

ZBIORY PODSTAWOWE

W dotychczasowych rozważaniach przyjmowaliśmy milcząco założenie, że dysponujemy dostateczną ilością informacji na to, aby obliczać różnego typu wskaźniki i stosować metodę wyjątków (*management by exception*). Ograniczając dalsze rozważania do zintegrowanych systemów zarządzania produkcją przemysłową, przedstawimy podstawowe zbiory informacyjne będące podstawą działania systemu zintegrowanego. W rozważaniach tych będziemy się opierać na przetwarzaniu sekwencyjnym, zakładając, że czytelnikowi znane są podstawowe pojęcia przetwarzania sekwencyjnego. Czytelnikowi nie znającemu podstaw przetwarzania sekwencyjnego radzimy przed rozpoczęciem lektury niniejszego rozdziału zapoznać się z treścią Dodatku D.

Podział na zbiory ma decydujący wpływ na szybkość działania systemu. Przy projektowaniu sekwencyjnego systemu przetwarzania danych należy dążyć do podzielenia informacji na taki układ zbiorów, aby:

- a) otrzymać możliwie najmniejszą ilość zbiorów zawierających wszystkie konieczne informacje bez powtórzeń;
- b) minimalizować ilość taśmo-przebiegów w trakcie przetwarzania;
- c) maksymalizować ilość czynności wykonywanych w poszczególnych taśmo-przebiegach, tzn. w przypadku uaktualniania zbioru dążyć do wykonania możliwie największej ilości zmian w trakcie jednego taśmo-przebiegu;
- d) minimalizować ilość przebiegów sortowania ze względu na ich czasochłonność.

Wydaje się, że najprostszą drogą do uzyskania możliwie optymalnego

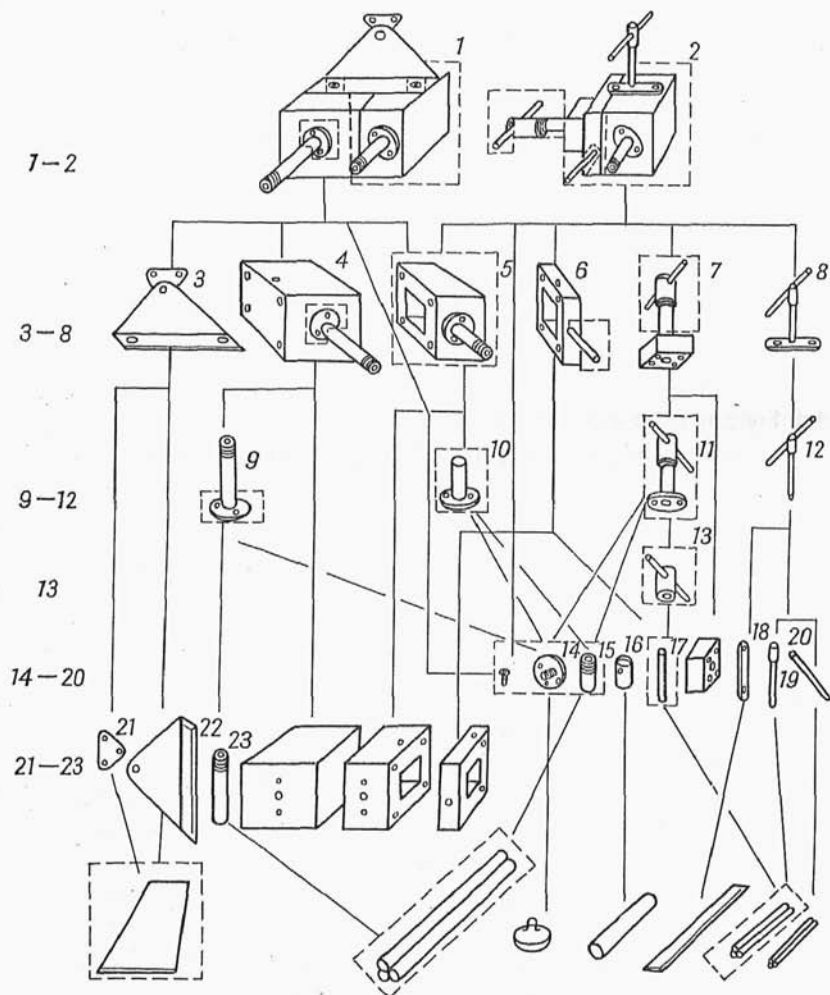
systemu zbiorów jest przyjęcie jako punktu wyjścia opisu technologiczno-organizacyjnego procesu produkcyjnego z uwzględnieniem celów działalności administracji przedsiębiorstwa. Dlatego też w dalszych rozważaniach stworzymy początkowo prosty model przepływowy procesu produkcyjnego, a następnie zastąpimy ten model systemem zbiorów uporządkowanych, czyli kartotek. We wzmiankowanym modelu przepływowym każdemu oddziałowi produkcyjnemu przyporządkowujemy macierz prostokątną, której elementami są konta dwukolumnowe. Rozważania na temat modelu poprzedzimy wprowadzeniem pojęcia kartoteki technologicznej, której znaczenie wyjaśni się w trakcie dalszych rozważań.

6.1. KARTOTEKA TECHNOLOGICZNA

Jest to zbiór uporządkowany, zawierający informacje dotyczące procesu technologicznego, z rozbiciem na poszczególne oddziały produkcyjne. Każdy oddział produkcyjny, jeśli uczestniczy w procesie wytwarzania danego produktu lub półfabrykatu, musi być reprezentowany w opisie technologicznym przynajmniej za pomocą jednej działalności w sensie metody analizy sieci zależności ([35], [49], [50]). Obok każdej działalności podana jest lista środków potrzebnych do jej zrealizowania (np. w skład listy wchodzi kody i ilości materiałów, detali i półproduktów potrzebnych do wykonania danej działalności na jednostkę produkcji). Ponadto kartoteka podaje normy czasowe przebrożenia maszyn i urządzeń potrzebnych do wykonania danej działalności. Każdy taki kompleksowy opis działalności jest rekordem. Wynik każdej działalności jest produktem końcowym lub półproduktem (podzespołem, częścią). Jeśli kody asortymentowe przyporządkowane poszczególnym produktom lub półproduktom są przyporządkowane zgodnie z metodą przedstawioną na rys. 12, to te kody asortymentowe są kluczami, według których uporządkowana jest kartoteka. Przy innych zasadach tworzenia kodów asortymentowych zachodzi konieczność wprowadzenia specjalnych kluczy.

W kartotece rekordy-opisy technologiczne produktów i półproduktów (podzespoły, części) uporządkowane są od najbardziej złożonych produktów i półproduktów do najprostszych detali. W ten sposób na liście zasobów produktów i półproduktów bardziej złożonych mogą figurować półprodukty prostsze technologicznie i detale, których opisy technologiczne

znajdują się w dalszej części kartoteki. Na rysunku 12 pokazana jest zasada porządkowania kartoteki technologicznej dla kilku prostych produktów; podstawą uporządkowania są liczby całkowite przyporządkowane produktom końcowym, półproduktom i detalom, przy czym kartoteka uporządkowana jest w kierunku rosnących wartości tych liczb.



Rys. 12. Zasada tworzenia uporządkowania kartoteki (zbioru) technologicznej (I.C.T., *Production Control by Computer*, patrz [39])

Spróbujemy obecnie przedstawić zasadę tworzenia modelu rejestracji planu i wyników produkcji, wzorowanego na przepływach międzygałęziowych. Dalsze rozważania ograniczymy do zakładu produkcyjnego o bardzo uproszczonej strukturze. Jednakże wszystkie uzyskane wyniki dadzą się przenieść na dużo bardziej złożone sytuacje.

Na początek weźmy pod uwagę prosty oddział produkcyjny, który zatrudnia n_1 pracowników, korzysta z parku n_2 maszyn i narzędzi, używa n_3 różnych materiałów (półfabrykatów, surowców, energii elektrycznej, materiałów pędnych itp.) oraz wykonuje m_1 produktów i półproduktów albo usług. Wprowadzamy następujące oznaczenia:

$$n = n_1 + n_2 + n_3,$$

$$m = m_1 + m_2 + m_3,$$

gdzie m_2, m_3 są pewnymi pomocniczymi liczbami naturalnymi, których znaczenie wyjaśniamy dalej.

Zbudujmy z kolei macierz prostokątną $n \times m$ elementową, której elementami są konta dwukolumnowe, oznaczane przez A_{ij} (gdzie $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, m$). Konta A_{ij} mają następującą budowę: lewa kolumna konta nazywa się „zrobił” lub „wykorzystano”, prawa zaś nazywa się „powinien” lub „planowano”, ponadto obok dwustronnych zapisów na koncie zanotowane są pewne współczynniki. Jeśli $i \leq n_1$, to wektor kont $A_{i\cdot}$ opisuje udział siły roboczej (zarówno planowany, jak i wykonany) w produkcji wszystkich m_1 produktów i półproduktów wykonywanych przez ten oddział. Oczywiście, jeśli i -ty robotnik nie jest zatrudniony przy wykonywaniu j -tego (gdzie $j \leq m_1$) produktu (czy półproduktu, czy też usługi), to element A_{ij} macierzy jest zerem, co jest równorządne z nieprowadzeniem konta. Jeśli natomiast i -ty robotnik bierze udział w wykonaniu j -tego produktu (półproduktu, usług), to lewa strona konta (tytuł „zrobił”) ewidencjonuje udział i -tego robotnika w danym rodzaju produkcji (usługi), prawa zaś strona konta (tytuł „powinien”) tworzy plan indywidualny wykorzystania i -tego robotnika do wykonania j -tej produkcji (czy usługi). Ponadto w koncie zanotowane są współczynniki, jak: stawka za wykonanie pracy jednostkowej, norma czasowa itp.

Podobną strukturę mają konta materiałów i urządzeń, odpowiadają im odpowiednio większe wartości indeksu i .

Dotychczas ograniczyliśmy się do omawiania tych kont A_{ij} , dla któ-

rych $j \leq m_1$. Druga grupa kont A_{ij} dla $m_1 < j \leq m_1 + m_2$ dotyczy jedynie przypadku, kiedy $i \leq n_1$, czyli odpowiada sile roboczej. W tej grupie odpowiednie j -ty są przyporządkowane płacy, zasiłkom i różnym rodzajom świadczeń dokonywanych przez przedsiębiorstwo na rzecz zatrudnionych. Trzecia grupa kont odpowiadająca $m_1 + m_2 < j \leq m$ jest prowadzona jedynie dla $n_1 < i \leq n_1 + n_2$ i dotyczy kosztów poniesionych z tytułu zainstalowania i remontów danych urządzeń technicznych oraz amortyzacji tych ostatnich.

Do macierzy A_{ij} dołączymy jeszcze dwa wektory B_j i C_j , których elementami są również konta. Konta B_j dla $j \leq m_1$ są kontami wyników i planów poszczególnych asortymentów produkcji (usług). Podobnie jak w kontach A_{ij} w kontach B_j po lewej stronie rejestrujemy wyniki, po prawej zaś plany. Dla $j > m_1$ konta B_j są kontami odpowiednich wydatków i planów finansowych, korespondujących z kontami A_{ij} ($j > m_1$).

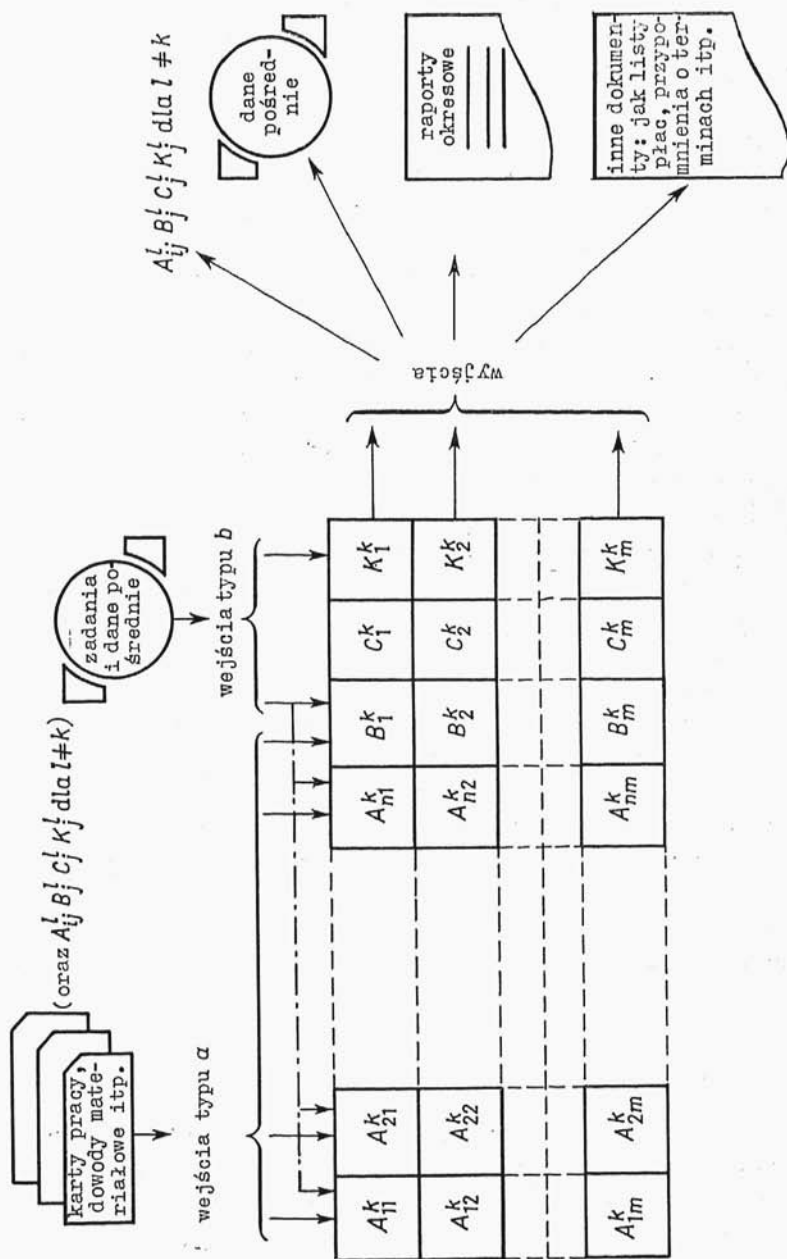
Konta C_j są kontami zgodności pomiędzy kontami A_{ij} z jednej strony a B_j z drugiej. Wprowadzenie tych kont jest konieczne, ponieważ na kontach A_{ij} oraz B_j dokonujemy rejestracji osiągniętych wyników na podstawie innych kryteriów. Konta C_j umożliwiają konfrontację pomiędzy ilością i kosztem produkcji wykonanej a ilością i wartością produkcji zakwalifikowanej przez kontrolę techniczną.

Jedna z kolumn każdego z kont C_j dla $j \leq m_1$ służy do rejestrowania ilości braków naprawialnych i -tego produktu, a druga do rejestrowania ilości braków nienaprawialnych. Dla $j > m_1$ konta C_j są kontami dodatkowych kosztów braków naprawialnych i kosztów poniesionych w związku z produkowaniem braków nienaprawialnych.

Wreszcie dołączymy jeszcze do macierzy A_{ij} wektor K_j (w rzeczywistości określony dla $j > m_1$) narzutów związanych z kosztami produkcji, których nie możemy uwzględnić w macierzy A_{ij} (np. kosztów administracji oddziału). Konta wypełnione są na podstawie dwu rodzajów dokumentów:

- a) sprawozdań z użycia czynników produkcji (czy usług) i wyników (lub wyników częściowych), dokumentów przekazania, wydania, dokumentów kontroli technicznej itp.
- b) zadań planu operatywnego.

Dokumenty pierwotne, typu a, są rejestrowane bezpośrednio z lewych stron kont A_{ij} oraz B_j , natomiast dokumenty typu b są rejestrowane bez-



Rys. 13. Struktura powiązań kont (zapisów przeciwstawnych) elementów macierzy przepływowej k -tego oddziału (gniazda produkcyjnego) z elementami macierzy przepływowej dla innych oddziałów (gniazd produkcyjnych) i dokumentami

U w a g a: część wyjść z układu kont k -tego oddziału wchodzi na wejścia typu a innego oddziału.

pośrednio na prawych stronach kont B_j , a pośrednio, w wyniku rozbicia decyzji na polecenie wykonawcze, na prawych stronach kont A_{ij} . Wyjątek stanowią decyzje dotyczące zmiany współczynników (np. zmiana zaszerzegowania pracownika), które powodują odpowiednie zmiany w odpowiednich kontach A_{ij} oraz B_j . Na rysunku 13 pokazana jest macierz kont przepływowych dla k -tego oddziału. Tak zbudowana macierz jest układem względnie odosobnionym (porównaj Dodatek A). Wejściami dla takiego układu są dokumenty pierwotne typów a i b, wyjściami zaś raporty, zarządzenia wykonawcze, dokumenty przekazania odpowiednich produktów czy też usług, dane do listy wypłat, zasiłków itp.

Jeśli każdemu oddziałowi zakładu przyporządkujemy taką macierz (włączając w to również zaopatrzenie i inne oddziały pomocnicze) oraz określimy jedno-jednoznacznie połączenia poszczególnych wejść i wyjść między sobą (czyli określimy schemat obiegu dokumentów), to otrzymamy obraz, a raczej cykl obrazów — film przedstawiający działalność całego przedsiębiorstwa (wraz z jego historią), opisanego przez stworzony przez nas model przepływowy. Model taki zawiera dostatecznie dużo danych, aby prowadzenie normatywnego rachunku kosztów nie nastroczało żadnych trudności [10].

Z punktu widzenia automatycznego przetwarzania danych, operowanie jedną kartoteką, będącą odpowiednikiem przedstawionego modelu przepływowego procesu wytwarzania, nie jest wygodne. Kartoteka taka zawiera duży nadmiar informacji oraz zmniejsza szybkość przetwarzania dla takich cykli jak sporządzanie list płac, sporządzanie zamówień materiałowych itp. Dlatego też zastąpimy przedstawiony model systemem kartotek, z których każda zawiera stosunkowo małą ilość informacji i jest wyspecjalizowana z punktu widzenia określonych przebiegów przetwarzania.

6.2. KARTOTEKA MAGAZYNOWA

Kartoteka magazynowa opisuje stan magazynów zakładu uwzględniając aktualny stan ilościowy każdego asortymentu z osobna z przeznaczeniem, ilość zapotrzebowaną z określeniem celu i wreszcie ilość zaplanowaną z przewidywaną datą wpływu i źródłem. Kartoteka składa się z jednego typu rekordów podzielonych na następujące pola:

a) kod⁽¹⁾ asortymentowy materiału, półproduktu, produktu końcowego lub narzędzia (klucz);

b) pełna nazwa (ewentualnie kilka nazw, jeśli to jest konieczne);

c) produkt własny — obcy;

d) w przypadku gdy jest to produkt własny — klucz wejściowy kartoteki technologicznej i ewentualnie skrócony opis, w przypadku zaś gdy nie jest to wytwór własny — kod dostawcy, minimalna wielkość partii, termin dostawy i cena jednostkowa (ewentualnie kody i ceny jednostkowe kilku dostawców); uwaga: ceny jednostkowe mogą ulegać zmianie w kolejnych dostawach, dla uniknięcia nieporozumień jest to cena ostatnio dostarczonej partii podzielona przez ilość jednostek;

e) jednostka miary i aktualna wartość jednostkowa dla stanu magazynu;

f) norma alarmowa (jeśli stan magazynu spadnie do tego stanu lub poniżej, to automatycznie wystawia się zamówienie oraz rodzaj modelu statystycznego dla przewidywania zapotrzebowania — ta ostatnia informacja nie zawsze musi występować);

g) norma górna (norma, której stan magazynu nie może przekroczyć);

h) konto czterokolumnowe ilościowe (saldowane na koniec okresów sprawozdawczych): data, zamówiono (ilość i kod dostawcy), otrzymano (ilość i kod dostawcy), zapotrzebowano (ilość i kod celu), wydano (ilość i kod celu).

U w a g a: Jeżeli mamy więcej niż jeden magazyn, to kolumny kont mają dodatkową informację — numer magazynu.

6.3. KARTOTEKA DOSTAWCÓW, ODBIORCÓW I KOOPERANTÓW

Kartoteka ta zawiera informację dotyczącą pełnych nazw i adresów dostawców, odbiorców i kooperantów, zamówień i faktur — w układzie ilościowo-wartościowym — oraz wszelkiego rodzaju przypomnień i reklamacji.

Kartoteka składa się z jednego typu rekordów podzielonych na następujące pola:

⁽¹⁾ Przy opisach kartotek słowo „kod” jest używane zamiast słowa „symbol”.

- a) kod dostawcy, odbiorcy lub kooperanta (klucz);
- b) pełna nazwa i adres;
- c) nazwisko branżysty odpowiedzialnego;
- d) ewentualnie informacja o planie wartościowo-ilościowym współpracy;
- e) konto dwukolumnowe w układzie ilościowo-wartościowym (saldo-
wane na koniec okresów sprawozdawczych po realizacji): data, zamówio-
no (ilość i kod asortymentu, wartość przewidywana), zrealizowano (kod
asortymentu, ilość, wartość);
- f) informacje o przypomnieniach i reklamacjach;
- g) ocena w skali względnej.

6.4. KARTOTEKA ZASZEREGOWAŃ I PŁAC

Zawiera ona informacje personalne, zaszeregowanie i płace.

Kartoteka składa się z jednego typu rekordów podzielonych na nastę-
pujące pola:

- a) kod pracownika⁽¹⁾ (klucz);
- b) pełne nazwisko i podstawowe dane personalne;
- c) zawód i wykształcenie;
- d) staż pracy;
- e) rodzaj zaszeregowania i data zaszeregowania pracownika;
- f) konto wielokolumnowe opisujące zarobki pracownika brutto, po-
trącenia, wszelkiego rodzaju dodatki i wysokości wypłat.

6.5. KARTOTEKA PLANU I WYNIKÓW PRODUKCJI

Zawiera ona podstawowe informacje dotyczące zadań planowych i za-
mierzeń oraz ich realizacji. Plan operatywny jest tworzony na podstawie
kartoteki planu produkcji poprzez grupowanie produktów w partie o zbli-
żonej technologii wytwarzania. Przy tego rodzaju technice postępowania
konieczne jest wprowadzenie odpowiedniego systemu priorytetów, zapew-
niającego przy tworzeniu partii produktów o zbliżonej technologii wyko-

⁽¹⁾ Często nazywany „marką” robotnika.

nywanie w pierwszej kolejności tych zamówień, które mają najkrótszy termin realizacji.

Rozbijanie poszczególnych zadań planowych na kolejne kroki technologiczne odbywa się za pomocą kartoteki technologicznej, przy czym otrzymane w ten sposób szczegółowe opisy są przechowywane w kartotece planu produkcji aż do czasu zakończenia ich realizacji. Bez tego rodzaju postępowania trudno byłoby grupować produkty w partie o zbliżonej technologii wytwarzania.

Kartoteka planu i wyników produkcji składa się z czterech typów rekordów.

1. Rekordy pierwszego typu dotyczą zadań planowych zakładu produkcyjnego w rozbiciu na poszczególne podokresy (np. miesiące i kwartały).

Rekordy typu drugiego, trzeciego i czwartego dotyczą poszczególnych zleceń. Budowę tych rekordów omówimy szczegółowo.

2. Rekordy typu drugiego składają się z następujących pól:

- a) numer zlecenia (klucz),
- b) typ rekordu (wartość 2),
- c) kod asortymentowy produktu,
- d) standard wykonania,
- e) wielkość partii,
- f) odbiorca lub przeznaczenie,
- g) wstępne oszacowania kosztów wykonania,
- h) termin wykonania partii (ewentualnie terminy wykonania kolejnych podpartii) żądany przez odbiorcę.

Rekordy typu drugiego są tworzone w chwili wstępnego przyjęcia zlecenia do wykonania.

3. Rekordy typu trzeciego składają się z następujących pól:

- a) numer zlecenia,
- b) typ rekordu (wartość 3),
- c) planowany termin rozpoczęcia,
- d) planowany termin zakończenia,
- e) konto wielokolumnowe zawierające plan: wyniki wykonania zlecenia w rozbiciu na poszczególne oddziały; konto to zawiera informacje o terminach i kosztach wykonania w następującym układzie: numer oddziału, planowany termin rozpoczęcia, planowany termin zakończenia,

koszt planowany, datę rozpoczęcia, datę zakończenia, koszt wykonania (ewentualnie konto może zawierać informację o wielkości partii).

Rekordy trzeciego typu są tworzone w czasie opracowywania planu operatywnego i uaktualniane w miarę wykonywania planu lub opracowywania nowych wariantów planu operatywnego. Po wykonaniu zlecenia są saldowane i zastępowane przez odpowiednio skróconą formę.

4. Rekordy typu czwartego występują tylko wtedy, gdy wykonanie danego zlecenia jest warunkowane wykonaniem innego lub innych zleceń. Rekordy typu czwartego zawierają następujące pola:

- a) numer zlecenia,
- b) typ rekordu (wartość 4),
- c) lista zleceń, których wykonanie warunkuje wykonanie danego zlecenia.

Rekordy typu czwartego są uaktualniane w miarę wykonywania zlecenia poprzez usuwanie z listy tych zleceń, które już zostały wykonane i tym samym ich realizacja nie warunkuje dalej wykonania danego zlecenia. W chwili gdy na liście nie znajduje się żadne zlecenie, rekord ulega likwidacji.

6.6. KARTOTEKA PRODUKCJI I USŁUG (ZWANA RÓWNIEŻ KARTOTEKĄ KONT GŁÓWNYCH)

Zawiera ona informacje dotyczące planu operatywnego, wykonania planu operatywnego i kosztów w rozbiciu na poszczególne oddziały produkcyjne. Kartoteka ta zawiera znaczną część informacji objętych modelem przepływowym dla oddziałów produkcyjnych, przedstawionym w nieco innym układzie.

Parze wierszy matrycy przepływowej, które opisują ilość i wartość zasobów zaangażowanych w procesie wytwarzania, odpowiada pięć rekordów. Po grupie pięciu rekordów, dotyczących jednego asortymentu wytwarzanego przez oddział produkcyjny, może następować grupa rekordów zawierających zagregowaną informację dla oddziału produkcyjnego jako całości. Podobnie dla nadrzędnych jednostek organizacyjnych mogą występować grupy rekordów zawierających informacje zagregowane.

Informacja o każdym z wytwarzanych asortymentów [gdzie przez asortyment rozumiemy zespół określonych czynności wykonywanych

w określonym oddziale produkcyjnym mający na celu uzyskanie określonej części, zespołu (półproduktu) czy produktu końcowego] są zawarte w następujących pięciu rekordach:

1. Rekordy typu pierwszego składają się z następujących pól:

- a) kod asortymentu,
- b) typ rekordu (wartość 5),
- c) jednostka miary,
- d) kumulacja bieżącego roku produkcji asortymentu w układzie ilościowo-wartościowym w rozbiciu na następujące pola:

- d.1) planowana ilość produkcji,
- d.2) wykonywana ilość produkcji,
- d.3) koszty planowane produkcji,
- d.4) koszty wykonanej produkcji,
- d.5) zestawienie ilościowo-wartościowe zużytych materiałów według asortymentów,

d.6) zestawienie ilościowo-wartościowe zużytej robocizny w rozbiciu na specjalności i w rozbiciu na czas produkcyjny i czas przygotowawczo-zakończeniowy,

d.7) zestawienie ilościowo-kosztowe czasu maszyn i urządzeń przeznaczonego na produkcję danego asortymentu, w rozbiciu na czas produkcyjny i przygotowawczo-zakończeniowy i w rozbiciu na poszczególne typy maszyn i urządzeń,

d.8) łączna ilość braków naprawialnych i koszty naprawy,

d.9) łączna ilość braków nienaprawialnych i ich koszty.

2. Rekordy typu drugiego składają się z następujących pól:

a) kod asortymentu,

b) typ rekordu (wartość 4),

c) kumulacja bieżącego kwartału produkcji asortymentu w układzie ilościowo-wartościowym w rozbiciu na pola jak dla rekordu typu pierwszego.

3. Rekordy typu trzeciego składają się z następujących pól:

a) kod asortymentu,

b) typ rekordu (wartość 3),

c) kumulacja bieżącego miesiąca produkcji asortymentu w układzie ilościowo-wartościowym w rozbiciu na pola jak dla rekordu typu pierwszego.

4. Rekordy typu czwartego składają się z następujących pól:

- a) kod asortymentu,
- b) typ rekordu (wartość 2),
- c) kumulacja bieżącej dekady produkcji asortymentu w układzie ilościowo-wartościowym w rozbiciu na pola jak dla rekordu typu pierwszego.

Rekordy typu pierwszego do czwartego występowały w ilości jeden na każdy asortyment, o ile był on produkowany, a rekordy typu piątego mogą występować w ilości kilku na każdy asortyment w zależności od ilości wykonywanych aktualnie zleceń.

5. Rekordy typu piątego składają się z następujących pól:

- a) kod asortymentu,
- b) typ rekordu — wartość = 1,
- c) numer zlecenia,
- d) zestawienie w układzie ilościowo-wartościowym dla zlecenia w rozbiciu na pola jak dla rekordu typu pierwszego.

Zasady tworzenia i uaktualniania rekordów poszczególnych typów wchodzących w skład kartoteki produkcji i usług omówimy w rozdz. 8. Należy podkreślić, że przy przechowywaniu kartoteki produkcji i usług na taśmie magnetycznej, rekordy uporządkowane są zgodnie z rosnącymi wartościami kluczy — numerów asortymentów, przy czym najpierw występują wszystkie rekordy typu piątego uporządkowane zgodnie z rosnącymi numerami zleceń, następnie rekordy typu czwartego, trzeciego, drugiego i pierwszego (przy czym każdy z tych rekordów może występować co najwyżej jeden raz).

6.7. KARTOTEKA MASZYN I URZĄDZEŃ

Zawiera ona parametry maszyn i urządzeń, daty i koszty ich zakupu, daty i koszty ich remontu, okres amortyzacji itp. Kartoteka ta składa się z jednego typu rekordów zawierających omawiane wyżej informacje.

6.8. KARTOTEKA KONT FINANSOWYCH

Zawiera całokształt informacji o stanie finansowym przedsiębiorstwa. Zasadę budowy tej kartoteki pominiemy ze względu na jej klasyczną postać.