

II. NIEKTÓRE PRAWIDŁOWOŚCI PROCESU PRZETWARZANIA DANYCH

1. Procesy i system przetwarzania danych

Proces przetwarzania danych jest to zespół organicznie ze sobą powiązanych operacji przetwarzania, dzięki którym dane (informacje wejściowe) przekształcają się w informacje wyjściowe.

W analizie procesu przetwarzania danych, — analogicznie do procesu produkcyjnego¹, występują częste rozbieżności i trudności wynikające z niedostatecznego sprecyzowania warunków charakteryzujących istotę procesu przetwarzania danych. Warto tu podkreślić, że istnieją dwa punkty odniesienia w analizie, ponieważ proces przetwarzania zawsze:

- dotyczy określonego zagadnienia podlegającego przetwarzaniu,
- przebiega w określonych komórkach przetwarzania danych.

I w analizie i projektowaniu procesu przetwarzania danych należy z jednej strony skoncentrować się na określonych zagadnieniach, których proces ten dotyczy, niezależnie od tego, w jakich komórkach przebiega, z drugiej — niezbędne jest powiązanie procesu przetwarzania danych z określoną komórką przetwarzania danych bez względu na to, jakie zagadnienia są w niej przetwarzane. W pierwszym wypadku mamy do czynienia z procesem przetwarzania danych (określonego) zagadnienia, w drugim — z procesem przetwarzania danych przebiegającym w określonej komórce przetwarzania danych.

Oba te aspekty muszą być oddzielnie i niezależnie od siebie rozważane jako dwa przekroje analizy procesu przetwarzania danych. Ilustrację odrębności tych przekrojów podaje rysunek 10.

Niektóre procesy przetwarzania danych zagadnień są realizowane w jednej komórce, np. Z_2 przetwarzane w KPD₁. Procesy przetwarzania danych innych zagadnień przebiegać mogą w różnych komórkach.

W analizie i doskonaleniu organizacji przetwarzania danych punktem wyjścia powinien być z reguły proces przetwarzania zagadnienia. Po pod-

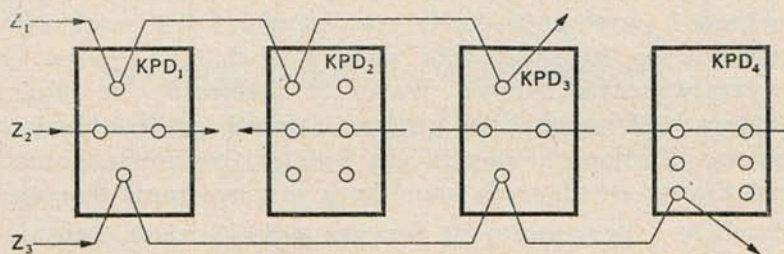
¹ Występuje tu analogia do teorii procesu produkcyjnego opracowanej przez S. Chajtmana. Por. S. Chajtman: op. cit.

jęciu decyzji w sprawie układu procesów przetwarzania poszczególnych zagadnień można konsekwentnie przystąpić do analizy ich przebiegu w poszczególnych komórkach przetwarzania danych. Rezultatem tego będzie ustalenie procesów przetwarzania w poszczególnych komórkach. Wyłonienie KPD wynika również z analizy struktury produkcyjnej i przyjętego układu komórek produkcyjnych (KP) oraz komórek produkcyjno-administracyjnych (KPA). Zależność między tymi komórkami ma charakter koniunkcji ²:

$$KPA = KP \wedge KPD,$$

przy czym może wystąpić przejście od struktury KPD do struktury przetwarzaniowo-administracyjnej, czyli do wyłonienia administracyjnych komórek przetwarzania danych (KPKA).

KPD są komórkami, które przyjmują dane (informacje wejściowe) i przetwarzają je na informacje wyjściowe za pomocą metod i instrukcji zwanych często algorytmami. KPD mogą być zarówno jednoosobowe, jak i wieloosobowe, tworzące tzw. komórki sztabowe. Natomiast przykładem KPKA może być ośrodek obliczeniowy.



Rys. 10. Proces przetwarzania danych zagadnienia a proces przetwarzania w komórce przetwarzania danych (KPD) (Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 — procesy przetwarzania danych określonych zagadnień, KPD_1 , KPD_2 , KPD_3 , KPD_4 — komórki przetwarzania danych). Kółka oznaczają stanowiska urzędnicze lub urządzenia

Proces przetwarzania danych zagadnienia składa się z operacji przetwarzania, wśród których można wyróżnić 5 rodzajów operacji:

- operacje obliczeniowe, których rezultatem jest zmiana „kształtu” informacji lub też przegrupowanie informacji (np. posortowanie), w wyniku czego nowy układ informacji nabiera innego znaczenia,
- operacje transportowe,
- operacje kontroli,
- operacje magazynowania,
- operacje konserwacji.

Zespolenie operacji przetwarzania danych w zakresie jednego rodzaju operacji daje odpowiednio: proces obliczeniowy, proces transportowy

² Zależność tę bliżej omówimy w rozdziale II, pkt. 4.

(m. in. jako jedna z form występuje tzw. transmisja informacji, kiedy występuje zmiana rodzaju fizycznego nośnika), proces kontroli ręczny i maszynowy, proces magazynowania oraz proces konserwacji.

Analogicznie, jak w technologii budowy maszyn, za kryterium definicji operacji przetwarzania danych przyjęto zasadę, że w ciągu trwania operacji występuje niezmiennosc przedmiotu pracy, stanowiska roboczego i wykonawców.

Możemy teraz powiedzieć, że operacja przetwarzania danych jest częścią procesu przetwarzania danych, wykonywaną na określonej danej lub grupie danych (informacji WE), na jednym roboczym stanowisku (lub urządzeniu) przez jednego pracownika (lub grupę pracowników) przy tym samym uzbrojeniu bez zmiany któregośkolwiek z tych elementów.

Przykładowo: program komputera realizuje jedną operację przetwarzania danych (OPD), która może składać się z sekwencji odpowiednich zabiegów maszyny³.

Podział operacji na zabiegi umożliwia wyłonienie tzw. typów mikrooperacji przetwarzania danych, jak np. arytmetycznych, logicznych, organizacyjnych.

Proces przetwarzania danych zagadnienia składa się z ciągu operacji, przy czym ciąg, w którym występują tylko operacje obliczeniowe i kontrolne (kończące proces przetwarzania danych samodzielnego zagadnienia) będziemy nazywali podstawowym ogniwem przetwarzania (OP). Pojęcie ogniwa przetwarzania jest bardzo przydatne w projektowaniu systemu przetwarzania danych (SPD), a w szczególności w zagadnieniach metodyki projektowania SPD. W praktyce projektowania i uruchamiania zmodernizowanych SPD opierającej się na elektronicznej technice obliczeniowej konieczne jest posługiwanie się elementami SPD, które dają się łatwo wyodrębnić. Stąd też elementy tego typu nazwano ogniwami przetwarzania, które mogą występować samodzielnie. Odpowiednie celowe zgrupowanie ogniw przetwarzania tworzy łańcuch-sieć przetwarzania, który określa podstawowy charakter systemu.

W dotychczasowych definicjach „systemu” przewijają się dwa dość istotne sformułowania. Z pierwszego wynika, że system (układ) składa się z pewnej liczby składników, z drugiego natomiast — że dopiero odpowiednie powiązanie tych składników tworzy system⁴.

W odniesieniu do problematyki przetwarzania danych, te dwa sformułowania wykorzystamy w ten sposób, że za podstawowy składnik SPD

³ W tym ujęciu zabieg maszyny odpowiada potocznie określonej operacji maszyny. Analizując operację procesu przetwarzania danych nie utożsamiamy jej z operacją maszyny.

⁴ Por. H. Greniewski, *Elementy logiki indukcji*, Warszawa 1955; W. R. Ashby, *Wstęp do cybernetyki*, Warszawa 1963; M. Mazur, *Cybernetyczna teoria układów samodzielných*, Warszawa 1966; O. Lange, *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, Warszawa 1962.

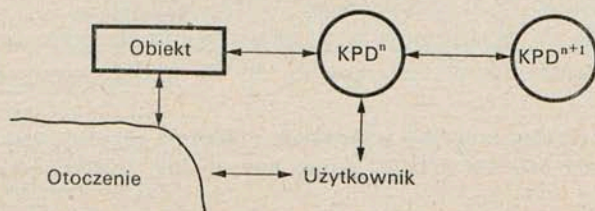
uznamy (uprzednio zdefiniowane) ogniwo przetwarzania, natomiast system PD zostanie określony przez odpowiednie celowe zgrupowanie ogniw w łańcuch-sieć przetwarzania.

W ten sposób SPD będziemy interpretowali jako proces przetwarzania danych zagadnienia, który odbywa się dzięki odpowiedniemu zgrupowaniu podstawowych ogniw przetwarzania i ich wzajemnej sieci sprzężeń, przy czym zgrupowanie to następuje: ze względu na podobieństwo OP, ze względu na związek tych OP w układach regulacji, bądź ze względu na związek OP w przetwarzaniu wielkości sterowanej (zagadnienia) lub też na związek w przetwarzaniu w zbliżonych okresach.

2. Komórka przetwarzania danych jako układ regulacyjny

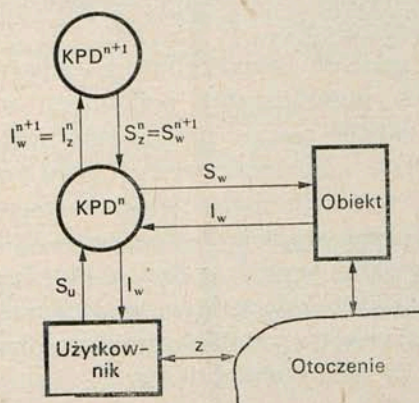
Każda komórka, w której powstaje proces produkcyjny lub pewna tylko jego część (np. operacja produkcyjna) dostarcza danych o przebiegu tego procesu oraz wymaga informacji do kierowania tym procesem. Odbiorcą danych, a zarazem nadawcą wspomnianych informacji jest właśnie komórka przetwarzania danych sterująca daną komórką produkcyjną. Wynika stąd, że komórka przetwarzania danych steruje: komórką produkcyjną (KP) i powstającym w niej procesem produkcyjnym nazywanym dalej „obiektem”. Prócz tego KPDⁿ może sterować inną KPD niższego stopnia (n-1). Niezależnie od hierarchicznych powiązań w strukturze komórek przetwarzania danych mogą wystąpić tacy odbiorcy i nadawcy informacji, których kontakt z daną KPD nie wynika z zależności szczeblowej. Przykładem może być dyrektor przedsiębiorstwa, który nie zważając na „drabinę zależności” może przekazać lub zwrócić się bezpośrednio po dane do niższej od niego o kilka stopni KPD. Tego typu odbiorców i nadawców informacji nazwiemy w skrócie „użytkownikami”.

Zarówno KP, KPD jak i użytkownicy działają w określonych warunkach, które przez „obiekty” i „użytkowników” mają „pośredni wpływ” na daną KPD. Warunki te będziemy dalej w skrócie nazywali „otoczeniem”. Wzajemne relacje KP, KPD, użytkownika i otoczenia ilustruje rysunek 11.



Rys. 11. Wzajemne relacje komórki przetwarzania danych (KPD), obiektu sterowanego, użytkownika i otoczenia

Komórka przetwarzania danych steruje obiektem w dwóch głównych procesach przetwarzania danych. Pierwszy wpływający na obiekt nazwiemy sterowaniem (S_w), a drugi — dzięki możliwości identyfikowania aktualnego stanu obiektu — nazwiemy odzwierciedleniem (I_w). Ponieważ proces przetwarzania danych jest realizowany w ramach 5 rodzajów operacji (por. rozdz. II, pkt 3), gdzie ciąg jednakowych operacji może tworzyć proces przetwarzania danych (obliczeniowy, transportowy itd.), to dla odróżnienia wymienione procesy sterowania i odzwierciedlenia, które podobnie przetwarzają dane, będziemy nazywali głównymi procesami przetwarzania danych (por. rys. 12).



Rys. 12. Główne procesy przetwarzania danych w komórce przetwarzania danych (KPD)

Twierdząc, że KPD steruje obiektem zrobiliśmy na początku celowo pewne uproszczenie. Faktycznie bowiem obiekt jest sterowany w procesie przetwarzania danych zagadnienia, z tym jednak, że dany proces wpływa na obiekt właśnie przez KPD. Zależności między KP a KPD mają na celu:

- aktywny wpływ KPD na KP, który jest realizowany w procesie sterowania, albo
- uzyskiwanie danych o działaniu obiektu, które powstaje w procesie odzwierciedlenia.

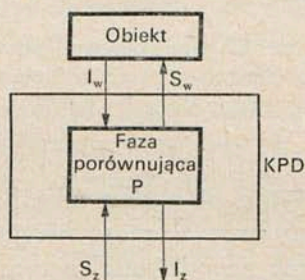
Podobne cele wzajemnego współdziałania wystąpią w relacjach: KPD^n — KPD^{n+1} , KPD — użytkownik, z tym jednak, że w stosunku do obiektu będzie to wpływ albo odzwierciedlenie pośrednie.

Dzięki głównym procesom przetwarzania KPD mogą się łączyć między sobą, tworząc strukturę komórek przetwarzania danych.

3. Fazy przetwarzania w komórce przetwarzania danych

Punktem ciężkości w analizie struktury procesu przetwarzania w KPD (o ile ograniczymy się do rozpatrywania tylko współdziałania w relacji KPD — obiekt) jest zbadanie, w jakim zakresie faz przetwarzania zostaje wyodrębniony proces sterowania (S_w). Zakładamy równocześnie, że na ten proces mogą mieć wpływ inne główne procesy przetwarzania, jak odzwierciedlenia wewnętrznego (I_w) i sterowania z zewnątrz (S_z). W tym badaniu chodzi o to czy zakres faz przetwarzania w KPD jest taki sam w wypadku przewodnictwa jednego procesu przetwarzania danych (zagadnienia), jak i w wypadku przewodnictwa dwu i więcej procesów przetwarzania danych (zagadnień).

W pracach nie związanych bezpośrednio z rozpatrywanym problemem, ale przedstawiających poszukiwania podobnych mechanizmów (np. w układach cybernetycznych) panuje pewna zbieżność poglądów. Na przykład M. Mazur badający właściwości sterownicze organizmu (tzw. fizyczna teoria charakteru) wyróżnia dwa organy sterownicze układu: receptor (na wejściu) i efektor (na wyjściu)⁵. Podobnie J. Tou podając schemat blokowy układu sterowania wyróżnia dwa składniki: estymator optymalny (na wejściu) i regulator optymalny (na wyjściu)⁶. Tych dwóch autorów stosuje tę samą nazwę (estymator) dla dwóch różnych komponentów. Są jednak zgodni co do liczby składników.



Rys. 13. Funkcje regulacyjne KPD w warunkach sterowania obiektem według jednego parametru

Również R. Paszkowski⁷ wyróżnia w elemencie decyzyjnym (komponentie układu sterowania) dwa składniki: procesor, który przygotowuje

⁵ Por. M. Mazur, op. cit.

⁶ Por. J. Tou, *Nowoczesna teoria sterowania*, Warszawa 1967.

⁷ Por. R. Paszkowski, *Niektóre problemy sterowania wielkiego systemu*, referat na konferencję PAN, *Problemy cybernetyki technicznej*, Warszawa 1967.

dane wchodzące do przetwarzania oraz realizator, który realizuje operacje wyboru. My natomiast zamiast rozpatrywać składniki KPD zajmiemy się badaniem faz przetwarzania w komórce.

W najprostszym wypadku, gdy regulowany jest tylko jeden parametr obiektu, wtedy KPD realizuje (por. rys. 13):

— pomiar różnicy (uchybu) między aktualnym stanem obiektu (I_w) a pożądanym (zadaniem — S_z),

— sterowanie obiektu według wyregulowanego parametru w ramach S_w .

Regulacja ta jest tak prosta w stosunku do poprzedniego wypadku (jeden parametr), że może przebiegać w jednej fazie, którą nazwiemy porównującą — P .

W fazie porównującej (P) występują sformułowania:

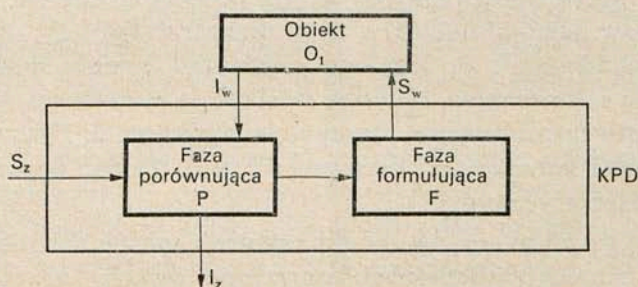
a) różnicy między wejściem (operator warunków początkowych — S_z) a wyjściem (I_w) oraz

b) sygnału uchybu — sterującego obiektem (S_w).

Zasada działania SPD wyrażona jest zależnością ⁸.

$$S_w(s) = S_z(s) - I_w(s).$$

Z chwilą kiedy wielkością sterowaną jest kilka parametrów, wówczas po wykryciu ich uchybów występuje konieczność sformułowania scalonego ograniczenia sygnału sterowania (S_w). Odbywa się to w fazie formułującej (F). System regulacji zostaje wzbogacony o nową fazę, jak na rysunku 14.



Rys. 14. Funkcje regulacyjne KPD w warunkach sterowania obiektem według kilku parametrów

Zasada działania SPD wyrażona jest następującą zależnością:

$$S_w(s) = f[(S_z(s)) - I_w(s)].$$

Na marginesie rozpatrywanego zagadnienia omówimy fazę porównującą, występującą w układzie regulacji adaptacyjnej. Według E. Mishkina i L. Brauna, A. A. Krasowskiego i G. S. Pospielowa, R. Bellmana — ukła-

⁸ Stosując przekształcenie Laplace'a przechodzimy z obszaru funkcji czasu zastępując równanie różniczkowe zależnościami algebraicznymi.

dy regulacji nie wymagające do ich wykonania i funkcjonowania kompletu informacji początkowej o obiekcie sterowanym, którego parametry zmieniają się w szerokich granicach — określa się jako adaptacyjne⁹. Układy te mają pewną zdolność przystosowywania do zmieniających się warunków zewnętrznych.

W układach adaptacyjnej regulacji automatycznej, która również ma miejsce w wypadku SPD (np. w warunkach gospodarki rynkowej), dąży się do równoległego rozwoju obiektu i modelu realizującego sterowanie.

Proces odzwierciedlenia działania obiektu wpływa zarówno na przyszłe sterowanie ($t+1$) obiektu, jak i na ten model.

Analizując model matematyczny formułujący proces sterowania okazuje się, że na optymalne sterowanie mają wpływ dwa rodzaje błędów:

a) błędy niezależne od czasu, te które nie zmieniają się z okresu na okres,

b) błędy od czasu zależne.

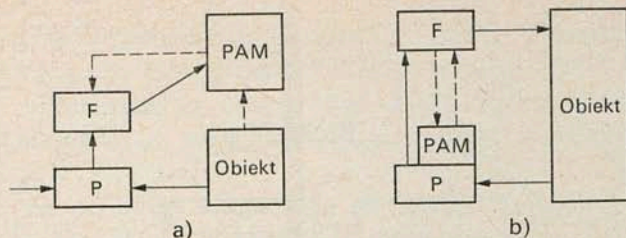
Błędy pierwszego typu są spowodowane pewnymi trudnościami matematycznego sformułowania takiego modelu, który precyzyjnie mógłby reprezentować złożoność procesów produkcyjnych obiektu. Poszukiwanie takiego matematycznego modelu jest nawet praktycznie zbędne. (Gdyby nawet udało się taki model sformułować, stosowanie go w praktyce napotykałoby poważne trudności). Lepszym rozwiązaniem byłoby znalezienie modelu, który zawierałby tylko podstawową charakterystykę działania obiektu. W tym rozwiązaniu zostanie wybranych kilka zasadniczych parametrów, które umożliwiłyby ciągłą adaptację modelu do zmieniających się praw działania obiektu. Stąd niektórzy autorzy, np. J. Peshon, proponują dobudowanie do każdego parametru modelu nowej pętli odzwierciedlenia i sterowania zmienną wielkością parametru, który uczestniczy w modelu formułującym sterowanie obiektem. J. Peshon wyprowadził typy postaci kanonicznej sterowania¹⁰, a R. Tarjan opracował je pod względem matematycznym¹¹.

Okazuje się, że adaptacyjne układy regulacji można również scharakteryzować za pomocą wyłonionych uprzednio dwóch faz: porównującej i formułującej, ale przy odpowiednim uzupełnieniu wzajemnych połączeń. Chwilowo wprowadzimy dodatkową fazę porównania adaptacyjnego modelu (PAM), w której występuje weryfikacja parametrów biorących udział w fazie formułującej (por. rys. 15).

⁹ Por. E. Mishkin, L. Braun, *Adaptacyjne układy sterowania automatycznego*, Warszawa 1965; A. A. Krasowski, G. S. Pospiełow, *Podstawy automatyki i cybernetyki technicznej*, Warszawa 1965; R. Bellman, *Adaptacyjne procesy sterowania*, Warszawa 1965.

¹⁰ Por. J. Peshon, *Disciplines and Techniques of Systems Control*, London, New York 1965, Blaisdell Publ. Comp.

¹¹ Por. R. Tarjan, *Forms on Stabilisty of Adaptive Control System, Symposium on Optimizing and Self Adaptive Systems Theory*, Rome 1962.



Rys. 15. Adaptacyjny układ regulacji automatycznej:
a) PAM — jako dodatkowa faza F , b) PAM jako podfaza przy fazie P

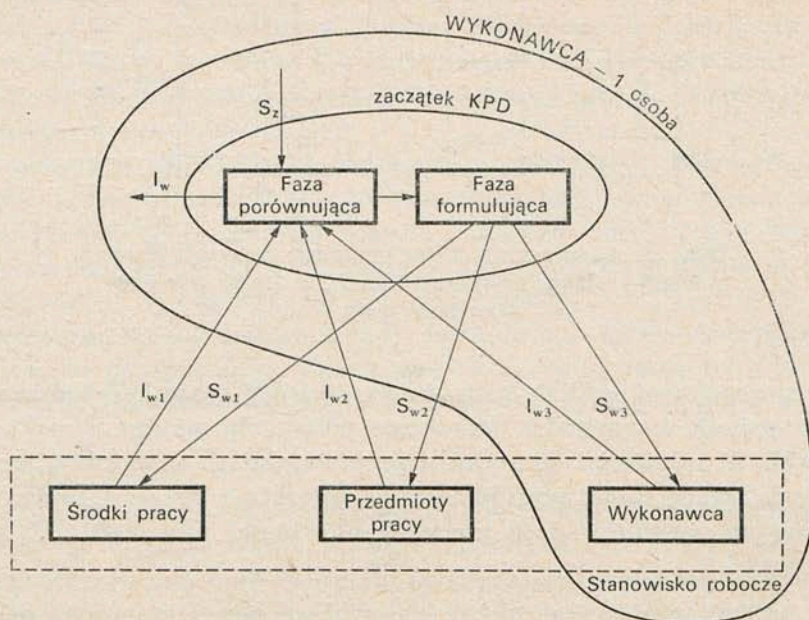
Przy szczegółowej analizie okazuje się, że PAM może być podfazą fazy P , z tym jednak, że zachodzą dodatkowe połączenia między fazą F a podfazą PAM. W zależności od rodzaju przetwarzanych zagadnień, w poszczególnych fazach mogą wystąpić różne algorytmy przetwarzania, które w końcowym rezultacie dają początek głównemu procesowi PD sterowania (S_w).

4. Struktura komórek przetwarzania danych

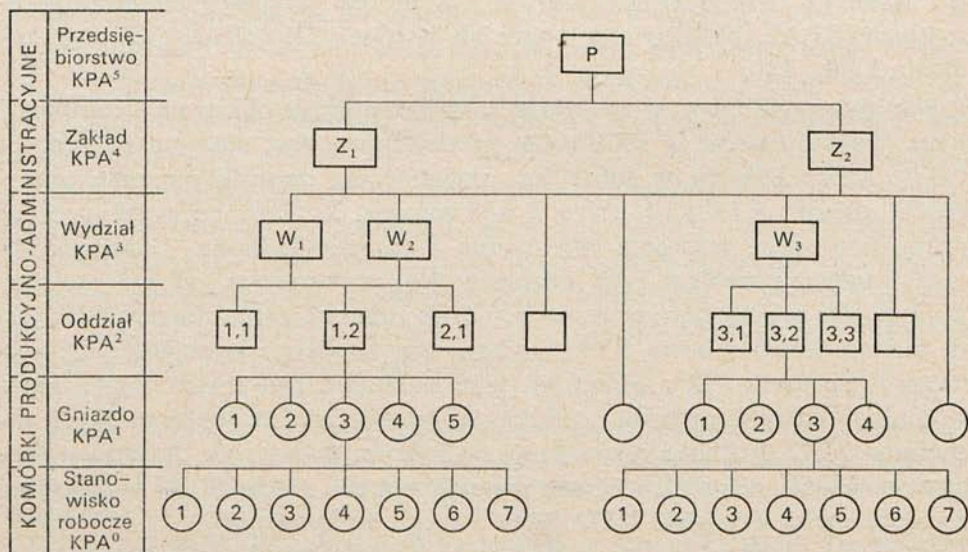
System przetwarzania danych z jednej strony wynika ze struktury produkcyjnej i produkcyjno-administracyjnej, a z drugiej — ma poważny wpływ na kształtowanie się tych struktur. Analizując proces wyłaniania się komórek przetwarzania danych i komórek produkcyjno-administracyjnych (KPA), zbadamy wzajemne ich zależności zasygnalizowane w rozdziale I (pkt 4).

Jak już mówiliśmy w rozdziale I, najmniejszym ogniwnem produkcyjnym, występującym w strukturze produkcyjnej jest stanowisko robocze (STR), które kojarzy w sobie trzy podstawowe czynniki procesu pracy: środki pracy, przedmiot pracy i wykonawcę. Te trzy czynniki procesu pracy podlegają procesom sterowania i odzwierciedlania. Układem koordynującym przebiegi tych procesów jest wykonawca, od którego rozpoczyna się proces powstawania komórek przetwarzania danych. Nie jest to jednak jednoosobowa KPD, wykonawca bowiem nie zajmuje się wyłącznie procesem PD, a głównym jego zadaniem jest realizowanie odpowiedniego odcinka procesu produkcyjnego. Mechanizm wyłaniania się zaczątków KPD ilustruje rysunek 16, na którym widać, jak ten sam wykonawca określa również wewnętrzne zadania dla siebie (S_{w3}), wynikające z mechanizmu działania KPD (tego samego wykonawcy).

Wykonawca realizuje więc dwa procesy: proces produkcyjny i proces przetwarzania danych. Na najniższych szczeblach komórek produkcyjnych stopień szczegółowości i zakres przetwarzania danych nie wyma-



Rys. 16. Mechanizm wyłaniania się zaczątków komórki przetwarzania danych (KPD)



Rys. 17. Struktura produkcyjno-administracyjna w zakresie sześciu szczebli komórek produkcyjno-administracyjnych przedsiębiorstwa

gają wyspecjalizowanych KPD. Dopiero w miarę wzrostu szczebli komórek produkcyjnych, a w związku z tym wzrostu ilości wykonawców obserwujemy wyłanianie się oddzielnych KPD, np. rozdzielnie warsztatowe, sekcje planowania wydziałowego, międzywydziałowego, zakładowego.

Ze względu na potrzebę wyłaniania wspólnego kierownictwa i wspólnych KPD powstaje, w wyniku określonego grupowania komórek produkcyjnych, struktura produkcyjno-administracyjna, uzupełniona przez kierownictwo komórek produkcji pomocniczej (np. narzędziowni) i kierownictwo komórek funkcjonalnych (np. działów technologicznych) tworzy strukturę zarządzania przedsiębiorstwa. Schemat struktury produkcyjno-administracyjnej w zakresie sześciu szczebli komórek produkcyjno-administracyjnych przedsiębiorstwa ilustruje rysunek 17.

Wyłanianie się komórek produkcyjno-administracyjnych następuje już począwszy od stanowiska roboczego (KPA^0), w którym nie występuje jeszcze samodzielnie KPD. Tak więc KPA^0 pokrywa się z komórką produkcyjną KP^0 , tzn.:

$$KPA^0 = KP^0.$$

Podobna zależność może wystąpić na szczeblu gniazda (KPA^1). Natomiast już na wyższych szczeblach KPA , np. oddziałów (KPA^2), wydziałów (KPA^3), zakładów (KPA^4), przedsiębiorstw (KPA^5) — komórki produkcyjno-administracyjne powstają z koniunkcji komórek produkcyjnych i specjalnie wyłonionych komórek przetwarzania danych, według zależności:

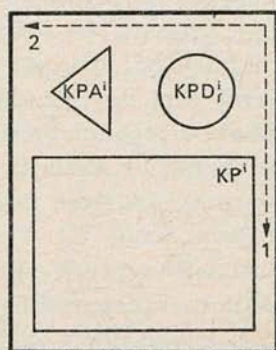
$$KPA^1 = KP^1 \wedge KPD^1, \text{ gdzie } 1 = 2, \dots, n.$$

Zależność tę można przedstawić graficznie, jak na rysunku 18, na którym dodatkowo wyróżniono KPD_1 typu liniowego (np. kierownik, dyrektor) i KPD_i typu funkcjonalnego (np. sekcja planowania). Wśród KPD_i ponadto można jeszcze wyróżnić komórki funkcjonalno-liniowe — KPD_{11} wyłonięne ze względu na wspólne kierownictwo nad KPD_i .

Po szczegółowej analizie struktury pojedynczej KPA można łatwo rozróżnić dwie tendencje projektowania SPD. Na rysunku 18 strzałka 2 wskazuje na tendencję projektowania SPD zgodnie z potrzebami kierownika lub dyrektora. Natomiast strzałka 1 wskazuje na tendencję projektowania SPD zgodnie z potrzebami procesu produkcyjnego.

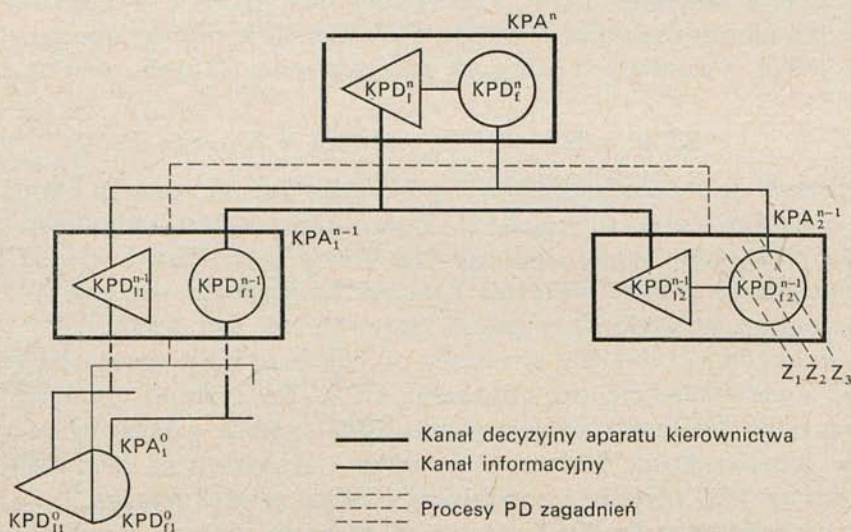
Przy projektowaniu SPD nie ma w zasadzie wyboru między obiema wspomnianymi tendencjami. Oba kierunki projektowania SPD są niezbędne dla potrzeb kierowania przebiegiem procesów produkcyjnych. Często w SPD, stosującym maszyny matematyczne, do użytkowników informacji, zalicza się również pracowników komórek przetwarzania danych. Prowadzi to do projektowania zdeintegrowanych SPD, których główne zadania (obsługa KP^1 , KPD^1) zostają rozproszone i mają charakter cząstkowy.

Przy projektowaniu SPD podstawowe znaczenie ma ustalenie struktury produkcyjnej i struktury komórek przetwarzania danych. Dopiero opierając się na tych dwóch elementach przystępujemy do tworzenia struktury produkcyjno-administracyjnej, która wyznacza użytkowników informacji, kierowane przez nich komórki produkcyjne oraz szczeble SPD.



Rys. 18. Składniki komórki produkcyjno-administracyjnej (KP — komórka produkcyjna i -tego stopnia, KPD^i_f — użytkownik informacji — komórka przetwarzania danych i -tego stopnia, KPD^i — komórka przetwarzania danych funkcjonalna i -tego stopnia)

Na rysunku 19 przedstawiamy wycinek struktury produkcyjno-administracyjnej z naniesionymi kanałami: decyzyjnymi (między szczeblami aparatu kierownictwa) i informacyjnymi (między komórkami przetwarzania danych).



Rys. 19. Struktura produkcyjno-administracyjna z naniesionymi kanałami: decyzyjnymi (kierownictwa) i informacyjnymi

Na strukturę komórek przetwarzania danych decydujący wpływ ma technika obliczeniowa zastosowana w procesie przetwarzania danych, która wpływa również na stopień zintegrowania SPD. W SPD o wyższym stopniu zintegrowania liczba szczebli komórek PD ma tendencję malejącą

oraz skład osobowy tych komórek jest niewielki. W ten sposób pod wspólnym kierownictwem (KPA) można skupić większą liczbę komórek produkcyjnych (KP). Aby ustalić strukturę KPD i KPA należy przede wszystkim przyjąć:

- środki techniczne współuczestniczące w realizacji procesu przetwarzania danych,

- stopień integracji SPD i ogólne rozwiązanie poszczególnych ważniejszych procesów PD zagadnień.

Dopiero teraz, w ramach ustalonej struktury komórek PD i struktury produkcyjno-administracyjnej można przystąpić do:

- a) projektowania szczegółowego SPD poszczególnych zagadnień biorąc pod uwagę liczbę szczebli KPD, przez które dany SPD zagadnienia będzie przebiegał, liczbę szczebli aparatu kierownictwa oraz liczbę szczebli komórek produkcyjnych oraz

- b) projektowania SPD dla poszczególnych komórek PD i użytkowników informacji, który będzie wynikał z charakteru i liczby różnych zagadnień przetwarzanych w danej KPD.

Niezgodność liczby szczebli komórek przetwarzania danych z liczbą szczebli decyzyjnych doprowadza do zaburzeń organizacyjnych, które z kolei prowadzą do zaburzeń informacyjnych, o których mówimy w rozdziale III, pkt 3.

5. Problemy analizy struktury komórek przetwarzania danych

Analizę struktury KPD można przeprowadzić pod względem liczby występujących typów komórek (KPD_1 , KPD_t , KPD_n) na poszczególnych szczeblach zarządzania. Wyróżniamy trzy szczeble zarządzania (np. układ zjednoczenia) odpowiadające:

- kierowaniu strategicznemu (np. dyrektor naczelny zjednoczenia, przedsiębiorstwa, ośrodka — instytutu branżowego),

- kierowaniu taktycznemu (np. z-ca dyrektora przedsiębiorstwa ds. produkcji, kierownik zespołu wydziałów produkcyjnych),

- kierowaniu operacyjnemu (np. kierownik wydziału produkcyjnego, mistrz, brygadzysta, robotnik).

Według przeprowadzonych badań¹² strukturę KPD wybranego zjednoczenia przemysłowego przedstawia rysunek 20. Spośród wszystkich KPD aż 95% stanowią komórki typu funkcjonalnego, a na 1 KPD_n przypada średnio 6 KPD.

Dość zmienne jest rozmieszczenie KPD funkcjonalnych na poszczególnych szczeblach kierowania. Na szczeblu kierowania operacyjnego — KPD

¹² Por. A. Zalewski, A. Targowski, R. Filipiak, J. Stępiński, *Badanie możliwości modernizacji branżowego systemu informacyjnego*, Zakład Prakseologii PAN, Warszawa 1969 (praca nie publikowana).

funkcjonalne stanowią tylko 0,5% wszystkich KPD, którymi na tym szczeblu są w 99,5% KPD liniowe. Natomiast na szczeblu kierowania taktycznego KPD funkcjonalne stanowią już 76,4% wszystkich komórek tego szczebla, z których KPD liniowe stanowią tylko 10,6%. Podobna struktura komórek występuje na szczeblu kierowania strategicznego. Udział KPD funkcjonalnych wynosi 50%, podczas gdy KPD liniowe stanowią 34%.

Rozmieszczenie KPD pokrywa się z przyjętym podziałem przedsiębiorstwa na „ruch” i „zarząd”. Jeżeli przyjąć, że „ruch” odpowiada kierowaniu operacyjnemu, to 0,5% KPD funkcjonalnych występujących na tym szczeblu kierowania jest uzasadniony. Podobnie aż 76,4% KPD funkcjonalnych, jakie występują na szczeblu taktycznym usprawiedliwia „zarząd”.

Badając rozmieszczenie poszczególnych typów KPD na poszczególnych szczeblach kierowania, okazuje się, że interesujące nas najbardziej z punktu widzenia stosowania komputerów — KPD funkcjonalne występują głównie w 83,6% na szczeblu taktycznym, w 12% na szczeblu operacyjnym i 4,4% na szczeblu strategicznym. Na szczeblu strategicznym i taktycznym występuje łącznie 88,0% tego typu komórek.

6. Analiza struktury komórek przetwarzania danych pod względem podatności na automatyzację

Można wymienić wiele sposobów badania podatności na automatyzację. Wspólną cechą jest bardzo szczegółowe rozpatrywanie: grup operacji przetwarzaniowych i natężenia strumienia danych przetwarzanych według tych operacji. Może się więc okazać, że choć dany typ operacji przetwarzaniowej (lub ich ciąg) technicznie da się zautomatyzować, to jednak ze względu na małe natężenie strumienia danych całe przedsięwzięcie może być nieefektywne. Jest to podejście typowe, jeśli chodzi o ocenę celowości mechanizowania procesów informacyjnych. Wiemy, że jeśli dział wystawia dziennie tylko 5 faktur, to nie warto instalować maszyny do fakturowania.

W sytuacji stosowania komputerów takie podejście oznaczałoby realizowanie mechanizacji środkami automatyzacji, co w rezultacie okazałoby się jeszcze mniej godne polecenia. Przyjmujemy za pewnik, że każdy proces przetwarzania danych można zrealizować w warunkach stosowania komputerów nie zajmując się bliżej opłacalnością tego przedsięwzięcia (jest to odrębne zagadnienie).

Interesuje nas taki podział komórek przetwarzania danych, z którego wynikałoby jednoznacznie, że występowanie bądź likwidacja takiej komórki jest uzasadniona w warunkach stosowania komputerów. Stąd istniejącą strukturę zarządzania badanego zjednoczenia (rozdz. II, pkt 5)

przeanalizowano pod względem podatności na automatyzację występujących KPD¹³.

Do KPD nie podatnych na automatyzację zaliczono:

KPD_m, w których formułowane są metody i zasady przetwarzania danych.

Do KPD podatnych na automatyzację zaliczono:

KPD_c, w których realizowane jest tylko cykliczne przetwarzanie danych.

Do KPD częściowo podatnych na automatyzację zaliczono:

KPD_{cm}, w których realizowane jest cykliczne przetwarzanie danych oraz formułowane są metody i zasady przetwarzania danych.

Zaszeregowanie poszczególnych KPD zjednoczenia do poszczególnych kategorii ma charakter intuicyjny. Jednakże praktyka przemysłowa jest już na tyle ustabilizowana, że możliwe sporadyczne błędy interpretacyjne co do charakteru poszczególnych KPD, a w związku z tym mylne ich zakwalifikowanie nie powinno mieć większego wpływu na wnioski dotyczące całego, dość znacznego zbioru KPD.

Na rysunku 21 przedstawiamy charakterystykę komórek przetwarzania danych struktury zarządzania badanego zjednoczenia z uwzględnieniem podatności na automatyzację.

Z przeprowadzonych badań wynika¹⁴, że przeważająca liczba KPD, bo aż 96% zajmuje się formułowaniem metod i decyzji. W praktyce KPD_m pokrywają się w znacznej mierze z KPD liniowymi; jest ich o 309 sztuk więcej od tych ostatnich. Interesująca jest bardzo mała liczba KPD_c, bo tylko 57 i to głównie na poziomie „zarządu przedsiębiorstw”. Komórki tego typu na szczeblu centrali zjednoczenia prawie nie występują. Natomiast zarówno w centrali zjednoczenia, jak i przedsiębiorstwach występują KPD_{cm}. W przedsiębiorstwach jest ich aż 97%.

W centrali zjednoczenia występuje 38 KPD, co wskazuje na znaczne rozdrobnienie tematyki (średnio na 1 komórkę przypadają 4 osoby). Pozytywnym objawem jest fakt, że KPD realizujące cykliczne przetwarzanie danych, a więc najbardziej podatne na automatyzację, samodzielnie nie występują. W tych komórkach, w których zachodzą procesy cyklicznego przetwarzania danych równolegle występuje działalność związana z formułowaniem metod. KPD typu formułowania metod stanowią 66% ogółu komórek centrali zjednoczenia. Gdyby mechanicznie rozdzielić KPD_{cm} na KPD_c i KPD_m, wtedy okaże się, że udział KPD_m wzrośnie do blisko 80%. Jeżeli jedynym celem i efektem zastosowania komputerów

¹³ Nie zajmujemy się tu badaniem podatności na automatyzację procesów przetwarzania danych określonych zagadnień. Choć proces ten jest zjawiskiem pierwotnym w stosunku do KPD, to jednak przy kompleksowym podejściu do komputeryzacji SPD musimy nieraz zgodzić się na objęcie nią nawet takich procesów, które można realizować nawet ręcznie.

¹⁴ Por. A. Zalewski, A. Targowski, R. Filipiak, J. Stępiński, op. cit.

miałyby być redukcja zatrudnienia, wtedy okazałoby się, że przy nadzwyczaj starannie zaprojektowanym systemie APD można by oczekiwać redukcji np. 6 KPD_e o łącznym zatrudnieniu nie przekraczającym 20 osób.

KPD przedsiębiorstw, których praca mogłaby być usprawniona komputerami, występują głównie na szczeblu kierownictwa taktycznego i liczba ich wynosi 713. Z tej liczby ponad 70% (532) stanowią KPD funkcjonalne. Zatrudnienie w tych komórkach wynosi ponad 2 000 osób. Jednakże przy bliższej analizie okazuje się, że KPD, w których zachodzi cykliczne przetwarzanie danych jest tylko 57, a więc w granicach 10% wszystkich komórek funkcjonalnych. Zatrudnienie w tych komórkach jest jednak wyższe od przeciętnego zatrudnienia w jednej przeliczeniowej komórce.

Analiza rozmieszczenia KPD w strukturze zatrudnienia badanego zjednoczenia pozwala na wysunięcie następujących wniosków:

1. Nie obserwuje się nadmiernych przerostów struktury zarządzania. Stanowisk kierowniczych w sferze „zarządu branży” (zakres strategiczny i taktyczny) jest poniżej 0,5% wszystkich stanowisk kierowniczych (włącznie z mistrzami i brigadzistami).

2. Obserwuje się znaczne rozdrobnienie komórek organizacyjnych w zakresie kierownictwa strategicznego i taktycznego. Rozdrobnienie to powodowane jest prawdopodobnie względami płacowymi. Rozdrobnienie to powoduje zgubne skutki dla całości SPD. Powstaje wiele autonomicznych celów kierownictwa, których realizacja wymaga dodatkowych i zbędnych z punktu widzenia całości podsystemów przetwarzania danych. W tej sytuacji, wobec braku ogólnodostępnego banku danych powstają autonomiczne — zdublowane i zwykle o małej aktualności — zbiory danych. W rezultacie zdobycie właściwej informacji staje się celem samym w sobie. Cel ten na ogół zasłania podstawowy cel kierowania.

3. Z chwilą zastosowania komputerów w branżowym SPD, celem zasadniczym nie powinna być redukcja zatrudnienia (efekty mogą być nikłe) a scalenie rozdrobnionych komórek przetwarzania danych w sferze kierowania strategicznego i taktycznego.

7. Zagadnienia optymalizacji systemu przetwarzania danych

Dość często spotykane są określenia systemów: optymalne, adaptacyjne, optymalizujące, uczące (samoorganizujące się, samoulepszające się) itp.; przeanalizujemy, jaką rolę musiałby spełnić system przetwarzania danych, aby realizować jeden z wymienionych typów. Na rysunku 12 przedstawiliśmy układ regulacyjny złożony z komórki przetwarzania danych i procesu produkcyjnego. Zgodnie z przedstawionym schematem regulacja przebiegu procesu produkcyjnego odbywa się przez główne procesy przetwarzania danych: sterowania wewnętrznego (S_w), odzwierciedlenia

wewnętrznego (I_w) oraz sterowania z zewnątrz (S_z) i odzwierciedlenia na zewnątrz (I_z). Celem tego układu regulacji jest:

- 1) podtrzymywanie stanu równowagi między S_z a I_w ,
- 2) minimalizowanie uchybu $E_w = S_z - I_w$.

Według klasyfikacji J. Peshona¹⁵:

a) System optymalny realizuje 1) cel, przy czym na etapie projektowania wybrano taką wartość parametrów adaptacyjnych, która minimalizuje średni błąd regulacji (E_w). Optymalnym systemem może być zatem system konwencjonalny, w którym parametry adaptujące, czasami cała struktura układu regulacji została wybrana na stałe, aby zapewnić optymalne działanie biorąc pod uwagę realizację znanych założeń (S_z) przy znanej klasie zakłóceń.

b) System adaptacyjny realizuje 1) cel oraz automatyczną korelację adaptacyjnych parametrów, które sprawiają, że uchyb w układzie regulacji będzie odpowiednio mały.

c) System optymalizujący jest specjalnym typem systemu adaptacyjnego, w którym wybór możliwych wartości parametrów adaptacyjnych odbywa się na zasadzie przeglądu zbioru dopuszczalnych parametrów zgodnie z kryterium minimalizacji uchybu regulacji.

d) W systemie uczącym, jeśli są wykonywane identyczne eksperymenty, to w kolejnych powtórzeniach tych eksperymentów rezultaty będą „czytelniejsze” i bardziej kompletne od poprzednich.

Inny autor, J. Tou układy regulacji optymalnej dzieli na:

- sterowanie czasowo-optymalne (tzw. minimalno-czasowe),
- sterowanie docelowe,
- sterowanie minimalno-całkowe¹⁶.

W sterowaniu czasowo-optymalnym należy wyznaczyć wektor sterowania $S_w(t)$, który przeprowadzi obiekt ze stanu początkowego $I_w(o)$ do żądanego stanu $I_w(t)$ w jak najkrótszym czasie, przy pewnych nałożonych ograniczeniach na wektor sterowania.

Sterowanie tego typu często nazywa się „systemem najszybszej odpowiedzi” (*minimum response time*). Chodzi przede wszystkim o to, by obiekt sterowany doszedł do wymaganego stanu w minimalnym czasie. Przykładem takiego systemu mogą być obrabiarki sterowane programowo. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe są doprowadzone do minimum dzięki taśmie sterującej, przygotowanej przez komputer. Innym przykładem może być eksperyment Zakładów Azotowych we Włocławku. Zaprojektowano jednorazowy system przetwarzania danych w nadchodzących dostawach urządzeń technologicznych do budowy kombinatu. Komputer bieżąco miał analizować kompletność dostaw i możliwość prowadze-

¹⁵ Por. J. Peshon, op. cit.

¹⁶ Por. J. Tou, op. cit.

nia odpowiednich prac montażowych. Celem tego SPD było umożliwienie jak najszybszego zbudowania ciągów technologicznych.

Natomiast w sterowaniu docelowym zmienne stanu regulowanego procesu produkcyjnego muszą osiągnąć określone wartości w pewnym ustalonym czasie w przyszłości. Jeżeli proces produkcyjny jest dobrze znany i opisany, to przy braku zakłóceń można przewidzieć przyszły przebieg produkcji. SPD jest tak zaprojektowany, aby uzyskać żądany stan produkcji jedynie w danej chwili, podczas gdy stany wcześniejsze powstają w wyniku sterowania docelowego, realizowane w okresach wcześniejszych. Przykładem takiego sterowania może być układ regulacji wytopów hutniczych lub SPD oparty na algorytmie harmonogramowania (PERT).

W sterowaniu minimalno-całkowym minimalizuje się straty zysku, straty jakościowe itp.

Istnieje zatem wiele zróżnicowanych celów sterowania. Cele te można realizować za pomocą systemu przetwarzania danych jako regulatora przebiegu procesu produkcyjnego. Wybór jednego z tych celów determinuje budowę systemu przetwarzania danych.