw sił zwiększa zdolność powstrzymywania agresji?								

(cd. tabl. 18)

1			2	3	4	5	6	7	8	9
XII	Zdolność powiększania potencjału	Jak szybko można zmobilizować dla zestawu sił dodatkową zdolność bojową?								
XIII	Akceptacja wewnętrzna	W jakim stopniu gotów jest naród przyjąć określony zestaw sił?								
XIV	Akceptacja międzynarodowa	W jakim stopniu zestaw sił jest do przyjęcia przez inne narody?								
Razem			×	100	×	×	×	×	×	×

stawie III w stosunku do zestawu I powiększono o 4 liczbę dywizji kosztem 4 skrzydeł samolotów odrzutowych, co umownie oznacza równoważność finalnych kosztów 1 dywizji lądowej i 1 skrzydła samolotów odrzutowych. Oczywiście istotną rolę odgrywa tutaj poprawna metoda kosztorysowania.

Po wstępnym skompletowaniu próbnych zestawów sił i środków rozmieszcza się je na strukturalnym modelu — studium teatru powietrze-ziemia — przedstawionym z dużym uproszczeniem na rys. 63. Głównymi elementami tego modelu są: stany początkowe obydwóch stron, zadania sił powietrznych, zadania sił lądowych, poziom zapasów na teatrze działań i teren z charakterystykami infrastruktury. W stanach początkowych arsenał lotnictwa klasyfikowany jest w trzech rodzajach: lotnictwo o dużym udźwigu użytkowym i wysokich parametrach taktyczno-technicznych; lotnictwo o średnim udźwigu użytkowym i wreszcie typ lotnictwa o niskim udźwigu użytkowym. Następne stany początkowe to: stan lądowych związków taktycznych na danym TDW, rezerwy sił na zwiększenie lotnictwa, rezerwy na zwiększenie związków lądowych, lotniska jako cel ataku, lotniska nie atakowane



63. Struktura modelu „studium teatru powietrze-ziemia"

(otwarte), schrony dla samolotów. Zadania lotnictwa obejmują: niszczenie lotnisk jako przeciwuderzenia na bazy, działania zaporowe, bliskie wsparcie bezpośrednie wojsk lądowych, obronę powietrzną, zwalczanie obrony powietrznej (stacji radiolokacyjnych, ośrodków kierowania i naprowadzania), zwalczanie rakiet ziemia-powietrze. Plan rozdziału zadań przewiduje kolejno: atak, obronę, utrzymanie terenu. W ramach danych dotyczących zapasów na teatrze działań ujęte są: normy zużycia dla walczących jednostek lotniczych, normy dla jednostek lądowych, przepustowość linii komunikacyjnych, przepustowość niezbędna dla przemarszu jednostek lądowych, zapas rakiet zenitowych i jego powiększenie. W charakterystyce parametrów terenu zawarte jest też rozmieszczenie artylerii przeciwlotniczej.

W przedstawionym modelu wykorzystuje się 300 parametrów, z których około 200 służy do bezpośrednich kalkulacji, 11 opisuje dane początkowe stanu sił, 22 — powiększenie sił, remonty i dostawy zaopatrzenia, 25 — użycie sił i środków, 17 — działania zaczepne, 21 — działania obronne i 6 — inne działania naziemne. Wartości wszystkich parametrów mogą być zakładane jako stałe dla każdej serii obliczeń komputera, można je też zmieniać na dowolny dzień wojny w tej samej serii obliczeń komputera albo nastawiać na automatyczną zmianę, gdy wartość dowolnego niższego parametru osiągnie określony limit. Cechy te są dość istotne, ponieważ umożliwiają wprowadzenie zmian norm użycia środków lub zwiększanie sił lądowych i powietrznych w celu zaspokojenia potrzeb w zmienionych warunkach.

Do oszacowania skuteczności działania trzech zastawów sił model zawiera konkretne mierniki każdego spośród dziewięciu kryteriów, istotnych w analizie na szczeblu sytuacyjnym, przedstawionych w tabl. 18. Zdolność niszczenia wyraża się parametrami zniszczonych samolotów, przerwanych szlaków transportowych, zniszczonych stacji radiolokacyjnych, wyeliminowanej siły żywej itp. Straty z walki lądowej przeliczane są za pomocą wskaźników planowych. Gotowość bojowa, ruchliwość, łatwość zaopatrzenia i obsługi, niewrażliwość, łatwość dowodzenia wyrażane są głównie poprzez wskaźniki czasu niezbędnego do uzyskania i odtwarzania sprawności techniczno-bojowej w danym miejscu.

Po zidentyfikowaniu wariantowych zestawów sił podlegających porównywaniu następny etap studium obejmuje definiowanie sytuacji zagrożenia, w jakich przypuszczalnie zestawy te będą działać. W przykładzie fikcyjnym porównano cztery hipotetyczne sytuacje rozpoczęcia działań wojennych. Nie wyczerpują one listy sytuacji możliwych, lecz dostarczają wystarczającej skali zmienności do przykładowej oceny trzech kombinacji sił.

Sytuacja I to atak pośredni, polegający na początkowym wprowadzeniu niewielkiej liczby pierwszorzutowych dywizji szturmowych ze znacznymi siłami lotnictwa oraz w miarę potrzeby sił dodatkowych; sytuacja II — atak ograniczony — różni się wolniejszym tempem nasilania ataku; sytuacja III — atak generalny całością sił lądowych, a sytuacja IV — atak pośredni z uprzedzającym uderzeniem lotniczym na lotniska, umocnienia obronne i na siły powietrzne.

Po przeliczeniu wprowadzonych parametrów sił i współczynników intensywności działań wśród wyników studium teatru powietrze-ziemia na wyróżnienie zasługują:

— przybliżone położenie przedniego skraju pola walki w stosunku do położenia wyjściowego;
— liczba dywizji uczestniczących w działaniach po obydwóch stronach, liczba dywizji rozbitych;
— stan zdolności zaopatrzeniowej stron i wielkość zużycia środków;
— liczba samolotów walczących według typów, liczba strat w samolotach;
— liczba rakiet ziemia-powietrze, liczba rakiet straconych;
— liczba rozmaitego rodzaju lotów bojowych — wspierających, zaporowych, bombardujących lotniska, przechwytujących w obronie powietrznej, uderzających w stanowiska rakietowe i obrony powietrznej;
— straty pod wpływem ognia artylerii przeciwlotniczej, obrony powietrznej, uderzeń na lotniska oraz inne straty awaryjne poza walką.

Można też uzyskać w miarę potrzeby wiele innych danych. Najważniejsze wskaźniki można zilustrować w postaci tablicy zawierającej porównanie trzech zestawów sił w czterech sytuacjach

Tablica 19

Porównanie zestawów sił według 15 wartości wskaźnikowych (dni)

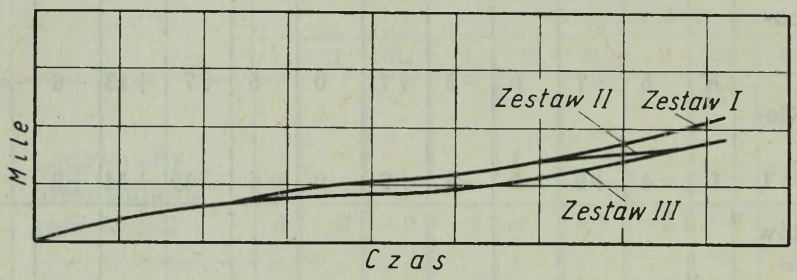
Numer wskaźnika	Opis wskaźnika	Sytuacja 1. Atak pośredni			Sytuacja 2. Atak ograniczony			Sytuacja 3. Atak generalny			Sytuacja 4. Atak pośredni z uprzedzającym atakiem lotnictwa		
		Zestaw											
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Lądowe siły przenikają na głęb. 30 mil	*A*	0	0	+1	+1	+1	−2	−2	−2	0	0	0
2	Lądowe siły przenikają na 100 mil	*B*	0	0	+2	+3	+2	−2	−2	−2	0	0	0
3	Lądowe siły przenikają na 150 mil	*C*	0	0	+6	+6	+5	−2	−2	−2	0	0	0
4	Lądowe siły przenikają na 300 mil	*D*	+4	−1	+20	+26	+21	−7	−6	−6	−4	−3	−1
5	Lądowe siły przenikają na 500 mil	*E*	+5	+2	+26	+27	+27	−14	−12	−10	−11	−8	−9
6	10% rozbitych dywizji Niebieskich	*F*	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	+2	+2
7	20% rozbitych dywizji Niebieskich	*G*	0	−1	0	0	−1	0	0	−1	+2	+2	+1
8	33% rozbitych dywizji Niebieskich	*H*	+1	−5	0	+1	−5	0	+1	−5	+1	+2	−4

9	Równowaga sił powietrznych 1 : 1	*I*	−1	0	0	−1	0	0	−1	0	+5	+3	+16
10	Lokalna przewaga Niebieskich sił powietrznych 2 : 1	*J*	−2	+4	0	−2	+4	0	−2	+4	+6	+3	+12
11	Ograniczona przewaga Niebieskich sił powietrznych 5 : 1	*K*	−5	+7	0	−5	+7	0	−5	+7	+13	+6	+24
12	Panowanie Niebieskich w powietrzu 10 : 1	*L*	−4	+9	0	−4	+9	0	−4	+15	+14	+8	+25
13	Stan samolotów Niebieskich = = 2/3 stanu początkowego	*M*	+1	0	0	+1	0	0	+1	0	—	—	—
	Stosunek sił Niebieskich do Czerwonych N : C =	*N*	+0,1	−0,1	0	+0,1	−0,1	0	+0,1	−0,1	—	—	—
14	Stan samolotów Niebieskich = 1/2 stanu początkowego	*O*	0	−1	0	0	−1	0	0	−1	−3	−3	−4
	Stosunek sił Niebieskich do Czerwonych N : C =	*P*	+0,3	−0,2	0	+0,3	−0,2	0	+0,1	−0,2	−0,6	−0,5	−0,6
15	Stan samolotów Niebieskich = = 1/3 stanu początkowego	*Q*	+6	−3	0	+6	−3	0	+6	−3	−13	0	−27
	Stosunek sił Niebieskich do Czerwonych N : C =	*R*	+1,9	−1,0	0	+1,9	−1,0	0	+1,9	−1,0	−2,3	−0,6	−2,8

Źródło: E.S. Quade (ed.): *Systems Analysis...*, *wyd. cyt.*, s. 401.

wojennych w stosunku do zestawu pierwszego potraktowanego jako zestaw bazowy (tabl. 19).

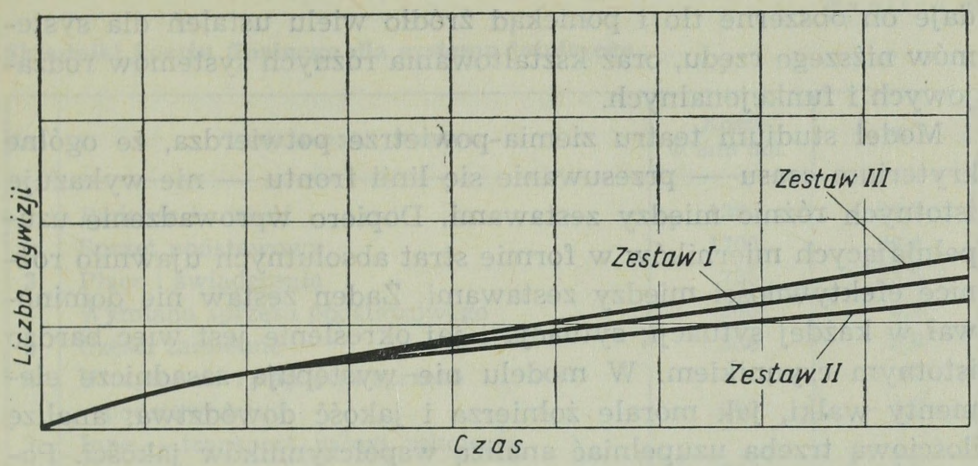
Główny zespół wskaźników zdolności bojowej zestawu sił stanowi tempo przesuwania się przedniego skraju pola walki na lądzie. Jeśli zestaw I w sytuacji I potraktuje się jako podstawowy, a duże litery w jego kolumnie — jako absolutny wynik cyfrowy dla zestawu bazowego, to liczby podane w innych kolumnach odczytuje się jako różnicę plus lub minus od wartości bazowej.



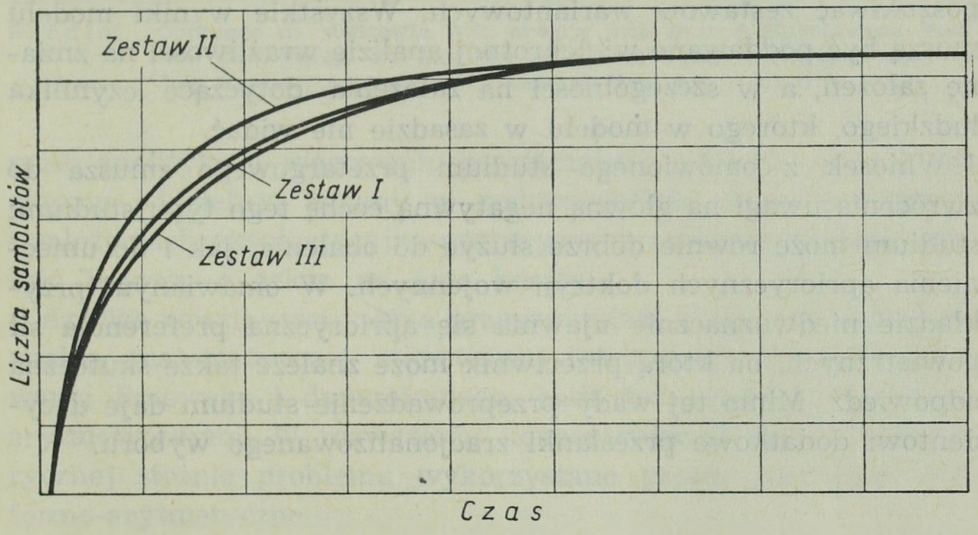
64. Sytuacja 2 — przesuwanie się przedniego skraju obrony (na zachód)

Liczby zawarte w tablicy wskazują, że w poszczególnych sytuacjach każdy zestaw sił różni się poniekąd w ograniczaniu skutków i tempa działań zaczepnych. Biorąc pod uwagę inne zespoły wskaźników, a więc tempo rozbicia dywizji Niebieskich, czas uzyskiwania przewagi lotniczej oraz stany liczebne zdolnego do działań lotnictwa, autorzy sugerują, że zestaw „więcej powietrza, mniej ziemi", tj. zestaw II jest wśród trzech zestawów najbardziej udany. Można to prześledzić poglądowo na szeregu krzywych w układzie współrzędnych. Na rys. 64 zestaw II po pewnym czasie stabilizuje tempo przesuwania się frontu, a na rysunkach 65 i 66 widoczne jest zmniejszenie strat lądowych obrony i zwiększenie strat sił powietrznych strony atakującej.

Pomimo uzyskania szeregu krzywych ilustrujących wskaźniki kryterium, głębokie wnioskowanie o wartości bojowej poszczególnych zestawów musi być ograniczone ze względu na liczbę założeń wstępnych (których tutaj szczegółowo nie przedyskutowano), poczynionych dla uproszczenia modelu. Zmieniając założenia (np. wprowadzając konflikt atomowy) trzeba przeprowadzić



65. Sytuacja 2 — straty dywizji lądowych Niebieskich



66. Sytuacja 2 — straty sił powietrznych Czerwonych

inne badania wrażliwości systemu na zmianę założeń, współczynników niepewności i parametrów normatywnych.

Z przykładu analizy sytuacyjnej widoczne jest, że trzeba stosować różnorakie kryteria, wprowadzać realne sytuacje na najgorszy przypadek, stosować analizę jakościową oraz postulować siły, odpowiadające potrzebom. Mimo niedoskonałości dyskusyjnego modelu systemowego jako generalnej podstawy wnioskowania,

daje on obszerne tło i poniekąd źródło wielu ustaleń dla systemów niższego rzędu, oraz kształtowania różnych systemów rodzajowych i funkcjonalnych.

Model studium teatru ziemia-powietrze potwierdza, że ogólne kryterium czasu — przesuwanie się linii frontu — nie wykazuje istotnych różnic między zestawami. Dopiero wprowadzenie uzupełniających mierników w formie strat absolutnych ujawniło różnice efektywności między zestawami. Żaden zestaw nie dominował w każdej sytuacji; sytuacja i jej określenie jest więc bardzo istotnym czynnikiem. W modelu nie występują zasadnicze elementy walki, jak morale żołnierza i jakość dowództwa; analizę ilościową trzeba uzupełniać analizą współczynników jakości. Porównania zestawów są sensowne wtedy, gdy wyraźnie zostanie określony potencjał podstawowy, w stosunku do którego można poszukiwać zestawów wariantowych. Wszystkie wyniki modelu muszą być poddawane wielokrotnej analizie wrażliwości na zmianę założeń, a w szczególności na założenia dotyczące czynnika ludzkiego, którego w modelu w zasadzie nie widać.

Wniosek z omówionego studium przetargowego zmusza do zwrócenia uwagi na główną negatywną cechę tego typu studium: studium może równie dobrze służyć do obalenia, jak i do umocnienia apriorycznych doktryn wojennych. W omawianym przykładzie niedwuznacznie ujawnia się aprioryczna preferencja sił powietrznych, na którą przeciwnik może znaleźć także skuteczną odpowiedź. Mimo tej wady przeprowadzenie studium daje decydentowi dodatkowe przesłanki zracjonalizowanego wyboru.

5. Parametryczna analiza wrażliwości

Zadaniem parametrycznej analizy wrażliwości (zwanej też analizą czynnikową, analizą czułości na zmianę parametrów) jest stwierdzenie, w jakim stopniu wyniki rozwiązania problemu optymalizacyjnego lub suboptymalizacyjnego zależą od danych wejściowych, zawartych w założeniach budowy, eksploatacji i szacowania systemu. Dzięki analizie wrażliwości można określać, z jaką siłą oddziałuje na wynik końcowy z jednej strony błąd popełniony

Tablica 20

Składniki kosztu finalnego dla systemu lotniczego

Lp.	Treść pozycji kosztów	Koszt w mln dol.	%
1	Badania i rozwój	1360	24,3
2	Sprzęt podstawowy	1700	30,4
3	Płace i świadczenia	755	13,5
4	Wymiana sprzętu podstawowego	340	6,1
5	Części zamienne	330	5,9
6	Utrzymanie i naprawa sprzętu podstawowego	260	4,6
7	Inne — transport, usługi, szkolenie, podróże	830	15,2
	Razem	5575	100,0

Źródło: Obliczono na podstawie W.E. Mooz: *The B-x: A Hypothetical Bomber Cost Study.* W: E.S. Quade (ed.): *Systems Analysis and Policy Planning Applications in Defense, wyd. cyt.*, s. 153—210.

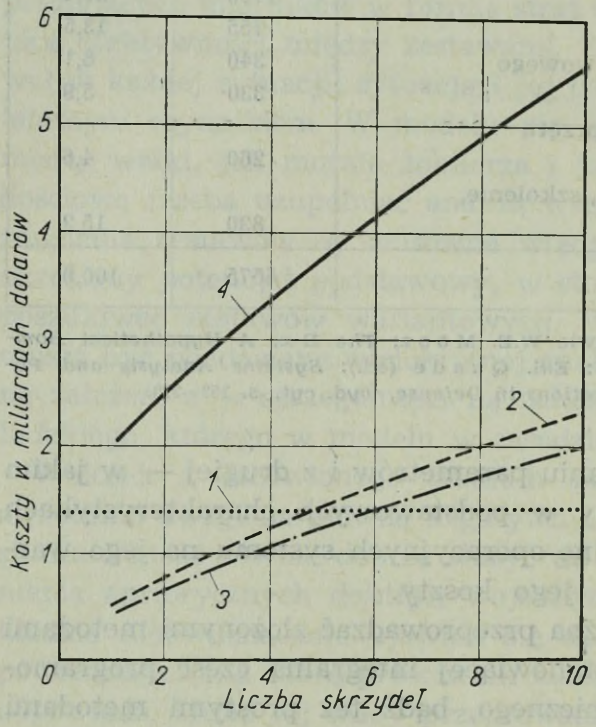
przez analityka w szacowaniu parametrów i z drugiej — w jakim stopniu oddziałują zmiany w podstawowych charakterystykach i założeniach eksploatacyjno-operacyjnych systemu na jego wartość bojową, a także na jego koszty.

Analizę wrażliwości można przeprowadzać złożonymi metodami analizy matematycznej, stanowiącej integralną część programowania liniowego i dynamicznego, bądź też prostymi metodami arytmetycznymi. W rozważaniu koncentrującym się na merytorycznej stronie problemu wykorzystano proste przykłady graficzno-arytmetyczne.

Załóżmy, że obliczenia finalnego kosztu systemu lotniczego składającego się z 10 skrzydeł (150 samolotów), prowadzone według modelu zilustrowanego na rys. 54, przedstawiają się jak w tabl. 20 i są następujące:

Tablica 20 wskazuje, że dwie główne pozycje kosztów — badania i rozwój oraz nabycie samolotów jako sprzętu podstawowego, obejmują prawie 55% wszystkich kosztów systemu. Ten fakt koncentracji kosztów na kilku pozycjach nie powinien sugerować proporcjonalnego spadku zainteresowania innymi pozycjami,

w szczególności dotyczącymi ruchu kadrowego i obrotu częściami zamiennymi. Wpływają one na sprawność systemu w stopniu nieproporcjonalnym do swego udziału finansowego w koszcie finalnym. Jest bowiem cechą charakterystyczną dla analizy statycznej, którą przedstawia tabl. 20 i rys. 67, że zmierza ona do



67. Koszt finalny a liczba formowanych jednostek z 5-letnimi kosztami eksploatacyjnymi (analiza statyczna)
1 — badania i rozwój; *2* — inwestycje (sprzęt i urządzenia); *3* — koszty eksploatacji (5 lat); *4* — koszt całkowity (finalny)

podkreślenia rozmiarów systemu i jego kosztu dla różnych wariantów, finansowanych z budżetu. Na przykład „nabycie" kadry ujęte jest więc tylko w kwotach płac, a nie w kwotach inwestycji, jakie społeczeństwo ponosi na wychowanie i wykształcenie człowieka zdolnego do obsługiwania złożonego sprzętu technicznego.

Pierwszy typ zmian parametrycznych, to liczba formowanych jednostek na bazie nowego sprzętu podstawowego. Odpowiedź na zmiany tego parametru ilustruje rys. 67.

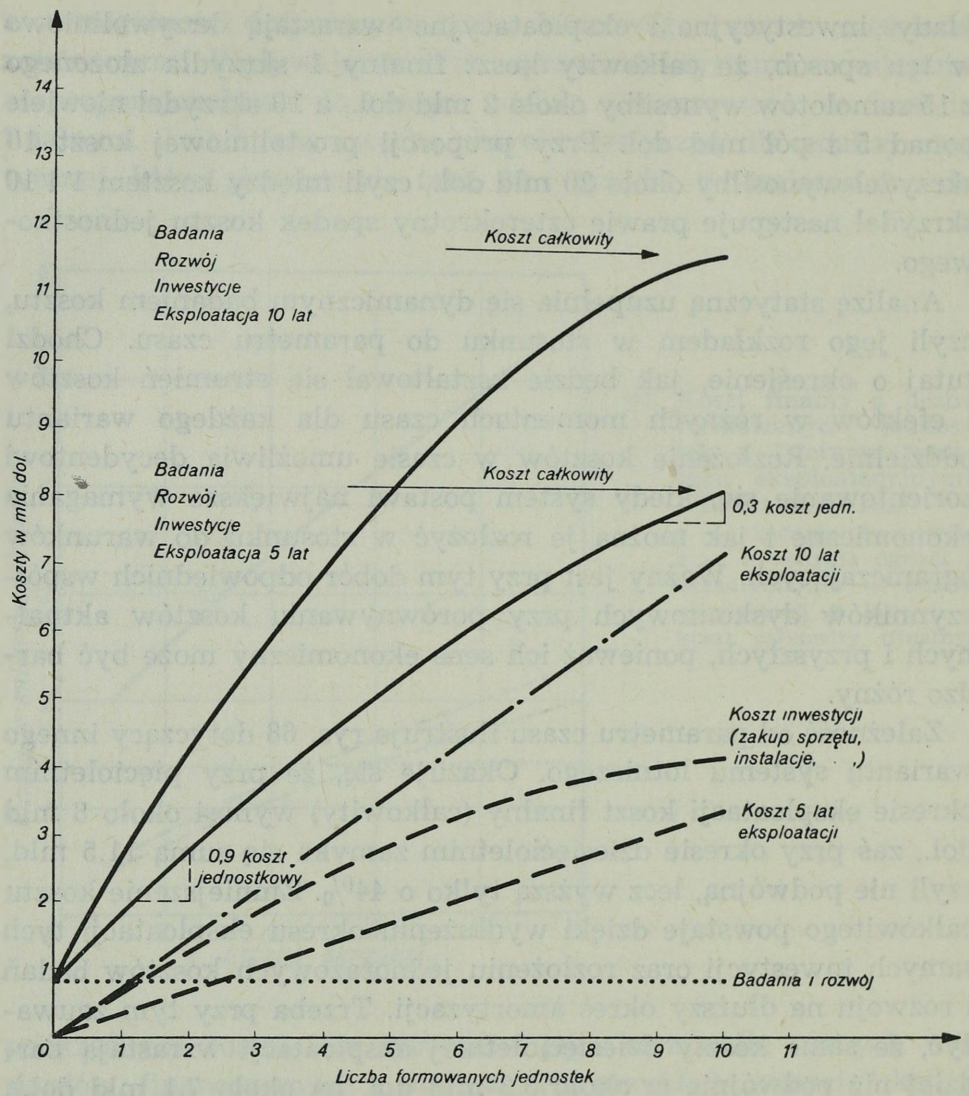
Rysunek pokazuje, że koszt prac badawczych i rozwojowych jest niezależny od liczby formowanych skrzydeł, natomiast na-

kłady inwestycyjne i eksploatacyjne wzrastają krzywoliniowo w ten sposób, że całkowity koszt finalny 1 skrzydła złożonego z 15 samolotów wynosiłby około 2 mld dol., a 10 skrzydeł niewiele ponad 5 i pół mld dol. Przy proporcji prostoliniowej koszt 10 skrzydeł wynosiłby około 20 mld dol., czyli między kosztem 1 i 10 skrzydeł następuje prawie czterokrotny spadek kosztu jednostkowego.

Analizę statyczną uzupełnia się dynamicznym badaniem kosztu, czyli jego rozkładem w stosunku do parametru czasu. Chodzi tutaj o określenie, jak będzie kształtował się strumień kosztów i efektów w różnych momentach czasu dla każdego wariantu oddzielnie. Rozłożenie kosztów w czasie umożliwia decydentowi zorientowanie się, kiedy system postawi największe wymagania ekonomiczne i jak można je rozłożyć w stosunku do warunków ograniczających. Ważny jest przy tym dobór odpowiednich współczynników dyskontowych przy porównywaniu kosztów aktualnych i przyszłych, ponieważ ich sens ekonomiczny może być bardzo różny.

Zależność od parametru czasu ilustruje rys. 68 dotyczący innego wariantu systemu lotniczego. Okazuje się, że przy pięcioletnim okresie eksploatacji koszt finalny (całkowity) wynosi około 8 mld dol., zaś przy okresie dziesięcioletnim zamyka się sumą 11,5 mld, czyli nie podwójną, lecz wyższą tylko o 44%. Zmniejszenie kosztu całkowitego powstaje dzięki wydłużeniu okresu eksploatacji tych samych inwestycji oraz rozłożeniu jednorazowych kosztów badań i rozwoju na dłuższy okres amortyzacji. Trzeba przy tym zauważyć, że same koszty dziesięcioletniej eksploatacji wzrastają bardziej niż podwójnie (z około 3,3 mld dol. na około 7,1 mld dol.), co jest uzasadnione większym zużyciem sprzętu podstawowego, liczbą jego wymiany i coraz droższymi remontami. Warto też zwrócić uwagę, że przy zwiększaniu systemu z jednej jednostki do dwóch koszt całkowity wzrasta o 0,9 mld dol., a z 9 jednostek do 10 o 0,3 mld dol.

Potrzeba analizy wrażliwości rezultatu względem popełnionego przez analityka błędu wynika przede wszystkim z powodu stosowania wskaźników i norm dotyczących przeszłości w stosunku do systemu, który ma działać w przyszłości. Nie ma zupełnej



68. Koszt finalny a liczba formowanych jednostek z 5- i 10-letnimi kosztami eksploatacyjnymi (analiza statyczna)

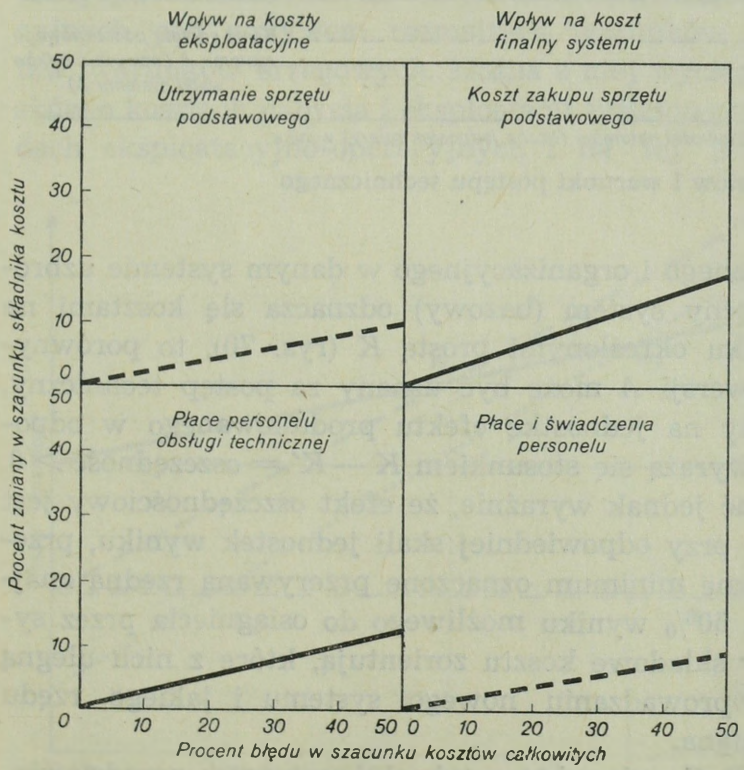
Źródło: G.H. Fischer: *Cost Considerations in Systems Analysis*, Nowy Jork 1971, s. 71.

pewności, że szacunek niezbędnego personelu jest trafny, że współczynnik zużycia i awarii samolotów na godzinę lotu będzie podobny do współczynnika dla typów już użytkowanych, że zużycie części wymiennych utrzyma się na tym samym poziomie. Analityk powinien więc założyć, że jego szacunek personelu nie-

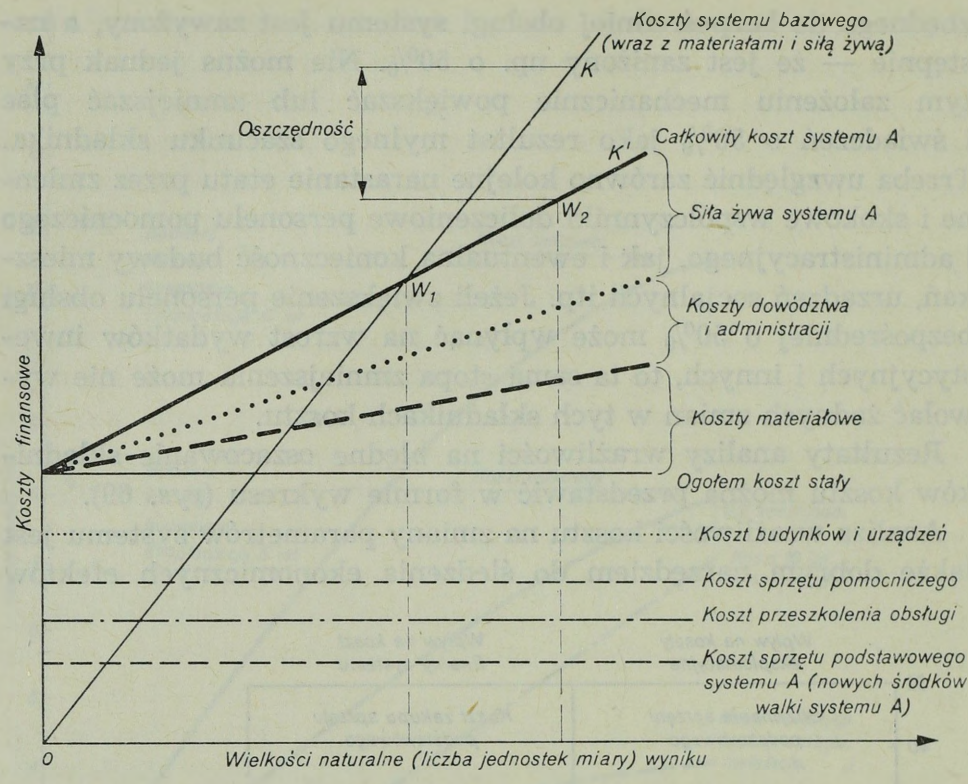
zbędnego do bezpośredniej obsługi systemu jest zawyżony, a następnie — że jest zaniżony np. o 50%. Nie można jednak przy tym założeniu mechanicznie powiększać lub zmniejszać płac i świadczeń o 50% jako rezultat mylnego szacunku składnika. Trzeba uwzględnić zarówno kolejne narastanie etatu przez zmienne i skokowe współczynniki doliczeniowe personelu pomocniczego i administracyjnego, jak i ewentualną konieczność budowy mieszkań, urządzeń socjalnych itp. Jeżeli zwiększenie personelu obsługi bezpośredniej o 50% może wpłynąć na wzrost wydatków inwestycyjnych i innych, to ta sama stopa zmniejszenia może nie wywołać żadnych zmian w tych składnikach kosztu.

Rezultaty analizy wrażliwości na błędne oszacowanie składników kosztu można przedstawić w formie wykresu (rys. 69).

Analiza wrażliwości kosztu na zmiany parametrów systemu jest także dobrym narzędziem do śledzenia ekonomicznych efektów



69. Wpływ skali błędów na szacunek końcowy kosztów systemu



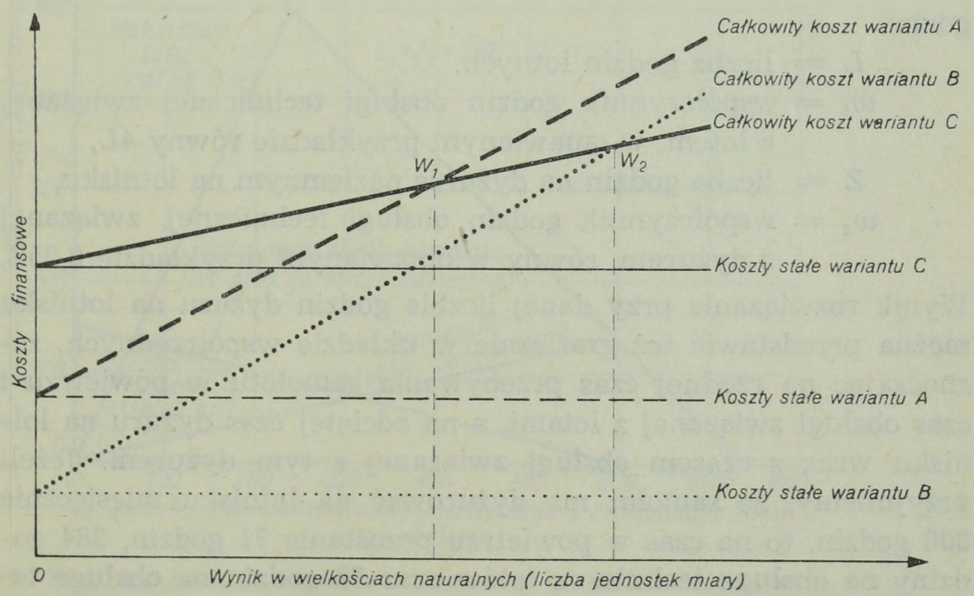
70. Składniki kosztów i warunki postępu technicznego

postępu technicznego i organizacyjnego w danym systemie uzbrojenia. Jeśli obecny system (bazowy) odznacza się kosztami na jednostkę wyniku określonymi prostą K (rys. 70), to porównywalny system wersji A może być uznany za postęp techniczny, jeśli jego koszty na jednostkę efektu produkowanego w odpowiedniej skali wyrażą się stosunkiem $K - K' = \text{oszczędność} > 0$. Na rys. 70 widać jednak wyraźnie, że efekt oszczędnościowy jest osiągalny tylko przy odpowiedniej skali jednostek wyniku, przekraczającej pewne minimum oznaczone przerywaną rzędną znajdującą się poza 50% wyniku możliwego do osiągnięcia przez system. Elementy składowe kosztu zorientują, które z nich ulegną zmianie przy wprowadzaniu nowego systemu i jakiego rzędu może być ta zmiana.

Warianty A, B, C o charakterystykach kosztowych przedstawionych na rys. 71 różnią się poziomem kosztów stałych bez względu

na liczbę jednostek wyniku $C > A > B$. Gdy do kosztów stałych dodamy koszty zmienne, to do punktu W_1 kierunek nierówności kosztów całkowitych C, A, B jest taki sam, jak kosztów stałych. Dopiero na prawo od punktu W_1 wariant A jest korzystniejszy od wariantu C, a od punktu W_2 także od wariantu B. Tak więc warunkiem wprowadzania efektywniejszych wariantów są z jednej strony środki inwestycyjne na sformowanie systemu o wyższym poziomie technicznym, a z drugiej — środki inwestycyjne i eksploatacyjne na sformowanie odpowiedniej liczby jednostek i intensywne ich wykorzystywanie. W przypadku istnienia bariery budżetowej nie zawsze można zrealizować wybór optymalny. Tak samo w przypadku, gdy wielkość wyniku mniejszego od W_1 zaspokaja potrzeby, wybór wariantu C nie zawsze będzie uzasadniony.

Jedną z najbardziej interesujących postaci analizy parametrycznej jest badanie zmian w parametrach eksploatacyjno-operacyjnych pod wpływem rozmaitych warunków ograniczających, tzw. warunków brzegowych. Można z niej wyciągnąć wiele wniosków o kosztach nabycia i eksploatacji systemu przy różnych układach eksploatacyjno-operacyjnych i na tej podstawie znaleźć



71. Opłacalność wariantu a koszty stałe i liczba jednostek wyniku

strukturę odznaczającą się kosztem minimalnym lub maksymalnym. Jest to poszukiwanie tzw. obwiedni operacyjnej, popularnie nazywanej też „kopertą eksploatacyjną", w ramach której system może funkcjonować zgodnie z założeniami.

Pierwszym warunkiem brzegowym dla eksploatacji np. samolotu jest czas nominalny wynoszący przeciętnie 730 godzin w miesiącu (365 dni w roku × 24 godziny: 12 miesięcy lub 365 × × 2 = 730). Część tego czasu samolot może spędzić w powietrzu, na dyżurze bojowym na lotnisku, w obsłudze technicznej i w naprawie. Jeśli znany jest czas przebywania w powietrzu, to można określić, ile potrzeba w związku z tym czasu na obsługę techniczną i naprawy oraz ile czasu pozostaje na pełnienie dyżuru bojowego na lotnisku i z nim związaną obsługę techniczną. Zależności te mają charakter funkcyjny i można je przedstawić w postaci równania liniowego:

$$L(1 + w_1) + Z(1 + w_z) = 730 \text{ godzin},$$

z czego po przekształceniu:

$$L = \frac{730}{1 + w_1} - Z\left(\frac{1 + w_z}{1 + w_1}\right),$$

gdzie:

L = liczba godzin lotnych,
w_1 = współczynnik godzin obsługi technicznej związanej z lotem, w omawianym przykładzie równy $4L$,
Z = liczba godzin na dyżurze naziemnym na lotnisku,
w_z = współczynnik godzin obsługi technicznej związanej z dyżurem, równy w omawianym przykładzie $0{,}25Z$.

Wynik rozwiązania przy danej liczbie godzin dyżuru na lotnisku można przedstawić też graficznie w układzie współrzędnych, zaznaczając na rzędnej czas przebywania samolotu w powietrzu i czas obsługi związanej z lotami, a na odciętej czas dyżuru na lotnisku wraz z czasem obsługi związanej z tym dyżurem. Jeżeli przyjmiemy, że samolot ma dyżurować na lotnisku miesięcznie 300 godzin, to na czas w powietrzu pozostanie 71 godzin, 284 godziny na obsługę techniczną lotów oraz 75 godzin na obsługę techniczną dyżuru.

Drugim warunkiem brzegowym jest czas dyspozycyjny załogi, który przy obsłudze jednozałogowej samolotu wynosi:

$$L + Z = 730 - D,$$

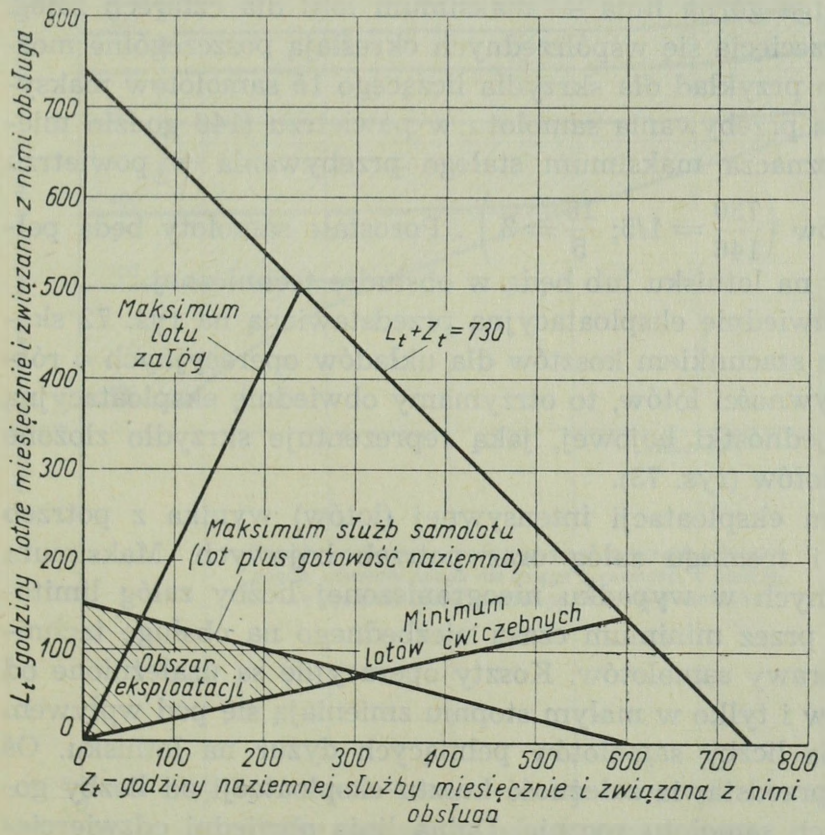
gdzie:

L — czas przebywania w powietrzu,

Z — czas przebywania na dyżurze lotniskowym,

D — suma czasu zużytego na inną działalność, aniżeli loty bojowe i dyżury lotniskowe, wynosząca dla tej kategorii załóg 578 godzin.

Czas lotów załogi określony jest z jednej strony przez minimum czasu lotów dla utrzymania sprawności technicznej załogi, a z drugiej — liczbą godzin lotów nie stanowiących nadmiernego przeciążenia. Ograniczenie to wyraża się nierównością $22 < L <$



72. Możliwy rozkład dyżuru naziemnego i godzin lotu przy określonych parametrach samolotu i możliwościach personelu

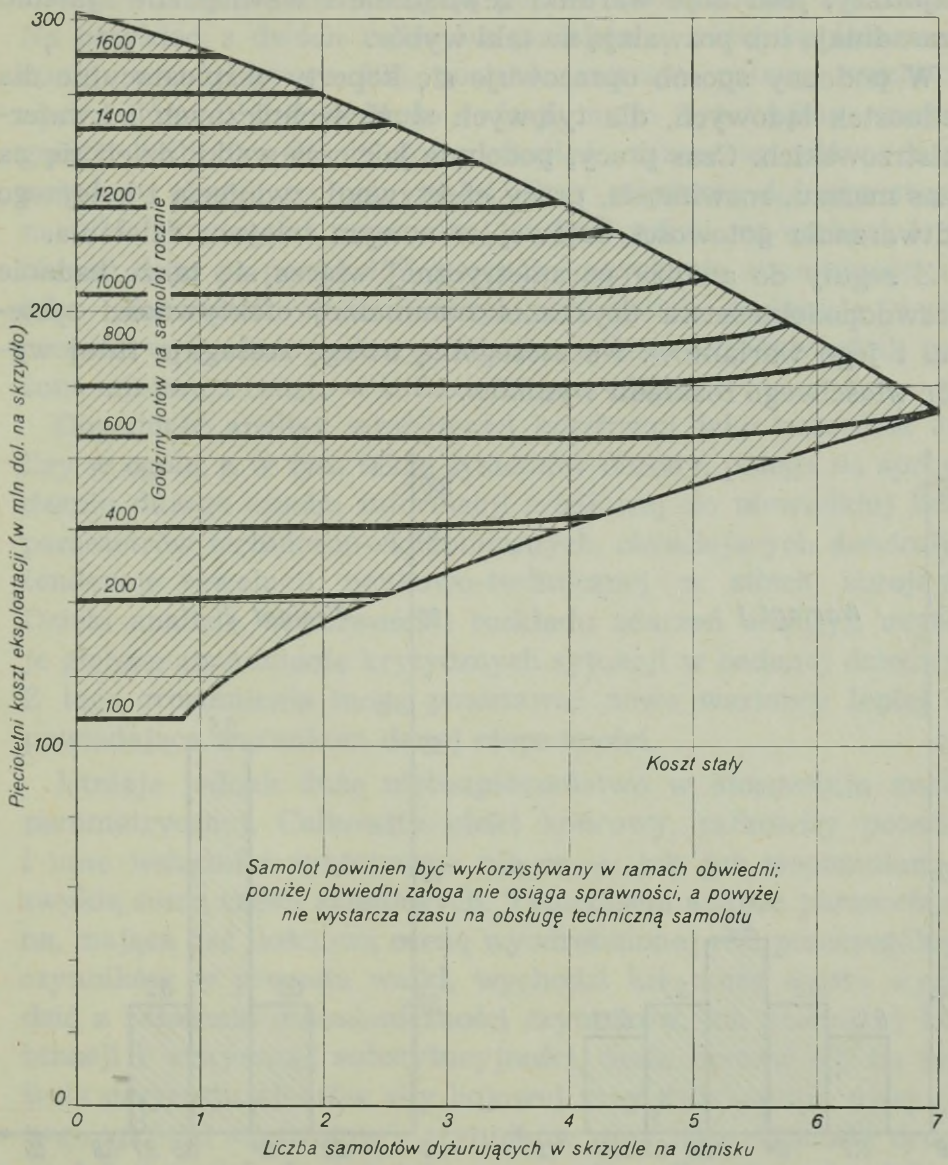
< 100. Jeśliby samolot miał przebywać w powietrzu ponad 100 godzin i pełnić dyżur ponad 52 godziny (730 — 578 — 100), potrzebne jest zwiększenie liczby załóg. Czas przebywania samolotu w powietrzu przy stosunku 1 : 4 na korzyść czasu obsługi nie może być dłuższy aniżeli 146 godzin miesięcznie.

Uwzględniając powyższe dwa warunki ograniczające — samolot i załogę, można przedstawić obszar eksploatacji na rys. 72. Stosownie do kryteriów, ustalonych dla służby załóg i dla obsługi technicznej, niemożliwa jest żadna działalność operacyjna poza obszarem zakreskowanym wyznaczonymi liniami, chyba że zmienione zostaną kryteria. Dolna linia oznacza minimum lotów zapewniających wyćwiczenie sprawności załóg, górna linia przy obszarze zakreskowanym — maksimum służby operacyjnej samolotu, a druga górna linia — maksimum lotu dla czterech załóg. Punkty przecięcia się współrzędnych określają poszczególne możliwości. Na przykład dla skrzydła liczącego 15 samolotów maksymalny czas przebywania samolotu w powietrzu (146 godzin miesięcznie) oznacza maksimum stałego przebywania w powietrzu 3 samolotów $\left(\frac{730}{146} = 1/5;\ \frac{15}{5} = 3\right)$. Pozostałe samoloty będą pełniły dyżur na lotnisku lub będą w obsłudze technicznej.

Jeżeli obwiednię eksploatacyjną przedstawioną na rys. 72 skorelujemy z szacunkiem kosztów dla układów operacyjnych o różnej intensywności lotów, to otrzymamy obwiednię eksploatacyjną dla całej jednostki bojowej, jaką reprezentuje skrzydło złożone z 15 samolotów (rys. 73).

Minimum eksploatacji intensywnej (lotów) wynika z potrzeb szkolenia i treningu załóg oraz potrzeb bojowych. Maksimum godzin lotnych w wypadku nieograniczonej liczby załóg limitowane jest przez minimum czasu niezbędnego na obsługę techniczną i naprawy samolotów. Koszty operacyjne są uzależnione od planu lotów i tylko w małym stopniu zmieniają się pod wpływem zwiększenia liczby samolotów pełniących dyżur na lotnisku. Oś rzędnych przedstawia zależność kosztu eksploatacji od liczby godzin lotnych samolotu rocznie. Dolna linia obwiedni odzwierciedla koszty minimalne, gdy system nastawiony jest tylko na trening załóg. Bez względu na to, czy system będzie eksploatowany,

czy nie, jego koszty stałe przekroczą 100 mln dol. Górna linia obwiedni przedstawia koszty wzrastające przy wykorzystaniu czasu nominalnego na przebywanie w powietrzu i obsługę techniczną związaną z lotami. Po przekroczeniu ponad 1600 godzin lotnych na samolot rocznie żaden bezpośredni wzrost nakładów



73. Obwiednia eksploatacyjna skrzydła sił powietrznych

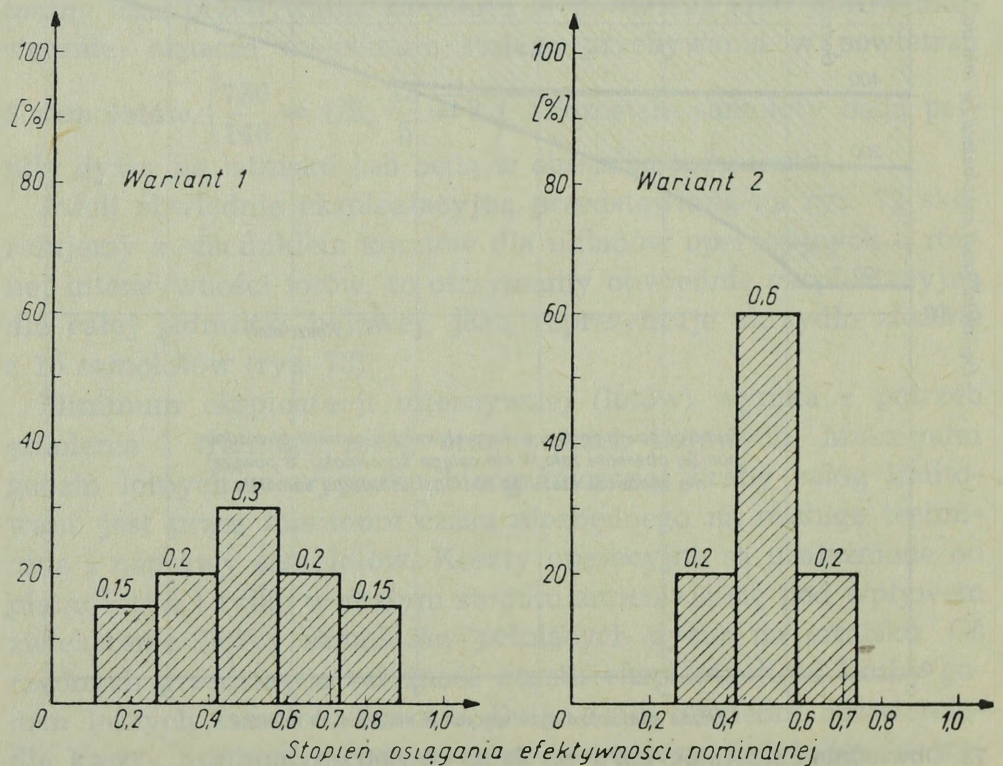
Źródło: G.H. Fischer: *op. cit.*, s. 116.

na ten system — przy innych danych nie zmienionych — nie podpodwyższy jego intensywności i efektywności eksploatacyjnej.

Optymalizacja systemu w kategoriach nakładów i wyników oznacza konstruowanie takich systemów i wybór takiej intensywności eksploatacyjnej, przy której koszt 1 godziny lotnej jest najniższy, jeśli inne warunki zewnętrzne i wewnętrzne systemu uzasadniają lub pozwalają na taki wybór.

W podobny sposób opracowuje się koperty eksploatacyjne dla jednostek lądowych, dla tyłowych służb technicznych i kwatermistrzowskich. Czas pracy, podobnie jak czas walki, dzieli się na czas marszu, rozwinięcia, pracy efektywnej, zwinięcia i kolejnego odtwarzania gotowości bojowej w nowym miejscu działania.

Z reguły do analizy parametrycznej włącza się także badanie prawdopodobieństwa uzyskania nominalnej efektywności systemu i jego wariantów. Na szczególną uwagę zasługuje tutaj wybór właściwego rozkładu wyników.



74. Procent ćwiczeń o określonym stopniu efektywności

Na rys. 74 przedstawiono wyniki procentowe prawdopodobieństwa efektywności oznaczonej na osi odciętych od 0,2 do 1,0. W pierwszym wariancie średnia procentowa prawdopodobieństwa wynosi 0,5 i jest taka sama jak dla wariantu drugiego $(0{,}15 \times \times 2 + 0{,}2 \times 2 + 0{,}3) : 2 = (0{,}2 \times 2 + 0{,}6) : 2 = 0{,}5$. Obydwa warianty w 50% ćwiczeń osiągają połowę efektywności nominalnej. Na przykład z dwóch rodzajów pocisków o różnym ciężarze ładunku wybuchowego 50% pocisków niszczy połowę wyznaczonych celów. Wybór jednego rodzaju może być trafnie rozstrzygnięty, jeśli określi się dolny stopień niszczenia celów, dający pożądany skutek na polu walki. Przy założeniu dolnego stopnia na 0,7 efektywności nominalnej wybór padnie na wariant 1, ponieważ daje on ponad 15% pewności uzyskania skutecznego wyniku. Natomiast wariant drugi, aczkolwiek wykazuje wysoki procent wykonania połowy zadania (połowy efektywności), założone minimum osiąga w znikomym procencie.

Dogodność analizy wrażliwości kosztowej jako narzędzia analizy w ogóle, a w tym także systemów obrony, polega na sprowadzaniu dużego zasobu informacji źródłowej do niewielkiej liczby parametrów techniczno-ekonomicznych, określających dominujące tendencje rewolucji naukowo-technicznej w siłach zbrojnych. Dzięki analizie wrażliwości i rozkładu zdarzeń analityk uzyskuje głębsze zrozumienie krytycznych sytuacji w badanej dziedzinie. Z tego zrozumienia mogą powstawać nowe warianty lepiej odpowiadające warunkom danej niepewności.

Istnieje jednak duże niebezpieczeństwo w stosowaniu analizy parametrycznej. Całkowity efekt końcowy, całkowity potencjał i inne wskaźniki syntetyczne nie są — jak już wspomniano — zwykłą sumą części składowych. Tymczasem analiza parametryczna, mająca dać ilościową ocenę wyodrębnionej roli poszczególnych czynników w procesie walki, wychodzi lub może często wychodzić z założenia autonomiczności czynników, ich rozmaitej kombinacji i wzajemnej substytucyjności, może opierać się na hipotezie przyrostu efektów siły bojowej przy zwiększeniu masy jednego spośród stosowanych czynników przy niezmienności drugiego lub pozostałych, czy też na uznaniu całkowitej niezależności wskaźnika postępu technicznego od zwiększania się ilości żołnie-

rzy i uzbrojenia. Analiza wrażliwości jest dopuszczalna w ekonomii, ponieważ według słów Marksa w ekonomii „...na nic się nie zda mikroskop ani odczynniki chemiczne. Jedno i drugie musi zastąpić siła abstrakcji" [12]. Można tu dodać, że współcześnie siła abstrakcji może być wzmocniona nie tylko czystą spekulacją, lecz także eksperymentalnymi modelami i wariantowymi obliczeniami, opartymi na zasadzie zbieżności eksperymentu z wariantami zakładanymi dla rzeczywistości [13].

---

[12] K. Marks i F. Engels: *Dzieła*, t. 23, Warszawa 1968, s. 6.
[13] B. Kacprzyński: *op cit.*, s. 369—382.

Rozdział VIII

WYBRANE ELEMENTY SYSTEMOWEGO PLANOWANIA OBRONY

1. Niektóre wnioski z analizy systemów dla planowania obrony

Celem ostatniego rozdziału książki jest przedstawienie najistotniejszych związków między jej głównymi tezami a przeprowadzaną w latach sześćdziesiątych, głównie w krajach kapitalistycznych, formalną przebudową systemów planowania obrony, jak też przeorientowaną w pewnej mierze treścią ich strategii polityczno-militarnej. Szereg wniosków znalazło już odbicie w praktyce i dlatego można niektóre z nich traktować jako elementy systemowego planowania obrony [1].

Już z rozważań nad dialektyczną strukturą analizy systemów można było wysunąć wniosek, że jest ona:

— po pierwsze, nie tyle zwartą metodą badania naukowego, czy też jego skonkretyzowaną teorią, ile sztuką wyboru optymalnych metod naukowych spośród ogromnej liczby prezentowanych przez naukę pod różnymi nazwami i przedstawiających różną wartość praktyczną ilościowych metod badawczych, przystosowanych do rozwiązywania konkretnych problemów;

---

[1] J. Blancard: *Conception et réalisation des armements*, „Revue de Défense Nationale", luty 1971, s. 179—200; F. Majchrzak: *Planowanie wojskowo-gospodarcze w siłach zbrojnych Niemieckiej Republiki Federalnej*, WAP, Warszawa 1971; St. Rzeszutek: *System planowania wojskowo-gospodarczego we Francji*, WAP, Warszawa 1971; S. Enke (ed.): *Defense Management*, Englewood Cliffs 1967; W. Stankiewicz: *System planowania wojskowo-gospodarczego w Stanach Zjednoczonych*, WAP, Warszawa 1971.

— po drugie, nie tylko na pewnym poziomie ukształtowaną metodą naukowych badań ilościowych, lecz także hasłem wywoławczym i nośnikiem motywacyjno-argumentacyjnym dla wielu reorientacji politycznych, zmierzających do wzmocnienia centralnych organów władzy w praktyce interwencjonalizmu państwowego, centralnego planowania i militaryzacji bloku imperialistycznego.

Analiza systemów stała się narzędziem walki między rywalizującymi w państwach kapitalistycznych ugrupowaniami politycznymi i techniczno-gospodarczymi.

Znamienny jest bowiem fakt, że analiza systemów jako podstawa naukowej argumentacji stosowanej umocniła się wtedy, gdy badania operacyjne skupiły się na formalizacji pewnej klasy szczegółowych problemów techniczno-gospodarczych, pozostawiając na uboczu decydujące, jakościowe problemy o treści polityczno-militarnej, problemy całościowego wejścia, a szczególnie wyjścia — politycznego i strategiczno-militarnego, jakiego oczekuje się od współczesnych systemów obrony. Powstała istotna luka w adekwatnym, doktrynalnym motywowaniu skokowego wzrostu nakładów na siły zbrojne i ich wojenne użycie. Pojawiły się więc nowe albo po nowemu traktowane elementy w każdym odwzorowaniu systemów — makroskopowym, funkcjonalnym, hierarchicznym i procesualnym, których główny cel stanowi doktrynalna i techniczna motywacja przesłanek działania w stosunku do postępowych przesłanek politycznych i militarnych światowego obozu socjalistycznego. Tak więc rola analizy systemów jest rozgrywana na różnych płaszczyznach działalności państwowej i nie zamyka się wyłącznie w wąskiej warstwie naukowo-metodologicznej. Reprezentuje ona szeroki front reformistycznego kierunku podjętego w latach sześćdziesiątych w wielu armiach NATO i państw kapitalistycznych. Front ten jest jednak tak zawiły, że analiza systemów przejawia się z jednej strony jako krytyka i otwarty wyraz akcji przeciwko pogłębiającej się militaryzacji świata kapitalistycznego, ale z drugiej strony także jako narzędzie wzmacniające tę militaryzację, chociażby przez położenie głównego akcentu na czynną stronę wyjścia z systemu, na jego efekty, a nie na bierną stronę nakładów. Z tego względu personalna

przegrana ekipy McNamary, która wykazała najwięcej inicjatywy w rozwijaniu analizy systemów, wcale nie oznacza regresu metody. Rozwija się ona nadal z nie mniejszą intensywnością i zatacza coraz szersze kręgi [2].

Wnioski makroskopowe. Wśród podstawowych wniosków wynikających z analizy systemów dla planowania ekonomicznego obrony na głównym miejscu należy chyba postawić tezę, że zamiast dominującego jeszcze przez pierwszą połowę XX wieku podkreślania głównie zadań typu przemysłowego, obecnie w sprawach obrony akcentuje się międzydyscyplinarne zadania typu naukowo-badawczego, techniczno-projektowego i wdrożeniowego. Myśl polityczna wychodząc z kompleksowego założenia, że przesłanką planu w ścisłym tego słowa znaczeniu jest możliwość ustalenia z dostatecznym prawdopodobieństwem wszystkich współdziałających czynników oraz dysponowanie przez organ planujący środkami niezbędnymi do zrealizowania celu, przypomniała, że nie same czynniki, ale prawdopodobieństwo ich współdziałania w realizacji celów jest obok centralnego dysponowania środkami sprawą podstawowego znaczenia.

Doświadczenia obu wojen światowych wykazały, że ani liczbowa przewaga siły żywej, ani jakościowa przewaga w technice wojennej w przedziale 1—3 lub nawet wyższym, nie dają dostatecznego prawdopodobieństwa, nie dają zupełnej pewności zwycięstwa. W czasie wojny wyzwalają się także nowe czynniki rozwojowe, których jakości ani skali działania nie można przewidzieć w jednostronnie apriorycznym systemie rozumowania. Stwierdzenia o względnym czy też absolutnym potencjale wojennym nie mogą wynikać wyłącznie z kompleksu ilościowych problemów techniczno-ekonomicznych, bowiem zależne są one w ogromnym stopniu od prawdopodobieństwa niematerialnych czynników, jak zdolności dowódcze i organizacyjne, wartości moralne — indywidualne i psychospołeczne. Wartości te wyrażają się w generowanych wariantach działania, stopniu ich przygotowania i spraw-

---

[2] A.C. Enthoven, K.W. Smith: *How Much Is Enough? Shaping the Defense Program, 1961—1969*, Nowy Jork 1971, s. 309—337.

ności realizacyjnej. Niektóre sprzeczności nie mają przy tym charakteru stałego i oscylują w różnych płaszczyznach, a narzędzia mające rozwiązać te sprzeczności mogą z różnych stron wywoływać niepożądane skutki.

Z powyższych względów świadome sterowanie kompleksem polityczno-militarnym, określanie politycznego, ekonomicznego i techniczno-militarnego charakteru wojny, wyznaczanie stosunku państwa do różnych konfliktów zbrojnych, ustalanie generalnych założeń strategicznych, operacyjnych i taktycznych, przygotowanie kraju do obrony, prawidłowy rozwój strukturalno-ilościowy i jakościowy sił zbrojnych oraz przygotowanie ich do działań wojennych — nie mogą odbywać się tradycyjnymi zasadami uniwersalnej sztuki politycznej, lecz wymagają specjalistycznej podbudowy naukowo-badawczej. Tematyka naukowo-badawcza musi zgłębiać zarówno prognozę bazy politycznej, odpowiadać na pytanie dotyczące przewagi siły zbrojnej, *status quo* i obszarów ergodyczności zapewniającej równowagę, jak i prognozę w zakresie odkryć naukowych, automatyzacji produkcji, osiągnięć w opanowywaniu kosmosu, systemów uzbrojenia i innych systemów technicznych. Wielu z tych zagadnień nie można rozwiązać ani teoretycznie, ani tym bardziej technicznie przez działania jednostronne [3]. Ich rozwiązywanie w dużej mierze zależy od międzynarodowego współdziałania w kontroli światowej równowagi bezpieczeństwa polityczno-militarnego. Dlatego też m.in. do zadań współczesnej nauki należy badanie równowagi polityczno-militarnej oraz określanie obszarów ergodyczności, stanowiących podstawę pokojowej koegzystencji i rozwoju.

Znaczenie kompleksu naukowo-badawczego znalazło wyraz w jego wielokierunkowej rozbudowie, wielkości nakładów budżetowych na badania oraz m.in. w ilości opracowanych metod do oceny prac naukowo-badawczych, systemów technicznych, systemów dowodzenia i informacji. Tak np. w samych Stanach Zjednoczonych Ministerstwo Obrony obok licznych wewnętrznych stano-

[3] P.D. Eckman (ed.): *Systems, Research and Design Proceedings of the First Systems Symposium at Case Institute of Technology*, Nowy Jork 1961, rozdz. 4; T.J. Gordon, O. Helmer: *Report on a Long-Range Forecasting. The RAND Corporation*, Santa Monica, Cal., 1964, s. 30—40.

wisk i komórek badawczych już w r. 1964 nadzorowało ponad 90 organizacji naukowo-badawczych (instytutów, ośrodków i laboratoriów), prowadzących badania w różnych dziedzinach nauki, techniki i gospodarki, począwszy od podstawowych badań w dziedzinie fizyki plazmy, fizyki ciał stałych, badań ziemi i przestrzeni kosmicznej, w dziedzinach społeczno-politycznych itp., a kończąc na opracowaniu i ocenie systemów broni. Personel cywilny zajmujący się badaniami naukowymi i opracowaniami w Ministerstwie Obrony już w lipcu 1964 r. przekroczył 70 tys. ludzi [4]. Wydatki na prace naukowo-badawcze i rozwojowe wzrosły z 0,5 mld dol. w 1945 r. do około 6,5 mld dol. w 1966 r. nie licząc nakładów agencji atomowej) [5]. Pojawiło się tyle prac naukowo-badawczych, programów rozwojowych i nowych metod analizy ilościowej, że istotna stała się sama ich ocena. Już w 1967 r. prezentowano 30 nowych metod analitycznych opracowanych po 1960 r. do oceny prac naukowo-badawczych i nowych systemów [6]. Badania operacyjne i analiza systemów potwierdziły konieczność rozległego wprzęgnięcia nauki w systemy obrony.

Drugi wniosek makroskali dotyczy generalnego przeniesienia politycznego akcentu metodologicznego z wejścia systemu na jego wyjście, z nakładów na efekty. Nie oznacza to oczywiście, że nakłady stały się obojętne. Wręcz odwrotnie, znalazły się one pod większą obserwacją przez rozwinięcie ich na retrospektywnym tle efektów i precyzyjniejsze połączenie z nośnikami efektów. Świadczy to tylko, że dawniej analiza efektów mogła być przeprowadzana w bardzo prostych, naturalnych kategoriach antropomorficznych. Analiza systemów informacyjnych, technicznych i dowodzenia dość wyraźnie ujawniła celowość i większe możliwości, aniżeli powszechnie sądzono, obserwacji systemów obrony jako modeli nie tylko prospektywnych, ale także retrospektywnych. Badania wyjścia i wejścia, celów i środków, uznano za

---

[4] *The Federal Diary*, „Washington Post", 1964, 30 stycznia, B-1.

[5] S. Enke (ed.): *op. cit.*, s. 280—281; Ch. J. Hitch i R. N. McKean: *Ekonomika obrony w erze jądrowej, wyd. cyt.*, s. 325—356.

[6] M.J. Cetron, J. Martino, L. Roepcke: *The Selection of RAND Program Content — Survey of Quantitative Methods*, „IEEE Transactions on Engineering Management" 1967/1, t. EM-14, s. 4—62.

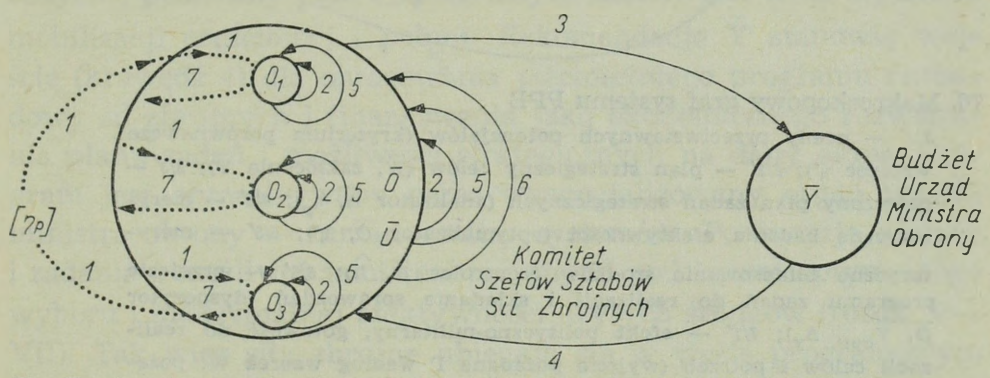
równoważne drogi rozpoznawania, zlecania i kontroli wykonania zadań.

Przesunięcie akcentu na cele finalne wyraziło się np. w Stanach Zjednoczonych na utrzymaniu i wzmocnieniu funkcji Narodowej Rady Bezpieczeństwa na wzór wyodrębnionego organu z czasów wojny, do którego zadań należało ustalanie celów wojennych i sposobów ich realizacji bez ścisłego wiązania ich z aktualnie istniejącymi strukturami podmiotowymi (decyzyjnymi), organizacyjnymi i rzeczowymi. W składzie Rady występują przedstawiciele federalnych organów państwowych z zadaniem integrowania problemów polityki wewnętrznej, zagranicznej i militarnej. Narodowa Rada Bezpieczeństwa opracowuje i corocznie weryfikuje dyrektywny dokument o podstawowych celach w dziedzinie bezpieczeństwa *(Basic National Security Policy)*. Z punktu widzenia planowania organ ten jest generatorem celów dla następnej fazy wyboru optymalnych rozwiązań, które nie powinny być zwyczajnym kompromisem między interesami poszczególnych rodzajów sił zbrojnych. Takie wyodrębnienie problemu celów ujawniło konieczność opracowania systemu działań pośrednich, który dokonywałby racjonalnego podziału rubieży celów, zadań, środków i obowiązków realizacyjnych między poprawnie dostosowane struktury organizacyjne. Takiego systemu wymagało chociażby postawienie na porządku dziennym makropolityki wewnętrznej i zagranicznej trudnych do negocjacji problemów udziału poszczególnych koncernów przemysłowych, jak i poszczególnych państw członkowskich NATO w specjalizacji zadań, potrzeb, podziału nakładów i korzyści oraz wielu innych problemów, które w przekładzie na język powszedni oznaczają wybór narzędzi i „krwiodawców" do rozgrywania konfliktów wojennych w interesie bogatych w środki mocodawców.

Poszukiwanie pośredniego ogniwa dla retrospektywnego powiązania celów z zadaniami i środkami, jako pokojowymi rubieżami tych celów, powiązania innego, aniżeli zbytnio zautonomizowane i słabo sterowalne podmioty organizacyjne tradycyjnych rodzajów sił zbrojnych, było niewątpliwie próbą sił politycznych partii republikanów i demokratów. Efekt tej rywalizacji okazał się jednak dość trwały i przyjął formę tzw. systemu PPB (*plan-*

ning, programming, budgeting — planowanie, programowanie, budżetowanie) [7]. Nowy system różni się od poprzedniego tym, że kalkulacje nie rozpoczynają się od spraw finansowania poszczególnych elementów organizacyjnych czy podmiotów systemu obrony, lecz od wartościowania wyjścia, celów, zadań i czynności. Innymi słowy kalkuluje się cele i ich regresywne odwzorowania. PPB realizuje więc w makroskali tę samą, wysuniętą przez analizę systemów, prostą zasadę współczesnego projektowania inżynieryjnego, według której nie bada się i nie projektuje od razu konstrukcji systemu, lecz cele, które mają być spełnione przez system, czyli funkcje systemu i koszty tych funkcji. Następnie modeluje się optimum funkcji i odpowiednio kształtuje nakłady i koszty.

Abstrahując na początku od wszystkich szczegółów instytucjonalno-organizacyjnych, system PPB oznacza wprowadzenie dodat-

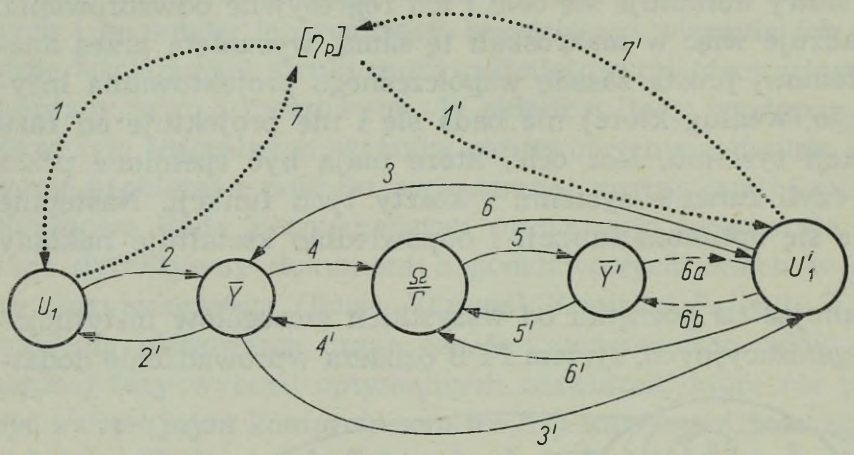


75. Tradycyjny mechanizm planowania ekonomicznego obrony
1 — ocena przeciwstawnych potencjałów (kryterium porównawcze η_p, $\bar{W}$); *2* — plan strategiczny celów i potrzeb (analizator $\bar{A}$, η_p); *3* — projekt planu formowań, przezbrojenia itp. (optymalizator $\bar{o}$, $\hat{h}$); *4* — formalna mechaniczna regulacja budżetu (kontroler $\bar{K}$); *5* — wewnętrzna adaptacja do zmian budżetowych (optymalizator $\bar{O}$, h_{opt}); *6* — rzeczywisty plan formowań, przezbrojenia zadań (dyspozytor $\bar{D}$); *7* — gotowość do realizacji celów i potrzeb (wzorzec $\bar{W}$).

kowego węzła analizy merytorycznej między planowaniem strategiczno-operacyjnym a planowaniem budżetowym, co ilustrują grafy rys. 75 i 76. Jak widać z rys. 75, tradycyjne rodzaje sił

[7] J.S. Sołnyszkow: *Ekonomiczeskije faktory i wooruženije*, wyd. cyt., s. 52—53; M. Lemieszew, A. Panczenko: *Kompleksnyje programy w planirowanii narodnogo choziajstwa*, Moskwa 1973.

zbrojnych, reprezentowane przez Komitet Szefów Sztabu, skupiały w sobie przed reformą prawie wszystkie inicjujące i oceniające funkcje decyzyjne, pozostawiając czynnikowi politycznemu funkcję akceptacyjną właściwie tylko w zakresie górnego pułapu wydatków zbrojeniowych i wegetacyjnych. Mechanizm bud-



76. Makroskopowy graf systemu PPB

1/1' — oceny przeciwstawnych potencjałów (kryterium porównawcze wzorzec η°); *2/2'* — plan strategiczny celów ($\overline{W}$, zakłócenia $\overline{Y}$); *3/3'* — połączony plan zadań strategicznych (analizator $\overline{A}$, η_p); *4/4'* — merytoryczne badania efektywności (optymalizator $\overline{O}$, η°); *5/5'* — merytoryczne bilansowanie środków (kontroler $\overline{K}$, $\hat{h}$); *6/6'* — przejęcie programu zadań do realizacji i składanie sprawozdań (dyspozytor $\overline{D}$, $\overline{Y}_{opt}$, Δ_y); *7/7'* — efekt polityczno-militarny, gotowość do realizacji celów i potrzeb (wyjście pożądane Γ według wzorca $\overline{W}$, pożądane wejście Ω).

żetowy nie mógł stać się merytorycznym kontrolerem w aspektach wzorca potrzeb, wzorca rozdziału i użycia sił, czyli merytorycznego analizatora, niezbędnego w systemie hierarchicznym, odwzorowanym na rys. 8 (rozdz. III). Mówiąc terminami systemowymi — instytucja budżetowania w urzędzie ministra obrony nie mogła uzyskać merytorycznego poglądu na stosunek między pożądanym wejściem do systemu Ω a jego pożądanym wyjściem Γ. Nie dostarczała krytyce parlamentarnej i pozaparlamentarnej przekonujących argumentów. Funkcje analizy merytorycznej w systemie PPB przejął nowy węzeł merytorycznego uzasadniania i argumentacji — zarząd analizy systemów. Jak widać na rys.

76, w systemie PPB nie występują pętle, czyli samosprzężenia typu 2, 5, 6 z rys. 75, oznaczające, że koncepcja, rozwinięcie, decyzja i ocena odbywa się w tym samym węźle. Wszystkie sprzężenia w nowym systemie mają podwójny kierunek, z których pierwszy oznacza sformułowanie problemu, postawienie zadania lub pytania, a drugi ze znakiem prim′ — rozwiązanie problemu, odpowiedź, wykonanie i sprawozdanie.

Komitet Szefów Sztabu U'_1 na podstawie projektów poszczególnych sił zbrojnych, wynikających z oceny potencjału przeciwstawnego $[\eta p]1'$ oraz celów sformułowanych przez Narodową Radę Bezpieczeństwa U_1 według jej rozeznania przeciwnika (krawędź 1) tworzy kilka skoordynowanych chronologicznie planów (krawędź $3 \rightarrow \overline{Y}$) o charakterze rekomendacyjnym. Są to: plan perspektywicznych badań strategicznych, połączony plan zadań strategicznych i połączony plan strategicznych możliwości wraz z planem mobilizacji częściowej i pełnej. Rekomendacje $\overline{Y}$ stanowią wejście (krawędź 4) dla opracowania pięcioletniego programu rozbudowy sił zbrojnych i finansowania jako ekonomicznego rozwiązania planu zadań i możliwości strategicznych na dany okres. Program jest opracowywany przez wyspecjalizowany organ urzędu ministra obrony — zarząd analizy systemów. Porównuje on cele i zadania z możliwościami realizacyjnymi pod kątem optymalnego wyboru i maksymalnej efektywności użytych środków (rozdz. V—VII). Tak więc siły zbrojne ubiegają się w węźle programowym $\frac{\Omega}{\Gamma}$ o części programu, o części zadań, a nie o budżet, którego wielkość została wcześniej przez analizę systemów zmierzona i podzielona na programy i zadania. Węzeł programowy poprzez krawędzie 4 i 5 powiązany jest z planem strategicznym $\overline{Y}$ i budżetem $\overline{Y}'$ oraz poprzez krawędzie 6 z siłami zbrojnymi, którym przydziela do realizacji programy i zadania oraz śledzi poprzez 6' ich bieżące wykonywanie. Powiązanie sił zbrojnych z budżetem $\overline{Y}'$ zaznaczone przerywanymi krawędziami 6_a i 6_b ma już tylko finansowy charakter formalno-techniczny. Autorytatywnie potwierdzany w fazie opracowywania program poddawany jest corocznej procedurze czółenkowej w postaci orientacyjnych wytycz-

nych i propozycji zmiany programu aż do momentu przekształcenia planów z charakteru rekomendacji w pięcioletnie i roczne plany o charakterze wykonawczym.

W węźle programowania rozstrzyga się w czasie pokoju następujące problemy podstawowe:

1) propozycje optymalnego budżetu obrony (budżetu wojennego);

2) podział środków na siłę żywą i wyposażenie techniczne;

3) podział zasobów między rozmaite rodzaje sił zbrojnych, rakietowo-jądrowych i konwencjonalnych, lądowych, morskich, powietrznych i kosmicznych;

4) wybór najodpowiedniejszych zestawów liczbowych obsługi środków walki, czasu trwania szkolenia oraz ilości sprzętu zapasowego;

5) określenie rozmiarów, składu i rozmieszczenia zapasów wojennych;

6) kształtowanie i rotacja kadry oficerskiej i technicznej;

7) rozwinięcie stałych baz lotniczych, morskich i lądowych;

8) wyznaczenie proporcji między wydatkami konsumpcyjnymi a wydatkami na zakup nowego uzbrojenia i na prace naukowo-badawcze;

9) wyznaczenie kierunków koncentracji prac naukowo-badawczych, wdrożeniowych i rozwojowych;

10) ustalenie proporcji zasobów przeznaczanych na rozwijanie sprawności organizacyjnej, szybkości ruchu i manewru operacyjno-taktycznego, na wywiad, infrastrukturę oraz przewidywanie działań wojennych;

11) kształtowanie ocen i wyboru systemów technicznych informacyjnych i kierowania;

12) ustalanie założeń do oceny kosztów i efektów przy rozmaitych wariantach wykonania zadań ujętych w programach.

Są to najważniejsze zagadnienia, którymi zajmuje się zinstytucjonalizowana analiza systemów. Natomiast niezbędne do rozwiązania tych zagadnień założenia, określające rodzaj zadań do wykonania, przewidywany czas, stan potencjałów prawdopodobnych przeciwników opracowywane są w innych instytucjach.

Cytowany Knorr uważa, że przygotowywanie materiałów decy-

zyjnych przez analizę systemów, jako metoda kontroli politycznej nad systemem wojskowym jest istotnym czynnikiem tworzenia potencjału militarnego państwa. Jej wprowadzanie od 1961 r. w planowaniu wojskowym Stanów Zjednoczonych oznaczało swego rodzaju rewolucję [8].

Włączenie programowej kontroli do systemu planowania ekonomicznego obrony można traktować z punktu widzenia tradycyjnej procedury finansowej jako merytorycznego kontrolera i likwidatora zobowiązań, których kto inny jest sygnatariuszem i adresatem. Może w tym tkwić także rozwiązanie problemu zaufania kasowego, które w społeczeństwie wielkiego biznesu — jak wiadomo — jest sprawą niezbyt stabilną.

Z teoretycznego punktu widzenia logiczne przesłanki i założenia systemu PPB są poprawne. Widoczne są dowody zwiększania stabilności systemów obrony. Wzrasta też obszar kompetencji oraz ingerencji resortu obrony jako całości, chociaż maleją obszary poszczególnych rodzajów sił zbrojnych. Jeśli strukturalny program rozwoju sił będzie trafny, to cały system obrony może znaleźć się w pasie rozwoju optymalnego. Jest to jednak stwierdzenie warunkowe. Wydaje się przy tym, co podnosi krytyka systemu PPB, że maleje szybkość ergodyczności nie zapewniając równoległego wydłużenia jej czasu [9]. Z punktu widzenia kierownictwa resortowego system obrony przy metodzie PPB zmniejsza swoją entropię, ponieważ z jednej strony lepiej rozpoznaje się polityczne prawdopodobieństwo efektywności i wybiera warianty o najwyższym prawdopodobieństwie, a z drugiej — przez poszukiwanie maksymalnej ilości wariantów wykrywa się nowe warianty i zapobiega tendencjom naruszającym cybernetyczne prawo różnorodności. Organy planistyczne poszczególnych rodzajów sił zbrojnych ze swego punktu widzenia mogą jednak na ich szczeblu twierdzić o wzroście entropii.

---

[8] K. Knorr: *op. cit.*, s. 128—129.

[9] R.N. McKean: *Continued Obstacles of Budget Planning.* W: S. Enke: (ed.), *op. cit.*, rozdz. IV.

Według McKeana „teza, że opracowanie budżetu według programów ułatwia kierownictwu podejmowanie decyzji jest zwyczajną tautologią".

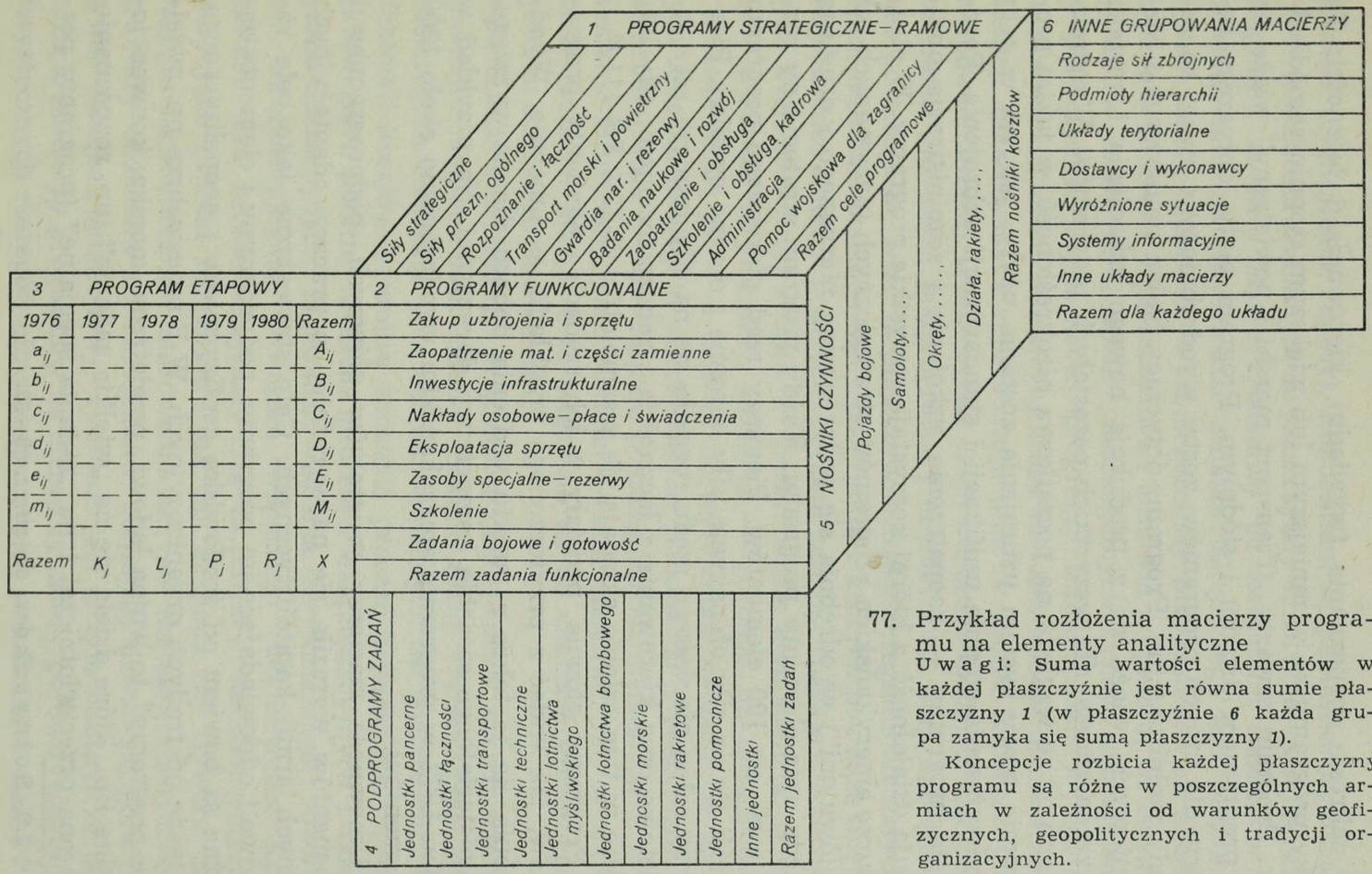
A.A. Alchian, *tamże*, rozdz. V.

W praktycznej ocenie makroskopowej trzeba jednak przyjąć poprawkę, że o wejściu i wyjściu złożonego systemu społecznego nie decyduje sam mechanizm (ponieważ ten system nie jest maszyną), lecz masy i jednostki ludzkie z wszystkimi ich stochastycznymi zaletami i wadami. O wpływie systemu PPB na efekty można i trzeba mówić nie tylko w kategoriach ekonomicznych czy administracyjnych, lecz także w psychologicznych, socjologicznych i prawnych. Dalsze wnioski wymagają badań mikroskopowych, funkcjonalnych i procesualnych.

2. Elementy mikroskopowe

Celem planowania ekonomicznego obrony w profesjonalnym sensie merytorycznym jest kształtowanie równoważnych potencjałów wojskowych, militarnych, wojennych i obronnych. Można tu przypomnieć, że na kształtowanie to składają się fazy: rozpoznania, decydowania, przekazywania decyzji wykonawcom, realizacji i kontroli przed następnymi decyzjami regulującymi i sterującymi. Ażeby poprawnie kształtować system złożony, trzeba budować takie „plany kont" rozpoznania oraz informacji, które najlepiej opiszą stosunek nakładów i efektów we wszystkich istotnych elementach systemu. Główne elementy empirycznej identyfikacji systemu obrony zostały przedstawione w macierzy K i P, tabl. 13 i 14. Mają one jednak charakter wysoce agregatowy i statyczny; nie obejmują pewnych aspektów operatywnych, które wymagają kolejnych przekształceń informacji planistycznej. Agregacje i transformacje elementów w systemie PPB można zilustrować przez zbiór macierzy PPB podany na rys. 77.

Pierwsza macierz agregacyjna programu obejmuje dziesięć programów strategicznych. Na rysunku podany jest w płaszczyźnie pierwszej przykład agregacji w Stanach Zjednoczonych. Jak wynika z nazw głównych programów, nie są one ułożone wg jakiegoś jednolitego kryterium podziału. Program „Siły strategiczne" skupia przedsięwzięcia prowadzące do przygotowania powszechnej wojny jądrowej, a program „Siły przeznaczenia ogólnego" obejmuje przedsięwzięcia związane z przygotowaniem wojen ograniczonych i lokalnych. Trzeci program zawiera przedsięwzięcia



77. Przykład rozłożenia macierzy programu na elementy analityczne

Uwagi: Suma wartości elementów w każdej płaszczyźnie jest równa sumie płaszczyzny *1* (w płaszczyźnie *6* każda grupa zamyka się sumą płaszczyzny *1*).

Koncepcje rozbicia każdej płaszczyzny programu są różne w poszczególnych armiach w zależności od warunków geofizycznych, geopolitycznych i tradycji organizacyjnych.

w zakresie rozpoznania (wywiadu), kierowania i łączności. Te trzy programy są w mniejszym lub większym stopniu samodzielne. Program czwarty „Transport morski i powietrzny" wiąże się z programem drugim i siódmym. Program piąty, dotyczący rezerw dla innych programów, został wyodrębniony z uwagi na zasady mobilizacyjne. Program, dotyczący badań naukowych i rozwojowych, wiąże się z produkcją nowego uzbrojenia i sprzętu przeznaczonego dla wszystkich pozostałych programów. Wyodrębniono go ze względu na początkową nieokreśloność, w jakim programie nowy system uzbrojenia zostanie użyty, jak też w celu podwyższenia stopnia unifikacji i standaryzacji uzbrojenia. Pozostałe programy — zaopatrzenie, szkolenie i administracja obejmują działalność, z której korzystają wszystkie programy. W strukturze amerykańskich programów strategicznych (nazywanych też „głównymi") wyodrębnia się podprogramy pierwszego i drugiego rzędu oraz elementy programu. Każdy program strategiczny rozbija się na 100 elementów. Pierwszy rząd pierwszego programu dzieli się na siły ofensywne, siły obronne i obronę cywilną. Pierwszy człon pierwszego rzędu rozpada się na siły lotnicze, siły rakietowe oraz kierowanie z łącznością i zabezpieczeniem; siły lotnicze w tym członie składają się z samolotów *B-52* i *FB-111* [10].

Programy główne, podziały w ich rzędach i elementy programów, jak widać z przytoczonego przykładu, są umowne. Wyodrębnia się je także z punktu widzenia doboru dla najwyższego, ministerialnego szczebla kompetencji decyzyjnej. Na przykład w roku 1972 w programie amerykańskim wyodrębniano około 1200 elementów.

Umowność macierzy programów głównych, podprogramów i elementów wyraziła się najwyraźniej w pracach adaptacyjnych innych armii kapitalistycznych. Cele strategiczne jako cele ramowe i odpowiadające im programy, podprogramy i elementy zależne są bowiem od środowiska geofizycznego i geopolitycznego, a także od tradycji organizacyjnych. W Bundeswehrze np. „wielkie programy" to wojna lądowa, powietrzna, morska, konwencjonalna itp., które dzielą się na „wielkie zadania" (np. rozpoznanie, obrona przeciwlotnicza) i na „zadania specjalne" (programy per-

[10] J.S. Sołnyszkow: *op. cit.*, s. 89–92.

sonalne, wyszkolenia, zapasy). Elementami są jednostki organizacyjne w układzie podobnym do płaszczyzny 4, zatytułowanej „podprogramy zadań", dającej podstawy do kalkulacji nakładów i efektów na konkretny nośnik zadania taktycznego lub na konkretny nośnik czynności, wyszczególniony przykładowo na płaszczyźnie 5. Macierze z płaszczyzn 4 i 5 mówią po prostu, ile będzie jednostek bojowych i sztuk poszczególnych typów uzbrojenia. W płaszczyźnie 2 podane są programy funkcjonalne w ujęciu zbliżonym do amerykańskiego, które zastosowano w armii francuskiej. Płaszczyzna 2 reprezentuje plan w ujęciu logistycznym (zaopatrzeniowym). Płaszczyzna 3 przedstawia podział każdego programu głównego, podprogramu i elementu na etapy obejmujące poszczególne lata. W płaszczyźnie 6 wyszczególniono innych 7 przekształceń macierzowych programu, z których pierwsze obejmuje bardzo istotny podział programu między rodzaje sił zbrojnych i ich elementy; drugie — hierarchiczne kompetencje; trzecie — podział terytorialny; czwarte — rozbicie na dostawców i wykonawców; piąte — podział na wyróżnione sytuacje, w których kolejno podlegają uruchomieniu i mobilizacji poszczególne elementy; szóste — powiązanie poszczególnych elementów z systemami informacyjnymi; siódme — inne możliwe, nie wymienione rozbicia. Macierze te włączone są do zautomatyzowanego systemu scalonego dowodzenia.

Struktura klasyfikacji programów jest jeszcze przedmiotem dyskusji i ciągłego doskonalenia. Badano różne kryteria podziału macierzy na elementy jako nośniki możliwych do wyodrębnienia efektów i kosztów z punktu widzenia procesu badawczego i projektowego, z punktu widzenia procesów eksploatacyjnych i taktyczno-operacyjnych, z punktu widzenia terytorialnego, powiązań informacyjnych, powiązań wspólnego użytkowania itp. Faktem jest, że nie utrzymały się w próbach kalkulacyjnych tradycyjne nośniki agregatowe jak np. brygada czy dywizja ze względu na konieczność stosowania na tym szczeblu elastycznej struktury oddziałów i pododdziałów. Najlepiej dawał się porównywać szczebel batalionowy. Problem jest o tyle istotny, że od rozbicia macierzy programów na elementy zależy porównywalność statystycznych szeregów chronologicznych i wskaźników efektyw-

ności, porównywalność terytorialna, logika i przejrzystość strukturalno-organizacyjna, sprawność i bezkolizyjność decyzyjna, przeciążenie szczegółami wyższych agregatów, sterowalność całością, długość kodów i symboli kotalogowych w dokumentacji normatywnej itp. zagadnienia operatywne. Mniejszą uwagę zwraca się na pracochłonność przetwarzania statystyk z uwagi na wykorzystanie elektronicznej techniki obliczeniowej.

Badane programy planowania systemowego nie osiągnęły jeszcze w żadnej armii zadowalającego poziomu klasyfikacyjnego, chociaż pod względem formalnym zostały dokładnie opisane w regulaminach terminów używanych w systemie logistycznym i planistycznym sił zbrojnych. Są one ciągle kompromisem między poszukiwaniami czysto logicznymi, a mocną tradycją stanu rzeczywistego. Im więcej jest projektantów nowych systemów, im bogatsze są występujące w nich zjawiska, tym doskonalszymi narzędziami musi władać planista i przewidywać co najmniej tyle skutecznych akcji, czyli tak wielką różnorodność przedsięwzięć, jaką może ze swej strony przeciwstawić system. Rejestr narzędzi planistycznych opisywany jest w tzw. pakietach możliwości. Jak powiększać listę elementów, opisujących badany system i kiedy uznać tę listę za dostateczną i wystarczającą, decyduje dynamika rozwoju systemu i możliwości kwalifikacyjno-techniczne aparatu analityczno-planistycznego.

Przy rozważaniu elementów mikroskopowych nie można pominąć faktu, że cele analizy systemów i ich elementów w planowaniu obrony różnią się w sposób dość istotny w zależności od ustroju społecznego państwa. W ustroju socjalistycznym ze względu na jedność podmiotu gospodarczego w skali państwa wiele elementów ekonomicznych jest stabilnych. Regulacja nakładów na system obrony znajduje od razu zastosowanie inwestycyjne lub konsumpcyjne w gospodarce narodowej. W krajach kapitalistycznych manewr gospodarczy, a nawet kalkulacyjny prowadzi do rozwiązań pseudoefektywnych. Z tego względu można spotkać u autorów zachodnich „odkrywcze" sformułowania, które w krajach o rozwiniętym systemie planowania centralnego należą do powszechnej praktyki.

Rozważając stronę formalną podziału programu na elementy

nie można abstrahować od merytorycznej treści podziału, za którym kryje się przebudowa całego systemu aktów normatywnych, regulaminów zasad działania, ewidencji i sprawozdawczości. Z podziałem programu strategicznego wiąże się również międzynarodowa specjalizacja badań i produkcji systemów uzbrojenia, specjalizacja zadań operacyjno-taktycznych w ramach NATO i wiele innych zagadnień związanych z obsługą baz wojennych. Samo rozwinięcie macierzy programu strategicznego na elementy rzutuje w pewien sposób na wartości wskaźników, co z kolei dostarcza nowych danych do dyskusji i rywalizacji między rakietami droższymi i tańszymi, między artylerią i rakietami, czołgami i śmigłowcami, różnymi typami samolotów, rakiet strategicznych itd. Struktura programu wyzwoliła „lawinę" badań efektywnościowych, których istotę stanowi odwieczna rywalizacja między ilością i jakością. Poszczególni członkowie NATO intensywnie kalkulują, jaką broń nabywać i u kogo, na jaką ich stać, a która jest za droga w stosunku do oczekiwanych efektów, jakie badania są najbardziej „owocne". Bez metod analizy systemowej logiczne rozwiązanie tych zagadnień jest z reguły prawie niemożliwe.

3. Elementy hierarchiczno-funkcjonalne

W systemie PPB realizację programów rozwoju sił i finansowania (obecna nazwa pięcioletni program obrony) zapewnia się przez odpowiednią budowę programów funkcjonalnych, zwanych w terminologii zachodniej programami logistycznymi [11]. Są one operatywną postacią realizacji budżetu i w systemie PPB zajmują piąte miejsce:

1) określenie celów bezpieczeństwa narodowego,
2) planowanie programu,
3) programowanie wykorzystania zasobów do osiągnięcia celów wymienionych w pkt. 1,
4) formułowanie budżetu,

---

[11] Doskonałe studium problemów logistycznych państw NATO w II generacji ich rozwoju zawiera praca W. Stankiewicza, *Logistyka*, Warszawa 1968.

5) realizacja budżetu,
6) sprawozdanie i kontrola budżetu.

Program logistyczny powstaje przez przekształcenie podstawowej macierzy programów strategicznych, przedstawionej na płaszczyźnie 1, w macierz przedstawioną na płaszczyźnie 2, powiązaną z macierzą płaszczyzny 3 i niektórymi macierzami z płaszczyzny 6. Ścisłe powiązanie poszczególnych macierzy celów, zadań i funkcji jest istotnym walorem technologicznym systemu PPB, niezależnie od tego, czy rzeczywiście zostanie podwyższona efektywność merytoryczna wprowadzanych lub doskonalonych systemów. Opracowanie poszczególnych macierzy było rezultatem badania związków hierarchicznych i funkcjonalnych, krystalizowania fachowych kompetencji, odpowiedzialności służbowej oraz obowiązków wykonawczych związanych z realizacją programu rozwoju i finansowania sił zbrojnych.

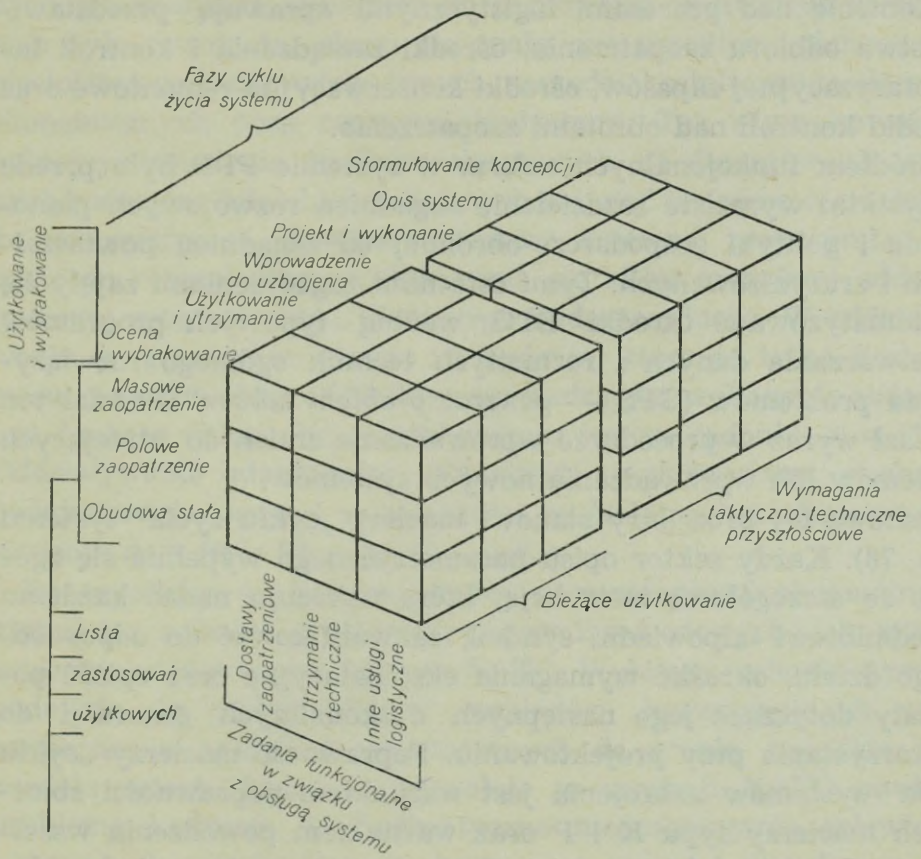
Czynniki potencjału wojenno-ekonomicznego, czynniki logistyczne w amerykańskich doktrynach wojennych zawsze odgrywały jedną z czołowych ról. Wyrażało się to w liczbie około 1 mln żołnierzy i pracowników cywilnych (stosunek 4 : 1) zatrudnionych w systemie logistycznym amerykańskich sił zbrojnych. Stanowiło to około 1/3, a w pewnych okresach ponad 1/3 całego stanu sił zbrojnych. W gestii tego aparatu znajdował się eksploatacyjny majątek o wartości około 125 mld dol. Analiza systemów w zasadzie jeszcze bardziej zwiększyła rolę logistyki, aczkolwiek obecnie wyraźnie zmniejsza się instytucje i polowe organy logistyczne.

Odpowiedzialność polityczna za realizację programu logistycznego w skali resortu spoczywa na pomocniku ministra obrony do spraw budownictwa i logistyki [12], dysponującego rozległym aparatem naukowo-badawczym, technicznym i administracyjnym. W skali poszczególnych rodzajów sił zbrojnych odpowiedzialność polityczną za program logistyczny ponoszą pomocnicy ministrów sił zbrojnych do spraw budownictwa i logistyki, zaś odpowiedzialność dowódczą — zastępcy szefów sztabu do spraw logistyki.

Na podstawową strukturę logistyczną wszystkich szczebli skła-

[12] *Tamże*, s. 120—149.

dają się trzy działy: zaopatrzenie masowe (ogólne), zaopatrzenie infrastrukturalne (nieruchomości, budynki i urządzenia stałe) oraz zaopatrzenie polowe. Działy te są rozbite na kontynentalny sektor zaopatrzenia terytorium Stanów Zjednoczonych i zamorski sektor zaopatrzenia sił zbrojnych poza tym terytorium. Zaopatrzenie



78. Macierz „cyklu życia" systemu dla potrzeb projektowania, rozwoju i eksploatacji

masowe objęło wszystkie dziedziny, które nie zostały podporządkowane w odpowiednich regulaminach działowi polowemu lub infrastrukturalnemu. Do podstawowych zadań systemu logistycznego należą:

— nabywanie materiałów, usług i urządzeń;
— kwalifikowanie odbioru, katalogowanie, ewidencja, dystrybucja, utrzymanie i zbywanie mienia wojskowego,

— nabywanie nieruchomości, budownictwo, utrzymanie i zarządzanie obiektami nieruchomymi,
— transport,
— zabezpieczenie usług bytowych dla stanu osobowego,
— zabezpieczenie usług medycznych i ewakuacyjnych.

Kontrolę nad procesami logistycznymi sprawują przedstawicielstwa odbioru zaopatrzenia, ośrodki zarządzania i kontroli inwentaryzacyjnej zapasów, ośrodki konserwacyjno-remontowe oraz ośrodki kontroli nad obrotami zaopatrzenia.

Źródłem funkcjonalnych reform w systemie PPB było przede wszystkim wyraziste rozdzielenie zagadnień rozwojowych planowania i polityki gospodarczo-obronnej od zagadnień powtarzalnych i zrutynizowanych. Tymi ostatnimi zagadnieniami zajęły się zautomatyzowane ośrodki ETO według typowych programów przetwarzania danych i rozmaitych technik ogólnego rozwiązywania problemów (GPS — *general problem solver).* Podział ten znalazł wyraz w procedurze wprowadzania zmian do istniejących systemów lub wprowadzania nowych systemów.

Osnowę tej procedury stanowi macierz „cyklu życia" systemu (rys. 78). Każdy sektor opisu parametrycznego wypełnia się zgodnie ze szczegółową instrukcją, która nakazuje nadać każdemu przedmiotowi odpowiedni symbol, zakwalifikować do odpowiedniego działu, określić wymagania eksploatacyjne oraz opisać postulaty dotyczące jego następnych doskonalszych generacji do wykorzystania przy projektowaniu. Poprawność macierzy „cyklu życia" systemów uzbrojenia jest warunkiem poprawności zbiorczych macierzy typu *K* i *P* oraz warunkiem powodzenia wszelkich rachunków efektywności. Opracowanie macierzy indywidualnych dla każdego typu sprzętu pozwala wybrać dla nich odpowiedni graficzny i matematyczny model eksploatacyjny do dalszych kalkulacji planistycznych [13]. W macierzy tej znajduje się pełna charakterystyka operacyjna (lista możliwych zastosowań) oraz pełna charakterystyka nakładów (kosztów) umożliwiająca generowanie i ocenę wariantów. Zmiany w istniejących systemach

[13] J.J. McCall: *Equipment Maintenance.* W: S. Enke (ed.): *op. cit.*, rozdz. 10.

lub propozycje opracowania nowych systemów wprowadza się w szczegółowym trybie postępowania zależnym od klasy i wartości danego systemu. Procedura jest dość złożona, ponieważ weryfikacji podlega około 150 sprzężeń i tyleż zmiennych.

Nie ulega wątpliwości, że wdrożenie wniosków wyprowadzonych przez analizę systemów do planowania w armiach zachodnich było rewolucją, skoro nie znały one przedtem planowania pięcioletniego i nie miały innych narzędzi kształtowania decyzji ekonomicznych poza rocznymi budżetami. Tak samo nowością było wyodrębnienie środków obrotowych na finansowanie różnych rodzajów działalności, dających się ująć w formę rozrachunku gospodarczego. Analiza systemów zapewne przyczyniła się także do równoległego posługiwania się kilku metodami oddziaływania: programowego, śledzącego i adaptacyjnego. W oddziaływaniu programowym stawia się zadania, które są tylko funkcją czasu: $x = F(t)$. Przy oddziaływaniu śledzącym wykonanie zadania jest funkcją wskaźnika osiągniętego w innym zadaniu: $x = f(w)$. Oddziaływanie adaptacyjne pozostawia wykonawcom swobodę podejmowania decyzji w zależności od kolejno kształtującej się sytuacji: $x_t = f(y) : [(t - 0_1), (t - 0_2)]$.

Do wyników analizy systemów w znaczeniu funkcjonalnym można też zaliczyć preferencję dla armii zawodowych i ich wprowadzanie w niektórych krajach NATO. Wybitnie technokratyczne podejście do maksymalizacji nakładów inwestycyjnych przy zmniejszaniu nakładów wegetacyjnych do granic, na jakie pozwalała rotacja kadrowa, wywołało w armiach NATO swoiste problemy kadrowe. Technokratyczne niedostrzeganie człowieka z powodu koncentracji na techniczną stronę systemu obrony, na zabezpieczenie wojsk w martwe mechanizmy z odwróceniem uwagi od problemów żywego człowieka, znalazło wyraz w analizie systemów w formie szczegółowych badań nad problematyką kadrową. Podniesiono wymagania funkcjonalne wobec służb odpowiedzialnych za warunki bytowe. Jeśli za sprawy techniki odpowiadają służby techniczne w sposób zadowalający, służby bytowe nie mogą pozostawać w tyle za technicznymi. Problem kadrowy poddaje się również wielostronnemu modelowaniu, mającemu odzwierciedlić tendencje przyszłościowe.

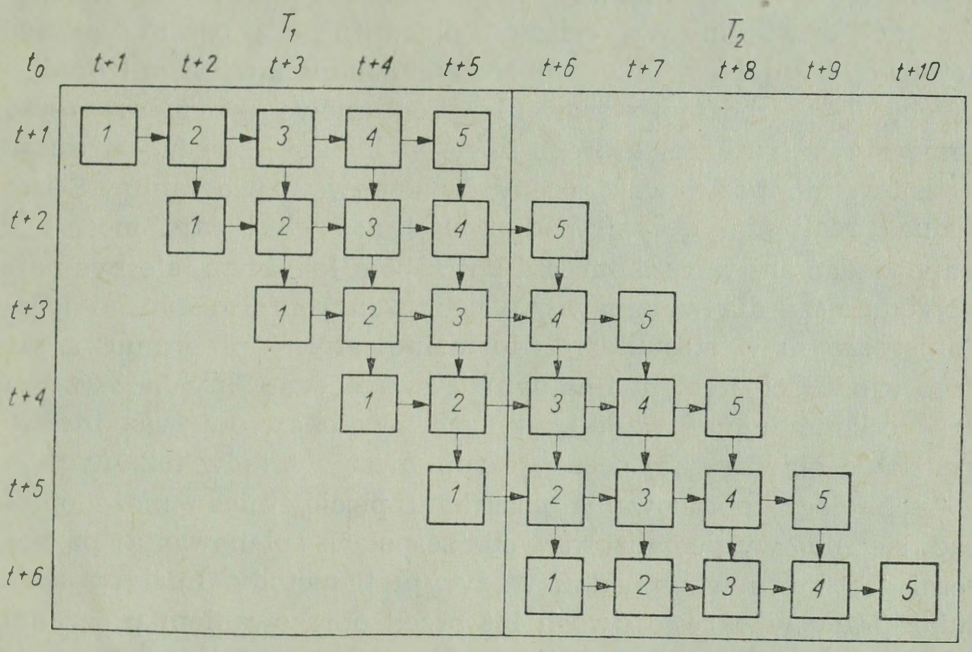
W sferze funkcjonalnej system PPB wykazuje dalszy wzrost centralizacji decyzji gospodarczych i zaopatrzeniowych. W armii amerykańskiej, podobnie jak w innych państwach NATO centralizacja ze względu na zakupy w wielkiej skali wydaje się mieć charakter pozytywny. Dlatego też kładzie się duży nacisk na jakość pracy organów dystrybucyjno-informacyjnych. Na poziomie oddziałów gospodarczych pozostawiono tylko szczątkowe decyzje dotyczące drobnych dostaw i usług lokalnych. Polityka zakupów, dostaw i współpracy z przemysłem opiera się na rozległych badaniach rynkowych, analizach zasobów i ich prognozach oraz na szeroko rozbudowanym systemie przepisów o dostawach na rzecz sił zbrojnych. Celem aparatu funkcjonalnego — według sformułowań regulaminowych — jest wyposażenie i utrzymanie sił, które pod względem jakościowym poszczególnych dziedzin — uzbrojenia, stanu osobowego, organizacji i sposobu użycia — jak i w całości przewyższą potencjał przeciwnika niezależnie od charakteru sytuacji międzynarodowej i wojenno-strategicznej oraz konfliktu polityczno-militarnego. Oczywiste są w tym sformułowaniu dylematy, czy więcej broni jądrowej i „powietrza", czy związków lądowych; czy wyższy poziom gotowości bojowej, czy też wyższy poziom zapasów. Odpowiedź powinna dawać analiza systemowa.

4. Aspekty procesualne planowania systemowego

Procesualne odwzorowanie systemu określa jego zachowanie się w czasie i sposób interpretacji czasu. Wymaga ono rozpatrywania czasu także ze strony jego „aktywów i pasywów". Horyzont programu to aktywa; odcinki czasu niezbędne do osiągnięcia pewnych rubieży programu, wykonania czynności i zaistnienia poszczególnych zdarzeń to pasywa.

Analiza systemów wprowadziła do modelu PPB poza ogólnymi zasadami fazowania zadań planistycznych i etapowania horyzontu czasowego objętego planem — istotną nowość — planowanie kroczące, czyli ruchome. Jego istota polega na przesuwaniu horyzontu w planie okresu dłuższego o odcinek czasu opracowany z większą szczegółowością, np. budżetowo. Mówiąc językiem re-

aliów, pięcioletni program rozwoju sił zbrojnych i finansowania na lata 1976—1980 zostanie zmodyfikowany o jeden „krok" i przesunięty na lata 1977—1981 po „wybraniu" z niego roku 1976 jako objętego konkretnym budżetem rocznym, stanowiącym wyższą klasę szczegółowości, zobowiązań i odpowiedzialności, aniżeli program pięcioletni (rys. 79). W wyniku corocznego przedłużania



79. Model planowania „kroczącego" (ruchomego)

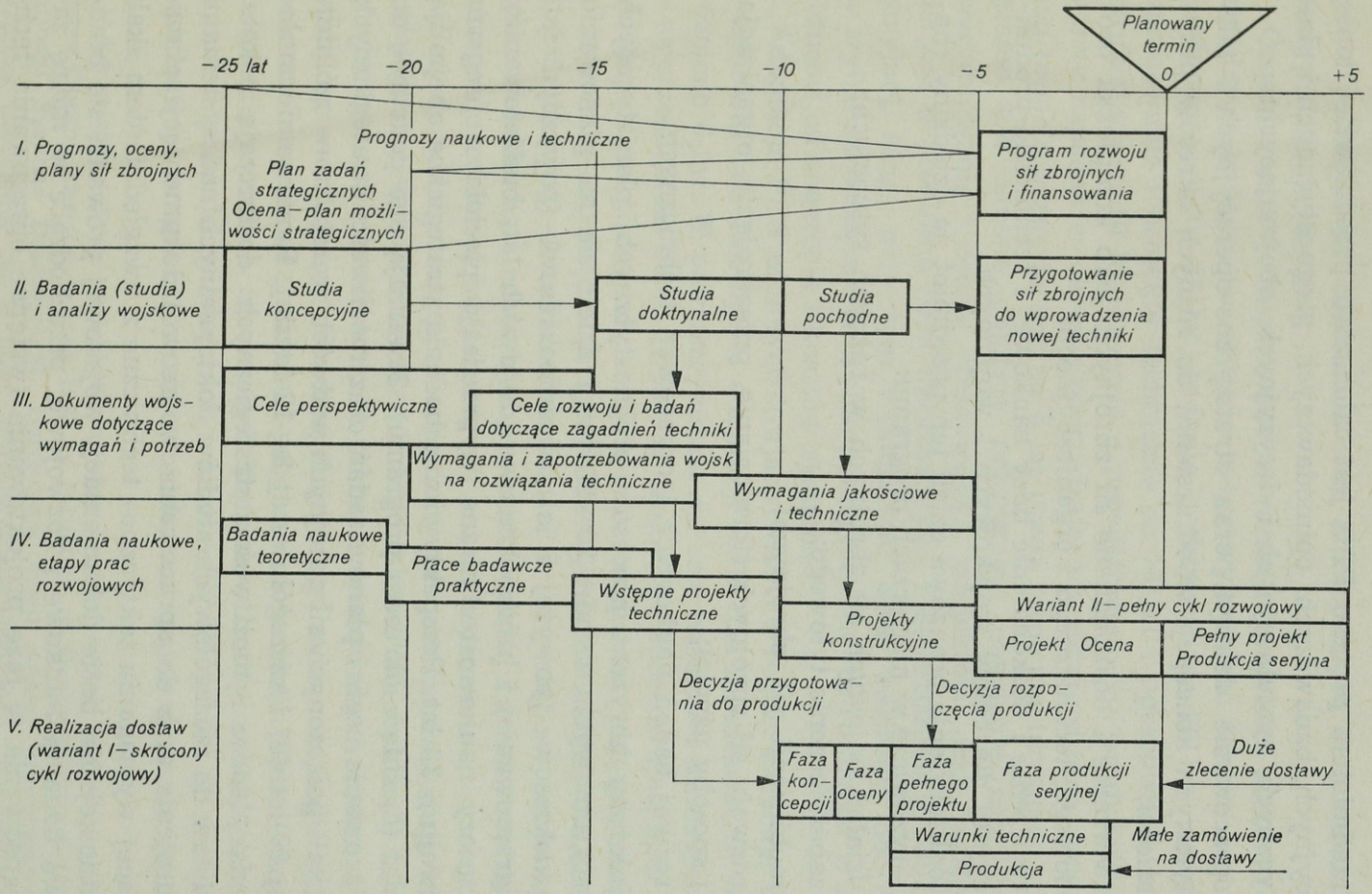
reszty programu pięcioletniego o rok otrzymuje się w czasie $t + 5$ pełną wersję kolejnego programu pięcioletniego na T. Oczywiście nie jest to wersja doskonale zamknięta i skoordynowana, niemniej jednak umożliwiająca wykonawcom budżetu dysponowanie stałym pięcioletnim wyprzedzeniem.

Uzasadnienia dla planowania kroczącego można doszukiwać się w kilku płaszczyznach: w merytoryczno-ekonomicznej treści programu, administracyjno-psychologicznej dyscyplinie jego wykonania oraz technologicznej metodzie opracowywania programu pięcioletniego. Uzasadnienie merytoryczno-ekonomiczne wynika z dużej zmienności współczynników technicznych zarówno pod wpływem niepewności strategicznej co do postępowania przeciw-

nika, technicznej co do rezultatów postępu technicznego, jak i zwyczajnej niepewności statystycznej co do poprawności i błędu w oszacowaniu zasobów, nakładów i wyników. Przesuwanie horyzontu ułatwia wprowadzanie wyników postępu technicznego do bieżącego programu pięcioletniego i na ich podstawie kształtowanie możliwości programu następnego. Z punktu widzenia psychologicznego i administracyjnego można domagać się konsekwentnej dyscypliny w realizacji pierwotnego programu pięcioletniego, nie dopuszczając ani odchyleń jakościowych ani ilościowych. Tego rodzaju sterowanie programowe przybiera postać imperatywu, rozkazu, którego ścisłe wykonanie z reguły stwarza podstawę do pozytywnej oceny wykonawcy programu. Ścisła jednak realizacja decyzji podjętych przed kilku laty może nie odpowiadać ani warunkom, ani potrzebom lokalnym, ale być najwygodniejsza dla wykonawcy o podejściu konformistyczno-oportunistycznym w stosunku do formalnej strony programu, a nie jego zgodności z celem finalnym. Planista centralny może wówczas osłabić inicjatywę i krytycyzm wykonawców oraz utracić podstawę obiektywnej oceny warunków i wyników lokalnych.

Technologia opracowania programu pięcioletniego może opierać się na wyspecjalizowanych zespołach planowania pięcioletniego, które w wypadku tradycyjnej metody miałyby nadmiar pracy w okresie dwóch lat przed opracowaniem programu pięcioletniego, a względny jej brak przez trzy lata po jego zatwierdzeniu. Jeżeli programowaniem pięcioletnim zajmowałyby się te same zespoły, które opracowują bieżące plany roczne, to ich sytuacja w dwóch latach poprzedzających następny program byłaby jeszcze trudniejsza. Program pięcioletni opracowywany jest wtedy z wiekim pośpiechem uniemożliwiającym wariantowanie. Przy obydwu zatem metodach opracowania programów pięcioletnich skuteczniejsza wydaje się metoda pracy równomiernej, czyli planowania kroczącego. Czas jest bowiem elementem, którego w całościowym rachunku społecznym „nie można kupić". W systemie PPB programowanie przyjmuje charakter decyzji kroczących, natomiast budżetowanie — decyzji imperatywnych.

Model PPB w najogólniejszym zarysie procesualnym ilustruje



80. Procesualny schemat PPB

Przedmiotem procesu PPB jest całokształt przedsięwzięć koncepcyjnych, badawczych, opiniodawczych, prognostycznych i planistycznych, symulacyjnych i decyzyjnych, obejmujących:

— opracowanie doktryn oraz strategiczno-operacyjnych i taktycznych koncepcji w odniesieniu do różnych okresów przyszłości;
— tworzenie i doskonalenie sił zbrojnych jako kompleksu osobowego, technicznego i organizacyjnego;
— tworzenie i doskonalenie bazy naukowej i techniczno-produkcyjnej dla celów wojskowych i wojennych.

Konkretyzacja branżowa dzieli ten przedmiot na dziedziny charakteryzowane w macierzach programu:

— działań bojowych sił zbrojnych w różnych sytuacjach;
— zabezpieczenia tyłowego;
— mobilizacji sił zbrojnych;
— rozwoju sił zbrojnych (formowanie, przezbrojenie, organizacja i sposoby użycia);
— rozwój badań naukowych i opracowań technicznych.

Założony horyzont procesów prognostycznych, planistycznych i programowych wynosi 20—25 lat i dzieli się na planowanie długookresowe (powyżej 5 lat), średniookresowe (powyżej 2 lat, programowanie) i krótkookresowe (do dwóch lat, budżetowanie). Prognozy naukowo-techniczne wyprzedzają pięcioletni program rozwoju o 20 lat. Perspektywiczne badania strategiczne obejmują 20 lat (łącznie z okresem programu). Stwarzają one podstawę do opracowania ocen i planów zadań oraz możliwości strategicznych w skali połączonych sił zbrojnych w dwóch wersjach — ogólniejszej 20-letniej i szczegółowszej 8—12-letniej. Ramowe sformułowania planów i możliwości strategicznych dostarczają z kolei podstaw do szczegółowych studiów doktrynalnych nad systemami uzbrojenia oraz do opracowania wojskowej dokumentacji określającej wymagania taktyczno- techniczne z uwzględnieniem skali ilościowej. Na bazie dokumentacji wojskowej prowadzi się branżowe badania naukowe i rozwojowe, przechodzące w miarę zaawansowania w fazę projektowania (wstępne opracowania techniczne, konstrukcyjne, pełne opracowania techniczne) produkcji

prototypowej i po dokonaniu ocen analitycznych w ewentualną fazę produkcji seryjnej.

Organizowane i finansowane w ramach programu rozwoju sił zbrojnych badania teoretyczne mogą wyprzedzać termin zerowy (końcowy) od 20—25 lat, badania praktyczne do 20 lat, wstępne opracowania i projekty techniczne do 15 lat i opracowania konstrukcyjne do 10 lat. Decyzje o przygotowaniu do produkcji powinny zapadać w okresie poprzedzającym zatwierdzenie programu pięcioletniego, to jest na 5 lat przed zerowym terminem programu. W okresie objętym programem następuje ostateczne wariantowanie i ocena efektywności projektów oraz podjęcie decyzji o produkcji serii informacyjnej i ewentualnie produkcji seryjnej. Mogą przy tym występować dwa warianty decyzji: w trybie skróconym i w trybie pełnego cyklu rozwojowego w zależności od znaczenia i kosztów systemu [14].

Adaptacje PPB w innych krajach NATO z reguły skracają horyzont o 5 lat. Tak np. w adaptacji RFN dla Bundeswehry wyróżniono 6 faz. W pierwszej ustala się cele wojskowo-strategiczne z wyprzedzeniem około 15 lat, w drugiej — opracowuje plany sił zbrojnych na okres od 2—15 roku horyzontu planistycznego, w trzecim — sporządza program rozwoju Bundeswehry na okres 5 lat między 2—6 rokiem horyzontu, w czwartej — projektuje roczny budżet na 2 rok horyzontu oraz w piątej i szóstej realizuje i kontroluje ustawę budżetową w 1 roku horyzontu.

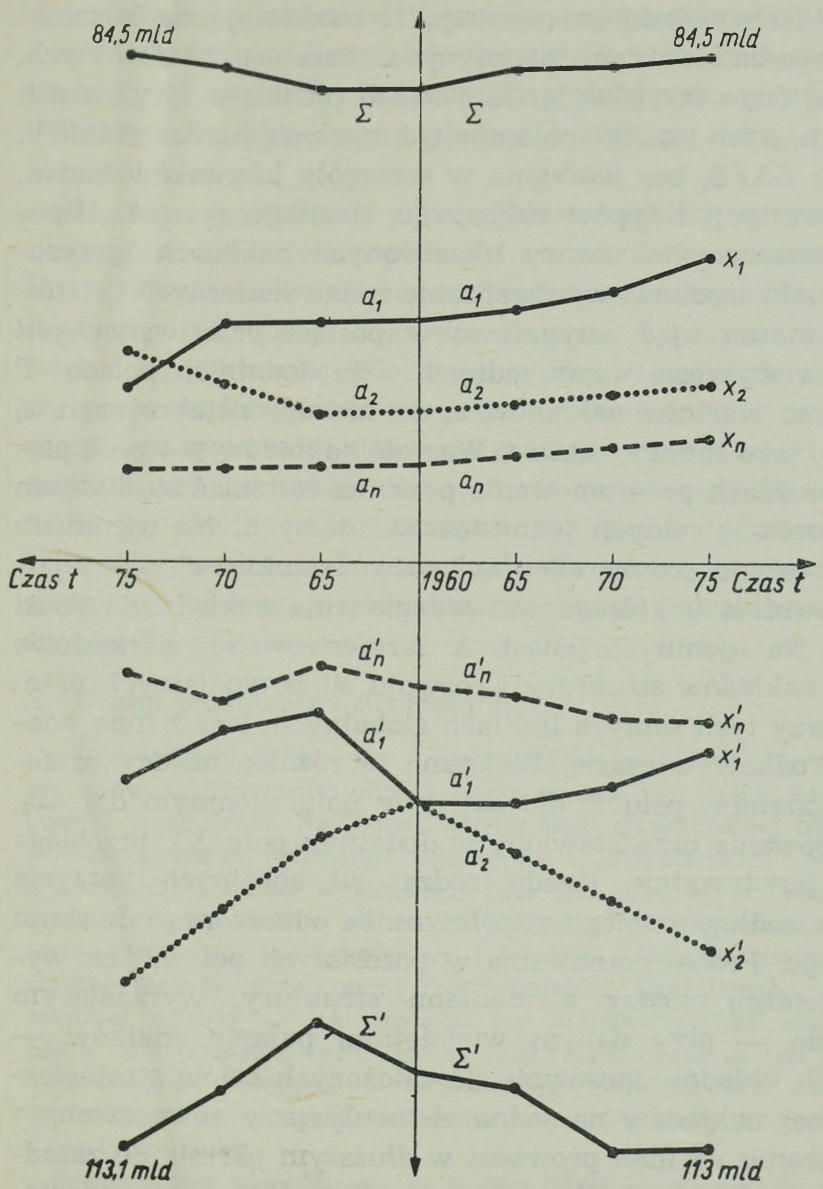
Na szczególną uwagę w omawianej procedurze zasługuje metodologiczne wyróżnienie trzech tzw. taktów lub cykli: 1) taktu wiodącego, czyli bazowego; 2) taktu proponowanych zmian i 3) taktu zatwierdzonego. Poszczególne takty można określić jako coroczne stopnie „dojrzałości" programu i budżetu. Takt bazowy programu wyznacza rzeczowe i finansowe limity zadań, podane wykonawcom do wiadomości i realizacji. W takcie propozycji wykonawcy programu mogą wnioskować wprowadzenie zmian

[14] Szczegółowy tryb postępowania uregulowany został Dyrektywą Ministra Obrony 3200.9 z 1 lipca 1965 r.: *Initiation of Engineering and Operational Systems Development.* Dyrektywa dzieli proces przygotowania systemu uzbrojenia na 3 fazy: sformułowanie koncepcji, postępowanie umowne i pełny rozwój.

rzeczowych lub finansowych, podważających wersję bazową. W wyniku przyjęcia lub odrzucenia proponowanych zmian uzyskuje się wersję taktu zatwierdzonego, którą można w tym samym trybie podważyć w następnym cyklu programowania i budżetowania.

Jak wynika z analizy systemów, program pięcioletni w czasie corocznego budżetowania powinien być uzasadniony dwukierunkowo. Należy uzasadniać zarówno wnioski o wprowadzenie zmian, jak i wnioski o utrzymanie programu w wersji niekwestionowanej. Każdy uczestnik programu i użytkownik systemu powinien umotywować, dlaczego nie proponuje zmian do wersji pierwotnej. Okazuje się bowiem, że przy wnioskowaniu zmian nawet jedna trafna propozycja może być zadowalająca. Przy uzasadnianiu trwania przy wersjach pierwotnych trzeba wykazać się znajomością prac naukowo-badawczych i rozwojowych oraz poziomu technicznego w danej dziedzinie, ażeby móc logicznie twierdzić, że żadne z nich nie są dostatecznie dojrzałe lub nie są korzystniejsze od pierwotnych wersji systemu lub programu.

W praktyce plany możliwości strategicznych i programy obrony poddawane są badaniom całościowym w formie gier wojennych i taktycznych, jak gra taktyczna dla porównania systemów uzbrojenia, gra wojenna dla przebadania potrzeb sił zbrojnych i sposobów ich zaspokojenia w czasie wojny, gra taktyczna dla porównania programów pomocy militarnej, gra ekonomiczno-wojenna dla oceny strategii i sił zbrojnych typu SAFE *(Strategy-and Force-Evaluation)*. Najbardziej interesująca z punktu widzenia problemów ekonomicznych jest gra SAFE, stanowiąca połączenie metod scenariusza, gry wojennej i modelu komputerowego. Służy ona do rozpatrywania wyboru kierunków prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych, alokacji inwestycji, produkcji i nabywania uzbrojenia w równoległej rywalizacji z potencjalnym przeciwnikiem. Gra obejmuje co najmniej 2 okresy pięcioletnie (trzeci jako stan początkowy) z uwzględnieniem czasu pokoju i wojny. Dotyczy ona głównych systemów uzbrojenia w dowództwach operacyjnych i obrony terytorium kraju. Biorą w niej udział trzy zespoły, dwa „walczące" i jeden rozjemczy. Zespoły otrzymują dane o początkowym stanie sił oraz zasoby, którymi pod wpły-



81. Agregatowe zmiany w planach gospodarczo-obronnych (syntetyczna ilustracja zmian skalarnych i strukturalnych w planach)

wem raportów wywiadu „manewrują" i rozdzielają na kierunki prac naukowo-badawczych, inwestycje i strukturę sił zbrojnych. W końcowej fazie zarysowują się znaczne różnice w strukturach sił zbrojnych, a ich koszty społeczne też mogą się bardzo różnić [15].

Istotę gry SAFE, bez wnikania w szczegóły kierunków badań, rozwoju inwestycji i typów uzbrojenia, ilustruje rys. 81. Hipotetyczne kombinacje struktury planowanych nakładów (przyrosty stanów, sił i środków, wprowadzanie zmian skalarnych i strukturalnych) można ująć agregatowo w postaci przeciwstawnych strumieni na wykresie współrzędnych. Na dodatnich polach Y przedstawiono wartości nakładów a_i na rodzaje sił zbrojnych x_i $(i = 1,2,...,n)$ jako funkcję czasu t. Wartość nakładów w trzech pięcioletnich okresach programowania powinna zamknąć się limitem 84,5 mld porównywalnych jednostek walutowych. Na ujemnych polach Y pokazano „konkurencyjny" rozwój struktur a'_i potencjalnego przeciwnika, u którego wartość globalna nakładów wynosi 113,1 mld. Na ujemnych polach X zarejestrowano wariantowe strumienie nakładów struktury i rozwoju sił potencjalnych przeciwników przy tych samych limitach globalnych, lecz z inną koncentracją środków w czasie. Widoczne są różnice między preferencją w dodatnim polu Y *dla* ax_1, a w polu ujemnym dla ax_2. Proces planowania przedstawiony w dodatnim polu XY przebiega w sposób powtarzalny. Każdy rodzaj sił zbrojnych korzysta z przyrostu według równego współczynnika odnoszonego do stanu początkowego. Proces planowania w pozostałych polach jest wynikiem przetargu między elementami struktury, wyrażającym poszukiwanie — przy danym wieloletnim pułapie środków — optymalnych układów stosownie do założonych celów strategicznych. Wzrost nakładów na jedne elementy przy równoczesnym ich zmniejszaniu na inne prowadzi w dłuższym okresie do zasadniczej zmiany struktury sił o odmiennych możliwościach oddziaływania polityczno-militarnego [16].

Jakkolwiek gra SAFE nie daje jednoznacznych wyników, ponieważ zespoły graczy mogą reprezentować różne cechy charak-

[15] R. Levien: *The Analysis of Force Policy and Posture Interactions.* W: E.S. Quade: *op. cit.*, s. 279—297.

[16] M. Daniluk: *Rachunek ekonomiczny...*, s. 104.

teru (wiedzę i ostrożność, fantazję i skłonność do hazardu), jest ona elastycznym narzędziem uzyskiwania logicznych uzasadnień dla decyzji, zastępuje doświadczenie nabywane w warunkach systematycznej wymiany poglądów i stwarza ramy dla analizy szczegółowej.

Istotnym warunkiem wykorzystania analizy systemów w procesie planowania jest dopływ informacji zorientowanej na problemy wymagające określenia rozkładów prawdopodobieństwa. Gromadzenie informacji angażuje znaczne siły systemu. Dąży się więc do uzyskiwania informacji w sposób najbardziej ekonomiczny przez usprawnienia procesów gromadzenia w bankach informacji, podwyższania jej wartości oraz umiejętności wyciągania poprawnych wniosków z minimum informacji. Opracowano już kilka generacji zintegrowanych systemów informacyjnych dla potrzeb dowodzenia i planowania. Te niezwykle interesujące zagadnienia wymagają jednakże odrębnego potraktowania w innej książce [17].

5. Uwagi praktyczne i zastrzeżenia

Po rozważeniu szeregu tez o zastosowaniu, metodach i wynikach analizy systemów w planowaniu obrony trzeba jeszcze raz wrócić do praktycznych postaci zagadnienia. Na jednej stronie skali strukturalnej (rys. 23) akcentuje się dokładne obliczenia, wynikające z „inżynierskich" praw przyrody, a pomija się z reguły występujący przy tym osąd ogólny oraz intuicję. Na drugiej stronie skali — obliczenia przestają być najważniejsze, a w pełni wykorzystuje się sąd jakościowy i intuicję. Pośrodku znajdują się statystyczne metody oceny opinii rzeczoznawców. Sam bowiem wybór odpowiedniej metody — jakościowego czy matematycznego szacowania interesów ogólnopaństwowych, którym podporządkowane są siły zbrojne, znajduje się poza zasięgiem sformalizowanego doświadczenia i matematycznej ścisłości; należy do zagadnień wciąż jeszcze związanych z pojęciem sztuki, a nie tylko nauki.

Sytuacja jest na ogół taka, że wielka liczba ludzi praktyki i nauki w całym świecie zajmuje się współcześnie rozwiązywaniem wielkiej liczby

[17] A. Rogucki: *Numeryczny system dokumentacji źródłowej w obrocie częściami zamiennymi*, „Zeszyty Naukowe WAP" 1968, nr 10, Seria Ekonomiczna; O. Kröger: *Führungssystems, Perspektive aus Luftwaffensicht*, „Truppenpraxis" 1970, nr 12, s. 955—961; L.R. Johnson: *System Structure in Data Programs and Computers*, Englewood Cliffs 1970; F.L. Bauer, G. Goos: *Informatik I, II*, Berlin 1972.

zagadnień pod kątem uzyskiwania odpowiedzi ilościowych, chociaż waga mniejszej liczby problemów jakościowych może być przygniatająca. Problemy jakościowe rozwiązywane są przy mniejszym lub zbyt jednostronnie ukierunkowanym zaangażowaniu myśli ludzkiej, co powoduje niekiedy brak więzi między ogromnymi przygotowaniami ilościowymi i technicznymi a społecznym zrozumieniem interesu ogólnopaństwowego. Dążenie do matematycznego sformalizowania skomplikowanych zjawisk polityczno-militarnych wymaga uproszczeń i schematyzacji w stosunku do rzeczywistego charakteru konfliktu i walki. Przy znacznym uproszczeniu modelu nawet niewielkie „drgania" w założeniach mogą przekreślić słuszność wniosku matematycznego. Stąd niechęć szkoły matematycznej do rozwiązywania problemów polityczno-militarnych, a szkoła polityczna nie darzy dostatecznym zaufaniem szkoły matematycznej. Jeżeli jednak obydwie strony poświęcą więcej uwagi strukturze logicznej między głównymi sprzecznościami, to modelowe obliczenia już obecnie spełniają swój cel, zwłaszcza w odniesieniu do prawego pasma analiz operacyjnych i zadaniowo-czynnościowych, które w konkretny sposób limitują lewą stronę pasma.

Jeśli z analizy systemów nie otrzymuje się jednoznacznego rozwiązania, to dzięki przestrzeganiu ścisłej metodologii i terminologii społeczne współdziałanie jest niewątpliwie wyższe aniżeli przy decyzjach intuicyjnych. Tak np. ścisła analiza społecznych kosztów ochrony ergodyczności państwa wykazuje, że ponoszą je wszystkie społeczeństwa bez względu na fakt, czy mają status polityczny państwa suwerennego i czy dysponują własną siłą zbrojną, czy też jest to status nie dający możliwości utrzymywania własnych sił zbrojnych. Dalej ścisła analiza marksistowsko-leninowska wykazuje, że koszty te w krajach burżuazyjnych nie są równe w skali całego społeczeństwa, lecz obciążają przede wszystkim klasę robotniczą.

Analiza systemów w odróżnieniu od węższych badań operacyjnych traktuje planowanie nie tylko jako naukę normatywno-techniczną, lecz także jako naukę społeczną, lub przede wszystkim społeczną; jest wyrazem zbliżenia między naukami humanistycznymi i parahumanistycznymi a matematyką i naukami ścisłymi. Poprawna analiza wielkich systemów nie może zafascynować się samymi obliczeniami; musi podnosić mniej wdzięczne pod względem matematycznej elegancji problemy finalnych celów społeczno-politycznych i kryterium ich oceny w skali dotychczas nie uprawianej.

Historia potwierdza, że agresywne wojny były planowane, „kalkulowane" i stosowano przy nich logikę rachunku ekonomicznego, który oczywiście nie zawsze potwierdzał się dodatnim wynikiem i wojną wygraną. W nakładach na defensywę rachunek ekonomiczny ma inny charakter. Skala swobody wyboru jest bardziej ograniczona. W grę wchodzić mogą wartości niewymierne na zasadzie krańcowego wykluczania się przesłanek: „traci się wszystko, albo nic" (albo życie wraz z majątkiem, albo nic z majątku przy równoczesnym zachowaniu życia). Materializm historyczny w odniesieniu do współczesnej epoki okresu przejściowego potwierdza, że

dla zachowania życia trzeba ponosić nakłady z majątku. Chodzi tylko o to, ażeby praktyczny rachunek polityczny znajdował warunki równowagi, jeśli nie na podstawie wąskich równoważni własnych, to w skali równoważni układów, bloków, obozów, osi itd. W większych układach maleje ryzyko, ponieważ współcześnie problem pokoju światowego jest coraz bardziej niepodzielny. Natomiast od rachunku taktyczno-technicznego i ekonomicznego oczekuje się racjonalnego pomiaru równowagi.

W przypadku pomiarów dowolnego problemu równowagi na pierwsze miejsce wysuwa się sprawa kryterium, która i w tej książce zajmuje centralne miejsce. Główny błąd w doborze kryterium, na który w analizie systemów należy tak samo zwrócić uwagę, jak na błędy w doborze i definiowaniu celów, sprowadza się do równoczesnego stawiania zadań:

a) pozytywnych w kierunku zwiększenia osiągnięcia celów;
b) pozytywnych w kierunku zmniejszenia ujemnych efektów, np. zmniejszenia kosztów.

Błąd polega tutaj na tym, że postulat obustronnie pozytywny nie może być stawiany równocześnie, w jednym momencie czasu w odniesieniu do konkretnej czynności czy też konkretnego zdarzenia traktowanego jako jedność. Przemienne formułowanie obydwu zadań dla kolejnych zdarzeń jest zupełnie poprawne. Przykładowo, jeśli stanowisko ogniowe nie jest ograniczone limitem amunicji, będzie ją zużywać tak długo, aż osiągnie oczekiwany efekt, którego kryterium będzie liczba porażonych celów. Jeśli zadziałają ograniczenia amunicji, kryterium zadania będzie nie liczba porażonych celów w ogóle, ale efekt uzyskiwany na jednostkę amunicji. Ponieważ w praktycznych działaniach nie istnieje pewność, które kryterium będzie ważniejsze, łączy się je w jedną zasadę maksymalnego efektu na każdy pocisk. Jak wiadomo z doświadczeń walki, rozwiązanie to nie zawsze jest optymalne

Inny błąd szczególny polega na niedostrzeganiu absolutnej wielkości użyteczności w porównaniu z kosztem, albo odwrotnie — na jej przecenianiu. W pewnych wypadkach niewysoki stosunek efektywności przy masowym stosowaniu rozwiązania daje znacznie wyższe wyniki, aniżeli wysoka efektywność, lecz możliwa do zastosowania tylko w niewielkiej skali. Niekiedy efektywność przedstawiana jako pochodna przyrostu (tangens kąta wzrostu) jest narzędziem bardzo trafnym, ale pod warunkiem uszeregowania listy możliwych działań w następujący sposób:

1) skala działań jest z góry ustalona (limitowana);
2) działania nie są współzależne.

Pominięcie tych dwóch warunków może prowadzić do zupełnie mylnych wniosków. Wiadomo powszechnie, że np. przewodowy system dostarczania paliw płynnych rurociągami jest ekonomiczniejszy od systemu przewozowego cysternami. Prawda ta jest słuszna tylko pod warunkiem:

a) przekroczenia pewnego minimum dostarczanego paliwa na jednostkę czasu i odległości;

b) korzystniejszego współdziałania obydwóch systemów podczas wojennej sytuacji ruchowej i wpływu otoczenia.

Można tu powtórzyć inne warunki przedstawiane w macierzach ograniczeń, jak współmierność, lista zastosowań, sposoby działania, horyzont czasowy. Kryterium pochodnej może mieć więc znaczenie tylko sprawdzianu cząstkowego, podobnie jak inne kryteria.

Celowość przeprowadzania analizy, jej rola i wartość wzrastają zawsze tam, gdzie istnieją:

— możliwości wyboru rozwiązań wariantowych, co występuje zwykle przy wczesnym dostrzeganiu problemu i przy elastyczności w jego rozwiązywaniu;
— możliwości sensownego wykazania kosztów i przyrostów użyteczności na porównywanych rozwiązaniach.

Praktyczne rady na ogólne trudności w doborze kryteriów można sformułować w następujących punktach:

1) wskazane jest wystrzeganie się przed zawodną próbą powszechnego stosowania maksymalizacji stosunku użyteczności (korzyści) do kosztu, czyli rachunku efektywności zorientowanego wyłącznie na jeden wskaźnik syntetyczny;

2) wysoce przydatna jest forma kryterium maksymalizacji różnicy absolutnej między wynikami a kosztami, jeśli można je wyrazić w tych samych miernikach. Jeżeli nie można porównać ich całości, trzeba porównywać nakłady i koszty na jednostkę odniesienia; w wypadku efektów niewymiernych ściśle (nieuchwytnych w jednym miejscu) konieczne jest próbkowanie statystyczne i ocena nadziei matematycznej (wartości oczekiwanej), a w dalszym stadium zastosowanie metody Monte Carlo;

3) bezwzględnie trzeba sprawdzać zgodność kryterium niższego rzędu z kryteriami wyższego rzędu; czy próba osiągnięcia pewnego efektu, pewnego zaspokojenia potrzeb w danym ogniwie przy minimalnym koszcie działa w tym samym kierunku w ogniwach stycznych i współdziałających? Czy „zysk" w jednym ogniwie nie jest mniejszy od strat w innym? Czy maksymalne osiągnięcie określonego zadania jest możliwe przy arbitralnie ustalonej wielkości nakładów (przy danym limicie środków)? Czy kryterium uwzględnia skutki zjawisk towarzyszących głównemu zadaniu oraz negatywne skutki uboczne? Skutki uboczne np. bomby termojądrowej w czterech postaciach (podmuch, promieniowanie termiczne, promieniowanie radioaktywne, wyeliminowanie urządzeń elektronicznych) mogą być równie niekorzystne dla obydwóch stron walczących; generalnie trzeba uwzględnić zgodność kryterium z nadrzędnymi celami w łańcuchu zdarzeń od ogniwa suboptymalizującego do celu finalnego;

4) należy unikać stosowania mylącego pojęcia kosztu (ceny) i użyteczności, gdy chodzi o występowanie ograniczeń natury surowcowej, materiałowej, technicznej, ponieważ nie wszystkie zasoby i wyroby określone ceną są dostępne bądź mogą być kalkulowane po cenach historycznych (nawet

z katalogów „prawie nieprzestarzałych"); nie można przeoczyć faktu, że analiza systemów nie dostarcza rozwiązań pod każdym względem optymalnych, lecz pokazuje, które rozwiązania w danych warunkach mogą być lepsze lub gorsze od innych rozwiązań.

W sprawie wariantów należy pamiętać, że:

5) efekt badania zależy od liczby alternatyw i wariantów, które trzeba przebadać i wyeliminować dopiero po znalezieniu dostatecznych argumentów; dlatego zasięg relacji badanego systemu należy określać w ścisłym powiązaniu z wyborem określonego kryterium; trzeba świadomie przekalkulować przewidywane trudności oraz ułatwienia w związku z rozszerzeniem środowiska, sytuacji, czasu i zmiennych kontekstów działania systemu;

6) szczególną uwagę należy zwracać na charakterystyki wariantowych kierunków działania, których wybór ma być właśnie uzasadniony przez badania analityczne; najlepsze modele matematyczne i metody rozwiązań numerycznych nie doprowadzą do wyboru dobrych rozwiązań polityczno-militarnych, jeśli rachunkowi poddawane będą tylko słabe warianty; analityk musi dysponować obszerną tablicą ujawniania się efektów systemu i możliwości jego zastosowań; w związku z tym nie można pomijać skali możliwych zastosowań badanych wariantów oraz różnych zestawów (kombinacji) działania, jeśli nie chcemy utracić wariantów rzeczywiście użytecznych;

7) wskazane jest przemienne porównywanie efektów jednego rozwiązania z kosztami innych rozwiązań i odwrotnie, zwłaszcza jeśli są one współmierne;

8) w sprawie efektów i kosztów niewymiernych zaleca się, ażeby zbadać także możliwości dokonania pomiaru efektów, które na pozór wydają się niewymierne; chodzi o doprowadzenie pomiaru efektów do tych samych jednostek miary nakładów i wyników, które zostały użyte w szacunkach podstawowych, ażeby relacji o małym ciężarze gatunkowym nie liczyć z „piątym miejscem po przecinku" wtedy, gdy rząd liczb całkowitych nie jest w pełni uwzględniony;

9) w szczególnych wypadkach można posłużyć się wykazaniem ogólnej przewagi porządkowej efektów niewymiernych w zestawieniu wariantów uporządkowanych; jeśli niemożliwe jest zastosowanie jednorodnych wskaźników do ilościowej oceny efektów niewymiernych lub trudno wymiernych, należy dążyć do wypracowania specjalnych wskaźników odpowiednich do wielkości i istoty tych efektów;

10) przy rozwiązywaniu zagadnień niepewności pierwszy etap pracy polega na próbie uszeregowania wyników według jednakowego poziomu ufności; możliwość uszeregowania należy badać również w wypadku, gdy szeregi będą szacowane metodami subiektywnymi;

11) jeżeli postępowanie z punktu 10 nie daje rezultatów, należy do oceny zmienności efektów wprowadzić takie wyniki, które mogłyby być osiąg-

nięte przy zmienionych układach zadań lub wielkościach budżetowych, bądź też przy innych zasadach realizacji;

12) jeżeli nie występują efekty wielorakie, to należy przynajmniej opisać i podkreślić główne rozkłady zdarzeń, które można przewidywać w perspektywie czasu, a które mogłyby w sposób istotny wpłynąć na wyniki; następnie trzeba ocenić koszty zabezpieczenia się przed najważniejszymi zdarzeniami negatywnymi;

13) w następnej kolejności zaleca się wykorzystanie techniki obliczeniowej Monte Carlo w celu wyliczenia prawdopodobieństwa w rozmaitych sytuacjach, jeżeli można do tego zastosować dostatecznie szczegółowy model i jeżeli inne rodzaje niepewności nie wpływają decydująco na obraz zjawiska;

14) pomocnym rozwiązaniem jest wyszukanie dominanty jako takiej sytuacji, w której te same sposoby postępowania są najlepsze przy uwzględnieniu wszelkich istotnych warunków organiczających (np. przy zmianie wielkości zadania, rozkładu zdarzeń lub wysokości wydatków); poszukiwanie to daje rezultaty, jeżeli ulegnie zmianie projekt scenariusza działania, co powinno być wykorzystane przy każdej wyczerpującej analizie;

15) jeżeli nakłady i wyniki mogą być równolegle mierzone w miernikach pieniężnych, należy zdyskontować strumienie nakładów i wyników do ich wartości na dzień porównania i wybrać rozwiązanie, które daje maksymalną wartość zaktualizowaną; jeżeli problem ograniczeń majątkowych nie istnieje lub gdy istotną rolę odgrywają ceny upłynnienia, wskazane jest przeprowadzenie dyskonta według rynkowej stopy zysku; w wypadku, gdy nie występują ograniczenia majątkowe oraz nieistotne są ceny upłynnienia, stosuje się do porównań graniczną stopę zwrotu; te trzy zestawy sposobów ujęcia jednorodnego strumienia w czasie wystarczają dla dokonania wyboru wariantu inwestycyjnego;

16) dla inwestycji, przy których nie można wyrazić wyników i nakładów w tych samych jednostkach, trzeba opisać ścieżkę czasu z przypadającymi w niej zapotrzebowaniami nakładów oraz zdyskontować strumień kosztów eksploatacyjnych; w pewnych wypadkach możliwe jest zdyskontowanie osiągnięć w miernikach fizycznych za dany okres;

17) jeżeli nie można zastosować ścisłych rozliczeń wpływu czasu, porządkuje się warianty według stopnia wrażliwości na wpływ czasu, preferując te, które przy innych warunkach dopuszczalnych są mniej wrażliwe na czas, aniżeli warianty stosowane przez przeciwnika.

Poza przypomnieniem powyższych rad technicznych, warto zwrócić uwagę na kilka zaleceń natury ogólnej. Ocena wartości analizy może różnić się znacznie z punktu widzenia jej zleceniodawców, jej wykonawców, a także adresatów, którzy mają wypływające z niej wnioski wcielać w życie. Każdy przedstawiciel tej trójki kieruje się innymi motywami. Zleceniodawcy mogą kurczowo popierać dodatnie i ujemne uprzedzenia, co w konsekwencji prowadzi do partykularyzmu już na etapie formułowania problemu,

a następnie do braku elastycznego myślenia nawet pod wpływem oczywistych dowodów. Największą wartość mają hipotezy oryginalne, dobrze powiązane z realiami, a równą wartość logiczną na zadane pytanie ma odpowiedź na nie, co odpowiedź na tak. Analityk stronniczy dąży najczęściej do odpowiedzi potwierdzającej i pod taką odpowiedź przygotowuje hipotezy.

Inna grupa błędów występuje w fazie badawczej. Składają się na nią nadmierne skupienie uwagi na modelu odwzorowującym teoretycznie rzeczywistość i na zbędnych szczegółach, co może doprowadzić do niewłaściwego wykorzystania modelu systemu. Źródło tej grupy błędów to brak dostatecznej łączności i wymiany zdań między prowadzącymi badania systemowe a rzeczywistością, reprezentowaną przez rozlicznych praktyków. Jeżeli analityk nie ma warunków do stawiania wielu pytań i nie otrzymuje na nie odpowiedzi, przestaje dostrzegać ograniczenia co do słuszności wnioskowania opartego na teoretycznych założeniach i modelach.

W fazie pomiarów obserwuje się albo nadmierne przywiązywanie uwagi do niepewności statystycznej albo lekceważenie współczynników niepewności. Istotnym błędem jest tutaj stawianie znaku równości między skutkami ubocznymi a kryterium decydującym o wyborze konkretnego systemu.

W końcowej fazie wnioskowania analitycy popełniają błędy polegające na dążeniu do zastąpienia roli podejmującego decyzję wnioskami analizy, mimo powszechnego założenia, iż analiza nie zastępuje ostatecznego osądu politycznego. Analiza systemów dopuszcza bowiem, a nawet uznaje za konieczne w konkretnych badaniach uwzględnianie czynników subiektywnych, stających się ze względu na swą masę czynnikami obiektywnymi.

Pierwszą zaletą dobrej analizy będzie więc uwolnienie się od wyszczególnionych błędów. W prawidłowo skunstruowanej analizie powinny być zachowane co najmniej następujące zasady: wydatne wykorzystanie opinii ekspertów co do istoty analizy, dokładne zbadanie celów istnienia badanego systemu, przeprowadzenie prób na wrażliwość systemu, skrupulatne poszukiwanie systemów zamiennych, przeprowadzenie suboptymalizacji zespołów składowych (podsystemów), rozwinięcie odpowiedniego rachunku rozkładów prawdopodobieństwa, niewprowadzanie do analizy zagadnień i odpowiedzi „powierzchownych", dokonanie poprawnych szacunków nakładów i kosztów dla porównań efektywnościowych, a wreszcie unikanie zastępowania nowych, twórczych pomysłów nadmierną ilością obliczeń dotyczących systemów starych, statystycznych.

Szczególną wartość praktyczną dla podejmowania decyzji mają te rzetelne analizy, które otwarcie informują podejmującego decyzję o wszystkich elementach uproszczonych i niewymiernych w analizie, aby mógł on z całą świadomością odróżniać granice między wnioskami ustalonymi obiektywnie a tymi, które będą wynikały z jego osądu i wyboru.

ZAKOŃCZENIE

Przeprowadzone badania wykazują, iż podejście systemowe nie eliminuje całkowicie konwencjonalnych, suboptymalizacyjnych metod podejmowania decyzji, podobnie jak najpotężniejsza broń rakietowo-jądrowa nie eliminuje konwencjonalnych systemów uzbrojenia. Ogranicza natomiast pole działania metod tradycyjnych do małowymiarowej skali, rezerwując ostateczną rację wnioskom wypływającym z współczesnych metod naukowych. Kryterium zastosowania metody stanowi rząd wielkości realizowanych celów i znajdujące się w dyspozycji decydenta zaplecze naukowe. Konwencjonalne metody badawcze i decyzyjne są i będą stosowane przed długi jeszcze czas nawet na najwyższych szczeblach kierowania, dowodzenia i zarządzania, ponieważ powszechne przejście na nowe metody jest uwarunkowane możliwościami przestawienia się kolejnej generacji na tory myślenia systemowego, jak też kształcenia następnych generacji w rozległej problematyce, którą inicjują i przebudowują nauki o systemach.

Analiza systemów nie rozwiązała i nie szybko rozwiąże postawione przez nią i przed nią — problemy. Na pytanie, czy wywarła ona istotny wpływ na rozwiązania polityczno-militarne, trzeba stwierdzić — pomimo pewnego pesymizmu metodologicznego, że zapoczątkowała ona szereg nowych kierunków myślenia. Uzasadniła wyraźniej potrzebę koordynacji nakładów z celami finalnymi, a nie celami formułowanymi przez kręgi partykularnych interesów, celami podmiotów zorientowanych przede wszystkim na realizację wielkich budżetów wojennych i politykę z pozycji

siły. Na przykład w krajach NATO stała się podstawą przebudowy systemu planowania, programowania i budżetowania według niektórych założeń działających w obozie socjalistycznym już od lat dwudziestych. Oddziałuje na rozstrzygnięcia w sprawach funkcjonalnych, strukturalnych i kadrowych sił zbrojnych, inicjując w planowaniu wieloletnim także planowanie kroczące. Podniosła i rozwiązała niektóre problemy oceny sytuacji, scalania i podziału zadań planu. Zasygnalizowała także na gruncie zachodnim liczne problemy wewnętrzne i zewnętrzne oczekujące międzynarodowego rozwiązania. Wkomponowała w system badań wojskowych pojęcia ergodyczności i entropii systemu łagodząc w ten sposób techniczne sprzeczności w koordynacji celów. Stosując sformalizowane sposoby przedstawiania celów i zadań zmniejszyła pole działania dla słabo przygotowanych i nie dostatecznie uzasadnionych decyzji. Przede wszystkim zaś pokazała kręgom imperialistycznym, co jest od czasu do czasu widoczne w polityce państw NATO, że „życie na najwyższym poziomie sprzeczności", prowadzenie polityki z pozycji siły i na krawędzi wojny nie jest najsłuszniejszą drogą w realizowaniu celów nie uwzględniających praw otoczenia.

Analiza systemów zmobilizowała wiele umysłów do poszukiwania rozwiązań w dziedzinie teorii gier. Stwierdzenia poważnych autorów (D.N.Chorafas, E.S. Quade), jak i badania zawarte w tej książce, prowadzą do wniosku, że dotychczas teoria gier może być podobna do magicznych kwadratów, które zestawia się tylko po to, żeby w każdym wierszu i w każdej kolumnie otrzymać te same sumy. Teoria gier w rozwiązywaniu problemów konfliktowych jest jeszcze tak samo nieefektywna, jak magiczne kwadraty, ponieważ wymaga albo sumy zerowej, albo skończonej liczby strategii. W rzeczywistości ani jedno, ani drugie nie jest zjawiskiem normalnym. Jednakże mimo niemożności udzielenia odpowiedzi na najtrudniejszy problem konfliktu, ułatwia decydentowi rozpoznawanie tła decyzji i pokazanie w nim obszarów bliższych rozwiązaniu. Samo bowiem systematyczne sporządzanie listy możliwych i poszukiwanie nowych strategii ma dla zachowania równowagi ogromne znaczenie poznawcze.

Nie jest więc sprawą mogącą budzić zdziwienie, że analiza

systemów w niektórych krajach kapitalistycznych uważana jest za zamach na mechanizmy gospodarki wolnorynkowej, ponieważ jest rozwijana i propagowana głównie przez planistów organów centralnych, badających współdziałanie przy realizacji planów interwencjonizmu państwowego. Monopolistyczne kręgi niechętne są ujawnianiu także przez analizę systemów ich działalności kolidującej z interesami mas pracujących własnego kraju i świata.

Badania wykazały, że nie ma jeszcze zamkniętej teorii analizy systemów ani ogólnej reguły jej stosowania, podobnie jak nie ma ogólnej reguły znajdowania całki dowolnej funkcji elementarnej; technikę analizy systemów zdobywa się przez doświadczenie. Jest ona zatem zarówno nauką, jak i sztuką. Nie należy więc żywić nadziei w związku z określonymi sukcesami metod matematyczno-ekonomicznych, że do rozwiązania wszystkich złożonych zadań praktycznych wystarczy zbudować odpowiedni model matematyczny i dobrać metodę optymalizacji, zebrać niezbędną informację i przeprowadzić obliczenia, a zadanie będzie rozwiązane. Wszystkie wyszczególnione czynności ułatwiają tylko rozwiązanie zadania. Decydent powinien traktować je jako pomoc w wyjaśnianiu problemu i wykryciu zależności wyniku od przypuszczalnych decyzji.

Analiza systemów, podobnie jak jedno z jej narzędzi — elektroniczna technika obliczeniowa — istnieje (pomijając pojedyncze przypadki) zaledwie około 10 lat. Jej efektywność zostanie dostrzeżona i wykorzystana, gdy zacznie się nią posługiwać generacja wykształcona do powszechnego jej użytkowania. Dotychczas analityczne metody i techniki przetwarzają więcej rozmaitych informacji statystycznych, aniżeli decyzyjnych, ponieważ nie są jako całość wystarczająco spójne, a przy tym są skomplikowane w interpretacji. Jeśliby osiąganie złożonych, racjonalnych celów społeczno-politycznych było w tym stopniu proste, co rozwiązanie niektórych niezwykle trudnych problemów technicznych, to analiza systemów mogłaby traktować problem minimalizacji nakładów za rozwiązany. Do całkowitego zniszczenia życia biologicznego na 1 km^2 powierzchni ziemi wystarczają zamienne środki o kosztach ich wytworzenia, różniących się kilkudziesięciokrotnie. Broń biologiczna jest najtańsza. Problem poli-

tyczno-militarny nie polega jednak, na szczęście całej ludzkości, na irracjonalnym zestawieniu najtańszych środków niszczenia. Dorobek geniuszu ludzkiego nie może stawać się u schyłku XX wieku narzędziem jego samozagłady.

Dlatego też wartość analizy systemów polega na tym, że kierując uwagę na cel finalny, cel polityczny, dostarcza zracjonalizowanej platformy do marksistowsko-leninowskich ocen równowagi bezpieczeństwa światowego w sposób wolny od jednostronnych uprzedzeń, w sposób adekwatny do współczesnego kierunku rozwoju sił politycznych, społecznych, demograficznych i gospodarczych.

BIBLIOGRAFIA
(wybór)

Allen R.G.: *Ekonomia matematyczna*, Warszawa 1961.

Anisimow-Spiridonow D.D.: *Mietody i modieli bolszich sistiem optimalnogo płanirowanija i uprawlenija*, Moskwa 1969.

Banasiński A., Weryha A., Żurawicki S.: *Metody matematyczne w naukach ekonomicznych*, Warszawa 1963.

Bąbiński Cz.: *Elementy nauki o projektowaniu*, Warszawa 1969.

Beczkiewicz Z.: *Ekonomika obrony narodowej*, Warszawa 1968.

Beer S.: *Cybernetyka a zarządzanie*, Warszawa 1966.

Bennet E., Degan J., Spiegel J.: *Human Factors in Technology*, Nowy Jork, 1963.

Benoit E., Lubella H.: *The World Burden of National Defence*. W: *Disarmament and World Economic Interdependence*, Oslo 1967.

Bertalanffy L., v.: *General System Theory Foundations, Development, Applications*, Nowy Jork 1968.

Bieleński P.E.: *Mietod sistiemnogo analiza w organizacji proizwodstwiennych processow*, Moskwa 1972.

Biliński L., Bijak E.: *Optymalna droga wzrostu gospodarki narodowej z uwzględnieniem nakładów na obronę kraju*, Warszawa 1968 (powiel.).

Biliński W., Ceraficki J., Nowakowski A.: *Analiza wartości*, Warszawa 1972.

Blancard J.: *Conception et réalisation des armements*, „Revue de Défence Nationale" 1971, nr 2.

Boelcke W. A.: *Deutschlands Rüstung im zweiten Weltkrieg*, Bonn 1970.

Bojarski W. W., Pontriagin A. S.: *Wprowadzenie do oceny niezawodności działania układów technicznych*, Warszawa 1967.

Bołtianski W. G.: *Matiematiczeskaja tieoria optimalnych processow*, Moskwa 1969.

Bottler J., Horvath P., Kargl H.: *Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Datenverarbeitung*, Monachium 1972.

Buchan A.: *The Implications of a European System for Defence Technology*, Londyn 1967.
Cendrowski J., Swebocki S.: *Psychologia walki i dowodzenia*, Warszawa 1973.
Chorafas D.N.: *Sistiemy i modielirowanije*, Moskwa 1967.
Clausewitz C.: *Vom Kriege*, XVI wyd., Bonn 1952.
Czerwiński Z.: *Matematyka na usługach ekonomii*, Warszawa 1969.
Czujew J.: *Badania operacji w wojsku*, Warszawa 1972.
Daniluk M.: *Rachunek ekonomiczny w zarządzaniu obronnym*, Warszawa 1974.
Douhet G.: *Panowanie w powietrzu*, Warszawa 1965.
Dziarmakowski M.: *Ewolucja klasyfikacji wydatków budżetowych Ministerstwa Obrony Narodowej*. W: *Materiały i studia nr 5*, WAP, Warszawa 1972.
Eckman P.D. (ed.): *Systems, Research and Design Proceedings of the First Systems Symposium at Case Institute of Technology*, Nowy Jork 1961.
Engels F.: *Wybrane pisma wojskowe*, Warszawa 1962.
Enke S. (ed.): *Defense Management*, Nowy Jork 1967.
Enthoven A.C., Smith K.W.: *How Much Is Enough? Shaping the Defense Program 1961—1969*, Nowy Jork 1971.
Filar W.: *Badania operacyjne a problemy zaopatrywania*, Warszawa 1973.
Filipek H.: *Problemy oceny efektywności maszynowego przetwarzania danych*, „Wojskowy Przegląd Ekonomiczny" 1971, nr 2.
Fisher G.H.: *Cost Considerations in Systems Analysis*, Nowy Jork 1971.
Foche F.: *De la conduite de la guerre*, Paryż 1921.
Fox P.D.: *A Theory of Cost-Effectiveness for Military Systems Analysis*, „Operations Research" 1965, nr 2.
Franck H.: *Was ist Kybernetik? Kybernetik-Brücke zwischen den Wissenschaften*, Frankfurt n. Menem 1964.
Fuller J.F.C.: *Druga wojna światowa 1939—1945*, Warszawa 1958.
Gerasimow G.: *War and Peace Problems as Viewed from the Angle of the Game Theory*, „Co-Existence" 1971, nr 8.
Glinkowski St.: *Relacje ilościowe w działalności gospodarczej wojsk lotniczych*, „Zeszyty naukowe WAP" 1968, nr 11, Seria ekonomiczna.
Gonczarenko M.: *Kibiernietika w wojennom diele*, Moskwa 1960.
Gorochow W.G.: *Mnożestwiennost' predstawlenij sistiemy i postanowka problemy sistiemnogo etałona*. W: *Sistiemnyje issledowanija 1971*, Moskwa 1972.
Gościński J.: *Elementy cybernetyki w zarządzaniu*, Warszawa 1968.
Gozdecki Cz.: *Elementy programowania nieliniowego*, Warszawa 1967, (powiel.).
Greczko A.A.: *Woorużonnyje siły Sowietskogo Sojuza*, Moskwa 1974.

Greniewski H.: *Cybernetyka niematematyczna*, Warszawa 1967.
Hall A.D.: *A Methodology for Systems Engineering*, Princeton 1962.
Habr J., Vepřek J.: *Systémová analýza a syntezá*, Praga 1973.
Hare V., Jr.: *Systems Analysis A Diagnostic Approach*, Nowy Jork 1967.
Hellwig Z.: *Aproksymacja stochastyczna*, Warszawa 1965.
Hitch Ch. J., McKean R.N.: *Ekonomika obrony w erze jądrowej*, Warszawa 1965.
Hooke R., Shaffer D.: *Modele matematyczne a rzeczywistość*, Warszawa 1969.
Humble J.W.: *Zarządzanie przez określanie celów*, Warszawa 1971.
Kacprzyński B.: *Planowanie eksperymentów. Podstawy matematyczne*, Warszawa 1974.
Kalman R.E., Falb P.I., Arbib M.A.: *Oczerki po matiematiczeskoj tieorii sistiem*, Moskwa 1971.
Jermakow S.M.: *Mietod Monte-Carlo i smieżnyje woprosy*, Moskwa 1971.
Johnson L.R.: *System Structure in Data Programs and Computers*, Nowy Jork 1970.
Känel S., v.: *Einführung in die Kybernetik für Oekonomen*, Berlin 1971.
Kantorowicz L.: *Rachunek ekonomiczny optymalnego wykorzystania zasobów*, Warszawa 1961.
Karaśkiewicz E.: *Zarys teorii wektorów i tensorów*, Warszawa 1971.
Kasprzak T.: *Funkcje kryterium opisane na uporządkowanych polach preferencji*, Warszawa 1968.
Kissinger H.A.: *Nuclear Weapons and Foreign Policy*, Nowy Jork 1957.
Kolupa M.I.: *Ekonometria*, Warszawa 1969 (powiel.).
Knorr K.: *Military Power and Potential*, Lexington 1970.
König D.: *Theorie der endlichen und unendlichen Graphen*, Nowy Jork 1950.
Konieczny J., Olearczuk E., Żelazowski W.: *Elementy nauki o eksploatacji*, Warszawa 1972.
Koopmans T.C.: *Identification Problems in Economic Models Construction*. W: *Studies in Econometric Method*, Nowy Jork 1953.
Kożewnikow E., Mazow W.A.: *International Law and Struggle for Peace*, „Co-Existence" 1971, nr 2.
Koźmiński A.K.: *Zarządzanie systemowe*, Warszawa 1973.
Kryński H.E.: *Matematyka dla ekonomistów*, Warszawa 1971.
Kuleszyński L.: *Dowodzenie wojskami a cybernetyka*, Warszawa 1967.
Kulikowski R.: *Sterowanie w wielkich systemach*, Warszawa 1970.
Kurnal J.: *Zarys teorii organizacji i zarządzania*, Warszawa 1970.
Lange O.: *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, Warszawa 1962.
Lange O.: *Wstęp do cybernetyki ekonomicznej*, Warszawa 1965.
Lange O.: *Optymalne decyzje zasady programowania*, Warszawa 1967.

Langefors B.: *Theoretical Analysis of Informations Systems*, Lund. 1966.

Leja F.: *Rachunek różniczkowy i całkowy*, Warszawa 1969.

Lemieszew M., Panczenko A.: *Kompleksnyje programy w płanirowanii narodnogo choziajstwa*, Moskwa 1973.

Lenin W.I.: *Dzieła*, t. 21, t. 36, t. 33, Warszawa 1957.

Leontieff W., Hoffenberg M.: *The Economic Effects of Disarmament*, „Scientific American" 1961, nr 4.

Luce R.D., Raiffa H.: *Gry i decyzje*, Warszawa 1964.

Machol R.E.: *System Engineering*, Nowy Jork 1957.

McKean R.N.: *Efficiency in Government Through Systems Analysis*, Nowy Jork 1967.

McNamara R.S.: *The Essence of Security*, Nowy Jork 1968.

Majminas E.S.: *Processy płanirowanija w ekonomikie. Informacyjnyj aspiekt*, Moskwa 1971.

Majchrzak F.: *Planowanie wojskowo-gospodarcze w siłach zbrojnych RFN*, Warszawa 1971 (powiel.).

Marks K., Engels F.: *Dzieła*, t. 23, Warszawa 1968.

Marksizm-leninizm o wojnie i wojsku, Warszawa 1964.

Mathematische Standardmodelle der Operationsforschung, Berlin 1971.

Mazur M.: *Cybernetyczna teoria układów samodzielnych*, Warszawa 1966.

Melich A.: *Rachunek ekonomiczny w socjalizmie*, Warszawa 1971.

Mesarowić M.D.: *Views on General Systems Theory*, Nowy Jork 1964.

The Military Balance 1971—1972, 1972—1973, 1973—1974, 1974—1975, Londyn (corocznie).

Naddor E.: *Inventory Systems*, Nowy Jork 1966.

Nadler G.: *Works Systems Design: The Ideals Concept*, Homewood 1967.

Nash J.: *Non-Cooperative Games*, „Annals Math." 1954, nr 2; *Two-Persons Cooperative Games*, „Econometrica" 1953, nr 21.

Neumann J. v., Morgenstern O.: *Theory of Games and Economic Behaviour*, Princeton 1944.

Niskanen W.A.: *Nonmarket Decision Making, the Peculiar Economics of Bureaucracy*, „American Economic Review" 1968, nr 5 (maj).

Nowicki J.: *Zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania w armiach zachodnich*, Warszawa 1972.

Pareto V.: *Manuel d'Economie Politique*, Paryż 1927.

Parchomienko A. (red.): *Rukowodstwo w obłasti oborony*, Moskwa 1967.

Pawlak Z.: *Matematyczne aspekty procesu produkcyjnego*, Warszawa 1969.

Pawłowski Z.: *Ekonometria*, Warszawa 1969.

Peck M.J., Sherer F.M.: *The Weapons Acquisition Process*, Cambridge 1962.

Piasecki St.: *Optymalizacja systemów obsługi technicznej*, Warszawa 1972.

Porter W.A.: *Sowriemionnyje osnowanija obszczej tieorii sistiem*, Moskwa 1971.

Quade E.S., Boucher W.I. (ed.): *Systems Analysis and Policy Planning Applications in Defense*, Nowy Jork 1968.

Quade E.S.: *Systems Analysis Techniques for Planning-Programming--Budgeting*, Santa Monica 1966.

Rapoport A.: *Prisoners Dilemma*, Ann Arbor 1965.

Richards M.D., Greenslow P.S.: *Management Decision Making*, Homewood 1966.

Richardson L.F.: *Arms and Insecurity*, Pittsburgh 1960.

Rogucki A.: *Numeryczny system dokumentacji źródłowej w obrocie częściami zamiennymi*, „Zeszyty Naukowe WAP" 1968, nr 10, „Seria ekonomiczna".

Rudwick B.H.: *Systems Analysis for Effective Planning*, Nowy Jork 1969.

Saaty R.L.: *Mathematical Models of Arms Control and Disarmament (Application of Mathematical Structures in Politics)*, Nowy Jork 1968.

Sadowski W.: *Teoria podejmowania decyzji*, Warszawa 1964.

Sadowski W.N.: *Niekotoryje principialnyje problemy postrojenija obszczej tieorii sistiem*, „Sistiemnyje Issledowanija 1971", Moskwa 1972.

Shannon C., Weaver W.: *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana 1949.

Shelling T.C.: *Arms and Influence*, New Haven 1966.

SIPRI Yearbook of World Armaments and Disarmament, roczniki od 1968—1973, Sztokholm 1970, 1972, 1973.

Siwoń B.: *Współczesne tendencje rozwoju rachunku kosztów i wyników*, Warszawa 1972.

Slater L.J.: *More Fortran Programs for Economists*, Cambridge 1972.

Sołnyszkow J.S.: *Ekonomiczeskije faktory i woorużenije*, Moskwa 1973.

Sowierszenstwowanije uprawlenija narodnym choziajstwom na osnowie ekonomiko-matiematiczeskich mietodow i wyczislitielnoj tiechniki, Moskwa 1972 (powiel.)

Spruch W.: *Ekonomiczna analiza efektywności postępu technicznego w przedsiębiorstwie przemysłowym*, Warszawa 1967.

Stankiewicz W.: *Logistyka*, Warszawa 1968.

Stankiewicz W.: *System planowania wojskowo-gospodarczego w Stanach Zjednoczonych*, Warszawa 1971 (powiel.).

Stankiewicz W.: *Ekonomika wojenna*, Warszawa 1970.

Stankiewicz W.: *Kompleksowy system planowania w siłach zbrojnych (Zarys koncepcji)*, Warszawa 1972 (powiel.).

Szaniawski K.: *Some Remarks Concerning the Criterion of Rational Decision Making*, „Studia Logica" 1960, t. IX.
Sulmicki P.: *Planowanie i zarządzanie gospodarcze*, Warszawa 1971.
Targowski A.: *Organizacja procesu przetwarzania danych*, Warszawa 1971.
Tou J.: *Nowoczesna teoria sterowania*, Warszawa 1967.
Więckowski J.: *Efektywność gospodarcza przedsiębiorstwa*, Warszawa 1971.
Wiener N.: *Wstęp do cybernetyki*, Warszawa 1961.
Wilczyński W.: *Rachunek ekonomiczny a mechanizm rynkowy*, Warszawa 1965.
Winkelman J.: *Integrierte Datenverarbeitungssysteme Instrument der sozialistischen Leitung*, Berlin 1970.
Wnieszniepoliticzeskaja programma KPSS i sowriemionnyje miezdunarodnyje otnoszenija, „Międzunarodnaja Żyzń" 1973, nr 3.
Working Papers of the Commission on the Year 2000 of the American Academy of Arts and Sciences, Nowy Jork 1967.
Zieleniewski J.: *Organizacja i zarządzanie*, Warszawa 1969.

INDEKS RZECZOWY

Abstrakcji poziom 14, 16
Adaptacji prawo uniwersalne 10
Agregacja, dezagregacja, dekompozycja 62—63
Alternatywy wybór 35
Amortyzacja 336
Analiza — celów systemu 166—168, czynnikowa 15, definicja 23—25, efektywności nakładów i wyników 15, 41, ex ante 161, ex post 161, fazy 163—164, funkcjonalna 21, kategorie (szczeble) 160, kierunki 26—32, koncepcji (projektu) 161, morfologiczna 15, parametryczna wrażliwości 365—366, przedmiot 41, przeglądowa 162, rodzaje 160, wartości 15, 21—22, wykonawcza 162, wynikowa 162, wyodrębnienie 22—23,
— systemów informacyjnych 27—29, kierowania i dowodzenia 29—32, materialnych (technicznych) 26—27, obronnych 38—40
Arbitralna kompresja decyzji 196

Badania — operacyjne 14, 19—20, 34—38, stosowane 14, 19, teoretyczne 14
Bilans zagrożenia 146—248
Budżetu klasyfikacja 105

Cel — analizy systemów 222—223, bliższy (pośredni, rubież celu) 102—103, dalszy (końcowy, finalny) 103, „drzewo celów" 195, działania 36—37, idealny 103, systemu obrony 229
Cybernetyka — techniczna 16, teoretyczna 12—14, 17

Decyzja — fazy podjęcia 164—166, indywidualna (jednostkowa) 152, ogólna macierz decyzyjna 197, społeczna 152, teoria podejmowania decyzji 146—150
Dialektyka utechniczniona 13, 18, 19
Dyscypliny tradycyjne 32
Dyskont — aktualizacja wartości nakładów 337

Efekt — systemu 168, wariantów 342
Efektywność bazowa 319
Eksploatacja — obwiednia (koperta) eksploatacyjna 375, warunki brzegowe 372—373
Entropia — definicja 117, 121, prawo różnorodności 122
Ergodyczność 111—113
Funkcja kosztów 335

Gra wojenno-ekonomiczna (SAFE) 406

Hardware 9

Hipoteza — główna 164, pomocnicza 165

Identyfikacja 225, — nakładów na obronę 230
Informacja — baza tradycyjna 73—74, definicja matematyczna 118—121, gromadzenie 44—45, 147
Instrumentalizacja rzeczowa i pojęciowa 10
Iteracja 170, — „droga czółenka" 182—183, proces iteracyjny 171

Klasyfikacja systemów 124
Klucz sytuacyjny 32
Kompleks 39, — naukowo-badawczy 382—383
Koszt — definicja 103, finalny systemu 332, klasyfikacja i treść 328, koncepcja analityczna 329—330, relacje i regresje 333, składniki 370, stworzenia i działania systemu 331, wojny 310, wrażliwość (czułość) na zmianę parametrów 366, znaczenie systemowe 169
Kryterium — Bergsona 156, definicja ogólna 169, hierarchii 132, klasyfikacji systemów 125, genetyczne 127, identyfikacji 128, modelowe 128—130, rodzaju treści 129—130, ogólne 125—128, reguł współdziałania 144, różnorodności 129, rzeczywistości 135, sterowalności 140, wielkości 129, wyznaczalności 139, zależności od czasu 136
— optymalizacyjne 257
— wyboru Kaldora-Hicksa 154, Laplace'a-Bayesa 157, 211, Pareto 154, Savage'a 157, 212, von Neumanna i Morgensterna 157, 210, Walda 157, 209
Krzywa — logistyczna 324, obojętności (preferencji) 151, 154, 156, substytucji (zamienności, zastępowalności) 150

Macierz — agregatowa programu 390—392, cyklu życia systemu 397, Laplace'a-Bayesa 211, niepewności 207, ograniczeń 251—255, parzysta rozdysponowania sił 249—250, podstawowa decyzji 197, porównawcza systemów uzbrojenia 353—356, Savage'a 214, Walda 209, zbiorcza nakładu i wyniku 266

Matematyczna teoria łączności 12
Metoda — grafów 188, 386, narzędzia analizy 216—217, macierzowego opisu 197, maksymalnego efektu 318, minimalnego kosztu 318, Monte Carlo 220, nadziei matematycznej 220, określenia kosztu systemu 330—332, scenariusza 216—219, symulacji 219—221
Model — cybernetyczny 198, deterministyczny 193, ekonometryczny zagrożenia 236, ekonometryczny przepływów na zbrojenia 296, ekonomiczny otwarty i zamknięty 239—242, fizyczny 188, graficzny 188, heurystyczny 213—216, jedno- i wielopodmiotowy 206, informacyjno-zasileniowy 245—248, komputerowy 198—199, matematyczny 199—201, ograniczeń empirycznych 251—255, opisowy (przyczynowo-skutkowy) 199, opisu wskaźnikowego 258—268, optymalizujący 201—202, Richardsona 301, systemu idealnego 321—329, teatru powietrze-ziemia 357—358, werbalny 187—188, względnie wyodrębnionych systemów obrony 227
Modelowania podstawy 184—187
Modularna jedność 353

Nakłady — definicja 103, na obronę 230—235, rachunek 316
Nauki — ergologiczne 11, o systemach (systemowe) 13
Niepewność 207—208, — strategiczna 153, technologiczna 153
Normy międzynarodowe 70

Odwzorowanie 16, — funkcjonalne 93, hierarchiczne 96, makroskopowe 95, mikroskopowe 90, model 168, podstawowe modele 89, procesualne (procesowe, rozwojowe) 100
Optymalizacja 201—202, tabl. 35, — międzysystemowa 203—204, wewnątrzsystemowa 203—204

Parametry — czasu 367, identyfikacja 225—226, mierzalne, sterowalne 140
Parametryczne studium teatru powietrze-ziemia 359—361
Plan — charakter budżetowy 56—57, kierowanie realizacją 68—70, obrony 46, treść organizacyjno-podmiotowa 50—54
Planowanie — dominujące metody 75—76, gospodarczo-obronne 48—49, kontrola 48, kroczące 401, metody 45, organizacyjno-mobilizacyjne 48—49, organizowanie 44, pluralizm strategiczny 51, 54, pobudzanie, koordynowanie 47, podstawowe pojęcia 43—44, procedura 45, 57, strategiczno-operacyjne 48, systemowe 400, 403, „szkoły" 51—53, takty i cykle 405, tendencje zmian 75,
Podejście systemowe 17—18
Podział — analizy systemów 172, planów 61
Porównania — potencjałów statyczne 295, prognostyczne (dynamiczne) 294, statystyczne 293

Potencjał — koncepcje interpretacji 269, militarny 283—286, 290, 297, moc 292, obronny 269, 286, 287, planometryczna interpretacja 311—313, pomiar wektorowy 276, produkcyjny 277—279, stopnie (partyzancki, demonstracyjny, lokalny, kontynentalny) 289, wojenny 286, wojskowy 280—282, 290
Poziom — analizy systemów 172, elementarny 172, gospodarczo-techniczny 182, ideologiczny 173—177, militaryzacji 230—235, 299, polityczno-strategiczny 172, 177—182, sytuacyjny (operacyjny) 172, zadaniowy (taktyczny) 182
Prawo — doboru naturalnego (G. Darwina) 11, koniecznej różnorodności 122—123, maksymalnego efektu 11, najmniejszej akcji (Le Chateliera) 10, wyboru 148
Prawdopodobieństwo — nominalnej efektywności 376—377, reakcji 193, zniszczenia 219—220
Preferencja 152, 209—212
Problem — badawczy 21, definicja 148, klasy rozwiązywanych zagadnień 222—224, liczby rozwiązań decyzyjnych 195, podziału planów i środków 60—63, polityczny podziału środków 58, 64, 65, przekształcenia 194, strukturalny 56
Proces ustępowania ograniczeń 256
Prognoza — horyzont 404—405, potencjału 293—294, rozwoju 49
Program — logistyczny 396, uzbrojenia 59, 391—393
Programowanie — liniowe 153, 388, budżetowe 390
Przetarg 69—70, 352
Punkt — ogniskowy 308, siodłowy 308, wirowy 308

Rachunek — efektywności nakładów i wyników 315, ekonomiczny 72—74, kosztów 266, nakładów i kosztów 325, opłacalności 41
Rewolucja — naukowo-techniczna 9, przemysłowa 9
Równowaga zbrojeń 300, 306

Skala — ilościowa, nominalna, porządkowa 124—125, pracy potencjałów 287—290, preferencji 150, wartościowa 125, użyteczności względna i zasadnicza 150
Software 9—10
Sterowanie 116
Stabilizacja przedniego skraju pola walki 352
Stopień — eskalacji 39, militaryzacji 231—232, 297, potencjału 289
Struktura — analizy systemów 146, 159, hierarchiczna, równoległa, szeregowa 133, kosztów 325, 330, logiczna problemu badawczego 165, 353, merytoryczna analizy systemów 166, modelu „studium teatru powietrze-ziemia" 357—359
Suboptymalizacja 338
Symulacja 219—221

System — abstrakcyjny 136, celów 252—253, definicja ogólna 79—84, definicja matematyczna 85—87, deterministyczny 139, dynamiczny 86, 136, ergodyczność 111—113, idealny 103, 321, informacyjny 14, 27, kierowania, zarządzania, dowodzenia 14, materialny 14, 26, konfliktowy i niekonfliktowy 141, obrony państw socjalistycznych 228, operacyjny 142, planowania, programowania i budżetowania (PPB) 386, probabilistyczny 139, prospektywny (nadążny) 137, realny (rzeczywisty) 135, retrospektywny 138, o wielocelowym działaniu 102, samoregulujący się 141, stabilny 105, statyczny 136, sterowalny 141, stochastyczny 139, strategiczny 143, techniczny 26, trajektoria 87, uzbrojenia 26, wartość 317, wejście, wyjście 85
Sytuacja ryzykowna i niepewna 152—153, 353

Tektologia (Bogdanowa) 11
Teoria — gier 206—207, 417, ogólna systemów 13—15, ogólna systemów informacyjnych 17, organizacji i kierowania 32—34, podejmowania decyzji 148, programowania 153, systemów wielkich 17, zbiorów 16
Towarzystwa — RAND Corporation 40, Instytut Badania Pokoju w Sztokholmie (SIPRI) 41, Instytut Badania Pokoju w Wiedniu 41, Międzynarodowy Instytut Stosowanej Analizy Systemów w Laxenburgu 40, Research Analysis Corporation 40
Trajektoria — przegięcie 346
Typologia modeli 184, tabl. 35

Użyteczność — jako funkcja nakładów 150, wartość użytkowa 149

Wariant — dominujący 342, kosztów zestawu sił 352, optymalny 343—344
Wartościowanie — kwalifikowane (ważone) 342, porządkowe 341, zasadnicze 341
Weryfikacja — jako faza analizy 164, scenariuszy 219—221
Wskaźnik — demograficzny militaryzacji 232, efektu bazowego 339, ekonomiczny militaryzacji 231, prognostyczny 293, w modelu opisu wskaźnikowego 258—268, w studium teatru powietrze-ziemia 359—362, strat 351, zamienności (substytucji) 348
Wynik — prosty 338, złożony 347—348

Zakres — analizy systemów 20—21, 159—160, badań operacyjnych 20, 21
Założenia — wstępne 260, studium teatru powietrze-ziemia 349
Zasada — pętli i skracania sieci 191, równowagi bezpieczeństwa 227—228
Zbiór — definicja 84, przedziałów czynności i zdarzeń 219
Zdarzenie losowe 344

SPIS TABLIC

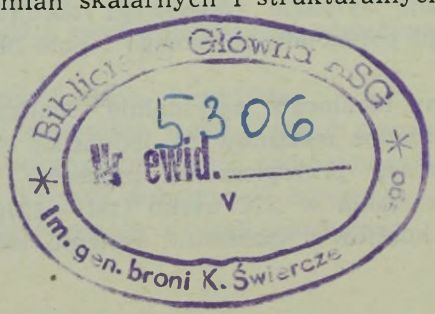
1. Dekompozycja funkcjonalna budżetu obrony Stanów Zjednoczonych w latach 1951-1968 w mld dol. i w procentach całości . . 65
2. Zmiany w nakładach inwestycyjnych na zakup uzbrojenia sił zbrojnych Stanów Zjednoczonych w procentach całości . . 66
3. Zasadnicze proporcje zakupów z budżetu obrony Stanów Zjednoczonych na rok budżetowy 1963/64 67
4. Rząd systemu w organizacji funkcjonalnej 144
5. Wstępne tablice logiczne problemu badawczego 165
6. Ogólna macierz decyzyjna 197
7. Podstawowa macierz decyzyjna w warunkach niepewności . . 207
8. Macierz decyzyjna wyboru według kryterium Walda przy założeniu stałego efektu 209
9. Macierz decyzyjna wyboru według kryterium Laplace'a-Bayesa 211
10. Wtórna macierz „najmniejszego rozczarowania" według kryterium Savage'a 212
11. Parzysta macierz rozdysponowania sił agresora i obrony . . 249
12. Uproszczony model identyfikacji ograniczeń wklejka po str. 252 i 253
13. Przykładowa macierz nakładu K (relacje wejścia) . . . . . 260 i 261
14. Przykładowa macierz wyniku *P* (tzw. relacje wyjścia) . . po str. 260
15. Planistyczno-ekonomiczna systematyka potencjałów wojskowych i wojennych 288
16. Wskaźniki „sektora" militarnego według gałęzi produkcji Stanów Zjednoczonych, wynikające z powiązania zakupów wojskowych w r. 1958. 298
17. Wartościowanie porządkowe, zasadnicze i kwalifikowane . . . 340
18. Przykładowe kryteria stosunków zamienności na trzech szczeblach analizy 354
19. Porównanie zestawów sił według 15 wartości wskaźnikowych . 360
20. Składniki kosztu finalnego dla systemu lotniczego . . . 365

SPIS RYSUNKÓW

1. Powiązania cybernetyki teoretycznej i ogólnej teorii systemów z badaniami stosowanymi (cybernetyką·techniczną, analizą systemów i badaniami operacyjnymi) 14
2. Analiza systemów jako kolejna generacja teorii organizacji i kierowania 33
3. Różnice między zakresami analizy systemów i badań operacyjnych 37
4. Schemat naturalnej dezagregacji czasowej, kompetencyjnej i przedmiotowej w planach ekonomicznych obrony . . . 62
5. Mikroskopowe graficzne odwzorowanie systemu 91
6. Funkcjonalne odwzorowanie systemu 94
7. Makroskopowe odwzorowanie systemu 95
8. Hierarchiczne odwzorowanie systemu dwuszczeblowego samoregulującego się 99
9. Procesualne odwzorowanie systemu 101
10. Ograniczony obszar rozwoju systemu 106
11. Statyczny *(a)* i dynamiczny *(c)* stan równowagi, samoregulujące się zachowanie systemu *(b, d)* 108
12. Zmienne obszary ergodyczności rozwoju 112
13. Różna szybkość ergodyczności rozwoju 114
14. Ogólne kryteria klasyfikacji systemów 126
15. Modelowe kryteria klasyfikacji systemów 131
16. Typy struktur systemów 133
17. Istota prospektywnego i retrospektywnego odwzorowania systemu 137
18. Charakter parametrów wejścia i wyjścia 140
19. Kryteria klasyfikacji systemów według zasad sterowania . . 141
20. Ogólna struktura matematycznej teorii podejmowania decyzji . 149
21. Krzywa obojętności (krzywa substytucji czynników) . . . 151
22. Ogólne kryteria podejmowania decyzji społecznej 155

23. Struktura analizy systemów dla potrzeb decyzyjnych w planowaniu ekonomicznym obrony 159
24. Struktura merytoryczna analizy systemów 166
25. Iteracyjny proces analizy systemów 170
26. Przykładowy układ polaryzacji systemów politycznych . . 177
27. Różnorodność rzeczywistości i jej uproszczenie 185
28. Budowa sieci grafów 190
29. Zasada pętli i skracanie sieci grafów 191
30. Grafowy i macierzowy opisy systemu 192
31. Prawdopodobieństwo reakcji na spostrzeganie celu . . . 193
32. Drzewo (graf) stanów przekształcenia 194
33. Wzrost liczby problemów decyzyjnych 195
34. Arbitralna kompresja liczby problemów decyzyjnych . . . 196
35. Warunki i odmiany modeli optymalizacyjnych . . wklejka po str. 200
36. Problem jednorodności i niewspółmierności optymalizowanych systemów 204
37. Przykład heurystycznego modelu decyzyjnego 214
38. Skale opisu sprawności technicznej i ekonomicznej systemu . 226
39. Makroskopowy model względnie wyodrębnionych systemów obrony w wewnętrznych i zewnętrznych układach państw . 227
40. Światowe wydatki militarne w latach 1950-1971 231
41. Liczebność sił zbrojnych świata w latach 1960-1972 . . . 233
42. Scalone (agregatowe) kryteria równoważności nakładów i wyników (efektów) 240
42a. Brak scalonego wymiernego kryterium równoważności nakładów i efektów w siłach zbrojnych 240
43. Model informacyjno-zasileniowy 246
44. Klasyfikacja celów 252
45. Proces ustępowania ograniczeń operacyjnych i taktyczno-technicznych w niektórych armiach 256
46. Schemat wyróżnienia potencjałów: wojskowego, sił zbrojnych, militarnego, wojennego i obronnego dla celów pomiaru planistycznego 283
47. Ilustracja pojęcia równowagi i stabilizacji zbrojeń 300
48. Stosunek przyrostu nakładów do osiągniętego poziomu zbrojeń 302
49. Charakterystyczne sytuacje równowagi zbrojeń 307
50. Funkcja rozwoju potencjału obronnego i pole błędu w jego ocenie 313
51. Poziomy systemu idealnego „optymalnie" realizujące cel . . 321
52. Malejące współrzędne nakładów na jednostkę efektu . . . 323
53. Krzywa logistyczna przyspieszenia procesów technologicznych i procesów kierowania w XX wieku (1910—1970) 324
54. Cykle „życia", kosztów i budżetów systemu uzbrojenia . . 333

55. Funkcje regresji — zależność kosztu całkowitego (finalnego) od liczby jednostek i lat eksploatacji 335
56. Funkcje regresji — zależność kosztu od liczby produkowanych samolotów (skala logarytmiczna) 335
57. Funkcje preferencji użyteczności — porządkowa, wartościowa (zasadnicza) i kwalifikowana (ważona) 341
58. Zależność efektów od ponoszonych kosztów 342
59. Stosunek kosztu jednostkowego do maksymalnego efektu . . 343
60. Koszt, efektywność i rozkład zdarzeń losowych 344
61. Wyniki walki w kolejnych dniach przy określonych wskaźnikach 350
62. Wyniki walki w kolejnych dniach przy tych samych wskaźnikach strat, lecz zmiennym składzie działających sił . . . 352
63. Struktura modelu „studium teatru powietrze-ziemia" . . . 357
64. Sytuacja 2 — przesuwanie się przedniego skraju obrony (na zachód) 362
65. Sytuacja 2 — straty dywizji lądowych Niebieskich . . . 363
66. Sytuacja 2 — straty sił powietrznych Czerwonych 363
67. Koszt finalny a liczba formowanych jednostek z 5-letnimi kosztami eksploatacyjnymi (analiza statyczna) 366
68. Koszt finalny a liczba formowanych jednostek z 5-i 10-letnimi kosztami eksploatacyjnymi (analiza statyczna) 368
69. Wpływ skali błędów na szacunek końcowy kosztów systemu . 369
70. Składniki kosztów i warunki postępu technicznego . . . 370
71. Opłacalność wariantu a koszty stałe i liczba jednostek wyniku 371
72. Możliwy rozkład dyżuru naziemnego i godzin lotu przy określonych parametrach samolotu i możliwościach personelu . . 373
73. Obwiednia eksploatacyjna skrzydła sił powietrznych . . . 375
74. Procent ćwiczeń o określonym stopniu efektywności . . . 376
75. Tradycyjny mechanizm planowania ekonomicznego obrony . 385
76. Makroskopowy graf systemu PPB 386
77. Przykład rozłożenia macierzy programu na elementy analityczne 391
78. Macierz „cyklu życia" systemu dla potrzeb projektowania, rozwoju i eksploatacji 397
79. Model planowania „kroczącego" (ruchomego) 401
80. Procesualny schemat PPB 403
81. Agregatowe zmiany w planach gospodarczo-obronnych (syntetyczna ilustracja zmian skalarnych i strukturalnych w planach) 407



SPIS TREŚCI

Wstęp

Rozdział I. **Analiza systemów we współczesnych naukach o systemach** 9
1. Geneza nauk o systemach 9
2. Podział nauk o systemach 13
3. Stosowane badania systemów 19
4. Wyodrębnienie analizy systemów 22
5. Kierunki analizy systemów 26
6. Analiza systemów a dyscypliny tradycyjne 32
7. Wyróżnienie analizy systemów obronnych 38

Rozdział II. **Tradycyjne planowanie ekonomiczne obrony** . . . 43
1. Podstawowe pojęcia 43
2. Organizacyjno-podmiotowa treść planu obrony . . . 50
3. Budżetowy charakter planowania ekonomicznego obrony . 56
4. Problemy podziału planów i środków ekonomicznych . . 60
5. Kierowanie realizacją planu 68
6. Baza informacyjna i rachunek ekonomiczny 72
7. Tendencje zmian pod wpływem podejścia systemowego . 75

Rozdział III. **Pojęcia dotyczące systemów i ich analizy** 79
1. System 79
2. Odwzorowanie systemów — modele podstawowe . . 89
3. Stabilność systemu i ergodyczność rozwoju 105
4. Entropia systemu 115
5. Zasady klasyfikacji systemów w planowaniu . . . 124

Rozdział IV. **Struktura analizy systemów w planowaniu obrony** . 146
1. Decyzje i ich podstawy 146
2. Strukturalne cechy analizy systemów 158
3. Hierarchia (szczeble, poziomy) analizy systemów . . . 172
4. Typologia modeli analitycznych 184
5. Cele analizy systemów i klasy rozwiązywanych problemów 222

Rozdział V. **Identyfikacja ekonomiczna systemów obrony** 225
1. Identyfikacja makroskopowa 225
2. Otwarty model ekonomiczny obrony 239
3. Model informacyjno-zasileniowy 245
4. Model ograniczeń empirycznych 251
5. Model opisu wskaźnikowego 258

Rozdział VI. **Systemowa interpretacja i pomiar potencjału obronnego** 269
1. Koncepcje potencjału obronnego 269
2. Wektorowy pomiar potencjału 276
3. Potencjał wojskowy i jego „przedłużenia" 280
4. Skala pracy potencjałów 287
5. Statystyczno-prognostyczne porównania potencjałów . 293
6. Ekonometryczne modele poziomu zbrojeń 299
7. Planometryczna interpretacja potencjałów 311

Rozdział VII. **Rachunek efektywności (nakładów i wyników)** . . . 315
1. Podstawy rachunku efektywności 315
2. Rachunek nakładów i kosztów 325
3. Określanie wyników prostych 337
4. Szacunek wyników złożonych 347
5. Parametryczna analiza wrażliwości 364

Rozdział VIII. **Wybrane elementy systemowego planowania obrony** 379
1. Niektóre wnioski z analizy systemów dla planowania obrony 379
2. Elementy mikroskopowe 390
3. Elementy hierarchiczno-funkcjonalne 395
4. Aspekty procesualne planowania systemowego . . . 400
5. Uwagi praktyczne i zastrzeżenia 409

Zakończenie 416
Bibliografia 420
Indeks rzeczowy 426
Spis tablic 431
Spis rysunków 432

WAŻNIEJSZE OMYŁKI DOSTRZEŻONE W DRUKU

Str.	Wiersz		Jest	Powinno być
	od góry	od dołu		
99	rysunek		η_{ik}	η_p
106	8		zilustrować rys. 10	zilustrować jak na rys. 10
113	19		$-\infty\ t < +\infty$	$-\infty < t < +\infty$
165		14	realizacji nieodwo-	realizacji; nieodwo-
190	8		łalność	łalność
193		9	$z = a_2 y_2 + b_2 y_2$	$z = a_2 y_1 + b_2 y_2$
230		4	P_{13}	P_{12}
310	2		Szwiedzi	Szwedzi
340		17	ηi	η_i
380	5		iloczyn 3×4	iloczyn 3×5
402		1	interwencjonalizmu	interwencjonizmu
426		12	ilustruje	ilustruje rys. 80.
			Bilans zagrożenia 146—248	Bilans zagrożenia 146—148

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
P/3375
40-005306-001-0