POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

TEORIA ORGANIZACJI
PROCEDURY PROJEKTOWANIA

STANISŁAW PIASECKI

Warszawa 1997

TEORIA ORGANIZACJI
PROCEDURY PROJEKTOWANIA

STANISŁAW PIASECKI

Warszawa 1997

Opiniodawcy: Prof. dr inż. Wiesław Grudzewski
Prof. dr hab. Jerzy Kisielnicki

Wydanie publikacji dofinansowane przez KOMITET BADAŃ NAUKOWYCH

Wykonano z oryginałów tekstowych dostarczonych przez autora

ISBN 83-85847-03-0

Pamięci moich Rodziców
poświęcam

ZAMIAST WSTĘPU

W otaczającym świecie wyróżniamy pewne obiekty, które charakteryzujemy za pomocą wybranego zestawu cech. Wybór obiektów i zestawu cech zależy od celu analizy. Każdy obiekt jest więc scharakteryzowany wartościami wyróżnionych cech - stanem obiektu. Niektóre własności wyróżnionych obiektów szczególnie nas interesują, przy czym własność jest zdefiniowana podzbiorem zbioru wartości możliwych stanów obiektu.

PRZYKŁAD 1

W działalności gospodarczej wyróżnianymi obiektami są dobra występujące w postaci zasobów i strumieni. Charakterystyką zasobów są ich ilość i rodzaj dobra tworzącego zasób. Charakterystyką strumieni są intensywność przepływu i rodzaj przemieszczającego się dobra. Każde dobro może być zdefiniowane wartościami jego mierzalnych cech.

Zestaw cech definiujących dobra możemy podzielić na:

— *podzbiór jakościowych cech fizycznych, takich jak kształt, masa, kolor, twardość, skład itp.,*

— *podzbiór określający współrzędne przestrzenno-czasowe dobra.*

Z jakościowych cech fizycznych dobra wynikają jego własności takie jak: niezawodność, przydatność itp. Z cech fizycznych i współrzędnych dobra wynikają inne własności takie jak na przykład dostępność, użyteczność itp. Na zbiorze wartości cech fizycznych i współrzędnych dobra mogą być określone takie wielkości, jak: wartość (indywidualna i społeczna) dobra, koszt wytwarzania, cena jednostki dobra itd. Z ich pomocą możemy określić inne własności. Na przykład mówimy, że dane dobro posiada tę własność, iż jest tanie, ponieważ jego cena jest mniejsza od zadanej wartości itp.

Zarówno cechy, jak i własności obiektów ulegają zmianie w czasie. Zmiany te definiują procesy zachodzące w otaczającej nas rzeczywistości.

Jeżeli wartości dwóch wyróżnionych procesów są od siebie statystycznie niezależne, mówimy, że procesy są niezależne. W szczególności jeżeli przebieg jednego procesu (skutek) zależy od drugiego (przyczyny) to pierwszy nazywamy procesem wymuszonym, a drugi wymuszającym (inicjującym).

Jeżeli w zbiorze obiektów możemy wydzielić te, których stan jest od nas zależny (obiekty sterowalne), a jednocześnie stan pewnych obiektów, których własności nas

interesują, zależy od stanu tych obiektów sterowalnych, to możemy wymusić pewien proces który obiektom stanowiącym przedmiot naszego zainteresowania może nadać określone własności. Proces taki będziemy nazywali celowym, zaś proces zmiany stanów obiektów sterowalnych wymuszających proces celowy nazwiemy działaniem.

Inaczej mówiąc, działaniem jest proces określony na obiektach sterowalnych, w którego wyniku przedmiotom działania nadajemy pożądane własności lub cechy, określone celem działania. Dla wygody, zbiór obiektów sterowalnych będziemy dalej nazywali podmiotem działania, przypisując mu zamierzony cel działania w odróżnieniu od przedmiotu działania, na którym cel ten jest określony.

PRZYKŁAD 2

Typowym działaniem gospodarczym jest produkcja. W tym przypadku procesem wymuszającym jest praca ludzi i maszyn, a procesem wymuszonym zmiana cech uczestniczących w procesie dóbr. Wydając odpowiednie polecenia załodze możemy zmieniać rodzaj i natężenie pracy ludzi i maszyn wpływając odpowiednio na przebieg procesu przekształcania dóbr.

Obiektami sterowanymi są w tym przypadku stanowiska i gniazda produkcyjne, za których pomocą przekształcamy dobra wejściowe na dobra wyjściowe

Działanie - proces celowy określony na stanach podmiotu działania - możemy podzielić na szereg charakterystycznych, typowych podprocesów, które będziemy nazywali operacjami lub czynnościami. W rezultacie działanie możemy także określić jako celowy ciąg czynności. Drobiazgowość podziału działania (jako czynności złożonej) na poszczególne czynności proste zależy wyłącznie od naszych potrzeb.

Dla ustalonego podmiotu działania i związanego z nim celu działania możemy określić zadanie jako wymuszenie zmiany stanu przedmiotu działania z aktualnego w pożądany.

Z każdym działaniem związane są: określone nakłady, a z każdym pożądanym stanem przedmiotu działania - określone korzyści. Przez efekt działania będziemy rozumieli zarówno korzyści, jak i nakłady, natomiast pod pojęciem rezultatu działania - osiągnięty stan przedmiotu działania. Działania uznamy za skuteczne (a zadanie za wykonane), jeżeli rezultatem działania jest osiągniecie celu działania.

Prawie zawsze w zbiorze wyróżnionych czynności prostych określony jest pewien porządek ich wykonywania, którego zachowanie jest konieczne, jeżeli działanie ma osiągnąć swój cel. Porządek ten będziemy nazywali fizycznym warunkiem realizowalności procesu celowego. Należy przy tym zwrócić uwagę, iż

niezmiernie rzadko warunki realizowalności wymuszonego procesu jednoznacznie wyznaczają przebieg zadania. Najczęściej istnieje cały szereg procesów spełniających warunek realizowalności - szereg możliwych działań prowadzących do celu.

PRZYKŁAD 3

W produkcji, zadanie polegające na wytworzeniu określonego wyrobu jest rozbite na szereg wzajemnie uwarunkowanych i powiązanych zadań prostych - operacji technologicznych. Każda operacja jest określona nazwą procesu - czynności, którą należy wykonać, oraz parametrami (a często także rysunkami) określającymi stan początkowy i końcowy przedmiotu działania.

W dokumentacji technologicznej dla każdej operacji podawane są ponadto charakterystyki techniczne stanowisk niezbędnych do wykonania operacji. Dokumentacja technologiczna określa tylko jeden z możliwych procesów realizacji zadania. W zasadzie winien to być taki proces, który realizuje zadanie przy najmniejszych nakładach.

Poddając analizie podmiot działania możemy wydzielić z niego szereg elementów funkcjonalnych, to jest najmniejszych części mogących realizować poszczególne zadania proste, na które rozłożyliśmy zadanie złożone. Wyliczenie elementów funkcjonalnych podmiotu określa jego skład funkcjonalny, którego nie należy mylić ze składem rozumianym jako spis obiektów fizycznych składających się na podmiot. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że najczęściej skład fizyczny pokrywa się ze składem funkcjonalnym, a elementy funkcjonalne najczęściej stanowią także odrębne obiekty fizyczne.

PRZYKŁAD 4

W produkcji najmniejszym obiektem mogącym wykonywać operację technologiczną - zadanie proste - jest stanowisko robocze. W rezultacie zakład produkcyjny możemy rozbić na elementy funkcjonalne - stanowiska robocze.

Zbiór stanowisk roboczych wykonujących tę samą operację nazywamy gniazdem, natomiast zestaw stanowisk zdolny do wykonywania wszystkich operacji (całego zadania złożonego) nazywany jest linią lub nitką produkcyjną

W szczególności w przemyśle maszynowym podział funkcjonalny odpowiada podziałowi fizycznemu. Zauważmy, że również w przetwarzaniu danych lub ogólniej - zarządzaniu, możemy wydzielić szereg stanowisk pracy z przyporządkowanymi czynnościami, podobnie jak to ma miejsce w produkcji.

Każdy element funkcjonalny jest przeznaczony do wykonywania w czasie realizacji zadania określonej czynności - pełnienia określonej funkcji.

Oczywiście, zadania proste wykonywane przez poszczególne elementy funkcjonalne nie mogą być wykonywane w sposób niezależny od siebie, gdyż na ogół nie prowadzi to do osiągnięcia celu działania. Ogólnie, stany elementów funkcjonalnych charakteryzujące ich działalność muszą być ze sobą powiązane, współzależne, gdyż w przeciwnym wypadku spełnienie warunków fizycznej realizowalności procesu celowego byłoby sprawą przypadku - szczęśliwego zbiegu okoliczności - a skuteczność takiego działania, rozumiana jako wartość prawdopodobieństwa osiągnięcia celu, byłaby bliska zera.

Jeżeli przez efektywność procesu rozumielibyśmy różnicę bądź iloraz oczekiwanej wartości korzyści i nakładów, to efektywność takiego procesu także byłaby bardzo mała.

Będziemy twierdzili, że elementy funkcjonalne współdziałają ze sobą przy realizacji zadania wtedy i tylko wtedy, gdy skuteczność (i efektywność) ich działania jest większa od skuteczności (i efektywności) uzyskiwanej przy niezależnym działaniu każdego elementu.

PRZYKŁAD 5

Załóżmy, że zadanie polega na przeniesieniu belki przez zespół pracowników, przy czym jest ona tak ciężka, że wymaga zaangażowania całego zespołu do wykonania zadania. Współdziałanie elementów zespołu (robotników) będzie tu polegało na zsynchronizowaniu chwil szarpnięcia belki przez poszczególnych robotników celem jej podniesienia, ułożenia na ramionach, przeniesienia, a następnie zrzucenia na ziemię. Przy tym do przeniesienia obiektu niezbędne jest równomierne rozmieszczenie robotników wzdłuż belki oraz zgodne poruszanie się w tym samym kierunku i z tą samą szybkością. Im bardziej precyzyjnie zsynchronizowane są w czasie czynności robotników i ich rozmieszczenie w przestrzeni, tym mniejszego nakładu pracy wymaga przeniesienie belki lub tym większą belkę mogą oni przenieść. Przeciwnie, przy niedoskonałym współdziałaniu członków zespołu o wiele więcej muszą się oni „naszarpać", aby wykonać tę samą pracę.

Dla zapewnienia synchronizacji działania może okazać się korzystne wydzielenie jednego robotnika do podawania komend. Oczywiście ich wykonywanie leży w zrozumiałym interesie każdego członka zespołu.

Zwróćmy uwagę, że istnieje możliwość uzyskania jeszcze niższej skuteczności działania aniżeli w przypadku, gdy elementy działają od siebie niezależnie Mianowicie sytuacja taka wystąpi, gdy elementy celowo przeszkadzają sobie wzajemnie w realizacji procesu - mówimy wtedy o przeciwdziałaniu elementów.

Będziemy uważali, że współdziałanie elementów jest tym doskonalsze, im większa jest efektywność ich działania. Sposób współdziałania elementów podczas realizacji nazwiemy organizacją[1] działania elementów, a zbiór elementów współdziałających przy realizacji zadania - zespołem. Zespół jest zdefiniowany zadaniem, składem i organizacją. Opis organizacji sprowadza się do opisu współzależności stanów (czynności) elementów w czasie i przestrzeni. Najczęściej opis współdziałania elementów w czasie nosi nazwę harmonogramu, a współdziałania w przestrzeni - planu rozmieszczenia (przemieszczania).

Zwróćmy następnie uwagę, że szeroko używana nazwa organizacja pracy dotyczy organizacji działania zespolów ludzkich, natomiast w miejsce nazwy „opis organizacji działania zespołu technicznego" używa się nazw: „opis konstrukcji urządzenia", „opis działania maszyny", „opis współdziałania zespołów" itp.

Podobnie zamiast „zespół techniczny" mówimy: „maszyna", „urządzenie" itp. oraz zamiast „zespół ludzki": „załoga", „personel" itp.

Pod pojęciem „organizowanie" będziemy rozumieli ustanawianie określonych powiązań - współzależności - między stanami elementów zespołu. Efektem pracy organizacyjnej jest ustalenie zasad współdziałania elementów w określonych sytuacjach. Formą zewnętrzną istnienia tych zasad są odpowiednie przepisy (regulaminy) lub plany działania elementów (dokładniej: współdziałania elementów podczas realizacji zadania).

Jeżeli określony zespół wykonuje jednocześnie wiele różnych zadań (co dla elementu jest niemożliwe), to dla podkreślenia tego faktu możemy mówić bądź o złożonej organizacji zespołu, bądź o organizacji systemu. W tym ostatnim przypadku używając w miejsce słowa „zespół" słowo „system" podkreślamy, że mamy do czynienia ze złożonym przypadkiem realizacji wielu zadań jednocześnie - złożonym w porównaniu z przypadkiem, gdy zespół realizuje jednocześnie tylko jedno zadanie. System realizuje więc jednocześnie wiele różnych celów, a jego skuteczność i efektywność działania jest zależna od skuteczności i efektywności osiągania poszczególnych celów.

---

[1] Jest to nieco inna definicja organizacji aniżeli spotykana w dotychczasowej literaturze.

PRZYKŁAD 6

Rozpatrzmy, na przykład, system zaopatrzenia. Elementami tego systemu są magazyny rozmieszczone na pewnym terytorium. Stany zapasów w tych magazynach są powiązane między sobą zależnościami określonymi planami wzajemnych dostaw, które determinują organizację działania systemu.

Zadaniem systemu jest równoczesne zaopatrywanie wielu odbiorców w wiele rodzajów towaru przy danych potrzebach odbiorców, możliwościach źródeł zaopatrywania i możliwościach przewozowych.

Innym przykładem jest system transportowy, którego zadaniem jest jednoczesne przemieszczanie wielu różnych ładunków w różnych relacjach. W skład systemu wchodzą przede wszystkim środki transportowe, za których pomocą przemieszczane są ładunki.

Organizacja transportu jest określona rozkładem jazdy (planem ruchu) jednostek transportowych.

Organizacja dotyczy sposobu realizacji zadania i w związku z tym nazwa „organizacja" występuje w połączeniu z nazwą zadania lub czynności, której dotyczy zadanie. Jak na przykład: organizacja zarządzania, organizacja ewakuacji, organizacja przemarszu, organizacja leczenia itp. Wtedy z nazwy nie wynika, którego zespołu ona dotyczy.

Z drugiej strony, organizacja odnosi się do pewnego zespołu elementów i w związku z tym nazwa „organizacja" niekiedy występuje w połączeniu z nazwą zespołu, jak na przykład: organizacja szpitala, organizacja zakładu pracy, organizacja szkoły wyższej itp. Wtedy z nazwy na ogół nie wynika, realizacji jakiego zadania ona dotyczy.

Często mówimy krótko „organizacja systemu" (lub zespołu) rozumiejąc pod tym pojęciem organizacje działania elementów systemu (lub zespołu) realizującego określony zbiór zadań.

Jeżeli zwrócimy uwagę na fakt, że rzeczywiste obiekty realizują jednocześnie bardzo wiele zadań (być może częściowo od siebie zależnych), to odpowiednio możemy wyróżnić w obiekcie różnego rodzaju organizacje związane z wykonywaniem poszczególnych zadań.

PRZYKŁAD 7

W każdym zakładzie produkcyjnym możemy wyróżnić:

— *organizację produkcji,*

— *organizację transportu,*

— *organizację zarządzania,*

— *organizację ewakuacji pożarowej itp.*

Z kolej w organizacji zarządzania możemy dalej wydzielić następujące „warstwy":

— *organizację przetwarzania informacji dla potrzeb zarządzania,*

— *organizację kierowania przetwarzaniem informacji dla potrzeb zarządzania,*

— *organizację przetwarzania informacji dla potrzeb kierowania przetwarzaniem informacji dla potrzeb zarządzania itp.*

Należy zwrócić uwagę, że terminy: „system", „zespół" i „element" są pojęciami względnymi. I tak, w czasie analizy obiekt, który początkowo był traktowany jako element, staje się zespołem, a następnie systemem w miarę wzrostu stopnia szczegółowości analizy. Przeciwnie, podczas syntezy, ten sam zbiór elementów traktowany początkowo jako system może stać się następnie zespołem, a w końcu elementem innego większego systemu.

I jeszcze uwaga techniczna - przy pierwszym czytaniu tekstu tej książki można pominąć zbyt szczegółowe i zbyt formalne definicje, które są zapisane drobnym drukiem.

CZĘŚĆ I

PROCEDURY PROJEKTOWANIA ORGANIZACJI DZIAŁAŃ

ROZDZIAŁ II

ANALIZA SYSTEMOWA DZIAŁAŃ

Analiza systemowa działań jest metodą badań operacji. Chociaż powstała w okresie drugiej wojny światowej, to jednak zasadniczy jej rozwój nastąpił w latach późniejszych wraz z powstaniem ogólnej teorii systemów. W dalszym ciągu jest ona rozwijana na gruncie różnych zastosowań. W rozdziale tym przedstawiona zostanie w postaci stosowanej przez autora. Ogólnie procedurę analizy systemowej można podzielić na pięć części - kolejnych etapów.

Etap pierwszy polega na ścisłym określeniu podmiotu, przedmiotu działania i otoczenia, to jest na określeniu podstawowej struktury układu względnie odosobnionego. Należy podkreślić, że szczególnie dużo nieporozumień wywołuje identyfikacja podmiotu i przedmiotu działania.

W drugim etapie dokonujemy analizy celu działania (po angielski *pattern analysis*) określając cele cząstkowe. Analiza zadania jest trzecim etapem, a analiza funkcjonalna podmiotu - czwartym.

W ostatnim, piątym etapie dokonujemy analizy technologii (sposobów) realizacji cząstkowych zadań przez odpowiednie fragmenty podmiotu, ustalając plan działania.

Podział na pięć etapów może wydawać się nieco sztuczny, dokonany jednak został ze względów dydaktycznych. Jest oczywistym, że drugi etap jest nierozerwalnie związany z trzecim a czwarty z piątym, tak że można uważać, że analiza systemowa składa się z dwóch zasadniczych etapów: analizy celów i zadań oraz analizy technologii realizacji. Dwa powyższe zasadnicze etapy musi poprzedzać etap wstępny: określenia elementów względnie odosobnionego układu. W trakcie opisu metody analizy systemowej podane zostaną dalsze definicje teorii organizacji takie jak: pojecie podmiotu i przedmiotu działania itp. Jednocześnie przyjęcie metody analizy systemowej, jako metody analizy działań w teorii organizacji, wymaga przyjęcia podstawowego założenia tej metody jako podstawowego postulatu teorii organizacji. Postulat ten można sformułować w sposób następujący.

Każdy proces można podzielić na zbiór powiązanych ze sobą procesów częściowych, równoważny procesowi analizowanemu.

A. Określenie podmiotu, przedmiotu działania oraz otoczenia jako układu względnie odosobnionego

Początkowo zdefiniujemy pojecie podmiotu i przedmiotu działania. Mianowicie podmiotem jest zbiór $E \subset O$ obiektów $O^p \in O$, których stan a^p możemy zmieniać „bezpośrednio". Przy tym, określenie „bezpośrednio" należy rozumieć jako założenie, że możemy ten stan zmieniać (bez wnikania w opis sposobu wywoływania pożądanych zmian stanu). Ponadto wyrażenie „stan ich możemy zmieniać bezpośrednio" nie należy rozumieć rygorystycznie. Mianowicie, najczęściej możemy bezpośrednio zmieniać tylko niektóre cechy obiektów, często zależność między żądanymi wartościami cech a rzeczywistą wartością cech może mieć charakter probabilistyczny - tym niemniej w każdym z wymienionych przypadków stan tych obiektów „możemy zmieniać". Do podmiotu nie zaliczamy natomiast tych obiektów, na stan których możemy wpływać tylko w sposób pośredni przy pomocy innych wyróżnionych podczas analizy obiektów, wykorzystując zależności wiążące stany różnych obiektów. Reasumując, do podmiotu należą te obiekty, z którymi identyfikuje się organizator, obiekty dla których chce on określić sposób działania pozwalający osiągnąć „postawiony" cel. Przykładowo, chcąc określić sposób działania stanowisk pracy w zakładzie produkcyjnym, podmiot identyfikowany jest ze zbiorem tych właśnie stanowisk. Zbiór obiektów stanowiących podmiot oznaczymy symbolem E.

Oznaczmy symbolem u wielkość sterującą (sygnał, polecenie, plan), przy pomocy której możemy zmieniać jakąś cechę nr q obiektu O^p. Wtedy fakt, że stan obiektu nr p zależy bezpośrednio od sterowania możemy zapisać następująco

$$a_q^p = a_q^p(u)$$

Oznaczmy następnie symbolem U zbiór wszystkich możliwych sterowań u, a symbolem S_u zbiór odpowiadających temu sterowaniu par $< p,q >$, przy czym

$$a_q^p = a_q^p(u) \quad \text{dla każdego} \quad < p,q > \in S_u,\ u \in U$$

Zaś dla różnych p mamy zbiór S wszystkich par $< p,q >$ takich, że p jest nazwą obiektu zaś q nazwą tej jego cechy, której wartość zależy od naszej woli.

W rezultacie zbiór E obiektów sterowalnych (których stan zależy bezpośrednio od naszej woli) możemy zdefiniować następująco

$$E = \left\{ O^p : \bigvee_{q \in Q^p} [< p,q > \in S] \right\}$$

Czytaj: E jest zbiorem obiektów O^p dla których - istnieje co najmniej jedna cecha q należąca do zbioru Q^p wyróżnionych cech obiektu p taka, że para nazw $< p,q >$ należy do zbioru S par określających nazwy obiektów i tych ich cech których wartość zależy od naszej woli.

Odpowiadający temu zbiorowi - zbiór nazw tych elementów będzie określony podobnie

$$P_E = \left\{ p : \bigvee_{q \in Q^p} [< p,q > \in S] \right\}$$

Przyjęta przez nas definicja zbioru E - podmiotu działania będącego podzbiorem zbioru

$$O = \{O^1, O^2, ..., O^p, ..., O^P\}$$

precyzuje wymagania odnośnie zbioru wyróżnionych obiektów.

Mianowicie, jeżeli założymy, że zbiór U możliwych sterowań był założeniem wyjściowym dla naszych rozważań, to do zbioru O winny należeć wszystkie obiekty, których stan zależy bezpośrednio od jakiegokolwiek sterowania $u \in U$.

Oczywiście, w efekcie końcowym może okazać się, że z niektórych rodzajów sterowań i niektórych obiektów możemy zrezygnować, nie szkodząc wyborowi najlepszego sposobu działania, tym niemniej - w pierwszym etapie winniśmy wyróżnić pełny zbiór obiektów.

W odróżnieniu od podmiotu działania, znacznie łatwiej wyróżnić przedmiot działania - jest to po prostu zbiór

$$O^* = \{O^p : p \in P^*\}$$

obiektów na których określony jest cel działania (lub zadanie podmiotu).

Zauważmy, że zbiory E oraz O^* nie muszą być zbiorami rozłącznymi - możemy wymagać aby niektóre, a nawet wszystkie elementy zbioru E znajdowały się w określonym stanie w chwili t^* - osiągnięcia celu działania, a więc może zachodzić relacja $E \subset O^*$.

Jeżeli zbiory E oraz O^* są identyczne to problem badany jest źle sformułowany Podobnie w przypadku gdy zachodzi relacja $O^* \subset E$. Mianowicie problem jest źle sformułowany, gdy zbiór D^* zawiera się w zbiorze S. Wtedy bowiem celem jest nadanie odpowiednich wartości wielkościom sterującym u, co nie przedstawia żadnego problemu, gdyż (zgodnie z definicją zbioru S) ich wartości zależą bezpośrednio od naszej woli.

Problem wyznaczania najlepszego sposobu osiągnięcia celu będzie także źle sformułowany jeżeli w zbiorze D^* znajduje się chociaż jedna para $< p,q >$, której wartość a_q^p nie zależy (nawet pośrednio) od żadnej wielkości a_g^r dla $< r,g > \in S$.

Zwróćmy uwagę, że do zbioru O wyróżnionych obiektów winny należeć także te wszystkie obiekty, których stan wpływa na stan elementów zbioru O^* w stopniu nie mniejszym od zadanej wartości ε_0.

Jeżeli zbiór ten oznaczymy symbolem O_0 i nazwiemy otoczeniem wpływajacym na stan przedmiotu działania, to zbiór wszystkich wyróżnionych elementów, w większości przypadków możemy przedstawić w postaci sumy

$$O = E \cup O_0 \cup O^*$$

W sytuacjach gdy stan elementów stanowiących podmiot działania nie jest w pełni przez nas kontrolowany, należy uwzględnić wpływ obiektów „postronnych".

Zbiór tych obiektów, od stanu których zależy stan podmiotu E w stopniu nie mniejszym od ε_0 oznaczymy symbolem E_0.

Wtedy otrzymamy

$$O = E \cup E_0 \cup O^* \cup O_0$$

W sytuacjach, gdy stan elementów stanowiących podmiot działania może mieć uboczne, niepożądane skutki, do zbioru wyróżnionych obiektów należy zaliczyć wszystkie te obiekty, których stan zależy od stanu podmiotu w stopniu nie mniejszym od ε_0 i które chociaż nie są obiektem działania, to stan ich obowiązani jesteśmy obserwować.

Jeżeli zbiór tych obiektów oznaczymy symbolem E_* i uwzględnimy podobnie otoczenie O_* wpływające na stan przedmiotu działania to otrzymamy

$$O = E_* \cup E \cup E_0 \cup O_* \cup O^* \cup O_0$$

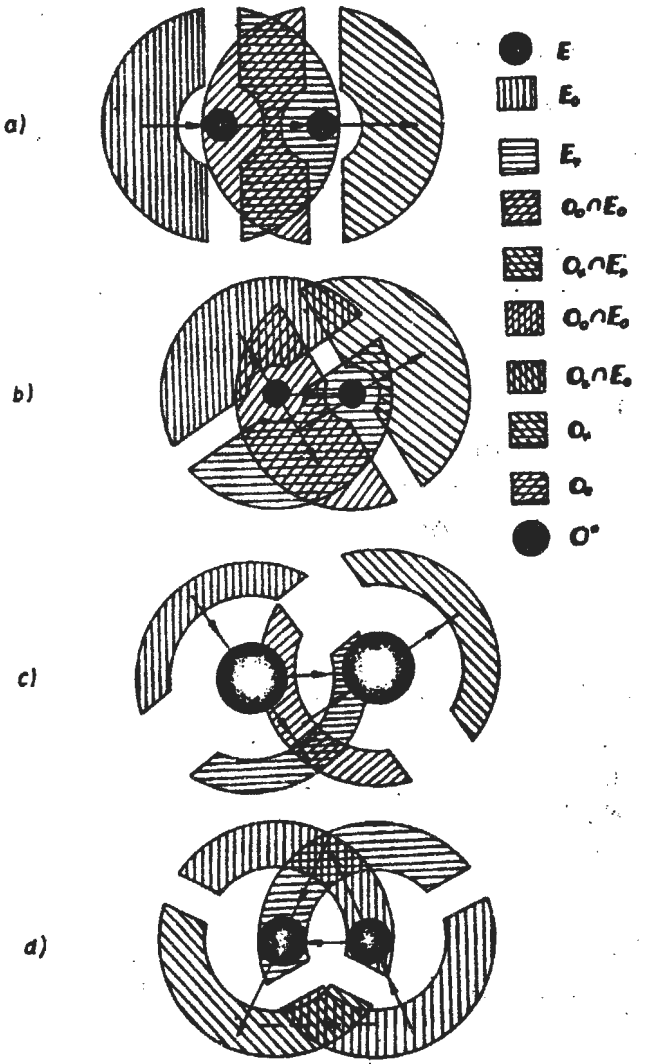
rodzinę zbiorów składającą się z podmiotu E, przedmiotu O^*, otoczenia podmiotu: E_*, E_0 oraz otoczenia przedmiotu O_*, O_0.

Na rysunku 8 pokazane są cztery wybrane przypadki zależności wiążących wyróżnione obiekty. Na powierzchni rysunku każdy punkt reprezentuje jakiś obiekt w otaczającej nas rzeczywistości. Niepoliczalne mnóstwo tych obiektów tworzy płaszczyznę rysunku. Każdy wyróżniony obiekt jest na rysunku reprezentowany punktem należącym do pokrytych kreskami obszarów. Punkty nie należące do zakreskowanych obszarów stanowią obiekty pominięte w rozważaniach, których związek z podmiotem lub przedmiotem działania był mniejszy od progu ε_0 wartości miernika współzależności.

Przypadek a) dotyczy tzw. „kaskady" gdy podmiot (lewy zbiór obiektów - punktów - czarno zakreskowany) ma wpływ na przedmiot działania (zbiór obiektów - punktów - czarno zakreskowany) wraz z pewnym niezerowym otoczeniem przedmiotu, (podwójnie zakreskowany obszar punktów - obiektów) także wpływającym na stan przedmiotu działania.

Przypadek b) dotyczy tzw. „kaskady ze sprzężeniem zwrotnym" - na podmiot działania.

W przypadku dużego, negatywnego wpływu sprzężenia zwrotnego mamy do czynienia z sytuacją często określaną (w medycynie i technice komputerowej) nazwą „pętli śmierci".



Rys. 8. Ilustracja zależności wiążących obiekty.

Przypadek d) ilustruje sytuację, w której zachodzą wszelkie możliwe typy sprzężeń.

Przypadek c) ilustruje sytuację, w której zarówno podmiot działania jak i przedmiot działania zostały nieprawidłowo określone. Mianowicie od podmiotu działania zależy stan tylko części przedmiotu działania - przedmiot działania (cel) został określony zbyt „duży" w stosunku do możliwości podmiotu gdyż $O^* \not\subset E$.

Jednocześnie przedmiot działania jest niepotrzebnie „duży" w tym sensie, że zawiera obiekty zupełnie nie mające wpływu na przedmiot działania gdyż $E \not\subset O_0$.

Warunkiem zaliczenia obiektu O do podmiotu działania E jest możliwość sterowania jego stanem oraz spełnienie relacji $O \in O_0$. A więc zawsze winna być spełniona relacja $E \subset O_0$.

Podobnie warunkiem zaliczenia obiektu O do przedmiotu O^* jest możliwość zmiany jego stanu przez podmiot oraz spełnienie relacji $O \in E_*$. W związku z tym zawsze winna być spełniona relacja $O^* \subset E_*$.

W ten sposób zdefiniowaliśmy układ względnie odosobniony - zbiór obiektów wystarczający i konieczny dla wyznaczenia racjonalnie zorganizowanych działań. Jednocześnie odpowiedzieliśmy na pytanie - jak wydzielić z otaczającego nas świata zbiór obiektów którymi powinniśmy się interesować - postawione w pierwszym rozdziale. Mianowicie, należy wydzielić w pierwszym kroku obiekty będące celem naszego działania, następnie obiekty na stan których mamy wpływ bezpośredni a następnie na poziomie zależności nie mniejszym od ε_0 ustalić otoczenie podmiotu i przedmiotu.

Wszystkie te obiekty są powiązane między sobą różnego rodzaju zależnościami, o których nie zawsze możemy zakładać, że są znane. Zwróćmy uwagę że tylko wtedy, gdy zależności te są znane, możemy wyznaczyć racjonalny sposób działania prowadzący do celu. Im mniejszy stopień znajomości tych zależności, tym mniejszą mamy szansę na wyznaczenie rzeczywiście racjonalnego sposobu działania i tym mniejsze mamy prawdopodobieństwo osiągnięcia celu.

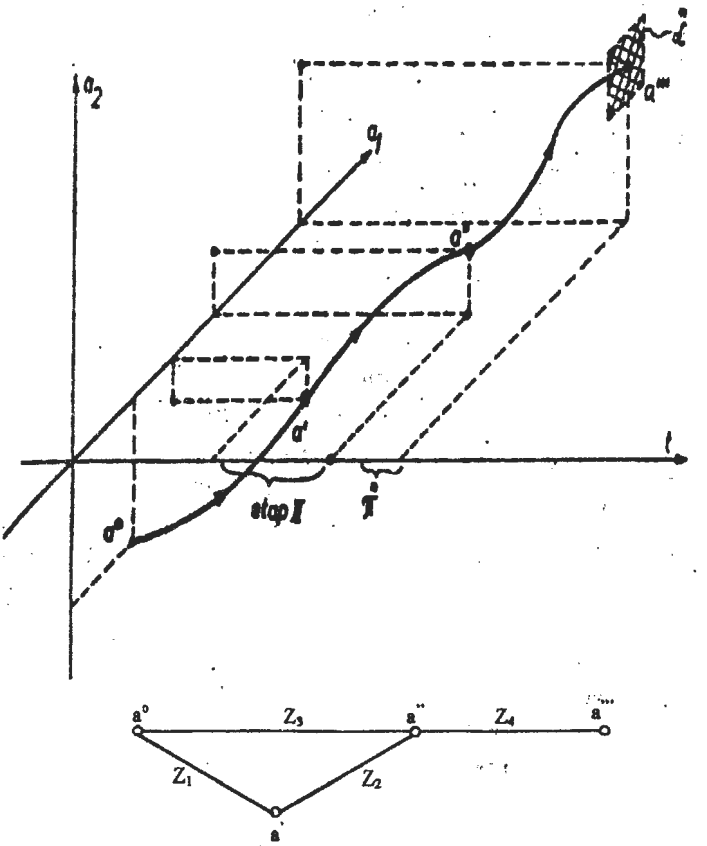
Przy małym stopniu znajomości zależności, celowość wyznaczania najdogodniejszego sposobu działania staje się problematyczna. Wydaje się, że w takiej sytuacji początkowo należy określić precyzyjniej wątpliwe zależności, dokonując szeregu eksperymentów, a następnie można zaplanować realizację pierwotnego zamierzenia. Wymaganie znajomości (niekoniecznie pełnej), zależności wiążących wyróżnione obiekty należy traktować jako warunek konieczny dla wyznaczenia racjonalnej organizacji procesu osiągnięcia celu.

B. Analiza celu działania

Przypomnijmy, że celem działania jest pożądany zbiór stanów α^* jaki powinien osiągnąć określony zbiór O^* obiektów w chwili $t \in T^*$. Oczywiście, stan aktualny α_0 w chwili $t_0 < t$ jest różny od pożądanego. Aby osiągnąć stan pożądany musimy wymusić proces określony na obiektach O^*, przeprowadzający ich ze stanu α_0 do

stanu α^*. Zgodnie z postulatem o podzielności procesów, dokonujemy podziału wymuszonego procesu na etapy i związane z nimi cele cząstkowe

Jeśli poszczególne etapy ponumerujemy zmienną $s = 1,2,...,S$ to każdy etap jest pewnym procesem $<\hat{a}^s(t),t>$ dla $t \in T^s$ o określonych stanach: początkowych i końcowych (rys. 9). Przy tym stany początkowe są stanami końcowymi poprzedzających etapów za wyjątkiem etapu pierwszego, którego stan początkowy jest stanem α_0. Stany końcowe każdego etapu są celami cząstkowymi tych etapów. Stan końcowy ostatniego etapu jest pożądanym „globalnym" stanem $\alpha^s \equiv \alpha^*$. Często przyjmuje się, że przedziały czasowe $T^s = [t_0^s, T^s)$ są przedziałami nie zachodzącymi na siebie, wypełniając całkowicie przedział czasu $[t_0, t)$ gdzie $t \in T^*$. W tym przypadku etapy mają kolejność chronologiczną.



Rys. 9. Podział procesu osiągania celu na trzy etapy. Wyróżnienie dwóch celi cząstkowych $\alpha^{*2} = a'$, $\alpha^{*3} = a''$ przy tym $a^0 = \alpha_0$ - stan początkowy, $a''' = \alpha^*$ - cel ostateczny. Ustalenie zestawu $\{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4\}$ czynności wymuszających, które musi wykonać podmiot działania aby zapewnić osiągnięcie celów cząstkowych i ostatecznego.

C. Analiza zadania

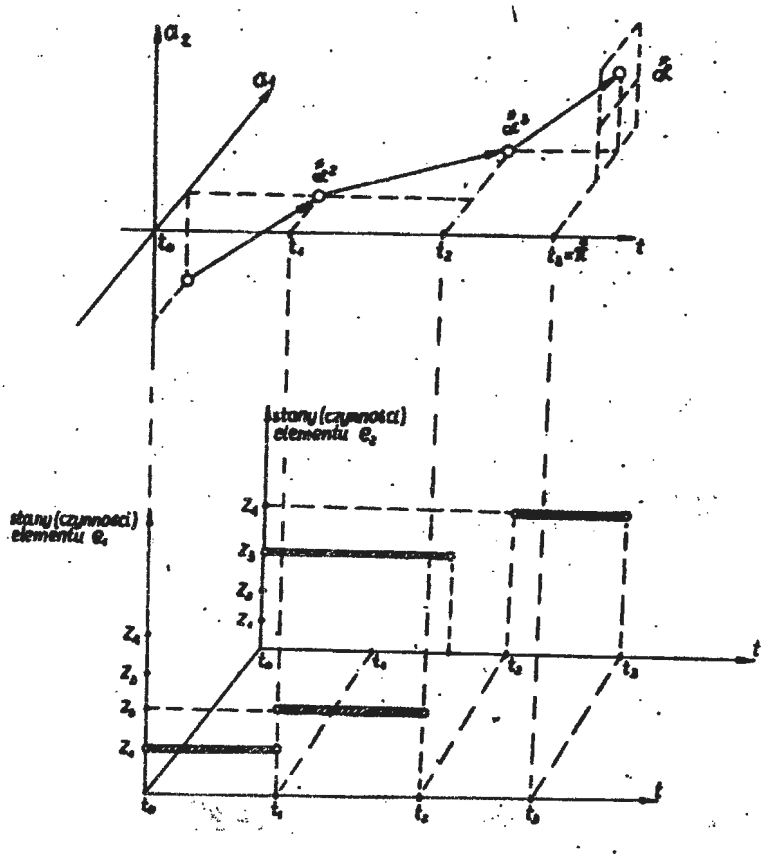
Po dokonaniu analizy celu działania, ustalamy - dla każdego wyróżnionego etapu procesu osiągania celu - zbiór niezbędnych zadań cząstkowych (przedsięwzięć, operacji, czynności) jakie winien wykonać podmiot działania aby wymusić realizację danego etapu procesu; aby osiągnąć cel cząstkowy. Zwróćmy uwagę, że proces wymuszający określony jest na przedmiocie działania O^* natomiast zadania cząstkowe są procesami określonymi na podmiocie działania.

Oczywiście musi istnieć możliwość wpływania na stan obiektów O^* przy pomocy zmian stanu obiektów E. Własność tę zapewniliśmy sobie uprzednio, podczas określania podmiotu i przedmiotu działania (i sprawdzaniu możliwości osiągnięcia celu). Załóżmy, że wydzieliliśmy zbiór zadań cząstkowych

$$Z_k \equiv \{<a_k(t), t> : t \in [t_k, T_k)\}, \quad k = 1,2,...,K$$

niezbędnych do osiągnięcia wszystkich kolejnych celów cząstkowych α^{*s}, $s = 1,2,...,S$ przy czym liczba K jest ogólną ilością wszystkich wydzielonych zadań cząstkowych. Dla osiągnięcia celu cząstkowego niezbędnym jest niekiedy wykonanie wielu operacji - zadań cząstkowych (rys. 10).

W związku z tym najczęściej $K \geq S$. Z drugiej strony wykonanie niektórych operacji może być uwarunkowane osiągnięciem pewnych celów cząstkowych. Zależności te mogą być bardzo skomplikowane. Opisać je można, ustalając dla każdego s zbiór Z^s czynności - zadań cząstkowych Z_k, które należy wykonać aby cel cząstkowy α^{*s} osiągnąć, ponadto dla każdego k zbiór $\alpha_k^{*\sim}$ tych celów cząstkowych α^s, które winny być osiągnięte aby można było zrealizować zadanie Z_k. Zależność tego typu w ogólnym przypadku można opisać przy pomocy hipergrafu. Jeżeli przyjęlibyśmy założenie, że osiągniecie cząstkowego celu o wyższym numerze jest uwarunkowane osiągnięciem wszystkich celów o niższych numerach a więc, że etapy są numerowane chronologicznie - to zbiór $\alpha_k^{*\sim}$ redukuje się do zbioru pojedynczego - do jednego celu cząstkowego o najwyższym numerze uwarunkowującego możliwość realizacji czynności Z_k. Osiągniecie celu cząstkowego może być wtedy prosto utożsamiane ze zdarzeniem, które oznaczymy symbolem q_s. Następnie dla każdego zdarzenia może być określony zbiór Z^s czynności, których wykonanie warunkuje zajście danego zdarzenia q_s. Opis zależności między zdarzeniami i czynnościami może mieć wtedy postać grafu skierowanego, bez cykli, o postaci graficznej stosowanej np. w metodzie PERT, CPM itp.



Rys. 10. Zależność stanów podmiotu $\{a^0, a', a'', a'''\}$ i realizacji procesu celowego (osiągnięcia stanu = zdarzenie) oraz stanów podmiotu $\{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4\}$ - realizowanych czynności dla grafu kolejności czynności pokazanego na rys. 9.

Ponieważ każde zadanie cząstkowe jest opisane czynnością - operacją, którą należy wykonać (wraz z opisem stanu początkowego i końcowego) więc traktując operacje jako elementy zbioru Z możemy określić dla każdego elementu Z_k tego zbioru, zbiór tych operacji Z_k, które muszą ją bezpośrednio poprzedzać.

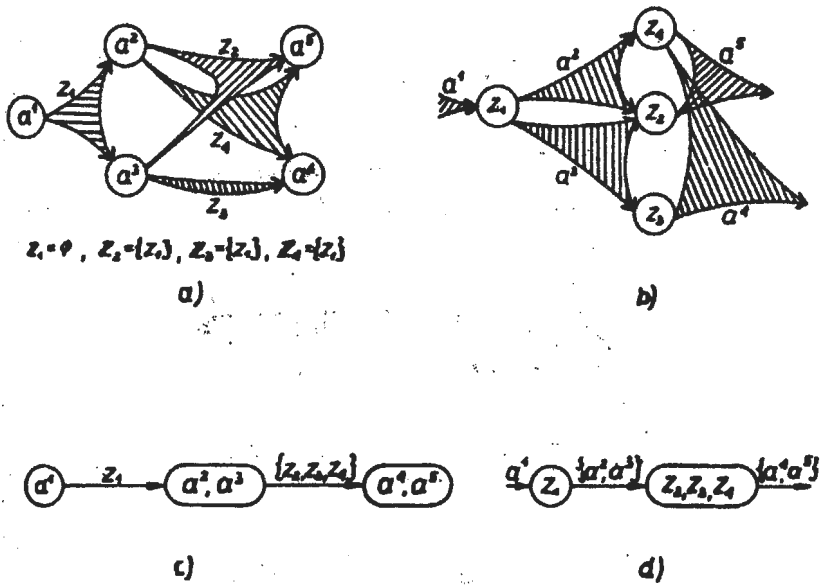
Zbiór $Z = \{Z_1, Z_2, Z_k, ..., Z_K\}$ zbiorów Z_k operacji poprzedzających poszczególne operacje Z_k definiuje pewną relację poprzedzania Γ.

Opis taki można przedstawić w postaci grafu [12], którego elementami są operacje na zbiorze których określona jest relacja poprzedzania. Graficznie węzłom takiego grafu odpowiadają czynności a łukom dwuczłonowa relacja poprzedzania

$$U \subset Z \times Z$$

przy czym para (Z_l, Z_k) należy do zbioru U jeżeli $Z_l \in Z_k$.

Graf współzależności czynności jest wtedy opisany grafem (Z,U) lub zbiorem $\{Z_1, Z_2, Z_k, ..., Z_K\}$. Na rys. 11 podano ilustracje graficzne opisu zależności celów i zadań cząstkowych przy pomocy hipergrafu, grafu typu CPM i schematów uwarunkowań czynności.



Rys. 11. Graficzna ilustracja zależności celów $\{a^1, a^2, a^3, a^4\}$ i zadań $\{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4\}$ cząstkowych. Na rysunkach a oraz c - w postaci grafu (hipergrafu i grafu typu CPM); na rysunkach b oraz d - w postaci schematów czynnościowych

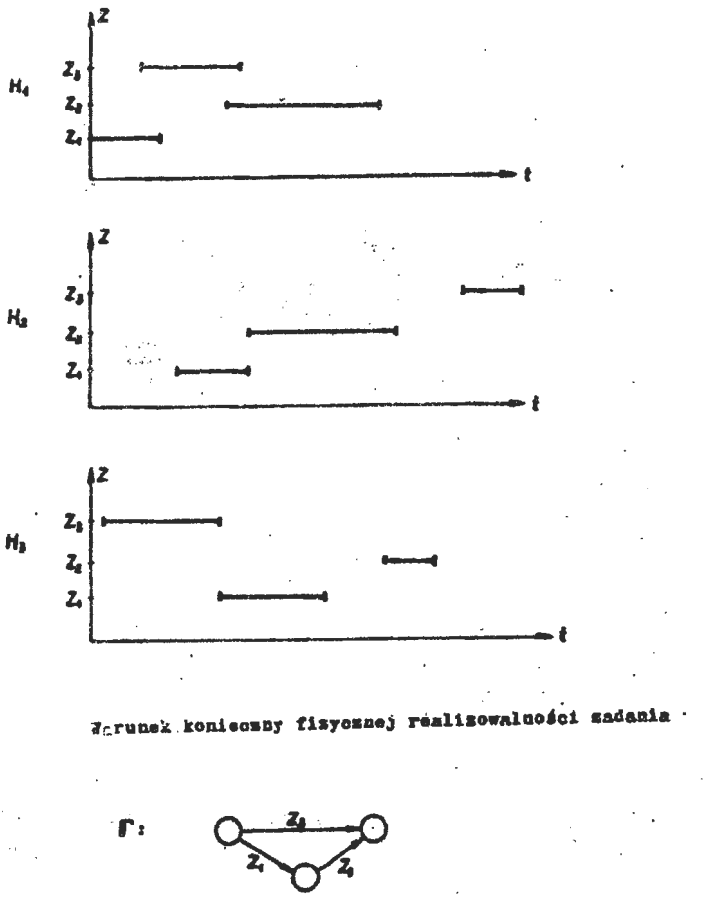
Zespół warunków narzuconych na kolejność realizacji poszczególnych operacji wynikających z konieczności realizacji zadania (osiągnięcia celu końcowego i celów cząstkowych) i fizyki wymuszanego procesu będziemy nazywali **warunkami fizycznej realizowalności zadania**.

Przykładowo, takimi warunkami są wymagania określone grafem Γ współzależności czynności wykorzystanym w metodzie CPM i innych podobnych: PERT, PERT-KOSZT itp. (rys. 12 u dołu).

Wymagania te nie należy mylić z planem realizacji zadania mającym najczęściej postać *H* harmonogramu (wykresu Gantta-Adamieckiego) którego trzy warianty są pokazane na rys. 12. Oczywiście plan realizacji zadania musi spełniać warunki realizowalności procesu celowego ale ponadto plan taki musi spełniać szereg innych warunków dotyczących np. liczby posiadanych środków i ich jakości, uwzględniać czasową ich niedostępność itd.

D. Analiza funkcjonalna podmiotu działania

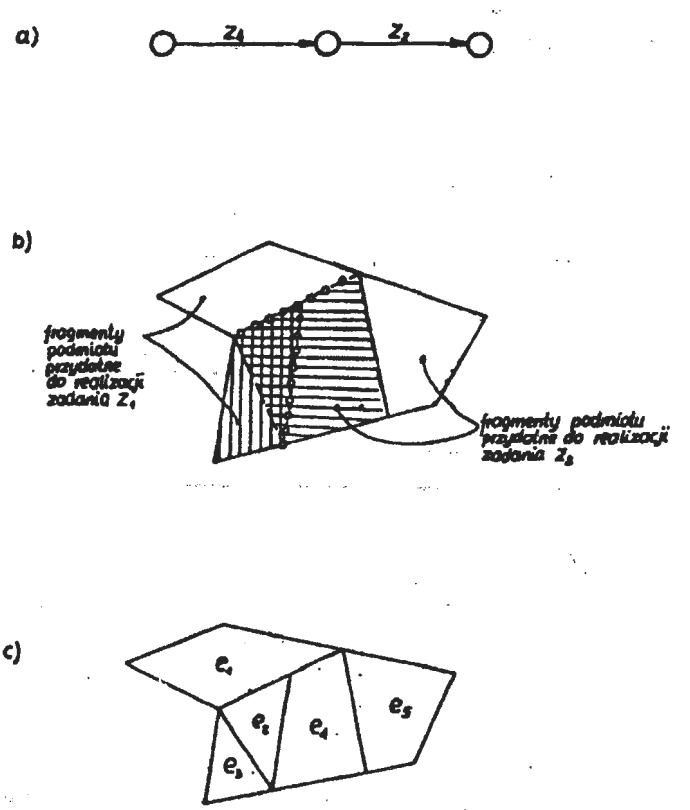
Określmy następnie skład funkcjonalny podmiotu. Dotychczas pod pojęciem podmiotu rozumieliśmy zbiór obiektów lub obiekt pojedynczy. Jeżeli był to zbiór obiektów to elementami tego zbioru były fragmenty rzeczywistości mających przeważnie postać oddzielnych obiektów fizycznych.



Rys. 12.

Obecnie będzie nas interesować inny podział podmiotu - na elementy funkcjonalne. Może się więc zdarzyć, że pojedynczy element fizyczny będziemy musieli podzielić na mniejsze elementy funkcjonalne, lub być może - całą grupę fizycznych elementów potraktujemy jako jeden element funkcjonalny.

Podział podmiotu na elementy funkcjonalne będziemy dokonywali z punktu widzenia realizacji poszczególnych zadań $Z_k \in Z$. W tym celu wybierzmy ze zbioru Z jedno dowolne zadanie Z_k i zbadamy który fragment, lub które fragmenty podmiotu nadają się do realizacji zadania Z_k (rys. 13).



Rys. 13. Podział podmiotu na elementy funkcjonalne $\{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$ (rys. c) z punktu widzenia realizacji czynności $\{Z_1, Z_2\}$ (rys. d). Przy tym, do realizacji Z_1 nadają się zestawy $\{e_1\}$ lub $\{e_2, e_3\}$, do realizacji Z_2 nadają się zestawy $\{e_2, e_4\}$ oraz $\{e_5\}$.

Z pewnością, co najmniej jeden fragment będzie nadawał się do realizacji wybranego zadania. Gdyby tak nie było, oznaczałoby to, że przy pomocy obiektów które stanowią podmiot nie możemy realizować zadania, czyli że cel przy tak określonych środkach jest nieosiągalny. Rezultatem analizy możliwości wykonania przez podmiot zadania Z_k, jest podział E_k podmiotu E traktowanego jako jednolite „ciało" (bez zwracania uwagi na fakt, że składa się on ze zbioru elementów fizycznych) na najmniejsze elementy zdolne do realizacji zadania Z_k i „resztę" podmiotu, którą możemy traktować jako element niezdolny do realizacji zadania Z_k. Zdolność lub niezdolność elementu do wykonania zadania Z_k możemy uważać za własność określoną na wartościach pewnego zbioru cech. Najczęściej wybiera się takie cechy jak: czas realizacji zadania i koszt realizacji zadania. Jeżeli np. czas realizacji zadania przekracza ustalony próg, to mówimy, że dany element nie jest zdolny do wykonania zadania.

Formalnie nie potrzebujemy określać własności zdolności gdyż wystarczy dla danego podziału podmiotu na elementy funkcjonalne - z punktu widzenia wykonawstwa zadania Z_k - określić czas i koszt realizacji zadania przez poszczególne elementy. W szczególności gdy czas realizacji zadania (lub koszt) przez dany element będzie nieskończony to fakt ten świadczy o całkowitej niezdatności tego elementu do realizacji zadania Z_k.

Podział E_k „ciała" podmiotu E na fragmenty funkcjonalne z punktu widzenia realizacji zadania Z_k możemy sobie wyobrazić w postaci „sieci cięć" - k-tej sieci na ciele podmiotu.

Jeżeli następnie w identyczny sposób, niezależnie od podziałów poprzednich, dokonamy następnego podziału ciała podmiotu na elementy funkcjonalne z punktu widzenia innej czynności np. Z_l to analogicznie otrzymamy l-tą sieć cięć. Postępując w ten sposób kolejno dla wszystkich zadań ze zbioru Z otrzymamy K różnych sieci cięć. Nałóżmy następnie wszystkie sieci cięć na ciało podmiotu. Otrzymamy wtedy bardziej gęstą, wypadkową sieć cięć, która definiuje podział funkcjonalny podmiotu z punktu widzenia realizacji zadania złożonego Z.

Załóżmy, że w rezultacie powyższej procedury podzieliliśmy zbiór E na elementy funkcjonalne e_i $(i=1,2,...,I)$. Zwróćmy uwagę, że symbolem E był dotychczas oznaczony podzbiór zbioru O obiektów fizycznych, a więc składał się on z obiektów fizycznych typu $O^p \in O$, obecnie tym samym symbolem E oznaczony jest ten sam podmiot lecz jako zbiór składa się on z elementów funkcjonalnych typu e_i. Możemy więc wyróżnić dwie różne struktury (podziały) tego samego podmiotu E, strukturę fizyczną i strukturę funkcjonalną.

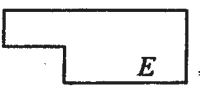
Zwróćmy uwagę na funkcjonalną strukturę podmiotu E. Wybierzmy jeden dowolny element $e_i \in E$, następnie przeglądając poszczególne podziały E_k - „siatki cięć" zanotujemy numery tych siatek w których element e_i wchodzi w skład „oczek" - fragmentów podmiotu - które nie nadają się do realizacji danej czynności. Jeżeli w każdej siatce element e_i należy do „oczka", które nie nadaje się do realizacji zadania to oczywiście taki element jest zbyteczny, a zbiór obiektów, które przyjęliśmy za podmiot działania, był zbyt obszerny i znalazły się w nim elementy zbędne. Element zbędny nie należy mylić z elementem, który chociaż nie może zrealizować żadnego zadania samodzielnie, to jest użyteczny gdyż może wykonywać co najmniej jedno zadanie wspólnie z innymi elementami - formalnie oznacza to, że taki element należy do „oczka" nadającego się do realizacji zadania przynajmniej w jednej siatce cięć w jednym podziale (patrz przykład).

Przykład *podziału obiektu na elementy funkcjonalne ze względu na dwuelementowy zbiór zadań cząstkowych*

$$Z = \{Z_A, Z_B\}$$

A. *Podział ze względu na zadanie* Z_A

Stan początkowy obiektu:

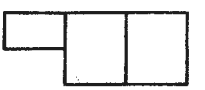


1. *Wydzielenie najmniejszego elementu* E'_A *mogącego samodzielnie zrealizować zadanie* Z_A:

2. *Wydzielenie z pozostałości obiektu najmniejszego elementu* E''_A *mogącego samodzielnie zrealizować zadanie* Z_A

3. *Ponieważ z pozostałości obiektu nie można wydzielić elementu mogącego samodzielnie zrealizować zadanie* Z_A, *więc koniec podziału obiektu (ze względu na realizację zadania* Z_A*).*

Rezultat podziału - siatka cięć A:



B. *Podział ze względu na zadanie* Z_B

Stan początkowy obiektu:

1. *Wydzielenie najmniejszego elementu* $E_B^{'}$ *mogącego samodzielnie zrealizować zadanie* Z_B:

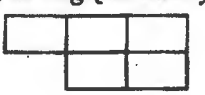
2. *Wydzielenie z pozostałości obiektu najmniejszego elementu* $E_b^{''}$, *mogącego samodzielnie zrealizować zadanie* Z_B

3. *Ponieważ obiekt został w całości podzielony (bez pozostałości nieużytecznej, z punktu widzenia realizacji zadania* Z_B*) więc, jest to koniec podziału obiektu z względu na zadanie* Z_B.

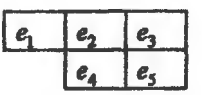
Rezultat podziału - siatka cięć B:

Koniec podziału obiektu ze względu na zbiór Z rozważanych zadań cząstkowych.

Rezultat wypadkowego podziału, ze względu na obydwa zadania Z_A *oraz* Z_B:



Elementy funkcjonalne:



$$E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$$

Własności (podzbiorów) elementów funkcjonalnych obiektu ze względu na czas trwania realizacji zadań będą określone następującą tabelką

Zbiór ε	$\{e_1\}$	$\{e_1e_2\}$	$\{e_1e_3\}$	$\{e_1e_4\}$	$\{e_1e_5\}$	$\{e_2e_4\}$	$\{e_4e_5\}$	$\{e_1e_2e_3\}$
Zadanie	Czas trwania realizacji zadania							
Z_A	τ'_A	τ'_A	τ'_A	τ'_A	τ'_A	τ''_A	∞	τ'_A
Z_B	∞	∞	∞	∞	∞	∞	τ''_B	τ''_B

ciąg dalszy

Zbiór ε	$\{e_1e_2e_4\}$	$\{e_1e_2e_5\}$	$\{e_1e_3e_4\}$	$\{e_1e_3e_5\}$	$\{e_1e_4e_5\}$	$\{e_2e_3e_4\}$	$\{e_3e_4e_5\}$	$\{e_1e_2e_3e_5\}$
Zadanie	Czas trwania realizacji zadania							
Z_A	τ'''_A	τ'_A	τ'_A	τ'_A	τ'_A	τ''_A	∞	τ'''_A
Z_B	∞	∞	∞	∞	τ'_B		τ''_B	τ''_B

Po wyeliminowaniu zbytecznych fragmentów podmiotu utwórzmy wszystkie możliwe podzbiory ε_j $(j=1,2,...,J)$ zbioru E, a więc zbiory: jednoelementowe, dwuelementowe, trzyelementowe itd. kończąc na zbiorze J elementowym. Zbiór takich wszystkich podzbiorów nazywamy ciałem zbioru E i oznaczymy symbolem ε.

W szczególności $E \in \varepsilon$ ale także $e_i \in \varepsilon$ gdzie element e_i jest traktowany jako jednoelementowy zbiór: $e_i \equiv \{e_i\}$. Wszystkich możliwych podzbiorów ε_j czyli elementów ciała ε będzie $J = 2^I$. W ten sposób procedura podziału podmiotu na elementy funkcjonalne została zakończona.

Należy podkreślić, że wśród całego zbioru elementów rodziny ε tylko bardzo niewielka część elementów przedstawia sensowne kombinacje elementów zbioru E nadające się do realizacji chociaż jednego zadania. W związku z tym, rozmiar tabeli (teoretycznie $J \times K$) będzie o wiele mniejszy.

E. Analiza technologiczna działania

Dla każdego podzbioru ε_j nadającego się do realizacji zadania cząstkowego Z_k określmy następnie parametry technologiczne a w szczególności czas realizacji zadania τ_{jk}.

Zwróćmy uwagę, że jeżeli symbolem t_k oznaczymy chwilę rozpoczęcia realizacji zadania Z_k to czas realizacji przez fragment ε_j podmiotu może zależeć od chwili rozpoczęcia realizacji zadania:

$$\tau_{jk} = \tau_{jk}(t_k)$$

Jeżeli realizacja całości zadania zależy istotnie od miejsca wykonywania poszczególnych zadań cząstkowych Z_k to należy dodatkowo zdefiniować zbiór V możliwych miejsc V_m $(m = 1,2,...,M)$,, w których mogą być wykonywane czynności Z_k i wtedy czas realizacji zadania będzie także zależał od miejsca ϑ_{jk}:

$$\tau_{jk} = \tau_{jk}(\vartheta_{jk}), \quad \vartheta_{jk} \subset V.$$

W ogólnym przypadku technologia realizacji może być niejednorodna zarówno pod względem czasowym jak i przestrzennym.

Wtedy

$$\tau_{jk} = \tau_{jk}(t_k, \vartheta_{jk})$$

Zbiór V definiujemy następująco. Wybieramy „zestaw" ε_j nadający się do realizacji danego zadania cząstkowego Z_k i w przestrzeni fizycznej określamy miejsce ϑ_{jk}, w którym może to zadanie być wykonane. Przez miejsce rozumiemy obszar przestrzeni o określonych wyraźnie granicach. Przy tym, tak jak poprzednio w przypadku analizy podmiotu działania przyjmujemy, że jest to obszar najmniejszy w jakim to zadanie może być wykonane. Oczywiście do realizacji zadania przez powyższy „zestaw" może nadawać się szereg miejsc. Oznaczmy symbolem V_{jk} zbiór wszystkich miejsc ε_{jk} nadających się do realizacji zadania Z_k przez zestaw ε_j. Wtedy „reszta" przestrzeni nie należąca do któregokolwiek miejsca $\vartheta_{jk} \in V_{jk}$ nie nadaje się do realizacji zadania Z_k (przez zestaw ε_j). Zauważmy, że niektóre miejsca ϑ_{jk} mogą zachodzić na siebie, to znaczy, mogą zawierać te same elementy przestrzeni fizycznej z punktu widzenia realizacji czynności Z_k przez zestaw ε_j.

Następnie postępując identycznie dla wszystkich czynności Z_k i wszystkich zestawów ε_j nadających się do ich wykonywania otrzymamy zbiór siatek podziału przestrzeni fizycznej. „Nakładając" te siatki podziału na siebie, możemy określić zbiór V miejsc elementarnych V_m $m = 1,2,...,M)$ interesujących nas z punktu widzenia realizacji zadania Z oraz „resztę" przestrzeni, która nie jest dla nas interesująca.

Zauważmy, że dla tak określonego zbioru miejsc elementarnych, miejsce ϑ_{jk} realizacji zadania Z_k - przez zestaw ε_j jest podzbiorem tego zbioru:

$$\vartheta_{jk} \subset V$$

Miejsce ϑ_{jk} jest więc zdefiniowane wyliczeniem wszystkich miejsc elementarnych $V_m \in V$, z których ono się składa. Natomiast elementarne miejsce V_m jest określone swoimi granicami w przestrzeni fizycznej. Zwróćmy uwagę, że zbiór V elementów V_m tworzy podział (na elementy rozłączne) części przestrzeni nadającej się do realizacji zadania Z.

Analizę technologiczną realizacji zadania prowadzimy ze względu na wszelkie istotne czynniki fizyczne warunkujące realizację zadań. Wymienione dwa, najczęściej najistotniejsze czynniki - czas i przestrzeń - nie wyczerpują ich spisu. Ile tych czynników jest istotnych i które z nich uwzględnić, zależy od konkretnie rozwiązywanego problemu. Dalej ograniczymy się do analizy wyżej wymienionych dwóch czynników.

PODSUMOWANIE

PROCEDURA PROJEKTOWANIA ORGANIZACJI

Zakładając, że dziedziną zainteresowania organizatora jest głownie działalność zespołów ludzkich, to jego najważniejszym zadaniem jest umiejętność ustalania organizacji działania zespołu (dla danego zadania i składu zespołu) w taki sposób, aby realizacja poszczególnych czynności (operacji, funkcji) przez elementy zespołu

— gwarantowała osiągnięcie celu (korzyści),

— przy możliwie najniższych kosztach (nakładach).

Podsumowując nasze dotychczasowe rozważania, przedstawimy przepis (niemal kuchenny) postępowania organizatora przy ustalaniu najlepszej organizacji działania zespołu. Zgodnie z podstawową zasadą uczenia, wróćmy ponownie do przykładu „z belką" opisanego we wstępie do książki.

Załóżmy, że musimy przemieścić dużą belkę z jednego miejsca w inne. Do dyspozycji mamy grupę pracowników fizycznych. Należy wybrać zespół ludzi, którzy będą wykonywać to zadanie i określić sposób w jaki należy belkę przemieścić.

W pierwszym rzędzie musimy dobrać zespół. W tym celu wybieramy grupę osób o jednakowym wzroście i kierownika (dowolnego wzrostu), który musi mieć „posłuch" wśród podwładnych.

Następnie, proces przemieszczania „dzielimy" na poszczególne operacje: podniesienie belki, przeniesienie w pożądane miejsce a następnie - zrzucenie.

Nietrudno zauważyć, że podniesienie belki musi być dokonywane w sposób synchroniczny - jednocześnie W tej samej chwili, każda osoba w grupie musi ją podnieść. Przy tym poszczególne osoby muszą być rozstawione wzdłuż belki w jednakowych odstępach.

Podczas wykonywania operacji przeniesienia belki, każda osoba musi iść w tym samym kierunku, z tą samą szybkością „krok w krok", dostosowaną do możliwości najwolniejszej osoby.

Podobnie zrzucenie belki musi odbywać się jednocześnie.

Istotnym tu zagadnieniem jest zapewnienie odpowiedniej synchronizacji wszystkich czynności. Aby to osiągnąć, jest niezbędna osoba kierująca grupą przez głośne skandowanie odpowiednich komend.

Organizacja działalności grupy polega więc na odpowiednim zharmonizowaniu działań poszczególnych osób zarówno w czasie jak i w przestrzeni.

Oczywiście skład grupy jak i sposób jej działania winny zapewnić osiągniecie celu przy możliwie najmniejszych nakładach.

Zauważmy, że w opisanym przykładzie ludzie nie byli „uzbrojeni" w jakiekolwiek narzędzia. Oczywiście w ogólnym przypadku mogą oni być wyposażeni w dowolnie złożone maszyny tworząc jednostki robocze, gniazda obróbcze itp. Wreszcie, nie muszą to być ludzie - mogą to być automaty.

Po tym wstępie, przedstawimy przepis, dotyczący sposobu przeprowadzenia analizy systemowej, wielokrotnie sprawdzony w okresie kilkunastu ostatnich lat.

POCZĄTEK PRZEPISU

ETAP I. Należy możliwie dokładnie uświadomić sobie na czym nam zależy, co chcemy osiągnąć (w danych warunkach i w danej chwili)

W przykładzie było to pożądane miejsce belki.

ETAP II. Należy sprecyzować przedmiot działania, to znaczy obiekty i te ich cechy na wartościach, których nam zależy precyzując cel działania i zadanie.

Jeżeli przez STAN OBIEKTU będziemy rozumieli chwilową wartość wyróżnionych cech obiektu, to CELEM DZIAŁANIA jest pożądany stan określonego obiektu (lub grupy obiektów), który nazywamy PRZEDMIOTEM DZIAŁANIA, a ZADANIEM jest pożądana zmiana aktualnego stanu przedmiotu działania na stan pożądany. Miarą wielkości zadania jest różnica stanów (aktualnego i pożądanego).

W przykładzie przedmiotem działania była belka. Wyróżnionymi cechami belki było jej położenie i masa. Stan aktualny i pożądany belki był określony położeniem belki aktualnym i pożądanym. Zadaniem była zmiana położenia belki. Miarą wielkości zadania była różnica położeń - odległość przemieszczenia.

ETAP III. Należy wyróżnić podmiot działania.

Przez podmiot działania będziemy uważali zbiór takich obiektów których stan

— zależy od naszej woli;

— wpływa na stan przedmiotu działania.

Z tak określonymi obiektami identyfikujemy się, nazywając je podmiotem działania. Oczywiście stan podmiotu nie musi zależeć wyłącznie od naszej woli, może on być zależny także od innych czynników i okoliczności. Podobnie stan podmiotu nie musi wpływać wyłącznie na stan przedmiotu działania, może mieć wpływ także na inne obiekty.

Jeżeli PROCESEM nazwiemy zmianę w czasie wartości cech jednego lub więcej obiektów, to DZIAŁANIEM nazwiemy proces określony na obiektach podmiotu, a PROCESEM CELOWYM proces określony na obiektach będących przedmiotem działania.

Tak więc celowe działanie wymusza określony proces celowy. Przez ZALEŻNOŚĆ procesów rozumiemy najogólniej istnienie statystycznych związków między procesami. Na przykład, dla stochastycznych procesów normalnych miarą zależności jest kowariancja. Stopień zależności może być określony liczbą, którą oznaczamy symbolem ε. Wtedy pojecie podmiotu możemy zdefiniować ściślej, ustalając, że jest to taki zbiór obiektów, od stanu których stan przedmiotu działania zależy w stopniu nie mniejszym aniżeli ε_{min} (zależność procesu celowego od procesu działania jest nie mniejsza od ε_{min}).

W naszym przykładzie podmiotem działania była określona grupa pracowników fizycznych, procesem celowym - proces zmiany położenia belki, a działaniem, proces zmiany stanu - zachowania się - zespołu przemieszczającego belkę.

ETAP IV. Należy wyznaczyć zbiór obiektów wpływających na stan

a) podmiotu,

b) przedmiotu działania

oraz zbiór obiektów, których stan zależy od stanu

a) podmiotu,

b) przedmiotu działania.

Jeżeli ustalimy, że siła wpływu stanu jednego obiektu na drugi nie może być mniejsza od wartości ε_{min} to suma mnogościowa tak wyróżnionych zbiorów obiektów (w etapie IV) definiuje nam układ zwany w cybernetyce WZGLĘDNIE ODOSOBNIONYM.

Zauważmy, że etap IV jest także etapem kontrolnym, gdyż

— zbiór obiektów wpływających na stan przedmiotu działania musi zawierać podmiot działania,

— zbiór obiektów, których stan zależy od stanu podmiotu działania musi zawierać przedmiot działania.

Jednocześnie

— zbiór obiektów wpływających na stan podmiotu wyznacza obiekty zakłócające działanie,

— zbiór obiektów wpływających na stan przedmiotu (poza podmiotem) wyznacza obiekty zakłócające proces celowy,

— zbiór obiektów (za wyjątkiem przedmiotu działania), których stan zależy od podmiotu pozwala określić uboczne skutki działalności podmiotu,

— zbiór obiektów, których stan zależy od przedmiotu działania pozwala określić uboczne skutki osiągnięcia celu.

ETAP V. Należy sprawdzić możliwość osiągnięcia celu (określonego na przedmiocie działania) przy pomocy dotychczas wydzielonych obiektów stanowiących podmiot działania (uwzględniając przewidywane zakłócenia i uboczne skutki działalności). Jeżeli stwierdzimy brak takiej możliwości należy ponownie wrócić do ETAPU I lub II celem skorygowania celu działania, bądź do ETAPU III i rozszerzenia zbioru analizowanych obiektów celem powiększenia „mocy" podmiotu.

ETAP VI. Należy zdekomponować proces działania na podprocesy cząstkowe - OPERACJE (CZYNNOŚCI) oraz wydzielić ciąg odpowiadających im CELÓW CZĄSTKOWYCH umożliwiających osiągnięcie celu działania, sprecyzowanego w ETAPIE II. Przy tym każda operacja wymusza określoną cząstkę procesu celowego, którą często nazywamy etapem procesu celowego.

Do opisu tak zdekomponowanych procesów wygodnie jest używać pojęć z dziedziny teorii grafów. Graficznie możemy sobie wyobrazić, że łukom skierowanym grafu odpowiadają operacje podmiotu (fragmenty procesu działania) a wierzchołkom stany - cele cząstkowe określone na przedmiocie działania.

Oczywiście aby zapewnić osiągnięcie celu, operacje muszą być wykonywane w określonym porządku. Niezbędny minimalny porządek, który musi być przestrzegany aby można było osiągnąć cel, może być zobrazowany grafem współzależności. Taki graf współzależności definiuje warunek fizycznej realizowalności zadania - osiągnięcia celu.

Oczywiście im więcej taki graf ma składowych spójności tym lepiej dla nas, gdyż tym większą mamy swobodę wykonywania operacji gwarantujących najwygodniejszy sposób osiągnięcia celu. Istotnym jest więc warunek aby graf współzależności określał wyłącznie, bezwzględnie konieczny porządek (kolejność) wykonywania operacji.

W naszym przykładzie były to operacje: podniesienie belki, przeniesienie i zrzucenie belki. Przy tym, jest to jedynie możliwa kolejność ich wykonywania.

ETAP VII. Należy dokonać analizy funkcjonalnej podmiotu działania przez wydzielenie wszystkich fragmentów podmiotu nadających się do wykonania kolejno wybranych operacji.

Czynność tę opiszemy na następującym przykładzie. Załóżmy, że podmiot składa się z czterech obiektów - elementów oznaczonych literami A, B, C, D. Natomiast zbiór operacji składa się z dwóch - oznaczonych cyframi I oraz II.

Wybieramy operację I: analizujemy, które elementy lub podzbiory tych elementów mogą realizować te operacje (czynność). Załóżmy, że w wyniku analizy stwierdziliśmy, że operację I może wykonać element A lub dwa elementy C i D. Natomiast operacje II może wykonać element C lub trzy elementy A, B i D.

W ten sposób przeprowadziliśmy analizę funkcjonalną podmiotu z punktu widzenia realizacji określonego zbioru operacji.

Zauważmy, że etap ten ma także charakter kontrolny. Mianowicie gdyby się okazało, że czynność II może wykonać obiekt C lub A, D to wynikałoby stąd, że element B podmiotu jest zbyteczny gdyż nie nadaje się do wykonania żadnej z wymienionych czynności a więc w wyniku dotychczasowej procedury wydzielony został „zbyt duży" podmiot.

Przeciwnie gdyby okazało się, że żaden podzbiór obiektów podmiotu nie nadaje się do wykonania jednej z operacji to popełniliśmy błąd w ETAPIE V fałszywie oceniając możliwości podmiotu (przeceniając te możliwości).

ETAP VIII. Należy określić

— rodzinę wybranych (z punktu widzenia możliwości osiągnięcia celu) zbiorów elementów mogących wymusić proces celowy,

— dla każdego z tak wyróżnionych zbiorów ustalić zestaw sposobów współdziałania elementów funkcjonalnych podmiotu w procesie działania.

Zwykle ograniczamy się do jednego lub dwóch (podmiotów) zbiorów elementów określających możliwe warianty składu zespołu realizującego zadanie i co najwyżej do kilku sposobów współdziałania dla każdego wariantu składu zespołu.

Do opisania sposobów współdziałania: synchronizacji w czasie czynności, kolejności wykonywania czynności w czasie itp. najbardziej nadaje się język graficzny w postaci wykresów harmonogramów, cyklogramów itp.

Do opisu sposobów współdziałania w przestrzeni, podobnie, najbardziej nadaje się język graficzny w postaci topogramów, szkiców sytuacyjnych itp.

ETAP IX. Należy ustalić kryterium (ilościowe) wyboru najlepszego sposobu realizacji i najlepszego zespołu (na podstawie rozważań przeprowadzonych w ETAPIE I).

Zauważmy, że kryterium wyboru musi być związane z dwiema wielkościami:

NAKŁADAMI na realizację działania, których wielkość jest wyrażana najczęściej w postaci KOSZTÓW oraz EFEKTAMI związanymi z osiągnięciem celu, wyrażanymi najczęściej w postaci osiągniętego PRZYCHODU.

Kryterium wyboru najczęściej ma postać różnicy lub ilorazu tych dwóch wielkości.

ETAP X. Należy dokonać wyboru najlepszego wariantu: zespół realizacyjny - sposób współdziałania, dla którego wartość kryterium osiąga ekstremum.

W rezultacie wyboru, zdefiniowany zostaje

— najlepszy zespół dla wykonania zadania

oraz

— najlepszy sposób współdziałania elementów tego zespołu zapewniający osiągnięcie celu - pożądanego stanu przedmiotu działania.

Najlepszy sposób działania definiuje najlepszą organizację działania zespołu (dla osiągnięcia danego celu).

KONIEC PRZEPISU.

Jak nietrudno zauważyć, fragment przepisu, dotyczący sposobu przeprowadzania analizy systemowej kończy się na ETAPIE VII. ETAPY: VIII, IX i X dotyczą wykorzystania wyników analizy systemowej w celu wybrania najlepszego zespołu i sposobu jego działania gwarantujących osiągnięcie zamierzonego celu.

Zauważmy, że wszystkie etapy do IX-tego włącznie nie poddają się prostej mechanizacji wszystkich czynności. Do ich wykonania niezbędny jest twórczy wysiłek organizatora, projektanta lub konstruktora. Z drugiej strony etapy VIII i X są najtrudniejsze do realizacji. Wymagają skonstruowania wielu wariantów organizacji, ich oceny i wyboru najlepszego. Im więcej rozpatrzymy tych wariantów tym większą mamy pewność, że wybrany wariant będzie najlepszym. Ponieważ konstrukcja każdego dopuszczalnego wariantu harmonogramu z rozmieszczeniem, jest bardzo pracochłonna to z konieczności w praktyce organizatorskiej, ograniczano się zwykle do dwóch, najwyżej trzech wariantów.

Dziś, gdy posiadamy takie narzędzia pracy jakimi są współczesne komputery, możemy je wykorzystać do automatycznej generacji wariantów organizacji działania i wyboru najlepszego.

Aby móc wykorzystać te możliwości musimy umieć porozumieć się komputerem i przedstawić nasz problem. Do tego właśnie celu służy opisana klasa języków problemowo zorientowanych.

W ten sposób najtrudniejszy etap X-ty może być równie łatwo jak poprzednie zrealizowany. I ponadto, (zależy to już tylko od jakości programów komputerowych), tak wyznaczona organizacja działań będzie najdoskonalszą z możliwych.

POSŁOWIE

Historia tej książki rozpoczęła się 27 lat temu, publikacją [] w kwartalniku PAN Zagadnienia Naukoznawstwa. Istotnym wsparciem prac w tej dziedzinie było przyznanie środków finansowych w ramach Problemu Węzłowego 06.1.1 („Algorytmy rozwiązywania problemów z zakresu badań Operacyjnych"). Przykładowo tylko w roku 1972 przygotowano następujące niepublikowane opracowania

- Aksjomatyczna teoria harmonogramów procesów produkcyjnych (*B. Andrzejewski*)
- Analiza i optymalizacja struktur administracyjnych na przykładzie systemu zaopatrzenia (*A. Grabowski*)
- Problemy optymalnego sterowania produkcją w złożonych systemach z przykładem praktycznego zastosowania w Kombinacie Budowy Domów (*I. Pluciński, J. Cichocki*)
- Wstęp do ścisłej teorii organizacji (*S. Piasecki*)

Wiele z nich przyczyniło się do powstania całego szeregu tematów prac doktorskich w latach następnych.

Wśród tych, których tematyka jest bardzo ściśle związana z treścią książki należy wymienić:

J. Dudziński: Problemy optymalnej organizacji działań specjalistycznych oddziałów inżynieryjnych (1973).

A. Grabowski: Synteza optymalnych systemów kierowania (1973).

J. Chmurzyński: Projektowanie systemów operacyjnych komputerów dla zadań mocno uwarunkowanych czasowo (1976).

T. Karbowski: Optymalizacja struktury organizacyjnej hierarchicznego systemu obsługi technicznej (1976).

Z. Kaszubowski: Optymalizacja regularnych terytorialnych systemów zaopatrzenia (1977).

G. Mikielewicz: Metoda syntezy systemu kierowania (1977).

T. Ambroziak: Optymalizacja harmonogramów realizacji przedsięwzięć przedstawionych grafem (1978).

R. Weydman: Operatywne kierowanie kolejowymi przewozami kontenerowymi (1978).

T. Jurkowska: Optymalizacja procesu kierowania rozrządzaniem wagonów (1979).

A. Wilk: Metody agregacji i dekompozycji danych dla potrzeb planowania produkcji (1979).

A. Kurzydłowska: Język problemowo zorientowany na zagadnienia organizacyjne i jego wykorzystanie w komputerowym systemie automatycznego wyznaczania harmonogramów (1985).

J. Stępień: Metoda harmonogramowania procesu produkcyjnego z uwzględnieniem przezbrojeń i remontów (1987).

J. Joszczuk: Komputerowy system kierowania ruchem statków na ograniczonych akwenach (1991).

Zarówno wymienione prace doktorskie jak i uczestnictwo wielu osób formalnie nie należących do zespołu, pozwoliło sprawdzić (i poprawić) przyjęte założenia ścisłej teorii organizacji w ramach wielu, wieloletnich prac prowadzonych dla różnych instytucji z których należy wymienić dwie - Ministerstwo Obrony Narodowej i Ministerstwo Transportu i Łączności. W pracach tych wyróżnili się szczególnie A. Chojnacki, B. Mażbic-Kulma i A. Rakus.

W załączonym wykazie literatury (artykułów i monografii) dotyczących ściśle tematyki książki - zamieszczono tylko wybrane prace. Wykaz ten nie obejmuje oczywiście wszystkich pozycji z dziedziny organizacji i zarządzania, gdyż musiałby on zająć oddzielny, kilkudziesięcio stronicowy tom.

W wykazie tym, na honorowym miejscu znalazłaby się zaginiona (znana tylko ze streszczenia) praca Karola Adamieckiego, który „wynalazł" harmonogram (w postaci graficznej), wprowadzając pojęcie harmonizacji w 1903 roku - podczas pracy nad udoskonaleniem organizacji wydobycia węgla w Jekaterynosławiu (Rosja). Podobnie podstawowe znaczenie dla przedstawionej organizacji miały prace G. Nadlera [19] i T. Kotarbińskiego [13].

Oddając tę książkę do rąk Czytelnika sądzę, że tezy w niej zawarte zostały dostatecznie przemyślane i sprawdzone w praktyce. Jednocześnie zdaję sobie sprawę, że dla wielu tezy te będą oczywiste jednak dla innych wkroczenie mechanizacji (dokładniej - komputeryzacji) w tak delikatną materię jaką jest Sztuka Kierowania i Zarządzania może być bulwersujące. Mam jednak nadzieję, że dalszy rozwój nauk ścisłych zmieni tę Sztukę w Naukę.

LITERATURA

a) Druki zwarte

[1] Ambroziak T.: *Optymalne planowanie operatywne*. Skrypt Wydz. Cyb. Techn. WAT (229 s.). Warszawa 1972.

[2] Bagielski J.: *Badanie zdolności procesów, maszyn i narzędzi pomiarowych*. Bellona, Warszawa 1993 (20 s.).

[3] Bittel L.R.: *Krótki kurs zarządzania*. Tłum. z ang. PWN, Warszawa 1994 (328 s.).

[4] Bubnicki Z.: *Podstawy informatycznych systemów zarządzania*. Politechnika Wrocławska, Wrocław 1993 (393 s.).

[5] Chorofas D.N.: *Systems and Simulation*. RAND Corporation Academic Press. N. York 1965 (420 s.).

[6] Chajtman S.: *Podstawy organizacji procesu produkcyjnego*. Warszawa 1971.

[7] Dantzig G.B.: *Linear Programing and Extensions*. Princeton University Press, New Jersey 1963.

[8] Drucker P.F.: *Praktyka zarządzania*. Akademia Ekonomiczna, Kraków 1994 (431 s.).

[9] Ford L.R. Jr., Fulkerson P.R.: *Przepływy w sieciach*. PWN, Warszawa 1969.

[10] Griffin R.W.: *Podstawy zarządzania organizacjami*. Tłum. z ang. PWN, Warszawa 1996 (828 s.).

[11] Grudzewski W.: Badania operacyjne w organizacji i zarządzaniu. Warszawa 1985.

[12] Karbowski T.: *Optymalizacja struktury organizacyjnej terytorialnego systemu obsługi technicznej*. Skrypt Wydz. Cyb. Techn. WAT (58 s.). Warszawa 1975.

[13] Korzan B.: *Elementy teorii grafów i sieci*. WNT, Warszawa 1978.

[14] Kotarbiński T.: *Traktat o dobrej robocie*. Wrocław-Warszawa-Kraków 1965.

[15] Krzyżanowski L.: *Podstawy nauk o organizacji i zarządzaniu*. PWN, Warszawa 1992 (328 s.).

[16] Kubała A., Piasecki S.: *Koncepcja języka ORGPLAN zorientowanego problemowo na zagadnienia organizacyjne*. Prace IBS PAN z. 72 (30 s.). IBS PAN Warszawa 1981.

[17] Kubala A., Piasecki S.: *Podstawy matematyczne teorii organizacji*. Prace IBS PAN z. 73 (17 s.). IBS PAN Warszawa 1982.

[18] Loéve M.: *Probability Theory*. D.Van Nostrad Company Inc., Princeton, New Jersey 1960 (717 s.).

[19] Muller Y.: *Wprowadzenie do nauki organizacji i badań operacyjnych*. T. I i II. Warszawa 1971.

[20] Nadler G.: *Work Systems Design - The Ideals Concept*. Illinois 1967.

[21] Nykowski I.: *Programowanie liniowe*. PWN, Warszawa 1980.

[22] Pawlak Z.: *Matematyczne aspekty procesu produkcyjnego*. PWE, Warszawa 1969 (190 s.).

[23] Penc J.: *Strategie zarządzania. Perspektywiczne myślenie*. Systemowe działanie. PLACET, Warszawa 1994 (224 s.).

[24] Pełka B.: *Zarys ekonomiki i organizacji przemysłowych procesów produkcyjnych*. PWE, Warszawa 1974 (319 s.).

[25] Piasecki S.: *Optymalizacja systemów obsługi technicznej*. WNT, Warszawa 1972 (283 s.).

[26] Piasecki S.: *Optymalizacja systemów produkcyjnych*. Skrypt Wydz. Cyb. Techn. WAT (121 s.). Warszawa 1972.

[27] Piasecki S., Chojnacki A.: *Planowanie operacji wojennych*. Skrypt Wydz. Cyb. Techn. WAT, Warszawa 1973 (104 s.).

[28] Piasecki S.: *Optymalizacja systemów przewozowych*. WKiŁ, Warszawa 1973 (187 s.).

[29] Piasecki S.: *Optymalizacja organizacji przestrzennej osiedli*. Prace IBS PAN z. 11 (91 s.). IBS PAN Warszawa 1977.

[30] Piasecki S.: *Problemy projektowania układów „Zielonych fal" w miastach*. Prace IBS PAN Z. 41 (20 s.). IBS PAN, Warszawa 1979.

[31] Piasecki S.: *Sterowanie procesem rozrządzania wagonów*. Prace IBS PAN z. 42 (20 s.). IBS PAN, Warszawa 1979.

[32] Piasecki S.: *Optymalizacja pierevozocznogo processa*. Izdat. Transport. Moskva 1979 (175 str.).

[33] Piasecki S.: *Podstawowe pojęcia i definicje analizy systemowej*. Prace IBS PAN z. 36 (20 s.). IBS PAN Warszawa 1979.

[34] Piasecki S., Palczewski A.: *Harmonogramowanie produkcji radiowej*. Prace IBS PAN z. 40 (24 s.). IBS PAN Warszawa 1979.

[35] Piasecki S., Rudnicki J.: *Problemy organizacji serwisu dla elektronicznego sprzętu powszechnego użytku*. Prace IBS PAN z. 60 (24 s.). IBS PAN Warszawa 1980.

[36] Piasecki S.: *Operatywne kierowanie pracą linii montażowej*. Prace IBS PAN z. 64 (20 s.). IBS PAN Warszawa 1981.

[37] Piasecki S.: *Teoria organizacji w świetle analizy systemowej jako teoria języka problemowo-zorientowanego*. Prace IBS PAN z. 82 (Część I, 112 s.) oraz z. 83 (Część II, 115 s.). IBS PAN, Warszawa 1982.

[38] Piasecki S., Kaszubowski Z.: *Optymalizacja systemów zaopatrzenia*. PWN, Warszawa-Łódź 1982 (178 s.).

[39] Piasecki S.: *Zagadnienia użytkowania maszyn i środków transportowych*. Polskie Nauk.-Techn. Tow. Eksploatacyjne. LTN, Warszawa-Lublin 1995 (86 s.).

[40] Piasecki S.: *Organization of Transport of Parcel Cavgoes*. Inst. Bad. Syst. PAN, Warszawa 1996 (88 s.).

[41] Sienkiewicz S.: *Inżynieria systemów*. Wyd. MON, Warszawa 1983 (355 s.).

[42] Strabrya A.: *Doskonalenie struktury organizacyjnej*. PWE, Warszawa 1991 (254 s.).

[43] Vollmuth H.J.: *Controlling. Planowanie, kontrola, zarządzanie*. Tłum. z niem. PLACET, Warszawa 1993 (248 s.).

[44] Walukiewicz S.: *Programowanie dyskretne*. PWN, Warszawa 1986.

[45] Weber R.A.: *Zasady zarządzania organizacjami*. Tłum. z ang. PWE, Warszawa 1996 (614 s.).

[46] Zieleniewski J.: *Organizacja zespołów ludzkich*. Warszawa 1964.

[47] *Zarządzanie firmą. Strategie, struktury, decyzje, tożsamości*. Tłum. z fr. PWE, Warszawa 1996 (598 s.).

b) Artykuły

[47] Grabowski A.: Analiza zadań systemu zaopatrzenia. Część II. *Biuletyn WAT*, nr 10, październik 1973 r. Warszawa 1973.

[48] Hackstein R., Uttendorf K.: Erchlissung Mathematischer Plannungs Verfare für die Praxis durch Mensch-Computer-Dialog. *Angewandte Informatic* nr 8 1979.

[49] Kroshnevis B., Chignell M.N.: A Framework for Artificial Intelligence Applications Software Development. *Computer in Industry* no 6 (1985).

[50] Kurzydłowska A., Piasecki S.: Le systéme conversational ORGPLAN comme on outil pour la composition automatique des harmonogrammes d'organisation de l'activité des enterprisess. *Proc. Internat. AMSE Conf. on Modelling and Simulation*. Paris-Sud 1-3 July 1982.

[51] Kurzydłowska A., Piasecki S.: Formalization and Computer Reprezentation of Organizing Problems for Purposes of Computer-Aided Problem Resolution. *Computer in Industry* no 10 (1988). North-Holland 1988 (13 str.).

[52] Kurzydłowska A., Piasecki S.: A Semantic Analysis of ORGAPLAN. *Computer in Industry* no 10 (1989). North-Holland 1988 (11 str.).

[53] Kurzydłowska A., Piasecki S.: ORGAPLAN - An Information-Decisive Aid System to Resolving Organizing Problems. *Computer in Industry* no 11 (1989). North-Holland 1989 (11 str.).

[54] Meyer B.E., Schneider H.J.: Tools for Information System Design and Realization. *Proceedings of the IFIP TC-8 Working Conference on Formal Models and Practical Tools for Information System Design*. Oxford U.K. 1979.

[55] Piasecki S.: Organizacyjne aspekty eksploatacji urządzeń. Konf. *„Sympozjum eksploatacji urządzeń technicznych"*. Poznań, wrzesień 1969. Specjalny Zeszyt Prac Zespołu Teorii Eksploatacji WAT. WAT, Warszawa 1969.

[56] Piasecki S.: Matematyczne aspekty teorii organizacji. *Zagadnienia Naukoznawstwa*, nr III/1970. PAN, Warszawa 1970 (35 str.).

[57] Matematyczne aspekty teorii organizacji. Konf. *„Badania operacyjne w zarządzaniu"*. Wrocław, styczeń 1973, TNOiK i PAN, Wrocław 1973 (29 str.).

[58] Piasecki S.: Wstęp do ścisłej teorii organizacji i zarządzania. Konf. *„Metody cybernetyczne w zarządzaniu"*. Warszawa, kwiecień 1974, Inst. Org. i Kier. PAN i MNSzWiT, Warszawa 1974 (35 str.).

[59] Piasecki S.: Matematyczne aspekty wyboru struktury organizacyjnej uczelni wyższej. *Badania Operacyjne*, t. 3. Inst. Cyb. Techn. WAT, Warszawa 1975 (16 str.).

[60] Piasecki S.: Teoria organizacji w świetle cybernetyki. *Człowiek i Światopogląd* nr 7-8. Warszawa 1975.

[61] Piasecki S., Zalewski W.: Wybrane zagadnienia z metodyki projektowania wieloprocesowych systemów operacyjnych komputerów. Konf. *„Problemy wielodostępu w systemach komputerowych"*. Międzyzdroje 18-21.10.1976. Wyd. Polit. Wrocł. Wrocław 1976 (12 str.).

[62] Piasecki S.: Matematiczeskoje aspekty opredelenia organizacionnoj struktury wyższej szkoły. Konf. *„Management of Research and Education"*. Wrocław 18-21.IX.1976. Wyd. Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1976.

[63] Piasecki S.: Projektowanie terytorialnego systemu informatycznego dla hierarchicznych systemów zarządzania. Konf. *INFOGRYF 80*. TNOiK Oddz. Szczecin 1980 (13 str.).

[64] Piasecki S.: Applications of Systems Theory of Economics Management. Konf. *„Proceedings of the 5-th Polish-Italian Symposium"*. Toruń, June 11-16 1980. PWN, Warszawa-Łódź 1980 (11 str.).

[65] Piasecki S.: Operatywne kierowanie pracą linii montażowych. Konf. *„Zastosowanie komputerów w przemyśle"*. Szczecin 17-18.IX.1981. Komitet NOT d/s Informatyki, Szczecin 1981. Tom III (17 str.).

[66] Piasecki S., Grzegorczyk H.: Organizacja kolejowych przewozów kontenerowych z wykorzystaniem ETO. Konf. *„Nauka-Transport-Polityka"*. Politechnika Warszawska, Warszawa 1981 (17 str.).

[67] Piasecki S.: Matematiczeskaja teoria operacji kak teoria specjalirizovanego jazyka. Konf. *„Mathematical Methods in Operation Research"*. Sofia 24-29 October 1983. Plenary Lectures. Institute of Mathematic with Computer Centre. Sofia 1983 (13 str.).

[68] Tamm B.G., Tyung E.Ch.: About Forming of Problem-Oriented Software. *Kibernetika 4* (1975).

ISBN 83-85847-03-0

W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy
prosimy o kontakt z Instytutem Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa
tel. 37-68-22 e-mail: kotuszew@ibspan.waw.pl