



CENTRUM
PROJEKTOWANIA I ZASTOSOWAŃ
INFORMATYKI

Jan Turyna

63/84

PODSTAWY BUDOWY I DZIAŁANIA
SYSTEMU STEROWANIA PRODUKCJA STEP

PROBLEMY
INFORMATYKI

Warszawa 1984

M/306/84

ZETO - ZOWAR

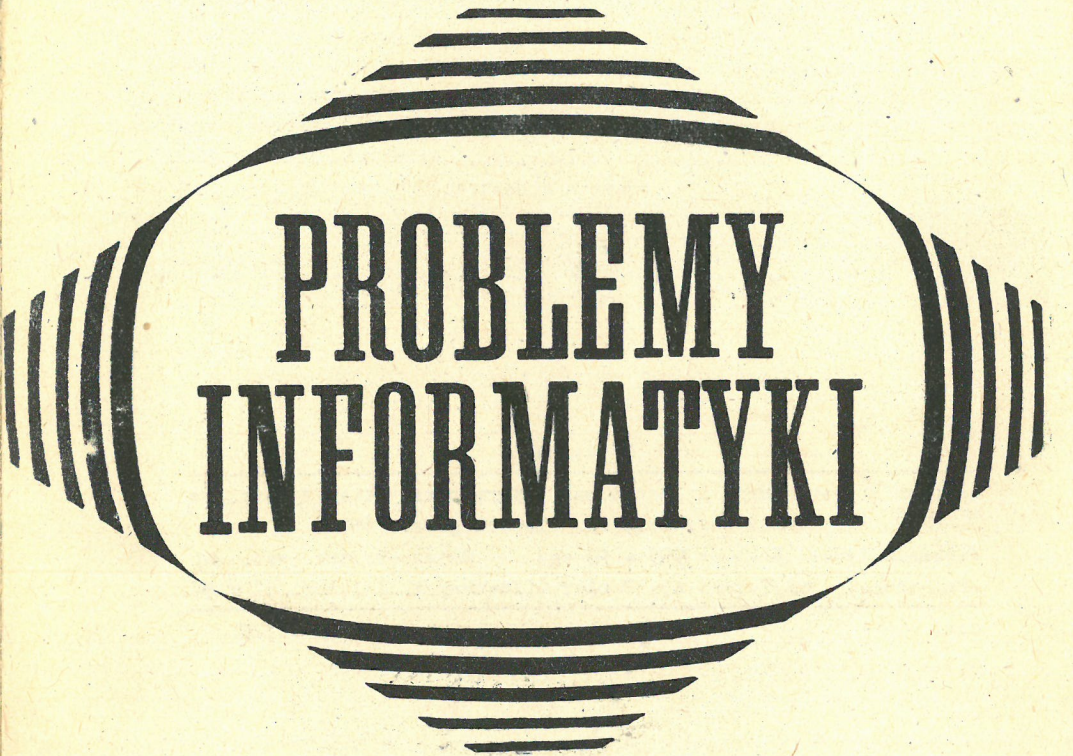
- niezawodny partner
- wysoki poziom świadczonych usług
- konkurencyjne ceny



**CENTRUM
PROJEKTOWANIA I ZASTOSOWAN
INFORMATYKI**

Jan Turyna

**PODSTAWY BUDOWY I DZIAŁANIA
SYSTEMU STEROWANIA PRODUKCJA STEP**



**PROBLEMY
INFORMATYKI**

Warszawa 1984

Opinia: Henryk Pietrowski
Redakcja: Jerzy Kisielnicki

Wydawca

Centrum Projektowania i Zastosowań Informatyki. Dział Wydawnictw
00-608 Warszawa, Al. Niepodległości 190
Warszawa 1984. Nakład: 550 + 50 egz. Objętość: ark. wyd. 4;
ark. druk.: 4. Format A5. Papier offsetowy kl.III, 80g, 61 x 86

zam. 22/84 T-81 Cena zł 320 .-

SPIS TREŚCI

WSTĘP.....	5
STEROWANIE PRODUKCJĄ WE WSPÓŁCZESNYM PRZEDSIĘBIORSTWIE.....	7
A. Cel i zadania sterowania produkcją.....	7
B. Stosowane podejścia.....	8
C. Podstawowe funkcje sterowania produkcją.....	10
TWORZENIE SYSTEMÓW UŻYTKOWYCH PRZY ZASTOSOWANIU OPROGRAMO- WANIA NARZĘDZIOWEGO STEP.....	21
A. Ogólna charakterystyka metody.....	21
B. Analiza środowiska produkcyjnego i dobór narzędzi pro- gramowych.....	25
C. Modelowanie systemu sterowania produkcją.....	51
D. Tworzenie oprogramowania użytkowego.....	68
E. Organizacyjne i techniczne przygotowanie użytkownika do eksploatacji systemu.....	71
F. Eksploatacja oraz rekonstrukcja systemu.....	74
WNIOSKI.....	76
BIBLIOGRAFIA.....	

INSTYTUT WŁÓKIENICTWA
BIBLIOTEKA

Nr r-ku 17614

Nr inwent.: —

Nr orzbiot.: B-5978/23²⁶

Łódź, dnia: 9.08.84

WSTĘP

Ważność i znaczenie doskonalenia metod projektowania systemów informatycznych są powszechnie znane. Perspektywicznie, ten kierunek badań powinien przynieść największe efekty ekonomiczne dla gospodarki narodowej, i to zarówno w skali mikro jak i makro. Słuszność tego stwierdzenia staje się jasna w momencie, gdy uświadomimy sobie, że wszelkie nakłady na zastosowania informatyki muszą "przebrodzić" przez fazę projektowania. Dlatego wraz ze wzrostem tych nakładów skala efektów uzyskiwanych dzięki skróceniu czasów projektowania, zmniejszeniu pracochłonności, podniesieniu jakości projektów i systemów rośnie.

Problematyce doskonalenia metod projektowania systemów informatycznych poświęca się ciągle zbyt mało uwagi. Jest to wciąż dziedzina nieco zacofana w stosunku do całości rozwoju informatyki. Wydaje się, że o ile lata sześćdziesiąte w informatyce stały pod znakiem rozwoju języków i systemów programowania, w latach siedemdziesiątych zaś nastąpił dynamiczny rozwój systemów zarządzania bazami danych, to w latach osiemdziesiątych główny nacisk zostanie położony na przyspieszenie rozwoju metod projektowania.

Z takim właśnie założeniem został opracowany system sterowania produkcją STEP. Jest to system oprogramowania narzędziowego ukierunkowany na tworzenie systemów informatycznych w dziedzinie sterowania produkcją w przedsiębiorstwach przemysłowych. Zarówno w kraju jak i za granicą doświadczenia w zakresie projektowania oraz działania systemów przemysłowych są najbogatsze, co pozwala na zebranie pokaźnego już zestawu algorytmów i rozwiązań sprawdzonych w praktyce.

Aby uniknąć ewentualnych nieporozumień należy wyjaśnić, że w przyjętym rozumieniu projektowanie jest to proces mający na celu utworzenie informatycznego systemu zarządzania. Na przestrzeni ostatnich lat zmieniły się poglądy na temat zakresu procesu projektowania w stosunku do cyklu życia systemu. Do niedawna bowiem, uważano że proces projektowania kończy się na wdro-

zeniu systemu. Obecnie coraz częściej spotyka się poglądy, że projektowanie powinno obejmować swym zakresem prace od wstępnego rozpoznania problemu, poprzez projektowanie logiczne i szczegółowe, programowanie po wdrożeniu, rejestrację parametrów eksploatacyjnych i rekonstrukcję systemu. Projektowanie informatycznego systemu zarządzania jest właściwie procesem cyklicznym, przechodzącym przez wszystkie fazy cyklu życia systemu.

STEROWANIE PRODUKCJA WE WSPÓŁCZESNYM PRZEDSIĘBIORSTWIE

A. CEL I ZADANIA STEROWANIA PRODUKCJA

We współczesnym przedsiębiorstwie przemysłowym sterowanie produkcją ma do spełnienia wiele zadań. Realizacja tych zadań powinna w rezultacie prowadzić do optymalizacji wielkości zapasów materiałowych przy równoczesnej maksymalizacji efektów ekonomicznych przedsiębiorstwa.

Utrzymanie zapasów materiałowych wiąże się z ponoszeniem kosztów składowania, przy czym im poziom zapasów jest wyższy, tym koszty są odpowiednio większe. Kierownictwo przedsiębiorstwa dąży do utrzymania takiego poziomu zapasów, aby z jednej strony był on relatywnie niski /z uwagi na wielkość kosztów/, a z drugiej - zapewniał ciągłość procesu produkcyjnego.

Przedsiębiorstwo ma do spełnienia zadania zmienne w czasie. Zadania te mają wpływ na metody zarządzania oraz, co za tym idzie, efekty ekonomiczne. Zadania dotyczą w głównej mierze wytworzonej produkcji, stąd sterowanie produkcją ma istotny wpływ na uzyskiwanie efektów ekonomicznych.

Realizacja powyższych, podstawowych celów procesu produkcyjnego towarzyszy realizacji innych, nie mniej ważnych zadań, takich jak:

- . efektywność procesu produkcji,
- . wydajność pracy maszyn i urządzeń,
- . poziom zużycia materiałów i surowców w produkcji, itp.

Zadania te określają rolę i zadania systemu sterowania produkcją w przedsiębiorstwie. Ma on określić rodzaje, ilości i terminy produkcji wyrobów.

B. STOSOWANE PODEJSCIA

Problem sterowania produkcją istnieje od dawna, odkąd mamy do czynienia z procesem produkcyjnym na skalę przemysłową. Ranga zagadnienia była tym większa, im bardziej złożone konstrukcyjnie wyroby były produkowane. Z czasem problem stał się odrębną dziedziną nauki, posiadającą wypracowany zbiór terminów, algorytmów i metod działania angażujących elektroniczną technikę obliczeniową.

Analizując literaturę przedmiotu można wyodrębnić dwa podejścia do zagadnień sterowania produkcją i zapasami:

- . podejście tradycyjne,
- . podejście współczesne,

przy czym istota różnicy w obu podejściach do zagadnienia polega na stopniu zintegrowania obu elementów składowych systemu, tzn. sterowania zapasami i sterowania procesem produkcyjnym. Stopień zintegrowania ma istotny wpływ na funkcjonowanie obu podsystemów i związki między nimi.

Założenie takie, prawidłowe w odniesieniu do produkcji wyrobów prostych konstrukcyjnie, stało się nierealne w odniesieniu do skomplikowanej produkcji, wymagającej różnorodnych komponentów, w różnych ilościach i terminach wynikających z harmonogramu produkcji. Od momentu uruchomienia zlecenia jego kontrola była przejmowana przez system produkcji. W trakcie jego działania brak było korelacji między terminem wykonania zlecenia a terminami zapotrzebowań na poszczególne komponenty produktu. Innym mankamentem omawianego podejścia były konsekwencje faktu ustalania terminów uruchomienia zleceń produkcyjnych w oparciu o bilans zdolności produkcyjnych maszyn i urządzeń. Bilans ten był określony przez plan produkcji, z założenia przebiegający bez zakłóceń. Z chwilą wystąpienia takowych rzeczywiste obciążenie na stanowiskach pracy było obliczone ad hoc, zaś wyniki obliczeń - różne od planowanych. W oparciu o takie dane ustalone terminy uruchomienia i zwalniania zleceń były obciążane błędami.

Zadaniem drugiego z podsystemów sterowania produkcją było opracowanie harmonogramu wraz z terminami, wykonywanie detalooperacji - tak aby były dotrzymane terminy wykonania zleceń /z podsystemem sterowania zapasami/.

Oparte o powyższe założenia komputerowe systemy sterowania produkcją i zapasami funkcjonowały w oparciu o planowe, stałe terminy wykonania zleceń. System sterowania zapasami dostarczał zleceń, system sterowania zapasami dostarczał terminów, a system produkcji odpowiadał za ich planowe wykonanie. Przy zmiennych terminach cykli produkcyjnych powodowało to brak synchronizacji działania obu podsystemów, w wyniku czego użytkownicy otrzymywali błędne wyniki.

Aby móc określić główne założenia drugiego z wymienionych podejść do problemu, należy wyjść od odpowiedzi na pytania stawiane każdemu systemowi sterowania produkcją, tzn: co, ile, kiedy w odniesieniu do komponentów wyrobów, w fazach: planowania potrzeb oraz sterowania zapasami.

Pierwsze z pytań dotyczy rodzajów składników wyrobów, ponieważ należy uwzględnić powiązania strukturalne między nimi w wyrobie. Sterowanie zapasami w oparciu o tzw. punkt zlecenia było oparte o metody statystyczne i zakładało niezależność popytu na elementy. Była to faktycznie prognoza, zawierająca często obciążenie błędem. Inna metoda to obliczanie popytu zależnego i niezależnego / 2 /.

Drugie pytanie dotyczy ilości zużywanych składników wyrobu i związane jest z ekonomiczną wielkością partii produkowanych wyrobów.

Pytanie "kiedy ?" oznacza dokładnie "kiedy zwałniać zlecenie do produkcji". Odpowiedzi na pytanie daje metoda Punktu Zlecenia oraz metoda Planowania Potrzeb Materiałowych /ang. Material Requirements Planning/ stosowana z powodzeniem przy założeniu pracy w układzie czasowo-sfazowanym.

Reasumując, podejście tradycyjne zakładało rozdzielność obu tych funkcji oraz stałość cyklu produkcyjnego, a także niezmiennosc terminów wykonania poszczególnych elementów produktu. Podejście nowoczesne uwzględnia zakłócenia występujące w przebiegu procesu produkcyjnego i wprowadza funkcję regulacyjną, powodując

likwidację lub zmniejszenie skutków odchyleń od normatywów i planów. Bazuje ono na ścisłej integracji obu tych elementów i zmienności cyklu produkcyjnego, a także na uwzględnianiu priorytetów /miar pilności potrzeb/ zleceń, zakładających, że partia elementów pilnie potrzebnych do produkcji zostanie wykonana szybciej niż taka sama partia do produkcji mniej pilnej do wykonania. Problem planowania priorytetów zleceń, tzn. informacji określających kolejność wykonywania zleceń produkcyjnych lub zwolnienia zleceń zaplanowanych, to kluczowe zagadnienie wszystkich współczesnych systemów sterowania produkcją i zapasami.

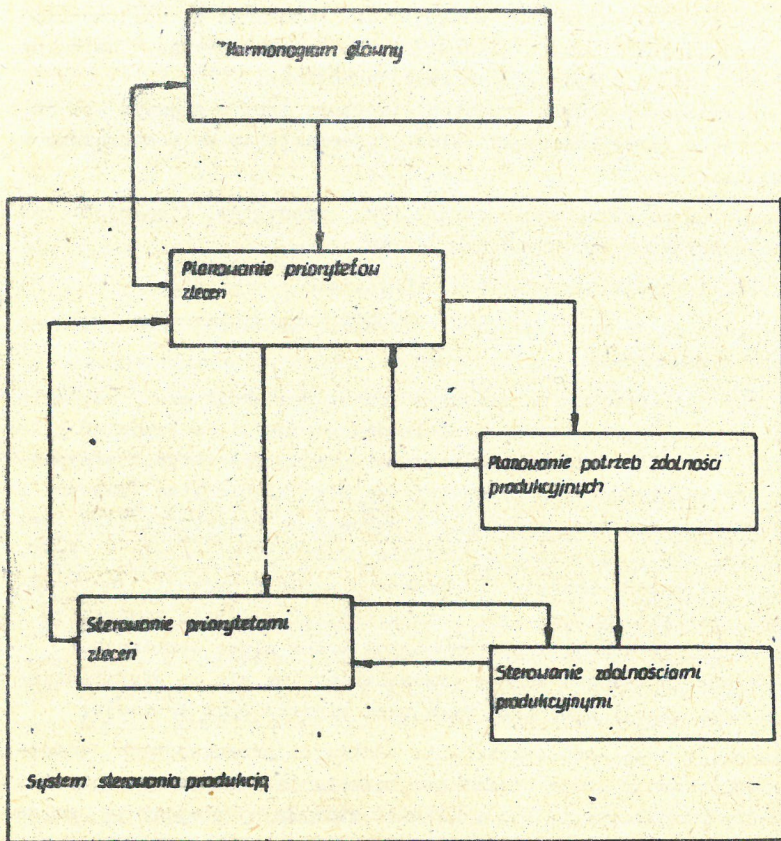
C. PODSTAWOWE FUNKCJE STEROWANIA PRODUKCJĄ

Koncepcja współczesnego systemu sterowania produkcją, zaproponowana przez O.W.Wighta / 5 / bazująca na doświadczeniach płynących ze stosowania tradycyjnych systemów sterowania produkcją i sterowania zapasami zakłada pełne zintegrowanie obu tych elementów. Istota powyższej koncepcji sprowadza się do wyodrębnienia czterech podstawowych funkcji i określenia wzajemnych powiązań między nimi. Są to:

- . planowanie priorytetów zleceń,
- . planowanie zdolności produkcyjnych,
- . sterowanie priorytetami zleceń,
- . sterowanie wykorzystaniem zdolności produkcyjnych.

Zakres funkcjonalny współczesnego systemu sterowania produkcją obejmuje też piątą funkcję, powiązaną zasileniem informacyjnym z czterema wymienionymi funkcjami. Jest nią harmonogramowanie produkcji.

Ogólny schemat wzajemnych powiązań informacyjnych między podstawowymi funkcjami systemu sterowania produkcją przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schemat ogólny powiązań między funkcjami systemu sterowania produkcją

Harmonogram główny produkcji /HG/ jest planem produkcji, opracowanym w oparciu o posiadane informacje o zamówieniach i wskaźnikach dyrektywnych, wstępnie zbilansowanym z możliwościami produkcyjnymi przedsiębiorstwa /moce produkcyjne, unikalny sprzęt, ludzie o specjalnych kwalifikacjach/.

Harmonogram główny produkcji tworzony jest w oparciu o informacje o zamówieniach klientów. Informacje te są dostarczane w postaci:

- . zamówień na wytwarzanie określonych produktów finalnych lub półfabrykatów złożonych u wytwórcy,
- . zmian i korekt w złożonych zamówieniach,
- . prognoz co do asortymentu i wielkości produkcji opracowanych przez producenta.

Aby mógł powstać harmonogram główny produkcji musi nastąpić zbilansowanie przewidywanej wielkości produkcji /z zamówień klientów/ z możliwościami produkcyjnymi przedsiębiorstwa. W przypadku, gdy istniejące zasoby materialne przedsiębiorstwa /maszyny i urządzenia, dostępne materiały i surowce do produkcji, siły wytwórcze, itp./ umożliwiają podjęcie produkcji w oparciu o zamówienia klientów, zostaje opracowany program produkcji /harmonogram/, zaś klient otrzymuje potwierdzenie przyjęcia zamówienia i realizacji produkcji w proponowanych przez niego terminach.

Kiedy istniejące zasoby przedsiębiorstwa nie są wystarczające do realizacji zamówień, mogą mieć miejsce dwie sytuacje:

- . istnieje możliwość zwiększenia zdolności produkcyjnych przedsiębiorstwa poprzez: dodatkowe inwestycje, zwiększenie ilości kadry produkcyjnej, itp.; klient otrzymuje propozycję zmian terminów realizacji zamówień i o ile ją zaakceptuje zmianę zamówienia, powstaje harmonogram produkcji,
- . gdy nie ma możliwości zwiększenia zasobów produkcyjnych, następuje odmowa realizacji produkcji w oparciu o złożone zamówienie.

Opracowany harmonogram główny produkcji stanowi zasilenie informacyjne planowania priorytetów zleceń produkcyjnych. Funkcja

planowania priorytetów zleceń ma dostarczyć odpowiedzi na dwie grupy pytań:

- pierwszą, dotyczącą planowanego uruchomienia zleceń produkcyjnych /co zlecać, w jakich terminach zlecać, ile zlecać ?/,
- drugą, dotyczącą już otwartych zleceń /co przyspieszać lub opóźniać, na kiedy przyspieszać lub opóźniać realizację zlecenia, na jaką ilość w zleceniu przyspieszać lub opóźniać ?/.

Planowanie priorytetów zleceń jest realizowane przy pomocy wielu metod obliczeniowych. Najczęściej stosowanymi metodami są:

- a/ czasowo-sfazowane planowanie potrzeb materiałowych /ang. time-shaved material requirement planning/,
- b/ czasowo-sfazowany punkt zlecenia /ang. time-shaved order point/,
- c/ punkt zlecenia /ang. order point/, przy czym podstawowym kryterium wyboru metody jest charakter popytu.

Pod pojęciem popytu należy rozumieć zapotrzebowanie na elementy do produkcji wyrobów. Rozróżnia się dwa rodzaje popytu: zależny i niezależny. Popyt zależny oznacza zapotrzebowanie na elementy do produkcji wyrobu wynikające z jego struktury, a zatem dające się obliczyć. Drugi rodzaj popytu oznacza zapotrzebowanie wynikające z prognozy. Zapotrzebowanie o popycie zależnym może być obliczane i do tego celu służy metoda a/. Zapotrzebowanie o popycie niezależnym może być jedynie prognozowane i w tym celu stosuje się metody b/ i c/.

Czasowo-sfazowane planowanie potrzeb materiałowych jest to technika planowania priorytetów zleceń, bazująca na czasowo-sfazowanym procesie rozwijania planu produkcji /harmonogramie głównym/, w oparciu o strukturę produktu. Struktura produktu, będąca wykazem wszystkich składników /elementów/ produktu w rozbiciu na kolejne jego poziomy montażowe pozwala jednoznacznie obliczyć zapotrzebowanie na poszczególne elementy składowe, a w konsekwencji określić priorytety zleceń.

W procesie produkcyjnym nie zawsze mamy do czynienia z popytem zależnym na elementy składowe wyrobów. Często występuje konieczność oszacowania zapotrzebowania. Wystąpi tutaj zawsze pe-

wien element prawdopodobieństwa. Prognozowanie zapotrzebowania oparte jest na danych na temat zużycia elementów w przeszłości. Na tym oparta jest druga z metod planowania priorytetów - metoda punktu zlecenia. Jest to technika planowania priorytetów zleceń bazująca na popycie niezależnym na elementy wyrobów, w oparciu o statystyki zużycia. Metoda ta posiada szereg mankamentów. Główną wadą jej jest to, że jest ona metodą "statystyczną", nie powiązaną ze sfazowaniem w czasie planowania popytu na elementy /tj. do daniem skali czasu do informacji o wielkości zapasów elementów/. W konsekwencji metoda pozwala określić jedynie sam moment zwolnienia zlecenia, nie uwzględniając zmian rzeczywistych zapotrzebowań. Stosowanie tej metody może prowadzić do utrzymywania nadmiernych zapasów w przedsiębiorstwie. Konsekwencje metody są też widoczne na etapie sterowania zleceniami, a mianowicie użytkownik traci kontrolę nad priorytetami zleceń, gdyż nie potrafi ustalić aktualnego priorytetu. Metoda ta, mimo wad, jest dosyć często stosowana z uwagi na stosunkowo proste algorytmy obliczeniowe, jest też zupełnie wystarczająca w przypadku produkcji wyrobów prostych konstrukcyjnie.

Ostatnia z wymienionych metod - czasowo-sfazowany punkt zlecenia - eliminuje mankamenty metody punktu zlecenia poprzez powiązanie ze sfazowaniem w czasie zapotrzebowania na elementy wyrobu. Jest zatem metodą "dynamiczną". Pozwala przez to na znaczne ograniczenie ryzyka związanego z każdą prognozą. Ponadto określając terminy zwalniania zleceń pozwala na bieżące korekty priorytetów pod kątem widzenia zmian terminów rzeczywistych zapotrzebowań. Metoda czasowo-sfazowanego punktu zlecenia jest jednak bardziej złożoną metodą niż metoda punktu zlecenia.

Aby wydać polecenie uruchomienia zlecenia należy określić jego priorytet. Chcąc to wykonać trzeba zaplanować zapotrzebowanie na poszczególne elementy wyrobów w procesie produkcji - w oparciu o harmonogram produkcji. Sprowadza się to do określenia:

- . potrzeb materiałowych odnośnie zleceń do uruchomienia,
- . pokrycia materiałowego, jakim dysponuje przedsiębiorstwo na zlecenia do uruchomienia,
- . określenia potrzeb w zakresie zdolności produkcyjnych itp.

O ile istnieją warunki do uruchomienia zlecenia, planista PPM /Planowanie Potrzeb Materiałowych/ zadysponuje uruchomienie zlecenia, określając jednocześnie ewentualne korekty otwartych zleceń lub też przewidywane opóźnienia w ich realizacji.

System planowania priorytetów zleceń utrzymuje aktualne priorytety zleceń przez planowanie i aktualizację dat wykonania zleceń, zaś system sterowania priorytetami steruje wykonaniem zadań określonych planem /stąd nazwa: system sterowania zleceniami, system dyspozytorski itp./. Podstawowym instrumentem sterowania priorytetami jest lista dyspozycyjna /harmonogram (operacji wydziału/. Istotą tej dokumentacji produkcyjnej, tworzonej na ogół każdego dnia, jest uszeregowanie prac według priorytetów operacji, wynikających z określonych poprzednio priorytetów zleceń. Zmiany dat wykonania zleceń dokonane przez system planowania priorytetów powodują zmiany priorytetów operacji w dokumentacji produkcyjnej.

W oparciu o polecenia uruchomienia zleceń następuje ich zwolnienie do produkcji. Dotyczy to tych zleceń, które są przewidziane do uruchomienia w przyjętym przez użytkownika okresie, sprawdzane jest dla nich zapotrzebowanie materiałowe oraz kompletność elementów składowych. W przypadku braku takiego pokrycia jest emitowana odpowiednia informacja. Dla zleceń mających pokrycie materiałowe jest sporządzana odpowiednia dokumentacja produkcyjna. Może to być np. lista dyspozycyjna /harmonogram operacji/, dokumentacja warsztatowa w postaci: limitów okresowych pobrania materiałów do produkcji /RW/, przyjęcia do magazynu elementów /PW/, przesunięć międzyoperacyjnych /OP/, kart pracy, itp. - w zależności od typu produkcji.

Oprócz wymienionych funkcji zadaniem sterowania priorytetami zleceń jest:

- . śledzenie bieżącego postępu prac,
- . obliczanie priorytetów otwartych zleceń produkcyjnych.

Ze śledzeniem bieżącego postępu prac związana jest wyemitowana dokumentacja warsztatowa. Śledzenie postępu prac opiera się np. na bieżącym konfrontowaniu wielkości produkcji detali z bieżącą dokumentacją warsztatową w odpowiednimi wielkościami z

poprzedniej detalooperacji - dla analogicznych elementów, badaniu czy nie przekroczono dopuszczalnego limitu braków produkcyjnych, itp. Badanie przebiegu prac powoduje emisję odpowiednich informacji o stanie realizacji zleceń, czy o obciążeniu stanowisk roboczych zleceniami.

Obliczanie priorytetów otwartych zleceń produkcyjnych polega na ustaleniu kolejności wykonania poszczególnych zleceń oraz - w ramach zleceń - detalooperacji bazując na:

- . zaplanowanych uprzednio priorytetach,
- . bieżącym oszacowaniu przepustowości stanowisk produkcyjnych, dostępności materiałów i elementów składowych wyrobów, dat rozpoczęcia i zakończenia realizacji zlecenia, itp.

Efektami są:

- . lista dyspozycyjna /harmonogram/ detalooperacji w odniesieniu do stanowisk roboczych,
- . lista dyspozycyjna pobrań materiałowych /elementów wyrobu do realizacji poszczególnych detalooperacji.

W przypadku braku możliwości bieżącego pokrycia zapotrzebowania na elementy dla detalooperacji, lub też nadmiernego obciążenia określonych stanowisk roboczych, może być wyemitowana informacja o spodziewanych opóźnieniach w procesie realizacji zleceń produkcyjnych.

Jak wspomniano uprzednio, zadaniem planowania priorytetów zleceń jest określenie kolejności ich wykonania, z uwzględnieniem rodzaju popytu na elementy wyrobów i zdolności produkcyjne przedsiębiorstwa, zaś zadaniem sterowania zleceniami - bieżąca weryfikacja zaplanowanych zleceń i tworzenie w oparciu o nią i o bieżące obciążenie stanowisk roboczych odpowiedniej dokumentacji produkcyjnej. Dla prawidłowej realizacji obu powyższych funkcji systemu sterowania produkcją niezbędne jest prawidłowe oszacowanie zdolności produkcyjnych przedsiębiorstwa. Sprowadza się to do:

- . planowania potrzeb zdolności produkcyjnych,
- . sterowania wykorzystaniem zdolności.

Podstawowym celem planowania potrzeb zdolności produkcyjnych jest określenie, jakie zdolności produkcyjne będą wymagane na poszczególnych stanowiskach roboczych do wykonania zaplanowanych zadań oraz czy zaplanowane zlecenia będą wykonane w żądanych terminach. Aby osiągnąć ten cel należy określić realne terminy uruchomienia i zakończenia produkcji elementów wyrobów w oparciu o istniejące zdolności produkcyjne oraz zaplanować obciążenie poszczególnych stanowisk roboczych w oparciu o harmonogram główny produkcji. Horyzont planistyczny pozwala tutaj na odpowiednio szybkie uzyskiwanie informacji o przyszłych zdarzeniach mających wpływ na proces produkcyjny. Pozwala to na zapobieganie wąskim gardłom procesu produkcji za pomocą rozładowywania przeciążeń stanowisk roboczych poprzez np. dodatkowe zmiany, godziny nadliczbowe, stanowiska zastępcze, lepszą organizację pracy, jak również kooperację z innymi zakładami, przesunięcie terminów wykonania zleceń produkcyjnych.

Obliczenie potrzeb zdolności produkcyjnych jest realizowane w oparciu o:

- informacje typu bazowo-normatywnego odnośnie zdolności produkcyjnych przedsiębiorstwa /rodzaje i ilości stanowisk roboczych, maszyn i urządzeń, narzędzi, pomocy warsztatowych, itp./,
- dane na temat otwartych zleceń produkcyjnych,
- dane o potrzebach zdolności, wynikających ze zleceń planowanych.

Sporządzany jest plan potrzeb zdolności produkcyjnych w rozbiu na poszczególne stanowiska robocze, przy czym zdolności produkcyjne są na ogół wyrażone w postaci funduszu czasu pracy /godzinowo, w oparciu o przyjęty tok pracy/; fundusz ten jest odpowiednio zmniejszany o istniejące bieżące obciążenie, wynikające z otwartych zleceń produkcyjnych. Analiza sporządzanego planu potrzeb zdolności produkcyjnych stymuluje dalsze działania, polegające na:

- określeniu działań zabezpieczających zdolności przy stwierdzeniu wąskich gardeł produkcji /wymienionych wyżej/ - o ile

istniejące zdolności nie gwarantują wykonania zaplanowanych zleceń w terminie,

- . dostarczania informacji o luzach produkcyjnych na stanowiskach do komórek planistycznych.

Sporządzony plan stanowi główne zasilenie informacyjne potrzebne przy sterowaniu wykorzystaniem zdolności produkcyjnych.

Zadaniem sterowania wykorzystaniem zdolności produkcyjnych jest regulacja obciążenia stanowisk roboczych detalooperacyjnych do wykonania, w oparciu o listy dyspozycyjne oraz plan potrzeb zdolności produkcyjnych zawierający normatywy przepustowości poszczególnych stanowisk. Regulacja obciążeń ma miejsce dla poszczególnych okresów wynikających z cyklu produkcyjnego. Obciążenia dla poszczególnych stanowisk są porównywane z ich zdolnościami produkcyjnymi i jeżeli nie występuje przeciążenie stanowiska, zlecenie otwarte do realizacji zostaje zaterminowane. W przypadku wystąpienia przeciążenia wykorzystuje się jedną z dwóch metod: metodę obciążenia nieograniczonego lub metodę obciążenia ograniczonego.

Pierwsza z metod jest wykorzystywana wówczas, gdy istnieje możliwość nieograniczonych manipulacji posiadanymi zasobami bądź ich zwiększenie. Metoda daje odpowiedzi na pytania:

- . jakie maszyny i siła robocza jest potrzebna do wykonania w terminie zaplanowanych zleceń,
- . jak można je lepiej obciążyć i jaki to przyniesie efekt?

Podjęte działania w przypadku przeciążenia sprowadzają się do przesunięcia terminów rozpoczęcia zleceń /o ile jest to możliwe/, użycia stanowisk zastępczych, bądź uruchomienia większej ilości zmian.

Druga metoda jest wykorzystywana wówczas, gdy nie można liczyć na rozszerzenie zdolności produkcyjnych. Daje ona odpowiedzi na pytania:

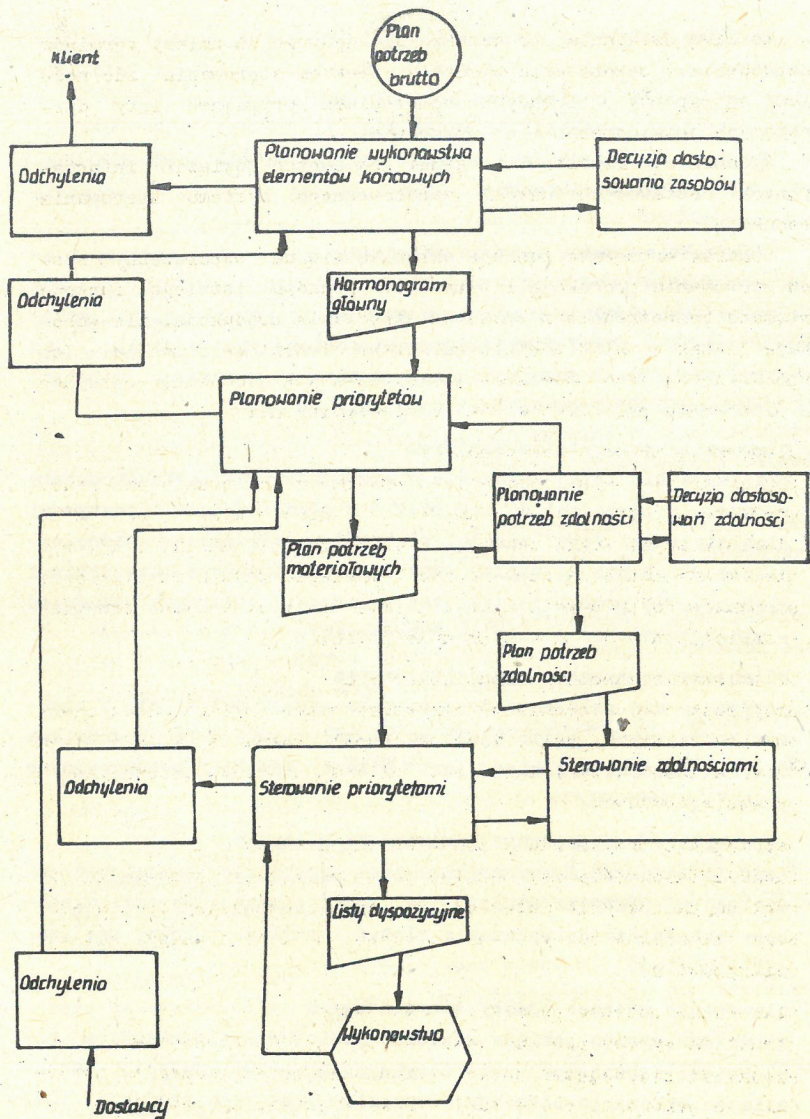
- . kiedy jest możliwe wykonanie aktualnych zleceń przy obecnych zdolnościach produkcyjnych,
- . jak można lepiej obciążyć?

Możliwe działania sprowadzają się jedynie do zmiany terminów rozpoczęcia i zakończenia zlecenia. Efektem sterowania zdolnościami są raporty o bieżących obciążeniach korygujące listy dyspozycyjne detalooperacji do wykonania.

Rysunek 2. przedstawia schemat wzajemnych powiązań informacyjnych podstawowych funkcji współczesnego systemu sterowania produkcją.

Scharakteryzowane funkcje składają się na współczesny system sterowania produkcją i zapasami. Ponadto istnieją funkcje związane bezpośrednio z systemem sterowania produkcją, nie wchodzące jednak w skład powyższego, czteroelementowego modelu. Ich wspólną cechą jest podejście analogiczne jak w modelu, bazujące na planowaniu priorytetów. Są to między innymi:

- . planowanie priorytetów zamówień
przyjmuje się tutaj założenie o wzajemnym powiązaniu struktury produktu z pozycjami do zakupu i odpowiednimi normatywami planistycznymi /cykl zakupu, wielkość partii zakupu, itd/; wynikiem działania są zaplanowane zamówienia zakupu materiałów i elementów do produkcji, jak też priorytety otwartych zamówień - analogicznie do zleceń produkcyjnych,
- . bilansowanie zasobów przedsiębiorstwa
przyjmuje się założenie, że struktura wyrobu składa się z zasobów krytycznych, gdzie ilość na zespół równa się jednostkom zużycia zasobu; wynikiem jest bilans zasobów produkcyjnych przedsiębiorstwa,
- . wspomaganie przyjmowania zamówień od klientów
funkcja ta określa czy możliwe jest przyjęcie zamówienia ze względu na pokrycie materiałowe i cykl produkcyjny oraz niedobory składników do wykonania zleceń i możliwe terminy realizacji zamówień,
- . planowanie potrzeb pomocy warsztatowych
struktura wyrobu powinna zawierać powiązania elementów z narzędziami niezbędnymi do ich wykonania /norma zużycia narzędzia do wykonania elementu/; wynikiem jest plan produkcji lub zaopatrzenie w pomoce warsztatowe.



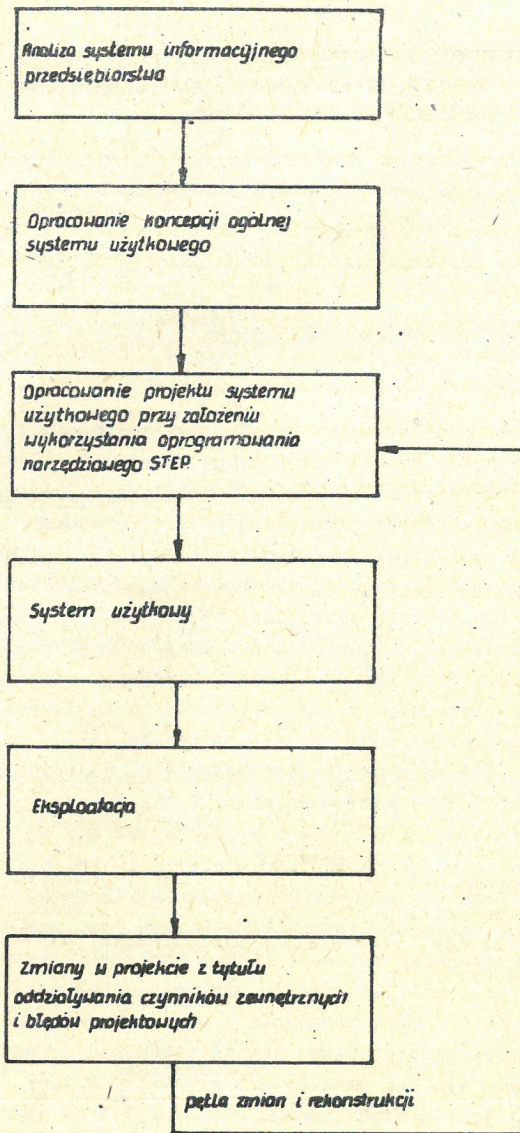
Rys. 2. Powiązania ideowe funkcji systemu sterowania produkcją

TWORZENIE SYSTEMÓW UŻYTKOWYCH PRZY ZASTOSOWANIU OPROGRAMOWANIA NARZĘDZIOWEGO STEP

A. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA METODY

Niżej przedstawiona metoda: tworzenia, wdrażania i utrzymania w aktualności systemu użytkowego sterowania produkcją różni się od tradycyjnych metod projektowania i oprogramowywania systemów informatycznych zarządzania przedsiębiorstwami. Ogólny schemat działania jest przedstawiony na rysunku 3. Jak widać ze schematu, technologia ta obejmuje nie tylko sam proces tworzenia systemu, lecz zawiera także fazę rekonstrukcji, która zwykle następuje po zebraniu doświadczeń z eksploatacji systemu. Taki tok postępowania doprowadza do bardzo szybkiego opracowania prototypu systemu użytkowego i jego eksploatacji na danych testowych. Według ostrożnych szacunków trwa to około 3 - 6 miesięcy. System wchodzi w fazę eksploatacji próbnej na zasadach prototypu. Bezpośredni użytkownicy mogą więc szybko i przy niewielkich nakładach przeprowadzić próby i wypowiedzieć się co do jego przydatności oraz zaproponować uzupełnienia i zmiany. Zostają one uwzględnione w nowej wersji systemu użytkowego.

Inną, na ogół przemilczaną, sprawą jest nadążanie systemu informatycznego za zmianami w jego otoczeniu. Bezwładność istniejących systemów jest często przyczyną niepowodzenia w ich stosowaniu. Technologia tworzenia systemów użytkowych na bazie oprogramowania narzędziowego jest dostosowana do sprostania tym wymaganiom. Nie bez znaczenia w procesie budowy i rekonstrukcji systemu jest pracochłonność realizacji tych czynności. Prezentowana metoda ogranicza ten element w znacznym stopniu /około 80% w stosunku do metod tradycyjnych/.



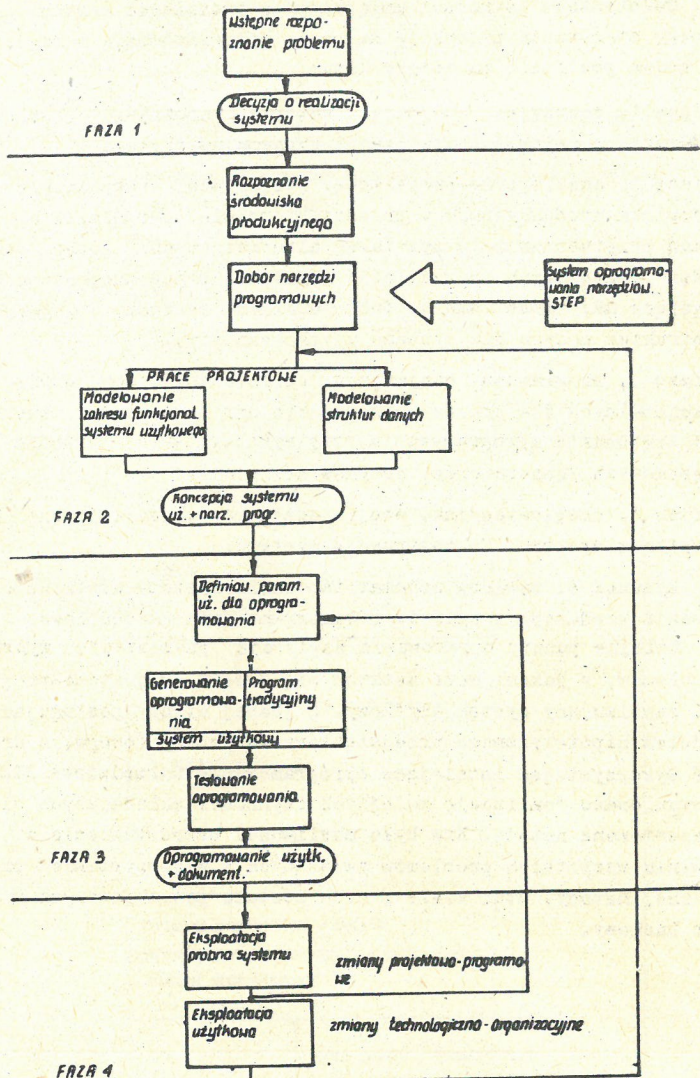
Rys. 3. Schemat powstawania i utrzymania w aktualności systemu przy użyciu oprogramowania narzędziowego STEP

Całokształt czynności związanych z tworzeniem systemu użytkowego sterowania produkcją na bazie oprogramowania narzędziowego można podzielić na cztery fazy:

- . fazę 1. decyzyjną, obejmującą wstępne rozpoznanie problemu i decyzję o celowości realizacji systemu użytkowego,
- . fazę 2. analityczno-projektową, obejmującą: rozpoznanie środowiska produkcyjnego w przedsiębiorstwie, określenie algorytmów przetwarzania /w tym także alternatywnych/, dobór narzędzi programowych do realizacji systemu, prace projektowe polegające na: modelowaniu, funkcjonalnym systemu, modelowaniu struktur danych dla systemu użytkowego itp.,
- . fazę 3. programową, obejmującą: definiowanie parametrów funkcjonalnych dla procesu generowania oprogramowania, tworzenie i testowanie oprogramowania przy wykorzystaniu narzędzi programowych /generatorów, języków definicji/,
- . fazę 4. eksploatacyjną, obejmującą: eksploatację próbną i użytkową systemu, rekonstrukcję systemu.

Rysunek 4. zawiera schemat tworzenia systemu użytkowego sterowania produkcją w oparciu o oprogramowanie narzędziowe.

Kolejne punkty opracowania zawierają prezentację wybranych problemów, z jakimi może zetknąć się zespół projektowo-programowy, realizujący system użytkowy. Z jednej strony posługując się modelem hipotetycznego przedsiębiorstwa przemysłowego, z drugiej zaś wykorzystując istniejące oprogramowanie narzędziowe STEP/DOS zasymulowano realizację kolejnych czynności składających się na prezentowaną metodę. Nie było możliwości przedstawienia w opracowaniu wszystkich problemów związanych z wykorzystaniem prezentowanej metody, stąd wiele z nich zostało potraktowanych w sposób hasłowy.



Rys. 4. Tworzenie systemu użytkownika sterowanego produkcją w oparciu o oprogramowanie narzędziowe

B. ANALIZA ŚRODOWISKA PRODUKCYJNEGO I DOBÓR NARZĘDZI PROGRAMOWYCH

Opis przedsiębiorstwa

Koncepcja działania współczesnego systemu sterowania produkcją zostanie przedstawiona w oparciu o uproszczony przykład średniej wielkości przedsiębiorstwa o tzw. dyskretnym i seryjnym procesie produkcji. Założenie to wynika stąd, że prawie każdy proces produkcyjny, przy odpowiednio przedstawionym celu sterowania, warunkach współdziałania z innymi procesami, przyjętych wskaźnikach jakości oraz horyzoncie czasowym sterowania, może być traktowany jako proces dyskretny. Ogólnie można powiedzieć, że dyskretny charakter procesów wynika nie tylko z przebiegu określonych zjawisk oraz występowania zdarzeń w ściśle określonych momentach, lecz również z tego, że operacje technologiczne są realizowane na skończonych partiach materiału, procesy mogą się znajdować w różnych stanach technologicznych, a same działania sterujące oraz ocenę faktów sterowania dogodnie jest przedstawić w stosunku do skończonych przedziałów czasu. W przedsiębiorstwie produkowane są wyroby o średniej złożoności. Do produkcji towarowej zalicza się również niektóre podzespoły i części zamienne.

Wydaje się niewątpliwe, że sprawne sterowanie tak złożonymi procesami jest niemożliwe bez użycia komputera. W tej sytuacji celowe byłoby stworzenie modelu systemu informatycznego sterowania produkcją.

Dowolny model systemu informatycznego zarządzania jest związany z procesami informacyjnymi, które odzwierciedlają z odpowiednią wiernością całą specyfikę procesów produkcyjnych. W systemach informatycznych funkcję modelu informacyjnego procesu produkcyjnego spełnia baza danych produkcyjnych.

Produkcja przedsiębiorstwa jest zorganizowana w wydziałach. Struktura produkcyjna wydziałów jest wynikiem przyjętych form organizacyjnych i specjalizacji stanowisk roboczych. Wydziały obróbki mechanicznej podzielone są na gniazda obróbcze - przed-

miotowe, wielopredmiotowe lub zorganizowane według ciągu technologicznego. Pracą ich kierują mistrzowie. Wydziały posiadają biura planowo-rozdzielcze. Personel biur jest podzielony zakresem prac według poszczególnych gniazd obróbczych.

Wydziały obróbki termicznej podzielone są na oddziały według specjalizacji technologicznej. Pracą oddziałów kierują mistrzowie. Wydziały montażu dzielą się na oddziały o organizacji przedmiotowej. Montaż prowadzony jest systemem stanowiskowym. Wydział montażu posiada rozdzielnię części.

Proces technologiczny zawiera podstawowe typy obróbki i montażu, charakterystyczne dla przemysłu maszynowego, a więc obróbkę mechaniczną, galwaniczną, chemiczną i termiczną, jak również montaż na stanowiskach. Liczba operacji technologicznych dla jednego wyrobu/części waha się od 1 do 50. Czas trwania operacji dla wyrobu/przedmiotu od 0,01 do 60 godzin. Pełny cykl produkcji i zaopatrzenia nie przekracza 12 miesięcy.

Przedsiębiorstwo ma magazyny materiałów, zakupowanych części i podzespołów oraz części z produkcji własnej i wyrobów gotowych. Magazyn części służy do przechowywania ich w czasie od momentu wykonania do momentu pobrania do montażu. Specyficznym magazynem części są również poszczególne wydziały produkcyjne. Z punktu widzenia możliwości sterowania wykonawstwem produkcji istotne jest, by rejestracja wykonania każdego elementu/części, zespołu, podzespołu, odbywała się poprzez wygenerowanie transakcji zwiększających stan, a pobranie elementów do montażu powodowało odpowiednie zmniejszenie stanu. Nie oznacza to konieczności fizycznego magazynowania ani utrzymywania stanów magazynowych elementów, lecz chodzi o formę rejestracji wykonania, w postaci jakiegokolwiek dokumentu.

Środowisko produkcyjne, w którym działa przedsiębiorstwo, charakteryzuje się niestabilnością powodowaną różnymi czynnikami, jak: awaryjność urządzeń, absencja pracowników, opóźnienia dostaw materiałów, nieterminowość i niesolidność kooperantów, braki produkcyjne, zła jakość materiałów i podzespołów, zmiany konstrukcyjne i technologiczne. Dodatkowo sytuację komplikuje zmienność zadań produkcyjnych w zakresie ilościowym i asortymentowym. W tym nieustabilizowanym środowisku produkcyjnym terminy

planowego wykonania zleceń ulegają ciągłym zmianom. Potrzeby materiałowe jak i zdolności produkcyjne ulegają ciągłym odchyleniom od pierwotnych założeń. W tej sytuacji system informatyczny sterowania produkcją musi być ukierunkowany na ciągłe, dynamiczne przeplanowywanie.

Ewolucja systemów sterowania produkcją jaka miała miejsce na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat doprowadziła do tego, że u podstaw takich rozwiązań leżą następujące założenia:

- . kluczowe problemy sterowania produkcją to priorytety i zdolności produkcyjne; z każdym z tych problemów wiąże się funkcje planowania i sterowania,
- . problem określenia priorytetów /dla terminów i ilości/ jest nadrzędny w stosunku do problemu zdolności,
- . między priorytetami i zdolnościami muszą istnieć odpowiednie powiązania w postaci sprzężeń zwrotnych i to zarówno w fazie planowania jak i sterowania,
- . zadaniem systemu informatycznego nie jest wyeliminowanie personelu sterowania produkcją, lecz wspomaganie go poprzez przygotowywanie odpowiednich materiałów do podejmowania decyzji.

Na dobór właściwych metod i technik sterowania największy wpływ miało przyjęcie sprawdzonych w wieloletniej praktyce założeń:

- . cykl produkcyjny nie jest stały i zależy od pilności wykonania danego elementu /wynika to przede wszystkim z faktu, iż czasy oczekiwania przed stanowiskiem, transportu, składowania stanowią około 90% cyklu produkcyjnego/,
- . planowane terminy wykonania zleceń mogą ulegać zmianom,
- . precyzyjne ustalenie wielkości partii produkcyjnych nie ma zasadniczego znaczenia w systemie,
- . w systemie sterowania produkcją musi istnieć zarówno możliwość przyspieszenia wykonania zleceń jak i możliwość ich opóźnienia,
- . wobec szybko zachodzących zmian środowiska produkcyjnego, za-

stosowane metody planowania potrzeb zdolności produkcyjnych w oparciu o obciążenie ograniczone jest nieefektywne.

Duży wpływ na poprawienie funkcjonalności współczesnych systemów informatycznych sterowania produkcją miało również opracowanie metody czasowo-sfazowanego punktu zlecenia jako podstawowej dla planowania zleceń produkcyjnych, co w połączeniu z zastosowaniem metody Planowania Potrzeb Materiałowych dało ponadto wiele wymiernych korzyści w postaci lepszego zabezpieczenia produkcji w materiały i części oraz pozwoliło na znaczne zmniejszenie zapasów materiałowych. W wyniku ewolucji we współczesnym systemie sterowania produkcją wykształciły się następujące podsystemy:

- . Planowanie priorytetów,
- . Planowanie potrzeb zdolności produkcyjnych,
- . Sterowanie priorytetami,
- . Sterowanie wykorzystaniem zdolności produkcyjnych.

Schemat działania systemu sterowania produkcją w hipotetycznym przedsiębiorstwie przedstawia rysunek 5.

Mechanizmy sterowania produkcją

Podstawowym wejściem do tak sformułowanego systemu sterowania produkcją jest harmonogram główny produkcji, funkcjonujący na szczeblu planowania ogólnozakładowego. Harmonogram określa: w jakich terminach i ilościach będą spływały z produkcji tzw. elementy końcowe, którymi mogą być wyroby gotowe albo zespoły i części zamienne.

Harmonogram główny jest przedstawiony w postaci indeksu identyfikującego pozycję rodzajową, znajdującego się w kartotece pozycji rodzajowych, opisujących budowę wyrobów, zespołów itd., daty według których mają być wykonane te pozycje rodzajowe oraz żadaną ich ilość. Harmonogram główny jako wejście zasileniowe systemu sterowania produkcją działa w różnym horyzoncie czasowym, tzn. w planowaniu długo-, średnio- lub krótkookresowym. W krótkim horyzoncie zasila on planowanie priorytetów, zwalnianie

zleceń produkcyjnych oraz pozwala na bilansowanie potrzeb ze zdolnościami produkcyjnymi, zaś w dłuższych horyzontach czasowych zasila długookresowe planowanie zasobów i zdolności produkcyjnych.

Zakłada się, że w krótkim horyzoncie czasowym, obejmującym przynajmniej skumulowany cykl zaopatrzenia i produkcji, harmonogram jest wstępnie zbilansowany pod względem zasobów i zdolności produkcyjnych /jako efekt jego działania w długim horyzoncie czasowym/.

Na podstawie informacji z bazy danych produkcyjnych oraz harmonogramu głównego podsystem planowania priorytetów określa plan potrzeb materiałowych /materiały, części, podzespoły/ oraz planuje priorytety związane z uruchamianiem zleceń produkcyjnych. W zakresie planowania zleceń do zwolnienia podsystem udziela odpowiedzi na następujące pytania:

- . Co zlecać lub zamawiać ?
- . Kiedy zlecać lub zamawiać ?
- . Ile zlecać lub zamawiać ?

W związku z tym, że w niestabilizowanym środowisku produkcyjnym priorytety ulegają ciągłym zmianom, podsystem planowania priorytetów obejmuje swoim zakresem nie tylko zlecenia, które znajdują się w fazie planowania, ale również zlecenia już otwarte i przekazane do produkcji. Jest to podstawowy warunek sprawności operacyjnej systemu sterowania produkcją, który oznacza w istocie konieczność uwzględnienia w planowaniu priorytetów skutków, jakie wywoła wprowadzenie do produkcji nowych zleceń w momencie, gdy wcześniej otwarte zlecenia nie zostały jeszcze obsłużone. W stosunku do otwartych zleceń oznacza to udzielenie odpowiedzi na następujące pytania:

- . Czy i co przyspieszać lub opóźnić ?
- . Na kiedy przyspieszać lub opóźnić ?
- . Jaka ilość na otwartym zleceniu przyspieszać lub opóźnić ?

Podsystem planowania priorytetów jest niewątpliwie najbardziej złożony w całym systemie sterowania produkcją. Do realiza-

cji zadań podsystem stosuje całą gamę środków i technik, takich jak: rozdetalowanie wyrobów złożonych na elementy składowe, uwzględnienie stanów magazynowych, zapasów bezpieczeństwa, otwartych zleceń różne metody planowania wielkości partii produkcyjnych, alokacje zapasów materiałowych do otwartych zleceń, przesuwanie terminów rozpoczęcia zleceń o cykl, itd.

Jeżeli chodzi o techniki partiowania /polityka planowania potrzeb materiałowych/ to do części zunifikowanych stosuje się metodę stałej wielkości partii z modyfikatorem wielokrotności, zaś do części i podzespołów unikalnych - metodę dyskretnej wielkości partii z modyfikatorem mini-max. Dla polityki planowania zleceń w oparciu o stałą wielkość partii, wielkość zlecenia jest równa pewnej stałej normatywnej ilości lub jej wielokrotności. Dla metody dyskretnej /inaczej: partia dla partii/ przyjmuje się wielkość partii taką, jaka wynika z planu potrzeb materiałowych. Dla części i podzespołów z produkcji własnej daty uruchomienia zleceń otrzymuje się poprzez odjęcie długości cyklu od daty wystąpienia potrzeb.

Dla materiałów i podzespołów z zakupu podaje się tylko datę wystąpienia potrzeb zużycia.

Zasoby czasu określone na wykonanie zlecenia w rezultacie nic nie dają, gdyż w świadomości pracowników ciągle pozostaje fakt posiadania rezerwy czasowej. W tych warunkach zlecenia, sygnalizowane jako pilne, są z góry określane jako mniej pilne, co bardzo zaciemnia obraz faktycznych priorytetów.

Na podstawie planu potrzeb materiałowych, dostarczonego przez podsystem planowania priorytetów, analizuje się możliwości zabezpieczenia produkcji w materiały i podzespoły w poszczególnych okresach planistycznych. Jeżeli potrzeby materiałowe produkcji nie mogą być pokryte, można przedsięwziąć środki zaradcze, takie jak: negocjowanie z dostawcami przyspieszenia terminów dostaw materiałów i części, zamiana pozycji deficytowych materiałami zastępczymi lub - w ostateczności - korekta harmonogramu produkcji, co wymaga ponownego przetwarzania w ramach podsystemu planowania priorytetów.

Rezultatem działania podsystemu jest zbilansowany pod względem zasobów plan uruchomienia - zakończenia zleceń produkcyj-

nych. Plan ten, a także informacje o zleceniach otwartych, znajdujących się już w produkcji oraz informacje o dostępnych zdolnościach produkcyjnych i procesie technologicznym, zawarte w bazie danych produkcyjnych stają się wejściem do podsystemu planowania potrzeb zdolności produkcyjnych.

Wynikiem pracy podsystemu jest: plan potrzeb zdolności produkcyjnych, wykaz stanowisk przeciążonych i niedociążonych oraz wykaz potrzeb zdolności, które nie będą pokryte.

Analiza wyników działania podsystemu planowania potrzeb zdolności produkcyjnych daje odpowiedź na następujące pytania:

- . Czy uruchomić godziny nadliczbowe ?
- . Czy będzie potrzebny transfer ludzi lub prac między wydziałami ?
- . Czy przekazać część prac do kooperacji ?
- . Czy zwiększyć zatrudnienie ?
- . które zlecenia należy wcześniej uruchomić, niż to wynika z planu potrzeb, dla uniknięcia późniejszych spiętrzeń prac na stanowiskach ?

W związku z tym, że niektóre decyzje w planowaniu potrzeb zdolności produkcyjnych wiążą się ze zmianami terminów uruchomienia - zakończenia partii produkcyjnych, niezbędne jest dokonanie zmian w harmonogramie głównym produkcji, co z kolei ma wpływ na planowanie priorytetów. Po szeregu przebiegów korekcyjnych wykonywanych w podsystemach: planowania priorytetów i planowania potrzeb zdolności produkcyjnych otrzymujemy szczegółowo zbilansowany, pod względem zasobów i zdolności, harmonogram uruchomienia partii produkcyjnych, który jest podstawą do operatywnego sterowania wykonaniem produkcji.

Operatywne sterowanie pracą wydziałów produkcyjnych jest wspomagane przez podsystem sterowania priorytetami. Tutaj odbywa się zwalnianie zaplanowanych zleceń do produkcji. Zlecenia mające zabezpieczenie materiałowe przekazywane są do wykonania w kolejności wynikającej z priorytetów im przypisanych. Dla zleceń otwartych podsystem przygotowuje komplet dokumentacji warsztatowej, tzn. przewodniki /rozdzielniki/, listy montażowe i komple-

tacyjne, limity okresowe pobrania materiałów oraz zdania gotowych części i wyrobów do magazynu, dokumenty do śledzenia postępu prac. Otrzymana dokumentacja w postaci tabulogramów i kart dualnych spełnia podwójną funkcję. Limity okresowe pobrania materiałów stanowią z jednej strony dokument upoważniający do pobrania materiału z magazynu, z drugiej zaś strony stanowią dokument rejestrujący w systemie pobrania materiału na zlecenie.

Po ręcznym uzupełnieniu informacji o pobraniu na karcie dualnej i wyperforowaniu przez dział EPD, informacje te wprowadzone są do bazy danych w celu zarejestrowania pobrania i zmniejszenia stanu pozycji materiałowej.

Dokumenty do śledzenia postępu prac stanowią dokument zlecający wykonanie operacji oraz służą do rejestrowania faktu wykonania operacji, po uzupełnieniu informacji o wykonaniu. Ponadto dokumente te umożliwiają uszeregowanie w szafkach dyspozycyjnych rozdzielni operacji na stanowiskach według priorytetów.

Pracownicy biur planowo-rozdzielczych wydziałów produkcyjnych sterują postępowaniem prac wspomagani przez podsystem sterowania priorytetami. Sekwencjonują oni prace przy pomocy list dyspozycyjnych wykonania operacji na stanowiskach roboczych, podających aktualne priorytety zleceń obliczone metodą luzu międzyoperacyjnego. W sytuacjach wyjątkowych planiści wprowadzają priorytety zewnętrzne wykonania zleceń, które są silniejsze od priorytetów wyliczanych przez system.

Istotną funkcją realizowaną przez podsystem Sterowania Priorytetami jest rejestracja wykonania operacji i zleceń. Ze względu na krótki czas trwania operacji technologicznych w systemie nie rejestruje się wykonania każdej operacji, ale jedynie te operacje, które są uznane za kontrolne /system informatyczny posiada również inne warianty śledzenia postępu prac/. Z taką też dokładnością analizuje się faktyczny postęp prac w stosunku do planowanego przebiegu, zaś o zaistniałych opóźnieniach system informuje planistów oraz odpowiednio koryguje priorytety zleceń znajdujących się w produkcji.

Na podstawie danych o zwalnianych zleceniach, normatywnych obciążeniach stanowisk oraz informacji o stanie i przepływie robót w toku podsystem sterowania wykorzystaniem zdolności produk-

cyjnych przygotowuje dla poszczególnych stanowisk roboczych raporty wejścia - wyjścia, podające planowaną i faktyczną wielkość prac /wejście/ oraz wielkość prac spływających ze stanowiska /wyjście/. Przy planowaniu wejścia brane są pod uwagę nie tylko i zwalniane zlecenia, które jeszcze nie przybyły na stanowiska, ale i zaplanowane, przewidziane do wykonania na tym stanowisku.

W oparciu o raporty wejścia - wyjścia oraz listy dyspozycyjne zleceń pracownicy biur planowo-rozdzielczych wydziałów produkcyjnych koordynują te listy oraz decydują, które ze zwalnianych zleceń zostaną opóźnione ze względu na brak zdolności.

Działania podsystemów: sterowania priorytetami i sterowania wykorzystaniem zdolności produkcyjnych wzajemnie się uzupełniają, wspomagając te same służby sterowania produkcją.

Szczegółowa analiza opisanych zasad i mechanizmów sterowania produkcją w przykładowym przedsiębiorstwie stanowi pierwszą grupę czynności w procesie tworzenia systemu użytkowego według prezentowanej metody.

Analiza środowiska produkcyjnego

Badanie środowiska produkcyjnego to grupa czynności analizujących istniejące mechanizmy sterowania produkcją w przedsiębiorstwie. Stanowi ono wstępny etap prac projektowych, związanych z tworzeniem systemu informatycznego. Analiza tego typu ma miejsce niezależnie od tego, czy system jest tworzony w oparciu o tradycyjne metody projektowania, czy też przy wykorzystaniu oprogramowania narzędziowego. Inny jest jednak cel tych prac w obu przypadkach. Gdy stosowana jest tradycyjna metoda projektowania, wstępne rozpoznanie środowiska produkującego ma na celu opracowanie założeń funkcjonalnych dla pełnej logiki przetwarzania systemu. Gdy tworzony jest system sterowania produkcją przy wykorzystaniu oprogramowania narzędziowego, etap ten ma na celu: przygotowanie parametrów określających podstawowe funkcje przyszłego rozwiązania, rodzaje przetwarzanych informacji, stosowane algorytmy, itp. Sama logika przetwarzania jest już częściowo zawarta w narzędziach programowych /dotyczy to podstawowych, typowych algorytmów, możliwych do wykorzystania w dowolnym przed-

siębiorstwie/. Pozostałe algorytmy są tworzone pod kątem widzenia potrzeb określonego przedsiębiorstwa. Analiza środowiska produkcyjnego dostarcza materiał informacyjny do następnej fazy realizacji systemu użytkowego, jaką jest modelowanie jego struktury funkcjonalnej oraz struktur danych.

W przykładowym przedsiębiorstwie, dla którego jest tworzony system komputerowego sterowania produkcją, analiza środowiska produkcyjnego jest realizowana przy pomocy specjalnej ankiety, opracowanej przez zespół autorski STEP-u. Obejmuje ona badania samego procesu produkcji, nie obejmuje zaś swoim zakresem wejść i wyjść informacyjnych, gdyż te, jak już wspomniano zawarte są w architekturze samych narzędzi programowych systemu STEP.

Pierwsza grupa elementów sterowania produkcją, analizowana przy pomocy ankiety, związana jest z ogólną charakterystyką przedmiotu sterowania procesu produkcyjnego. Określa się:

- . typ produkcji wytwarzanej w przedsiębiorstwie /masowa, seryjna, jednostkowa/,
- . struktury wytwarzanych wyrobów finalnych, tzn. określenie ilości poziomów montażowych wyrobów,
- . maksymalną ilość operacji technologicznych, dotyczących jednego elementu wyrobu,
- . średnią ilość operacji technologicznych, przypadających na jeden element wyrobu,
- . rodzaje wytwarzanych wyrobów finalnych wraz z ilościami: ich elementów składowych oraz asortymentów materiałów, związanych z produkcją.

Druga grupa elementów badanych przy pomocy ankiety jest związana ze stosowaną w przedsiębiorstwie klasyfikacją i symbolizacją wyrobów finalnych, ich elementów składowych i materiałów do produkcji. Analizie podlegają:

- . stosowana klasyfikacja wyrobów, ich elementów składowych i materiałów /SWW, KTM, itp./,
- . jednolitość symbolizacji wymienionych elementów.

Trzecia grupa elementów badanych przy pomocy ankiety to normy związane z procesem produkcji. Badaniu podlegają:

- . normy zużycia materiałów w produkcji,
- . normy pracochłonności produkcji,
- . normy zapasów materiałowych,
- . normy dotyczące kosztów jednostkowych produkcji,
- . normy dotyczące wielkości serii produkcji. /w przypadku produkcji seryjnej/,
- . normy określające wielkości kosztów dla tzw. czasu przygotowawczo-zakończeniowego /tpz/,
- . normy odpadów w procesie produkcji,
- . normy braków produkcyjnych.

Kolejna grupa analizowanych elementów to stosowane w zakładzie metody i algorytmy w zakresie sterowania produkcją. Badane są:

- . algorytmy liczenia pracochłonności,
- . algorytmy rozliczania płac,
- . algorytmy liczenia kosztów wydziałowych,
- . metody planowania produkcji i potrzeb materiałowych.

Istniejąca logika przetwarzania w oprogramowaniu narzędziowym STEP dostarcza w tym zakresie szeregu alternatywnych algorytmów i procedur przetwarzania. I tak pracochłonność może być liczona według następujących algorytmów:

- . $\text{pracochłonność} = \text{czas płacony}$,
- . $\text{pracochłonność} = \text{czas jednostkowy} + \text{czas przygotowawczo-zakończeniowy}$,
- . $\text{pracochłonność} = \text{czas jednostkowy} + \text{czas przygotowawczo-zakończeniowy} / \text{wielkość partii}$,
- . $\text{pracochłonność} = / \text{czas jednostkowy} + \text{czas przygotowawczo-zakończeniowy} / \times \text{wskaźnik wielowarsztatowości}$,

. $\text{pracochłonnosc} = \text{czas jednostkowy} + \text{czas przygotowawczo-zakoń-}$
 $\text{czeniowy} / \text{wielkość partii} \times \text{wskaźnik wielowarsztatowości} /$.

Z kolei, przykładowo: płace, wartości materiałów zużytych w produkcji, wartości odpadów, koszty wydziałowe, koszty zakupu i koszty ogólnozakładowe są liczone według algorytmów:

- . $\text{płaca} = \text{pracochłonnosc} \times \text{stawka płac}$,
- . $\text{wartość materiału zużytego w produkcji} = \text{norma zużycia mate-}$
 $\text{riala} \times \text{cena jednostkowa}$,
- . $\text{wartość odpadu z produkcji} = \text{norma odpadu} \times \text{cena jednostkowa}$,
- . $\text{koszty wydziałowe} = \text{płaca} \times \text{narzut kosztów zakupu}$,
- . $\text{koszty zakupu} = \text{wartość materiałów} \times \text{narzut kosztów zakupu}$,
- . $\text{koszty ogólnozakładowe} = / \text{płaca} + \text{koszty wydziałowe} / \times \text{narzut}$
 $\text{kosztów ogólnozakładowych}$, itp.

Określanie wielkości partii w procesie planowania zleceń jest realizowane według następujących alternatywnych metod:

- . metoda dyskretna, gdzie wielkość partii jest równa zapotrzebo-
waniu netto /lub brutto/,
- . stała wielkość partii, ustalana z góry dla danego elementu,
- . najmniejszy koszt jednostkowy /ustalana jest taka wielkość
partii, dla której koszty składowania i uruchomienia zlecenia
są najniższe/,
- . bilansowanie części /okres, według którego wielkość partii u-
stała się na zasadzie scalania zapotrzebowań do takiej wiel-
kości, dla której koszt uruchomienia zlecenia z tą ilością
równoważy koszt składowania, itp./,

Kolejna grupa elementów, zawartych w ankiecie, dotyczy sta-
nowisk roboczych w zakładzie. Analizie podlega:

- . ilość stanowisk roboczych,
- . normy dotyczące ilości stanowisk roboczych,
- . wykaz /wraz z indeksami/ stanowisk roboczych.

Ostatnia grupa elementów ankiety służy analizie badania sze-
regu innych problemów procesu sterowania produkcją, m.in.:

- . wprowadzanie zmian konstrukcyjnych w wytwarzanych wyrobach,
- . stosowane cykle produkcyjne,
- . stosowania kalendarza jednostek terminów, itd.

W wyniku analizy środowiska produkcyjnego jej autorzy powinni mieć ogólny obraz komputeryzowanej dziedziny sterowania produkcją. Na tym etapie może być oceniona przydatność /lub jej brak/ zastosowania narzędzi programowych STEP-u dla potrzeb użytkownika. Ponadto analiza stwarza możliwość doboru odpowiednich procedur przetwarzania w ramach istniejących narzędzi programowych STEP-u, określanie wielkości podstawowych zbiorów informacji, a przede wszystkim - zdefiniowanie parametrów dla języków definicji dla oprogramowania zarządzania bazą danych i oprogramowania aplikacyjnego.

Dobór narzędzi programowych STEP do tworzenia systemu użytkowego

System oprogramowania STEP został pomyślany i zaprojektowany jako narzędzie do uzyskiwania programów użytkowych. Przez system użytkowy rozumiemy tutaj oprogramowanie dostosowane do potrzeb użytkownika i przez niego eksploatowane. System informatyczny użytkownika może być przeznaczony do wspomaganie różnych zastosowań. STEP został ukierunkowany na wspomaganie sterowania produkcją w przedsiębiorstwach przemysłowych, w związku z czym oferuje największe wspomaganie w dziedzinie budowy systemów użytkowych w tym zakresie. Jednakże wybrane elementy STEP-u mogą być także wykorzystane do tworzenia systemów użytkowych w innych dziedzinach zarządzania przedsiębiorstwem. Dotyczy to w szczególności tych obszarów systemu informacyjnego, które są bezpośrednio związane z sensu stricto sterowaniem produkcją, tzn. gospodarki: materiałowej, narzędziowej, remontowej, środkami trwałymi, jak również rachunku kosztów, gospodarki płacowo-kadrowej, itp. Wynika to z faktu, że STEP zawiera mechanizmy wspomagające użytkownika we wszystkich fazach projektowania, programowania i wdrażania zastosowań.

STEP jest systemem generacyjnym, tzn. oprogramowanie użytkowe jest tworzone przy pomocy specjalnych generatorów oprogramowania, przy czym użytkownik ma możliwość modelowania zakresu funk-

cjonalnego systemu użytkowego, struktur przetwarzanych informacji, itp. przy pomocy języków definicji problemów aplikacyjnych. Taka metoda tworzenia systemów aplikacyjnych jest bardziej elastyczna niż metody tradycyjne i stwarza większe możliwości co do zakresu funkcjonalnego i zastosowania innych, poza STEP-owskimi, języków definicji problemów aplikacyjnych.

Z punktu widzenia technologii oprogramowania systemu STEP jest kolekcją:

- . systemów generacyjnych realizujących oprogramowanie aplikacyjne,
- . programów użytkowych do zarządzania bazą danych oraz sterowania produkcją wygenerowanych przy wykorzystaniu systemów generacyjnych,
- . zbiorów użytkowych, zasilających działanie programów.

Systemy generacyjne oraz programy użytkowe wymienione w tych punktach określane są mianem narzędzi programowych systemu STEP.

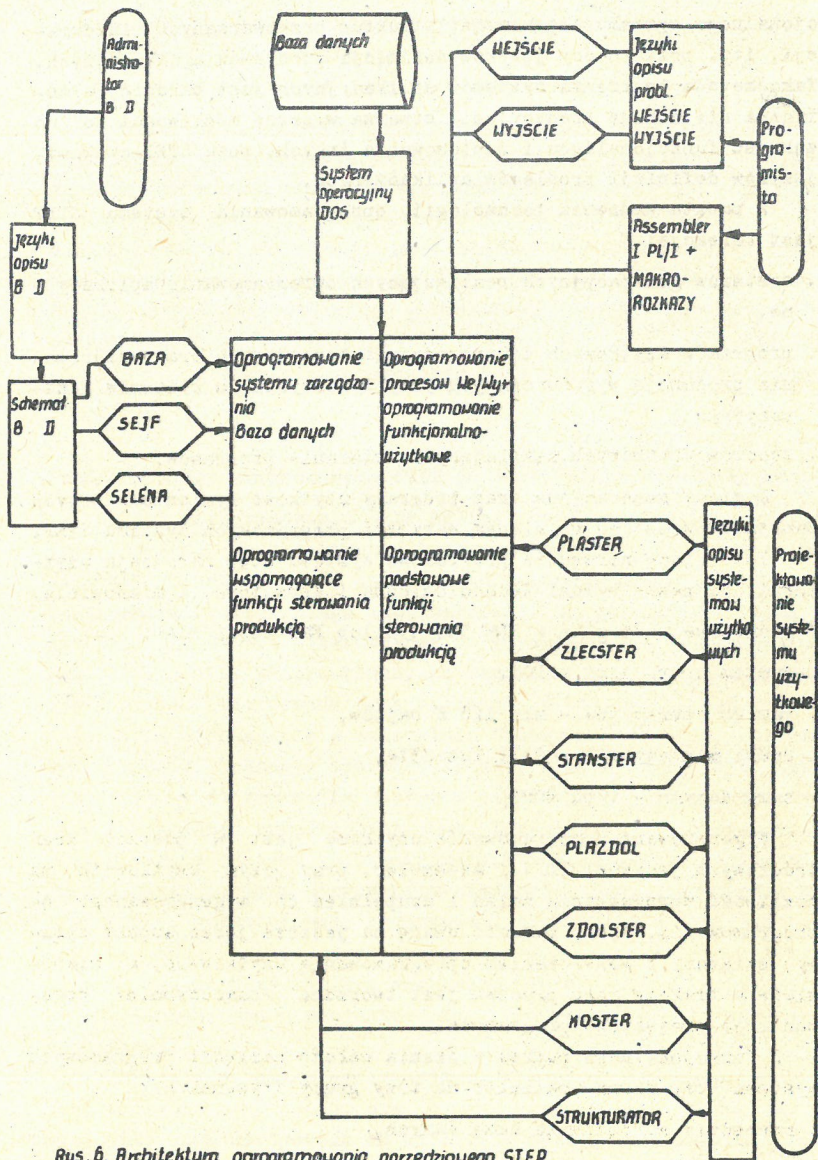
Istniejące narzędzia programowe systemu step narzucają użytkownikowi pewne wymogi technologiczne i sprzętowe, a mianowicie:

- . jednostka centralna - IBM 360/370 lub EMC serii RIAD,
- . system operacyjny - DOS,
- . pamięć operacyjna - min 128 K bajtów,
- . dyski magnetyczne - 2311 lub 2314,
- . baza danych - typu BOMP,

Wygenerowane oprogramowanie użytkowe jest w postaci zdań źródłowych języków: PL/1 i Assembler, przy czym użytkownik ma możliwość wprowadzania zmian i uzupełnień do wygenerowanego oprogramowania. Należy zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt sprawy, związany z generowaniem oprogramowania użytkowego, a mianowicie w trakcie tego procesu jest tworzona /samoczynnie/ dokumentacja projektowo-programowa.

Z funkcjonalnego punktu widzenia całość narzędzi programowych systemu step można podzielić na trzy grupy /rysunek 6/:

- . narzędzia zarządzania bazą danych,



Rys. 6. Architektura oprogramowania narzędziowego STEP

- . narzędzia aplikacyjne,
- . narzędzia wspomagające.

Narzędzia zarządzania bazą danych typu BOMP

Narzędzia programowe w zakresie zarządzania bazą danych dotyczą trzech grup zagadnień:

- . zakładanie i modyfikacja kartotek bazy danych,
- . rekonstrukcja i konwersja kartotek bazy danych,
- . wyszukiwanie informacji w kartotekach bazy danych.

W STEP-ie zakładanie i modyfikacja kartotek bazy danych realizuje się przy wykorzystaniu systemu generacyjnego o nazwie BAZA oraz zestawu programów BOMPOL. System generacyjny BAZA umożliwia użytkownikom uzyskiwanie gotowego zestawu programów BOMPOL, służących do zakładania i aktualizacji bazy danych typu BOMP o określonej przez użytkowników konfiguracji. System ten składa się z wielu programów, mających za zadanie: kontrolę formalną i logiczną zdań języka definicji schematu bazy danych /o nazwie JOZ/, tworzenie schematu bazy danych, generowanie deklaracji kartotek bazy jak również tworzenie programów zakładania i modyfikacji kartotek w bazie. Działanie systemu jest związane z wymienionym językiem definicji schematu bazy /JOZ/, zasilającym działanie BAZY. W rezultacie działania systemu uzyskuje się zestaw programów BOMPOL, jak również wygenerowany schemat bazy danych.

Zestaw programów o nazwie BOMPOL obejmuje szereg modułów /sterujący, organizacji kartotek, wejścia-wyjścia/ mających za zadanie założenie kartoteki dla nowej bazy, bądź realizacją ich aktualizacji. Danych wejściowych do tego procesu dostarcza specjalny program, zaliczany do grupy narzędzi wspomagających, wygenerowany przy pomocy systemu generacyjnego WEJSCIE /zostanie on zaprezentowany w dalszej części opracowania/.

Wynikiem działania programów BOMPOL jest utworzona /lub zaktualizowana/ podstawowa baza danych systemu STEP, typu BOMP. Składają się na nią cztery kartoteki /zbiory/:

- rodzajowa, typu MASTER, zawierająca informacje związane z produktami finalnymi, zespołami, podzespołami, detalami występującymi w produkcji, jak również materiałami podstawowymi i pomocniczymi, jest ona powiązana, poprzez adresy, z dwiema innymi kartotekami PBD: strukturalną i technologiczną,
- strukturalna, typu CHAIN, zawierająca informacje o wzajemnych powiązaniach pozycji zawartych w kartotece rodzajowej; stanowi ona odzwierciedlenie konstrukcyjnej lub technologicznej struktury wyrobu,
- technologiczna, typu CHAIN, zawierająca informacje dotyczące sposobów wytwarzania pozycji znajdujących się w kartotece rodzajowej,
- maszynowa, typu MASTER, zawierająca informacje dotyczące wszystkich maszyn, urządzeń i innych produkcyjnych stanowisk pracy istniejących w przedsiębiorstwie, jest powiązana adresowo z kartoteką technologiczną PBD.

Do realizacji konwersji i reorganizacji kartotek bazy danych służą programy wygenerowane przy pomocy systemu generacyjnego o nazwie SEJF. Składa się on z dwóch generatorów oprogramowania. Jeden z nich tworzy programy reorganizacji bazy na drodze ponownego założenia jej dotychczasowych kartotek. Elementem wspomagającym działanie generatora jest schemat dotychczasowej bazy danych /wygenerowany uprzednio przy pomocy programów BOMPOL/. Drugi generator tworzy programy konwersji bazy danych na drodze założenia nowych jej kartotek. Działanie generatora jest wspomagane dwoma schematami bazy: dotychczasowym i nowym.

Ostatnim zagadnieniem związanym z zarządzaniem bazą danych STEP-u jest wyszukiwanie informacji w jej kartotekach. Programy i procedury wyszukiwania informacji są tworzone przy pomocy systemu generacyjnego SELENA. Generacja odbywa się przy wykorzystaniu uniwersalnego generatora oprogramowania o nazwie UNIGEN. W oparciu o dane z kart parametrycznych generator ten łączy i uzupełnia elementy oprogramowania w postaci pregeneracyjnej /"szkieletowej"/ tworząc procedury wyszukiwania informacji. Po przetłumaczeniu i skatalogowaniu w bibliotece programów są one gotowe do pracy. Działanie programów i procedur wyszukiwania jest

bezpośrednio sprzężone z programem użytkowym, są one bowiem wywoływane przez ten program. Rekordy wyszukane w bazie danych są zapisywane na taśmie magnetycznej.

Narzędzia aplikacyjne systemu STEP

Istniejące narzędzia aplikacyjne STEP-u są ukierunkowane na wspomaganie sterowania produkcją, jakkolwiek niektóre z nich mogą być też wykorzystane w innych obszarach zarządzania przedsiębiorstwem. Narzędzia te służą do tworzenia oprogramowania aplikacyjnego w zakresie:

- . obliczanie kosztów normatywnych produkcji /KOSTER/,
- . planowania potrzeb materiałowych i przygotowania zleceń produkcyjnych do zwolnienia /PLASTER/,
- . sterowania priorytetami zleceń produkcyjnych /ZLECSTER/,
- . planowania potrzeb zdolności produkcyjnych /PLAZDOL/,
- . sterowanie produkcją wyrobów wersyjnych /STRUKTURATOR/,
- . sterowanie zapasami materiałowymi /STANSTER/.

Aktualnie są opracowywane narzędzia programowe, służące do tworzenia programów w zakresie sterowania wykorzystaniem zdolności produkcyjnych /ZDOLSTER/.

Oprogramowanie dotyczące obliczania kosztów normatywnych jest tworzone przy pomocy systemu generacyjnego KOSTER. Działanie jego jest wspomagane informacjami parametrycznymi, składającymi się na język definicji o nazwie KJOZ. System generacyjny KOSTER obejmuje dwa programy: jeden - przeznaczony do interpretacji zdań języka KJOZ, zaś drugi - generujący programy użytkowe. Wynikiem działania systemu generacyjnego są programy użytkowe w zakresie obliczania kosztów normatywnych produkcji, skatalogowane w bibliotece programów. Programy te wykorzystują w swojej pracy kartotekę kosztów normatywnych produkcji, nie wchodzącą w skład podstawowej bazy danych typu BOMP. Kartoteka ta jest tworzona w oparciu o informacje z dwóch kartotek: rodzajowej i technologicznej, z podstawowej BD. Wygenerowane programy aplikacyjne obliczania kosz-

tów normatywnych funkcjonują w oparciu o informacje z tej kartoteki, w zakresie:

- . zakładania kartoteki kosztów normatywnych w oparciu o dane z podstawowej bazy danych,
- . realizacji tzw. zwijania jednego poziomu,
- . modyfikacji pól w rekordach kartoteki,
- . kopiowania rekordów z kartoteki itd.

Druga grupa aplikacyjnych narzędzi programowych służy do tworzenia oprogramowania użytkowego w zakresie planowania potrzeb materiałowych i przygotowania zleceń produkcyjnych do zwolnienia. Narzędzia te składają się na system generacyjny o nazwie PASTER. Definiowanie oprogramowania użytkowego funkcji odbywa się przy pomocy języka definicji dla planowania potrzeb /JOPP/. Zdania języka JOPP obejmują szereg parametrów związanych z: określeniem zawartości pól w rekordach kartoteki rodzajowej, określania ilości okresów planistycznych do liczenia potrzeb materiałowych, określania rodzajów dat do planu, itp. Sam system generacyjny obejmuje dwa programy: jeden, o nazwie PARM, służący do tworzenia oprogramowania w zakresie planowania potrzeb i przygotowania zleceń produkcyjnych do zwolnienia, zaś drugi, o nazwie DRUPLA, służący do tworzenia programu drukowania informacji w powyższym zakresie.

Wygenerowane oprogramowanie składa się z makroinstrukcji języka Assembler. Jest ono przeznaczone do:

- . obliczania zapotrzebowań netto przy uwzględnieniu alokacji składników, zapasów bezpieczeństwa i procentu braków,
- . przesunięcia terminu zapotrzebowań brutto składnika,
- . planowania zleceń produkcyjnych, z uwzględnieniem różnych metod planowania,
- . przesunięcia zapotrzebowań o cykl, z uwzględnieniem punktu środkowego.

W wyniku przetwarzania budowane są zbiory zawierające informacje dotyczące: planowania potrzeb materiałowych, przydziału

zapotrzebowań oraz odchyień od planu. Jest także emitowany plan potrzeb materiałowych.

Kolejna grupa aplikacyjnych narzędzi programowych jest związana ze sterowaniem zleceniami produkcyjnymi. Oprogramowanie użytkowe w tym zakresie tworzy się przy pomocy systemu generacyjnego o nazwie ZLECSTER. Parametry wejściowe dla procesu generacji są zawarte w zdaniach języka opisu wymagań użytkownika /OPS/. System generacyjny ZLECSTER zawiera dwa programy: ZLEGEN - generujący zestaw parametrów języka OPS, definiujących programy użytkowe oraz UNIGEN - tworzący samo oprogramowanie operacyjne. Ponadto wynikiem działania systemu generacyjnego są struktury rekordów bazy danych otwartych zleceń. W skład bazy danych otwartych zleceń wchodzi dwie kategorie:

- . rodzajowa, typu MASTER, zawierająca informacje składające się na zlecenia produkcyjne sumaryczne otwarte do zwolnienia,
- . technologiczna, typu CHAIN, zawierająca informacje o zleceniach szczegółowych dotyczących poszczególnych operacji technologicznych.

Oprogramowanie aplikacyjne utworzone przy pomocy systemu generacyjnego ZLECSTER realizuje następujące funkcje z zakresu sterowania zleceniami produkcyjnymi:

- . obliczanie priorytetów zleceń produkcyjnych,
- . dostarczanie informacji o zleceniach do otwarcia,
- . obsługę priorytetów zewnętrznych,
- . systemowe otwieranie zleceń,
- . rejestrację zmian postulowanych przez planistę,
- . obliczanie priorytetów operacji na stanowiskach,
- . dostarczanie informacji o materiałach do sterowania wykonawstwem w postaci:
 - list dyspozycyjnych pobrań materiałów według priorytetów,
 - list dyspozycyjnych wykonania operacji na poszczególnych stanowiskach roboczych według priorytetów lub harmonogramów realizacji prac,
 - raportów postępu prac,

- . emisję dokumentacji warsztatowej,
- . rejestrację wykonawstwa operacji zleceń,
- . dostarczanie informacji wejściowych do podsystemu sterowania wykorzystaniem zdolności produkcyjnych.

Aby programy użytkowe w zakresie sterowania priorytetami zleceń mogły prawidłowo funkcjonować niezbędne są:

- . współpraca z oprogramowaniem użytkowym dotyczącym planowania priorytetów zleceń /typu PLASTER/ oraz sterowania zapasami materiałowymi /typu STANSTER/,
- . ewidencja otwartych zleceń produkcyjnych w kartotece rodzajowej,
- . rejestracja postępu prac w ramach otwartych zleceń, w zbiorze otwartych zleceń,
- . stała aktualizacja wymaganych terminów otwartych zleceń w oparciu o dane dostarczone przez podsystem planowania priorytetów.

Z powyższego wynika, że system użytkowy typu ZLECSTER stanowi jakby zamknięcie sprzężenia zwrotnego: planowanie - wykonawstwo w zakresie przetwarzania informacji dotyczących zleceń produkcyjnych.

Oprogramowanie użytkowe związane z planowaniem potrzeb zdolności produkcyjnych jest tworzone przy pomocy systemu generacyjnego, o nazwie PLAZDOL. Wymagania użytkownika co do funkcji oprogramowania aplikacyjnego w tym zakresie są określone w postaci parametrów wejściowych. Sam system generacyjny obejmuje m.in. program tworzący zbiór parametrów użytkowych definiujących oprogramowanie aplikacyjne /o nazwie DOTA/ oraz generator UNIGEN realizujący oprogramowanie użytkowe w powyższym zakresie. Wynikiem działania systemu generacyjnego jest zestaw programów służących do planowania potrzeb zdolności produkcyjnych. Programy te działają przy wykorzystaniu bazy danych dla zdolności produkcyjnej, będącej poniekąd uzupełnieniem podstawowej bazy danych systemu STEP. Baza ta obejmuje dwie kartoteki:

- . kartotekę planowanych zdolności, typu MASTER, zawierającą in-

formacje w zakresie planu wykorzystania stanowisk produkcyjnych,

- . kartotekę obciążeń stanowisk, typu CHAIN, zawierającą informacje o obciążeniach stanowisk detalooperacjami, wynikającymi z planu produkcji,

Zakres funkcjonalny programów użytkowych wygenerowanych systemem PLAZDOL sprowadza się do:

- . zakładania i modyfikacji kartotek bazy danych dla planowania potrzeb zdolności,
- . obliczenia obciążeń i planowanych zdolności stanowisk,
- . przeliczania czasów przestołów,
- . wybierania informacji o detalooperacjach dla poszczególnych stanowisk z kartotek bazy danych i drukowania ich w formie tabulogramów wynikowych.

Działanie programów użytkowych typu PLAZDOL jest uwarunkowane wcześniejszym wygenerowaniem oprogramowania w zakresie planowania potrzeb materiałowych /typu PLASTER/. Wynika to z faktu, że do obliczania obciążeń stanowisk roboczych niezbędne są informacje w zakresie planu potrzeb materiałowych.

Oprogramowanie użytkowe w zakresie sterowania produkcją wyrobów wersyjnych jest tworzone przy pomocy systemu generacyjnego o nazwie STRUKTURATOR. Wymagania użytkowników odnośnie zakresu funkcjonalnego oprogramowania użytkowego są dostarczane systemowi generacyjnemu w postaci parametrów wejściowych. Sam system generacyjny obejmuje: program generujący zbiór parametrów definicji funkcji użytkowych /DOTA/ oraz generator oprogramowania użytkowego /UNIGEN/. Programy użytkowe, wygenerowane przy pomocy powyższych narzędzi funkcjonują w oparciu o bazę danych dla produkcji wyrobów wersyjnych. Zawiera ona dwie kartoteki:

- . kartotekę główną modułów, typu MASTER, zawierającą informacje o prostych i złożonych elementach struktury produktów oraz opisy modułów struktury wyrobów,
- . kartotekę strukturalną modułów, typu CHAIN, zawierającą infor-

macje o strukturach elementarnych wszystkich modułów produktów.

Zakres funkcjonalny oprogramowania aplikacyjnego, wygenerowanego przez system STRUKTURATOR dotyczy:

- . zakładania i aktualizacji kartotek bazy danych dla produkcji wyrobów wersyjnych,
- . generowania symboli modułów,
- . tworzenia danych do aktualizacji podstawowej bazy danych STEP-u,
- . kontroli kompletności modułów,
- . emisji wydruków zawartości kartotek, zamówień odnośnie poszczególnych wersji wyrobów itp.

Ostatnia grupa wśród istniejących aplikacyjnych narzędzi programowych STEP-u dotyczy sterowania zapasami materiałowymi. Oprogramowanie użytkowe w tym zakresie jest tworzone przy pomocy systemu generacyjnego o nazwie STANSTER. Podobnie jak i uprzednio, wymagania użytkowników co do funkcji użytkowych oprogramowania są dostarczane systemowi generacyjnemu w formie parametrów wejścia. System generacyjny składa się m.in. z programu generującego parametry definicji oprogramowania użytkowego oraz generatora UNIGEN realizującego programy użytkowe. Zakres funkcjonalny wygenerowanego oprogramowania aplikacyjnego dotyczy:

- . klasyfikacji pozycji kartoteki rodzajowej według wartości ich rocznego zużycia na trzy lub więcej grup, metodą analizy ABC; chodzi tutaj o procentowe rozdzielenie zapasów na grupy: grupa A - zapasy o największej wartości, B - średniej wielkości, C - najmniejszej, przy czym kryteria rozdziału zostają zdefiniowane przez samego użytkownika,
- . określenia statystycznego modelu zapotrzebowań,
- . symulacyjnego określenia punktu zlecenia,
- . ustalenia aktualnej wielkości partii,
- . prognozowania wielkości zapotrzebowań,

- . ewidencjonowania obrotów zapasów według pozycji kartoteki rozdajowej podstawowej bazy danych.

Narzędzia wspomagające

Jak sama nazwa wskazuje ta grupa narzędzi programowych systemu STEP ma za zadanie wspomagać użytkownika - projektanta lub programistę na etapie projektowania systemu użytkowego, tworzenia oprogramowania bądź na etapie jego eksploatacji. Zakres funkcjonalny tych narzędzi jest dosyć zróżnicowany. Według kryterium funkcjonalnego można je podzielić na kilka grup narzędzi służących do:

- . generacji oprogramowania użytkowego,
- . kontroli i formatowania danych wejściowych,
- . emisji wydruków;
- . deklarowania rekordów w kartotekach bazy danych typu BOMP.

Do generowania oprogramowania użytkowego służą:

- . uprzednio wspomniany generator o nazwie UNIGEN,
- . procedura wyszukiwania programu w postaci pregeneracyjnej o nazwie KRETSL.

Działanie obu tych narzędzi jest ściśle ze sobą związane. Procedura KRETSL wyszukuje w bibliotece oprogramowania elementy programu, będące w postaci pregeneracyjnej /"szkielety" zdań/ i przesyła je do generatora UNIGEN. Ten z kolei w oparciu o zdania oraz parametry definiujące generowane oprogramowanie użytkowe tworzy program w postaci źródłowej /w języku PL/I lub Assembler/.

Program kontroli i formatowania danych wejściowych jest tworzony przy pomocy systemu generacyjnego WEJSCIE. Parametry definicji są dostarczone do systemu generacyjnego w postaci zdań języka definicji o nazwie KODAS. System generacyjny WEJSCIE zawiera programy służące do: kontroli zdań języka KODAS, drukowania dokumentacji technicznej generowanego programowania, tworzenia programu użytkowego. Wygenerowany program użytkowy służący do kontroli i formatowania danych wejściowych jest narzędziem uni-

wersalnym, nie związanym z określoną dziedziną zastosowań. W systemie STEP jest on wykorzystywany do tworzenia zbiorów wejściowych dla programów zakładania i aktualizacji kartotek bazy danych typu BOMP.

Kolejna grupa narzędzi programowych STEP-u służy do tworzenia procedur emisji wydruków. Składają się na nią:

- system generacyjny o nazwie RAPORT, tworzący procedury wydruku informacji, przy czym rodzaje drukowanych informacji są definiowane przez użytkownika przy pomocy języka definicji JOW; system generacyjny obejmuje: program kontroli zdań JOW oraz generator procedur wydruku,
- zestaw programów i procedur DRUK, emitujących wydruki według z góry założonego układu tabulogramu i przyjętego uporządkowania rekordów.

Ostatnia grupa narzędzi programowych dotyczy deklarowania rekordów w kartotekach bazy danych typu BOMP. Należy do nich zaliczyć:

- program POLA - generujący pełny zestaw deklaracji rekordów kartotek bazy danych w zależności od wymagań poszczególnych podsystemów aplikacyjnych /PLASTER, ZLECSTER, KOSTER itd./,
- program SPUST - generujący te elementy programów użytkowych, które zawierają deklaracje rekordów kartotek bazy danych, zarówno dla języka PL/I, jak i Assembler.

Poniższe zestawienie przedstawia schematycznie wszystkie aktualnie istniejące narzędzia programowe systemu STEP, w ujęciu funkcjonalnym:

SYSTEM OPROGRAMOWANIA NARZĘDZIOWEGO STEP		
ZARZĄDZANIE BAZĄ DANYCH	APLIKACJE	WSPOMAGANIE
Zakładanie i modyfikacja kartotek bazy danych	Obliczanie kosztów normatywnych	Generowanie oprogramowania użytkowego
	Planowanie potrzeb materiałowych i przygotowanie zleceń do zwolnienia	Kontrola i formatowanie danych wejściowych

SYSTEM OPROGRAMOWANIA NARZĘDZIOWEGO STEP /c.d./		
ZARZĄDZANIE BAZĄ DANYCH	APLIKACJE	WSPOMAGANIE
Reorganizacja i konwersja kartotek bazy danych	Sterowanie priorytetami zleceń produkcyjnych	Emisja wydruków
Wyszukiwanie informacji w kartotekach bazy danych	Planowanie potrzeb zdolności produkcyjnych	Deklarowanie rekordów w kartotekach bazy danych
	Sterowanie produkcją wyrobów wersyjnych	
	Sterowanie zapasami materiałowymi	

Z charakterystyki tej widać, że system oprogramowania narzędziowego STEP został zaprojektowany jako narzędzie do tworzenia systemów użytkowych w zakresie sterowania produkcją. Zawiera on mechanizmy wspomagające użytkownika we wszystkich fazach procesu projektowania, programowania i wdrażania do eksploatacji, łącznie z oceną funkcjonowania systemu użytkowego. Rozwiązywane przez użytkownika problemy opisywane są przy pomocy dosyć prostych w wykorzystaniu języków definicji o charakterze parametrycznym. Parametry te służą do wypełniania "szkieletów" programów /postać pregeneracyjna/ przez generatory oprogramowania. Dzięki temu uzyskane oprogramowanie użytkowe jest dostosowane do specyficznych potrzeb użytkowników. Równocześnie jest tworzona dokumentacja projektowo-programowa.

C. MODELOWANIE SYSTEMU STEROWANIA PRODUKCJĄ

Tradycyjna metodyka projektowania systemów informatycznych nakazywała, aby po przeanalizowaniu istniejącego dotychczas systemu, zbadaniu jego zakresu funkcjonalnego, rozpoznaniu ograniczeń związanych z otoczeniem, w jakim system funkcjonuje itp. przejść bezpośrednio do projektowania nowego rozwiązania, który by tych ograniczeń nie posiadał, zaś jego zakres funkcjonalny

byłyby co najmniej taki sam jak w dotychczasowym. Takie podejście do projektowania cechowała przede wszystkim duża pracochłonność; polegało ono bowiem głównie na projektowaniu i realizacji algorytmów przetwarzania, w postaci szczegółowych schematów blokowych. W tej sytuacji wypracowanie i przedstawienie rozwiązań alternatywnych było tak pracochłonne, że w praktyce bardzo rzadko realizowane. Wraz z wprowadzeniem komputerowego wspomagania procesów projektowania stało się możliwe przełamanie bariery pracochłonności. Obecnie projektant systemu ma możliwość sporządzenia kilku wariantów nowego systemu, różniących się między sobą zakresem funkcjonalnym, kosztami realizacji, itp.

Przedstawienie kierownictwu przedsiębiorstwa wariantowych rozwiązań "zmusza" do dokonania wyboru i oczywiście jeżeli chociaż jedno rozwiązanie zostanie zaakceptowane daje poczucie, że system jest "ich" systemem.

Innym celem tych prac jest oszacowanie wpływu jaki poszczególne warianty systemu informatycznego wywierają na system sterowania produkcją. Ponieważ takie eksperymentowanie na "żywym organizmie" może być zbyt kosztowne, należy w związku z tym posłużyć się metodami znanymi w procesach projektowania obiektów technicznych. Jedną z takich znanych i często stosowanych metod jest metoda symulacji.

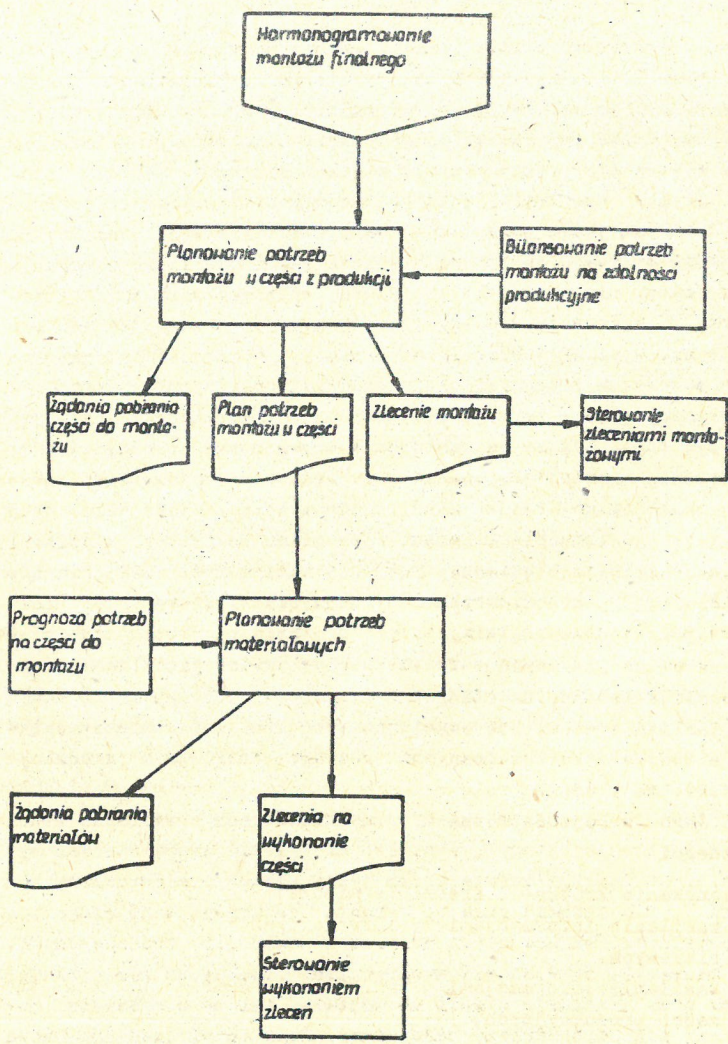
W naszym przypadku obiektem /systemem oryginalnym/ jest system sterowania produkcją przedstawionego wyżej przykładowego przedsiębiorstwa, które składa się z materii systemu /maszyny, surowce, itd./ oraz z mechanizmu sterującego systemem /zasady sterowania produkcją/.

Naszym celem jest odwzorowanie tego systemu w formie modelu, a następnie zasymulowanie jego pracy. Model symulacyjny składa się z elementów funkcjonalnych, odwzorowujących mechanizmy sterowania produkcją oraz ze struktur danych odwzorowujących procesy produkcyjne. Omówione zostaną przykładowe problemy modelowania struktury funkcjonalnej systemu oraz jego struktur danych. W procesie tym istniejące oprogramowanie narzędziowe systemu STEP może służyć jako proste w użyciu narzędzie modelowania, zaś wygenerowane przy jego pomocy oprogramowanie będzie spełniać funkcję symulatora.

Modelowanie struktury funkcjonalnej systemu

Model przedsiębiorstwa przedstawiony na str. 25 w punkcie B można potraktować jako przykład, na którym zostanie zademonstrowane modelowanie struktury funkcjonalnej nowego systemu. Dalej, należy też uznać przedstawiony w punkcie B na str. 30 informatyczny system sterowania produkcją jako pierwszy wariant projektu. Projekt ten oparty jest na założeniu, że wydziały produkcyjne stanowią jeden obiekt sterowany, wszelkie więc zakłócenia zewnętrzne wpływają na ich działanie z jednakową siłą. W praktyce tak jednak nie jest. Dla przykładu, wydziały montażu finalnego bardziej odczuwają skutki zmian wywołanych w zamówieniach odbiorców niż wydziały obróbki podstawowej. W kraju dotyczy to przede wszystkim przedsiębiorstw produkujących wyroby eksportowe, zwłaszcza zaś - wersyjne. I odwrotnie - wydziały te nie powinny być zbyt podatne na zakłócenia spowodowane trudnościami w zaopatrzeniu w materiały podstawowe. Jednakże najczęściej jest tak, że nagłe zmiany zamówień odbiorców wywołują silne zakłócenia w pracy całego przedsiębiorstwa. Nowe pilne potrzeby wydziałów montujących niektóre elementy powodują konieczność tak zwanego "rwania" partii ekonomicznych. Potrzeba szybkiego wykonania pewnych elementów uniemożliwia ich produkowanie w ekonomicznej ilości. Jest to przyczyną wzrostu kosztów produkcji. W takiej sytuacji wprowadzenie informatycznego systemu sterowania produkcją nie przyczyniłoby się do usunięcia tych zakłóceń. Należałoby jedynie oczekiwać, że informacyjna obsługa sterowania produkcją byłaby sprawniejsza.

W związku z powyższym należy poszukiwać innego wariantu modelu funkcjonalnego, który pozwoliłby na większe usprawnienia. Wydaje się, że lepszym rozwiązaniem byłby system przedstawiony na rysunku 7. Dla uproszczenia na rysunku nie umieszczono elementów funkcjonalnych obsługujących problemy dolności produkcyjnych. Warto zauważyć, że w modelu wyodrębniono funkcjonalnie obsługę montażu oraz produkcję części do montażu, tak że w zasadzie mogłyby one stanowić odrębne podsystemy. Ponadto wprowadzono nową funkcję prognozowania potrzeb w zakresie części do montażu wyrobów finalnych. Problemy obsługi tej nowej funkcji zostaną omówione później. Obecnie należy skupić się na skutkach jakie wywołałoby zastosowanie takiego systemu.



Rys. 7. Przykładowy wariant modelowania funkcjonalnego systemu sterowania produkcją

W sytuacji przedstawionej powyżej należałoby oczekiwać z jednej strony poprawy zaopatrzenia montażu w części z produkcji własnej jak również stabilizacji produkcji w wydziałach wytwarzających te części. Byłyby one produkowane "na magazyn", a następnie pobierane z magazynu do montażu. Tym samym zostałyby stworzony bufor, który stabilizowałby pracę zarówno wydziałów produkujących części jak i wydziału montującego.

Jeszcze innym skutkiem takiej organizacji procesów produkcyjnych byłoby usprawnienie zaopatrzenia montażowego, poprzez długookresowe planowanie potrzeb materiałowych. Problem doboru metod sterowania produkcją jest bardzo złożony. Jest to w zasadzie zadanie bardziej dla organizatora produkcji niż projektanta systemu informatycznego. Jednak w trosce o efektywność przyszłego systemu informatycznego projektant powinien angażować się również w rozwiązywanie tych problemów. Trzeba sobie zdać jasno sprawę z tego, że nie można podać gotowej recepty na właściwą metodę sterowania, gdyż wybór jej zależy od wielu czynników zarówno zewnętrznych jak i wewnętrznych, specyficznych dla danego przedsiębiorstwa. Można nawet stwierdzić, że na ogół niemożliwe jest zastosowanie jednej metody dla całego przedsiębiorstwa. Dlatego też konstruując system informatyczny sterowania produkcją należy dobierać poszczególne jego elementy funkcjonalne mając na uwadze tę zasadę. Właściwą podstawę do tych prac stanowią informacje zebrane na etapie analizy.

Analiza systemu sterowania produkcją przedstawiona w punkcie "Modelowanie struktur danych systemu" /str. 58/ prowadzi do wniosku, że kluczową rolę w systemie odgrywa harmonogram produkcji. Jego funkcje są równe w różnych strefach horyzontu planistycznego:

- . planowanie krótko- i średnioterminowe:
 - zasilanie informacjami w zakresie planowania potrzeb materiałowych,
 - zasilanie informacjami w zakresie planowania potrzeb zdolności produkcyjnych,
- . planowanie długookresowe:

- oszacowanie długookresowego popytu na zasoby, takie jak: powierzchnia produkcyjna, obrabiarki, siłę roboczą, narzędzia, środki obrotowe itp.

Można powiedzieć, że możliwość odpowiednio wczesnego ustalenia harmonogramu głównego produkcji powinna sprzyjać rytmicznej pracy przedsiębiorstwa, ponieważ można wtedy precyzyjniej planować zapotrzebowanie na: podzespoły, części, materiały i zdolności produkcyjne. Niestety w wielu wypadkach jest to niemożliwe bądź nieopłacalne. To drugie określenie dotyczy zwłaszcza takich sytuacji, gdy dla poprawy szczegółowości planowania długoterminowego wprowadza się długie wyprzedzenie czasowe składania zamówień na wyroby. Jest to tylko pozornie wygodne dla dostawcy, gdyż w rzeczywistości odbiorcy są zmuszeni do zamawiania wyrobów z dużym wyprzedzeniem i celowo je zawyżają wielokrotnie potem zmieniając swoje zamówienia, co wprowadza dostawcę w stan całkowitej niepewności właściwie aż do momentu dostawy. Wydaje się, że znacznie lepsze efekty dałoby prognozowanie zapotrzebowania na wyroby oraz silniejsze niż obecnie zintegrowanie funkcji krótko- i długookresowych.

Oparcie harmonogramu produkcji na prognozie musi iść w parze z odpowiednią organizacją planowania produkcji, jak już wcześniej zostało wspomniane i wymaga uwzględnienia specyfiki przedsiębiorstwa. Modelując system sterowania produkcją można zastanowić się nad możliwością i celowością zastosowania wariantów przedstawionych w tablicy 1. Dolna część tablicy ilustruje poglądowo wpływ jaki prognozowanie wywiera na długość cyklu realizacji zamówień klientów. Część A cyklu to czas potrzebny na analizę możliwości wykonania zamówienia i potwierdzenia jego przyjęcia. Część B cyklu przedstawia czas realizacji konkretnego zamówienia.

Waga i znaczenie harmonogramu głównego produkcji powodują znaczny wzrost pracochłonności w wydziałach odpowiedzialnych za jego obsługę. W związku z powyższym może okazać się celowe wspomaganie tych funkcji przez system informatyczny. Należy więc badać możliwość zastosowania do tego celu oprogramowania generowanego przez STEP.

Wariant	Warunki stosowania	Fazy procesu produkcji i zaopatrzenia	
		montaż wyrobów finalnych	produkcja elementów końcowych i zaopatrzenie
1	Pełny portfel zamówień	wg zamówień	plan obliczony wg planu montażu finalnego plan obliczony wg planu produkcji elementów końcowych
2	Produkcja o niewielkim stopniu unifikacji podzespołów i zespołów wytwarzanych z ograniczonego zestawu materiałów przy ich stabilizacji w ubiegłych okresach	wg zamówień	plan obliczony wg planu montażu finalnego
3	Produkcja wyrobów wersyjnych	wg zamówień	wg prognozy
4	Produkcja wyrobów standardowych wytwarzanych w dużych ilościach	wg prognozy	plan obliczony wg prognozy elementów końcowych plan obliczony wg prognozy montażu finalnego
wariant 1	A		
wariant 2	B		
wariant 3			
wariant 4			

Tablica 1. Sposób ustalania planu poszczególnych faz procesu produkcji i zaopatrzenia oraz porównanie cyklu realizacji zamówienia

Jak wiadomo warunkiem sprawnego działania systemu sterowania produkcją jest to, aby harmonogram produkcji był wstępnie zbilansowany pod względem możliwości zabezpieczenia potrzeb produkcji w materiały i zdolności produkcyjne. Ten zakres funkcji pokrywają podsystemy typu PLASTER i PLAZDOL. W związku z powyższym można je wykorzystać do obsługi HG. W tej sytuacji model systemu przedstawiałby się tak jak na rysunku 7.

Zaprezentowane rozwiązanie odpowiada postulatowi z zakresu planowania krótcącego. Każda pozycja zapotrzebowań znajduje się w polu widzenia przedsiębiorstwa i to odpowiednio wcześniej. Zbliżający się termin jej realizacji sprawia, że zarówno wszelkie dane o niej jak i decyzje z tym związane stają się coraz bardziej szczegółowe.

Modelowanie struktur danych systemu

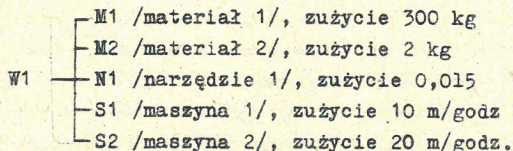
Dane stanowią "układ nerwowy" systemu sterowania produkcją. Odzworowują one nie tylko procesy materialne, ale i procesy sterowania. Sytuację utrudnia fakt, że różne służby przedsiębiorstwa patrzą na dane najczęściej pod kątem wykorzystania ich tylko w swoim zakresie odpowiedzialności. Typowym tego przykładem mogą być dane o budowie wyrobów, tzw. struktury wyrobów. W praktyce w przedsiębiorstwie istnieje równocześnie wiele typów struktur, zależnie od tego, które służby z nich korzystają, a więc: struktury konstrukcyjne - przedstawiające wyrób z punktu widzenia konstruktora, technologiczne - rozpatrywane z punktu widzenia technologii produkcji, produkcyjne - czyli przedstawione przez organizatora produkcji, czy wreszcie planistyczne - wykorzystywane w procesie planowania. Oczywiście struktury te mają bardzo wiele elementów wspólnych, dlatego też odpowiednia organizacja danych umożliwia przechowywanie ich w jednej bazie danych. Zależnie jednak od organizacji bazy danych różne będzie zapotrzebowanie na pojemność pamięci dyskowych, różne czasy dostępu do zbiorów, a w rezultacie różne będą koszty przygotowania i eksploatacji systemu.

Jednym z celów modelowania danych jest więc poszukiwanie ich optymalnej organizacji. Drugim zaś celem jest poszukiwanie możli-

wości realizacji pewnych rozwiązań funkcjonalnych przy pomocy odpowiednio przygotowanych danych.

Realizacja systemu sterowania produkcją w oparciu o oprogramowanie narzędziowe STEP jest uwarunkowane stosowaniem bazy danych typu BOMP. Ten typ bazy jest szczególnie dobrze dostosowany do odwzorowywania procesów produkcyjnych. Natomiast szczegółowe dostosowanie konfiguracji bazy do potrzeb użytkownika następuje właściwie na podstawie uprzednio zdefiniowanego zakresu funkcjonalnego. Należy tutaj zaznaczyć, że STEP posiada programowe wspomaganie również w tym zakresie /program POIA/.

Nawet przy tak zdefiniowanej organizacji danych projektant, dzięki swojej inwencji i znajomości logiki przetwarzania może pokusić się o rozszerzenie zakresu funkcjonalnego wygenerowanego oprogramowania użytkowego przez niekonwencjonalne podejście do danych. Dla przykładu, funkcję wstępnego bilansowania harmonogramu głównego można zrealizować poprzez opracowanie struktury wyrobu, odzwierciedlającej zapotrzebowanie na zasoby:



W takiej sytuacji odpowiednia pozycja w harmonogramie głównym odnosząca się do wyrobu W1 /np. W1, ilość = 100, termin realizacji = 1.03.82/ spowoduje, że podsystmem typu PASTER obliczy stosowne zapotrzebowania na zasoby /M1, M2, N1, S1, S2/ niezbędne do realizacji 100 sztuk wyrobu na dzień 1.03.82.

Inny przykład wykorzystania struktur danych to zastosowanie tzw. pseudostruktur. Analiza schematu systemu sterowania produkcją, przedstawionego na rys. 7. pozwala określić, że realizacja funkcji związanych z planowaniem potrzeb materiałowych do produkcji części do montażu może powodować wzrost pracochłonności w wydziale planowania. Wzrośnie bowiem ilość pozycji w harmonogramie głównym /wejście do systemu/. Dawniej był to wyrób, zaś w nowej wersji będą to składniki wyrobu. W tej sytuacji można utworzyć tzw. pseudostrukturę. Należy stworzyć sztuczny zespół

reprezentujący "worek części" dla montażu. W ten sposób ilość pozycji rodzajowych, którymi planista będzie się zajmował, znacznie się zmniejszy.

Weryfikację proponowanych rozwiązań przeprowadza się przy pomocy symulatora zbudowanego w oparciu o języki symulacyjne, można też posłużyć się generatorami systemu STEP. W tej drugiej sytuacji projektant może stosunkowo szybko i łatwo wygenerować oprogramowanie dostosowane do poszczególnych wariantów projektowanego systemu, a następnie przy pomocy próbnych danych symulować jego działanie. Zaletą tego rozwiązania jest to, że już we wstępnej fazie prac projektowych otrzymujemy wyniki działania systemu w postaci umożliwiającej ich przedstawienie szeroкому gronu przyszłych użytkowników.

Dostosowanie zakresu systemu do potrzeb użytkownika

Zakres i działanie współczesnego systemu informatycznego sterowania produkcją już przedstawiono. Realizacja oprogramowania takiego systemu może być wspomagana komputerem przy użyciu systemów generacyjnych. Jednakże generacja oprogramowania musi być kontrolowana przez użytkownika, jest to bowiem warunek podstawowy aby otrzymane programy użytkowe były dostosowane do wymogów i potrzeb konkretnego przedsiębiorstwa. Istnieją cztery szczeble dostosowania systemu:

- funkcjonalne - polega na użyciu tych systemów generacyjnych, które tworzą oprogramowanie użytkowe obsługujące funkcje sterowania produkcją, wyspecyfikowane w koncepcji systemu. Użytkownicy mogą więc nie używać wszystkich generatorów. W innych sytuacjach te same systemy generacyjne mogą być używane kilkakrotnie, np. system PIASTER daje się wykorzystać do tworzenia oprogramowania obsługującego harmonogram produkcji, jak również dla szczegółowego planowania potrzeb materiałowych
- podstawowe - polega na włączeniu do generowanych programów użytkowych tylko tych modułów, które realizują wyspecyfikowane przez użytkownika funkcje szczegółowe. Dostosowanie podstawowe

odbywa się przy użyciu języków wyższego rzędu typu Język Opisu Problemów Planistycznych /JOPP/.

- szczegółowe - polega na wprowadzaniu zmian w algorytmach zawartych w wygenerowanych programach źródłowych. Może ono być usprawiedliwione jedynie koniecznością uwzględnienia bardzo specyficznych wymagań przedsiębiorstwa i odbywa się przy użyciu języków programowania /PL/I i Assembler/. Dokonując dostosowania szczegółowego poszczególnych programów należy pamiętać o tym, że programy te były projektowane z myślą o współpracy z innymi programami w ramach systemu sterowania produkcją; należy zbadać, czy wprowadzone zmiany nie naruszają zasad tej współpracy,
- parametryczne - polega na bieżącym dostosowywaniu przebiegów programów użytkowych do aktualnych potrzeb użytkownika. Jest to więc bieżące sterowanie przebiegiem programu w oparciu o parametry specyfikowane przez użytkownika i odnoszące się do jednego tylko przebiegu.

Proces dostosowywania oprogramowania do potrzeb użytkownika, na przykładzie programu planowania potrzeb PIAN, przedstawia rys. 8.

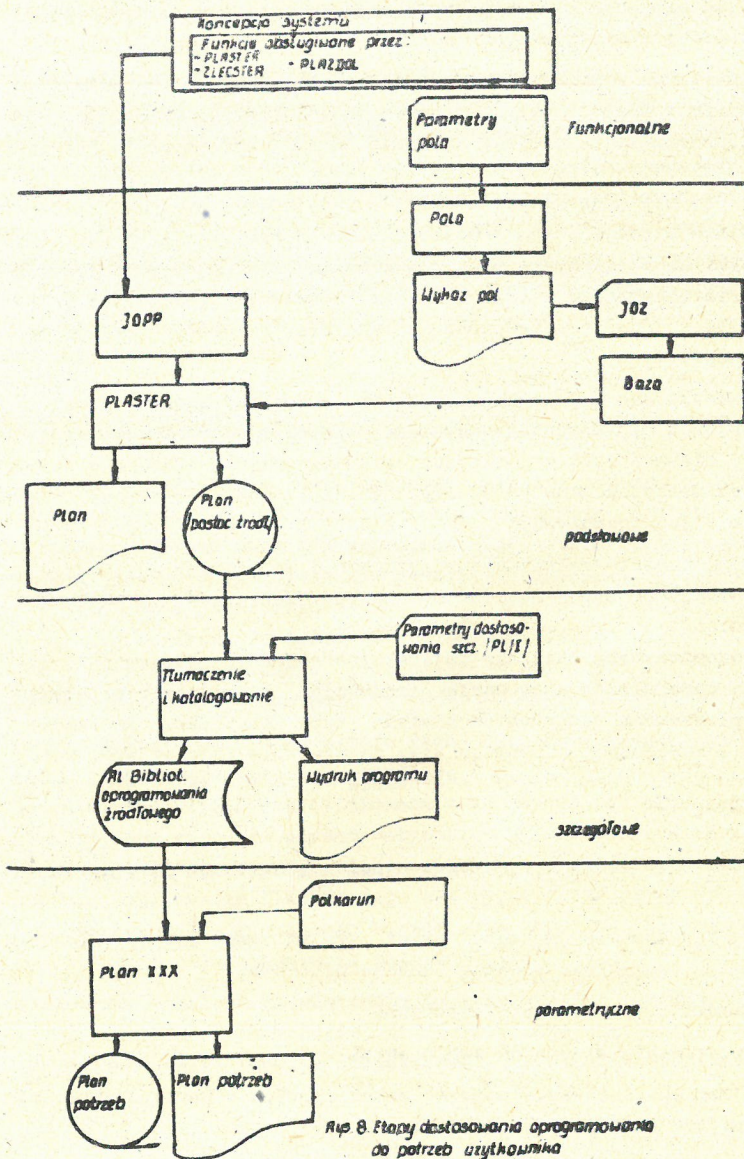
Przedstawiony przykład dotyczy dostosowania podstawowego jednego z podsystemów sterowania produkcją, a mianowicie podsystemu planowania priorytetów zleceń /typu PLASTER/. Na analogicznej zasadzie dostosowuje się, na szczeblu podstawowym, każdy z pozostałych podsystemów /sterowania priorytetami, planowania zdolności itp./.

Przykład: dostosowanie podstawowe podsystemu planowania priorytetów

Oprogramowanie tworzone przez system generacyjny PLASTER obsługuje dwojakiemu rodzaju funkcje użytkowe:

- planowanie potrzeb materiałowych,
- przygotowanie zleceń do zwolnienia.

W ramach planowania potrzeb materiałowych wykorzystywane są następujące funkcje szczegółowe:



Rys 8 Etapy dostosowania oprogramowania do potrzeb użytkownika

- . obliczanie zapotrzebowań netto dla tzw. elementów końcowych /m.in. wyrobów finalnych/;
- . planowanie terminów i ilości wykonania zleceń dla elementów końcowych;
- . określenie terminów uruchomienia zleceń dla elementów końcowych;
- . obliczanie zapotrzebowań brutto i netto na składniki;
- . obliczanie terminów uruchomienia zleceń produkcyjnych na składniki;
- . informowanie o opóźnieniach w otwarciu planowanych zleceń;
- . okresowe zmiany w harmonogramach wykonania planowych zleceń;
- . planowanie priorytetów otwartych zleceń w celu synchronizacji potrzeb rzeczywistych z planowanymi.

Przygotowanie zleceń do zwolnienia mające na celu określenie, które zlecenia należy zwolnić w bieżącym okresie, aby zapewnić możliwość realizacji planu określonego w trakcie planowania potrzeb materiałowych, realizuje następujące funkcje szczegółowe:

- . wybranie z planu opracowanego w fazie planowania potrzeb materiałowych tych zleceń, których planowany termin uruchomienia znajduje się w określonym przez użytkownika horyzoncie czasowym zwalniania zleceń,
- . obliczanie priorytetów zwalnianych zleceń,
- . określenie możliwości uruchomienia zleceń ze względu na pokrycie materiałowe.

Jak już uprzednio wspomniano, system generacyjny PLASTER zawiera następujące elementy:

- . program PARM - pozwalający na wygenerowanie, przy użyciu języka JOPP, programu PLANXXX, realizującego funkcje użytkowe wymienione powyżej,
- . program DRUPLA - pozwalający na wygenerowanie programu źródłowego druku tabulogramów planu potrzeb materiałowych; generacja

odbywa się w oparciu o parametry określone przez program PARM i system generacyjny BAZA,

- program KAL - umożliwiający założenie i obsługę zbioru kalendarza jednostek terminów; zbiór kalendarza jest używany w ramach systemu sterowania produkcją wszędzie tam gdzie użytkownik chce pracować na datach kalendarzowych.

Kolejność dostosowywania elementów systemu typu PLASTER jest następująca:

- program generowania potrzeb PLAN,
- program wydruku planu,
- program obsługi kalendarza.

Ponieważ program wydruku planu oraz program obsługi kalendarza są generowane równocześnie z programem PLANXXI wskutek czego można powiedzieć, że są dostosowywane niejako automatycznie. Przedstawione poniżej elementy opisu zostały zawężone do programu PLAN. Dostosowanie to jest realizowane przy pomocy Języka Opisu Problemów Planistycznych /JOPP/.

Język JOPP zawiera następujące formaty zdań definiujących podstawowe funkcje:

- określ nazwę systemu użytkowego typu PLASTER; nazwa ta będzie dodawana do nazw wygenerowanego oprogramowania i nazwy definicji zespołu parametrów charakteryzujących system planowania;

SYSPLAN				
---------	--	--	--	--

- określ nazwę systemu zarządzania bazą danych /typu BOMP/ w oparciu o którą użytkownik będzie eksploatował system użytkowy typu PLASTER; nazwa podana musi ściśle odpowiadać treści zdania NAZWA języka JOZ służącego do definicji bazy danych; nazwa zawiera 1 - 3 znaki nie rozdzielone spacją

NAZYSBD

- określ typ nośnika, na którym będzie wprowadzany plan wejściowy; użytkownik powinien określić jeden z trzech elementów: KARTA, TASMA, DYSK

WEJSCIE

KARTA

TASMA

DYSK

Uwaga: korekty planowanych zleceń są zawsze wprowadzane z kart

- określi horyzont planistyczny planowania potrzeb; użytkownik winien podać ilość okresów planistycznych, na które PPM będzie obliczać potrzeby materiałowe; wartość horyzontu może wahać się od 1 do 99; długość horyzontu w systemie zależy od następujących czynników:

- ilości jednostek terminów w okresie planistycznym;
- długości skumulowanego cyklu produkcyjnego wyrobu - przy wielu wyrobach określić 1 dla wyrobu o najdłuższym skumulowanym cyklu;
jeżeli najdłuższy skumulowany cykl wyrobu wynosi 9 miesięcy, a okres planistyczny - tydzień, wówczas ilość okresów planistycznych będzie wynosić 36 /jeden miesiąc = cztery tygodnie/; horyzont planistyczny może obejmować więcej czasu niż to wynika z maksymalnego skumulowanego cyklu wyrobu lecz nie powinien być krótszy

ILOKRPLA

- określi maksymalną ilość jednocześnie występujących zapotrzebowań brutto, które mogą się pojawić dla danej pozycji rodzajowej; wartość ta nie może być większa od podanej w zdaniu ILOKRPLA; wartość parametru mówi o ilości zapisów zapotrzebowania brutto występujących jednocześnie

BRUTTO

- określi maksymalną ilość jednocześnie występujących planowanych zleceń; wartość nie może być większa od podanej w zdaniu ILOKRPLA; wartość parametru mówi o ilości zapisów planowanych zleceń występujących jednocześnie.

PLANOWAN

- określ maksymalną ilość jednocześnie występujących otwartych zleceń; wartość ta nie może być większa od wartości dodanej w zdaniu ILOKRPLA; wartość parametru mówi o ilości zapisów otwartych zleceń występujących jednocześnie

OTWARTE

- określ czy w wygenerowanym oprogramowaniu ma być zawarta procedura obliczania długości cyklu przy planowaniu potrzeb materiałowych oraz jaka to ma być procedura; istnieją w tym zakresie dwie możliwości:
 - cykl stały, tzn. niezależnie od wielkości partii produkcyjnej procedura będzie pobierać stałą długość cyklu określoną przez użytkownika,
 - cykl liczony zależny od wielkości partii ekonomicznej a obliczany jako suma czasu przygotowawczo-zakończeniowego, czasu przekazywania i czasu obróbki, przy zdefiniowaniu formatu CYKL STAŁY do oprogramowania zostanie dołączona procedura uwzględniająca cykl stały, zaś przy specyfikacji CYKL LICZONY - oba warianty do wyboru przez użytkownika

CYKL

STAŁY

LICZONY

- określ jaki rodzaj dat jest potrzebny w procesie planowania potrzeb; mogą to być: daty kalendarzowe lub jednostki terminów

DATY

JT

KL

- określ czy będzie wykorzystywana procedura uwzględniania w planowaniu zmian technologicznych oraz organizacyjnych

ZMKONS

TAK

NIE

- określi miejsce zapamiętania zapotrzebowań brutto zleceń planowanych i zleceń otwartych; TAK określa, że będą one rejestrowane w kartotece podporządkowanej, NIE w kartotece rodzajowej

PLANPODP	TAK
	NIE

Tak zdefiniowana funkcjonalnie wersja aplikacyjna planowania priorytetów zleceń jest dostosowana do potrzeb określonego użytkownika. Jak już zostało wspomniane na analogicznej zasadzie definiowane są inne podsystemy systemu sterowania produkcją. Sama logika przetwarzania jest wbudowana w architekturę narzędzi programowych, zaś użytkownik definiuje jedynie wybrane parametry, stanowiące "zasilenie" do kolejnej fazy prac - generowania oprogramowania aplikacyjnego. Dla każdego z podsystemów istnieją różne języki definiowania problemów aplikacyjnych, opisujące odpowiednio różne elementy logiki funkcjonalnej przetwarzania. Nie charakteryzując ich szczegółowo można je wymienić przykładowo:

- podsystem sterowania priorytetami /typu ZLECSTER/, który zawiera język definicji OPS,
- podsystem zarządzania danymi - język JOZ,
- podsystem obliczania kosztów normatywnych produkcji /typu KOSTER/ - język KJOZ, itd.

Jest oczywiste, że aby określić szczegółowe poprawne parametry definicji oprogramowania aplikacyjnego /dostosowanie podstawowe/ należy "przejsć" przez etapy: rozpoznania środowiska produkcyjnego i doboru narzędzi programowych STEP-u do tworzenia tego oprogramowania, jak również modelowania struktury funkcjonalnej i struktury danych systemu sterowania produkcją /dostosowanie funkcjonalne/. Kolejna faza prac o tworzenie oprogramowania użytkowego.

D. TWORZENIE OPROGRAMOWANIA UżyTKOWEGO

Tradycyjna technologia tworzenia oprogramowania użytkowego polega na:

- Oprogramowaniu szczegółowych założeń funkcjonalnych dla programów obejmujących:szczegółowy algorytm przetwarzania w postaci schematu blokowego, specyfikację wejść i wyjść informacyjnych w postaci zbiorów i rekordów, określeniu sytuacji sygnalizowanej zatrzymaniami w programie i emisją odpowiednich komunikatów,
- zakodowaniu przez programistę powyższych założeń, przy pomocy odpowiedniego języka programowania,
- kompilacji programu, połączonej z usuwaniem błędów kodowania,
- testowaniu programu w oparciu o przygotowane dane próbne, połączonym z usuwaniem błędów wynikających z przyjętych założeń funkcjonalnych,
- opracowaniu dokumentacji eksploatacyjnej programu.

Czynności opisane w punktach: kompilacja programu... i testowanie programu w oparciu o przygotowane dane próbne... są jedynymi bezpośrednio związanymi z wykorzystaniem komputera w pracach programistycznych.

Taka technologia programowania charakteryzuje się ograniczeniem do minimum wykorzystania maszyny cyfrowej jako narzędzia programisty, a przecież czynności związane z opracowaniem logiki programu, jak też samo kodowanie algorytmu są najbardziej żmudnymi i pracochłonnymi. Jeżeli dodać do tego sporządzanie dokumentacji eksploatacyjnej programu, to czynności wykonywane ręcznie bezpośrednio przez programistę stanowią około 80 do 85% całego potencjału czasu przeznaczanego na realizację programu.

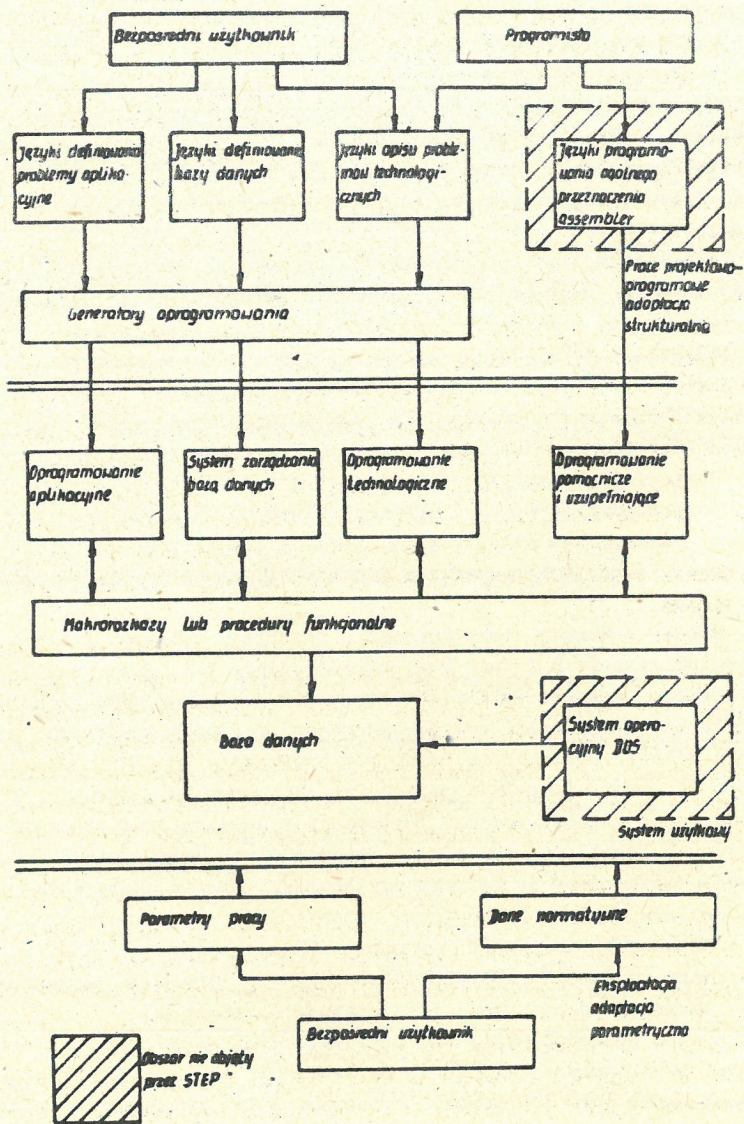
Jedną z metod usprawnienia i skrócenia całego tego procesu są techniki generacyjne. Ich istotą jest ograniczenie do minimum roli programisty w procesie tworzenia oprogramowania użytkowego. Jest ono bowiem tworzone automatycznie, przy pomocy zespołu na-

rzędzi programowych /generatory, języki definicji, oprogramowanie w postaci "szkieletowej", itp./. Rola programisty w klasycznym znaczeniu zostaje tutaj ograniczona do realizacji programów i procedur przetwarzania tych elementów funkcjonalnych systemu użytkowego, które nie są odwzorowane w istniejącym oprogramowaniu narzędziowym. Jest ich na ogół niewiele i dotyczą one funkcji dodatkowych, wspomagających bądź też specyficznych wymagań użytkownika.

Współczesne systemy sterowania produkcją wykorzystują na ogół techniki generacyjne do tworzenia oprogramowania użytkowego. Taki sposób realizacji programów jest konsekwencją określonego podejścia, polegającego na daleko idącej automatyzacji prac projektowo-programowych. Zgodnie z takim podejściem współczesny system sterowania produkcją nie jest zbiorem programów użytkowych, lecz zestawem narzędzi programowych do tworzenia programów użytkowych, posiadających "wbudowaną" w nie logikę przetwarzania dla poszczególnych funkcji systemu. Elementy, których nie można z góry zdefiniować w tej logice, zostają dostarczone do procesu generacji w postaci parametrów języków definicji problemów aplikacyjnych.

Proces generacji oprogramowania przebiega w sposób przedstawiony na rysunku 9.2 fazy projektowej proces ten jest zasilony parametrami języków definicji problemów aplikacyjnych oraz określonymi strukturami danych. Generator programów źródłowych pobiera kolejno odpowiednie fragmenty programu w postaci "szkieletowej", który uzupełnia parametrami użytkownika, charakteryzującymi daną funkcję systemu sterowania produkcją oraz strukturami danych. Powstaje w ten sposób program użytkowy w postaci źródłowej, dostosowany do potrzeb użytkownika. Dalsze działania są analogiczne, jak w technologii klasycznej, to znaczy program jest tłumaczony na postać wynikową /kompilacja/, a następnie testowany na danych próbnych. Równoległe, w procesie generacji jest tworzona dokumentacja projektowo-programowa.

System oprogramowania narzędziowego STEP obejmuje szereg narzędzi programowych, służących do tworzenia systemu użytkowego. Wygenerowane przy ich pomocy oprogramowanie użytkownika można podzielić na trzy grupy:



Rys. 9.6. Struktura oprogramowania użytkownika przy wykorzystaniu narzędzi programowych STEP

- . oprogramowanie aplikacyjne, na które składają się programy w zakresie: czterech podstawowych /planowanie priorytetów, sterowanie priorytetami, planowanie potrzeb zdolności i sterowanie wykorzystaniem zdolności/ funkcji systemem sterowania produkcją, oraz funkcji dodatkowych /obliczanie kosztów normatywnych, sterowanie produkcją wyrobów wersyjnych,
- . oprogramowanie zarządzające bazą danych systemu typu BOMP,
- . oprogramowanie technologiczne /obsługa procesów wejścia-wyjścia/.

Ponadto, w sposób tradycyjny, jest tworzone oprogramowanie pomocnicze, obsługujące na przykład specyficzne funkcje użytkownika. Całe utworzone oprogramowanie użytkowe uzupełnione standardowymi makrorozkazami i procedurami oraz danymi w bazie danych tworzy system użytkowy.

E. ORGANIZACYJNE I TECHNICZNE PRZYGOTOWANIE UŻYTKOWNIKA DO EKSPLOATACJI SYSTEMU

Podjęcie przez użytkownika decyzji akceptującej ogólną koncepcję rozwiązania systemowego powoduje realizację dwóch niezależnych, równolegle prowadzonych grup czynności, tj. przedstawionych uprzednio prac projektowo-programowych oraz prac związanych z organizacyjnym przygotowaniem eksploatacji systemu użytkowego. Do tych ostatnich należy zaliczyć:

- . opracowanie modelu organizacyjnego grup eksploatujących system oraz grup korzystających z systemu,
- . przygotowanie dokumentacji technicznej,
- . szkolenie personelu użytkownika, odnośnie wykorzystania systemu,
- . określenie zmian w organizacji funkcjonowania systemu informacyjnego przedsiębiorstwa,
- . przygotowanie danych użytkowych,

- opracowanie harmonogramu równoległego prowadzenia przetwarzania przy wykorzystaniu dotychczasowego systemu.

Tworzenie modelu organizacyjnego, zarówno bezpośrednich "eksploatatorów" systemu w przedsiębiorstwie, jak też modelu organizacyjnego komórek wykorzystujących efekty działania systemu /wydziały produkcyjne, komórki: planowania, zaopatrzenia itd./ to jedna z ważniejszych prac przygotowawczych. Modele takie pozwalają na jednoznaczne wyodrębnienie i sformułowanie zakresu czynności zarówno w odniesieniu do komórek organizacyjnych, jak i poszczególnych stanowisk, w związku z czym nie powinny wystąpić różnego typu sytuacje konfliktowe odnośnie podejmowania decyzji, odpowiedzialności itp. Osoba odpowiedzialna za funkcjonowanie całej grupy korzystającej z systemu powinna być podległa bezpośrednio naczelnemu kierownictwu przedsiębiorstwa. Sugestie te wynikają z tego, że często wdrożone systemy informatyczne sterowania produkcją nie mogły skutecznie funkcjonować wskutek braku proponowanych modeli organizacyjnych.

Przygotowanie dokumentacji technicznej stanowi główny element technicznego przygotowania przedsiębiorstwa do wdrożenia systemu sterowania produkcją. Obejmuje ono: przygotowanie dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej zawierającej wymagane dane, normatywy i normy pracy, normatywy zużycia materiałów, system klasyfikacji i kodowania, itp. Z reguły brak aktualnych danych technicznych uniemożliwia wdrożenie systemu.

Szkolenie personelu przedsiębiorstwa powinno objąć trzy kategorie osób:

- decydentów /kadrę kierowniczą/ w zakresie: funkcji systemu, wymogów organizacyjnych jego funkcjonowania, sposobów korzystania z wyników przetwarzania,
- grupę eksploatującą system /projektanci, programiści/ w zakresie takim jak w poprzednim punkcie oraz w zakresie logiki budowy systemu użytkowego, wykorzystywanego oprogramowania narzędziowego, sposobu wprowadzania zmian i poprawek do systemu oraz zasad jego eksploatacji,
- grupy wykorzystujące wyniki działania systemu w zakresie: opi-

su funkcji użytkowych systemu, postaci wydruków i sposobów posługiwania się nimi, organizacji pracy wynikającej z zastosowania systemu.

Kolejna grupa czynności to określenie zmian w organizacji funkcjonowania systemu organizacyjnego przedsiębiorstwa, związanych z tworzeniem rozwiązaniem systemowym. Zmiany te mogą dotyczyć przykładowo: zasad funkcjonowania innych /poza eksploatującymi system i korzystającymi z jego wyników/ komórek organizacyjnych, obiegu informacji, rodzajów i układu stosowanych nośników informacji, terminów przekazywania dokumentów itp.

Problem przygotowania danych powstaje w momencie wdrożenia próbnego. Jest to zagadnienie istotne z punktu widzenia eksploatacji systemu, a jednocześnie dosyć trudne i pracochłonne w realizacji. W jego ramach należy:

- dokonać pełnej specyfikacji informacji /ich rodzaje, zakresy wartości/ do załadowania bazy danych systemu, w oparciu o dokumentację źródłową,
- opracować zasady kodowania danych i zakodować je,
- sporządzić instrukcje dziurkowania i kontroli wstępnej dokumentów źródłowych.

Ostatnia grupa prac organizacyjnych to opracowanie harmonogramu równoległego przetwarzania informacji przy wykorzystaniu obydwóch systemów: dotychczasowego i nowego. Problem równoległego przetwarzania jest w praktyce nie do uniknięcia, nie można bowiem dokonać zmiany jednego systemu na drugi z dnia na dzień.

Wymienione czynności nie wyczerpują całości problemu. Istnieje cała gama spraw organizacyjnych i psychologicznych związanych z funkcjonowaniem nowego systemu sterowania produkcją. Poważny problem dotyczy zmian w mentalności pracowników i pewnych rygorów w organizacji pracy, jakie narzuca każdy system informatyczny. Jest to szczególnie ważne w odniesieniu do przedsiębiorstw, które dotychczas nie korzystały z elektronicznej techniki obliczeniowej. Wiadomo z doświadczenia, że samo szkolenie personelu nie przełamie pewnych barier psychologicznych. Zmiany takie może dopiero spowodować sam eksploatowany system

w momencie, gdy widać jego pozytywny wpływ na organizację pracy i wyniki działania przedsiębiorstwa.

F. EKSPLOATACJA ORAZ REKONSTRUKCJA SYSTEMU

Po wygenerowaniu i próbnym testowaniu oprogramowania użytkowego oraz organizacyjnym przygotowaniu użytkownika do prac wdrożeniowych następuje eksploatacja próbna systemu, który można uznać jako prototyp. W tym czasie użytkownik, realizując równoległe przetwarzanie może przeprowadzić próby działania nowego systemu w oparciu o przygotowane dane i wypowiedzieć się co do jego przydatności oraz zaproponować uzupełnienia i zmiany zarówno w samych założeniach projektowych jak i oprogramowaniu. Zadaniem eksploatacji próbnej jest:

- . sprawdzenie realizacji funkcji systemu na danych rzeczywistych,
- . weryfikacja poprawności bazy danych pod kątem danego systemu informatycznego,
- . weryfikacja użyteczności systemu dla przedsiębiorstwa,
- . nabycia umiejętności obsługi systemu przez personel użytkownika.

Uzupełnienia i zmiany mogą być szybko uwzględnione w postaci nowej wersji systemu użytkowego. Tworzenie takich kolejnych wersji prototypu rozwiązania jest stosunkowo proste przy wykorzystaniu istniejącego oprogramowania narzędziowego. Zmiany będą polegać na: ponownym zdefiniowaniu parametrów dla języków definicji problemów aplikacyjnych oraz powtórnym wygenerowaniu i wytestowaniu oprogramowania użytkowego. Na tym etapie nie ma potrzeby przemodelowywać strukturę funkcjonalną systemu ani też struktury danych. Można bowiem założyć, że elementy te zostały poprawnie zdefiniowane na etapie realizacji projektu. Zmiany w

samej koncepcji systemu mogą mieć miejsce po upływie pewnego czasu, już w trakcie jego normalnej eksploatacji użytkowej.

Prawidłowo funkcjonujący system informatyczny nie może być konstrukcją statyczną. O jego roli i żywotności w przedsiębiorstwie stanowi to, czy podlega on zmianom zachodzącym równolegle do zmian struktury informacyjnej przedsiębiorstwa. W miarę upływu czasu, założenia przyjęte w ogólnej koncepcji rozwiązania mogą się zdezaktualizować wskutek zmian w istniejących normach prawnych, przepisach branżowych, itp. Wynikają stąd pewne zmiany techniczno-organizacyjne, które powinny być uwzględnione w przyjętym rozwiązaniu systemowym. W rezultacie ogólna koncepcja systemu zostaje zmodyfikowana. Polega to na przemodelowaniu zakresu funkcjonalnego rozwiązania oraz zmianach w strukturach danych. Następuje realizacja nowej wersji systemu użytkowego.

WNIOSKI

Opracowanie zawiera prezentację wybranych zagadnień i problemów w zakresie budowy i działania systemu sterowania produkcją - STEP. Została tu zaproponowana metoda tworzenia systemów użytkowych przy wykorzystaniu oprogramowania narzędziowego. Czym metoda ta różni się od dotychczasowej praktyki? Przede wszystkim tym, że projektant systemu otrzymuje silne wspomaganie aż do całkowitej automatyzacji niektórych czynności. Ponadto z powyższą metodyką nierozdzielnie związane jest pojęcie rekonstrukcji systemu użytkowego i w związku z tym o potrzebie elastycznego dostosowywania systemu informatycznego do zmieniających się potrzeb przedsiębiorstwa myśli się już podczas tworzenia systemu, co ma zasadnicze znaczenie dla jego późniejszej rekonstrukcji.

Potrzeba dostarczenia środków wspomagających pracę projektantów i programistów bierze się stąd, że przy tradycyjnym podejściu czas realizacji systemu informatycznego dla odpowiednio rozbudowanych projektów dochodził nawet do 5-7 lat. W tych warunkach prawie zawsze wdrażany system był w znacznym stopniu "moralnie" zużyty.

Zastosowanie systemu STEP wprowadza w tym względzie zasadnicze zmiany, do tego stopnia dla najbardziej pracochłonnych prac programowych osiąga się 3-5-krotne skrócenie czasu tworzenia oprogramowania. Największe wspomaganie prac projektowych występuje w 3. fazie /realizacji/. Generatory oprogramowania zapewniają automatyczne tworzenie programów obsługujących bazę danych jak i programów realizujących funkcje sterowania produkcją. Oczywiście zakres zastosowania oprogramowania tworzonego automatycznie w stosunku do całości oprogramowania systemu będzie różny dla różnych przedsiębiorstw. Zebrane doświadczenia pozwalają przenieść punkt ciężkości prac z programowania na analizę i projektowanie logiczne systemu użytkowego. W warunkach stosowania systemu STEP możliwe jest by w składzie 3-4 osobowego zespołu realizującego system był tylko jeden programista, pozostali zaś to projektant

i specjaliści znający bardziej potrzeby przedsiębiorstwa niż technologię przetwarzania danych. Tak więc hasło "programowanie bez programistów", o którym było głośno w środowisku informatyków na początku lat siedemdziesiątych dziś jest realizowane nie tylko za granicą, ale i w wielu ośrodkach informatycznych w kraju.

Do kompleksowej automatyzacji projektowania jest jeszcze daleko, wykonywanie wielu czynności wymaga od projektanta dużego zakładu pracy, ale przecież STEP jest ciągle rozwijany w tym kierunku aby projektant w większym stopniu wносił swój wkład w proces tworzenia systemu w postaci inwencji i doświadczenia, niż w postaci żmudnych i czasochłonnych prac.

Warto jeszcze zwrócić uwagę na opracowywanie koncepcji systemu /faza 2./.

Dostępność łatwych w użyciu generatorów programów i danych testowych dostarcza dodatkowych możliwości w zakresie dopasowania projektowanego systemu do potrzeb przedsiębiorstw. Projektant ma możliwość wstępnego zdefiniowania projektu, wygenerowania oprogramowania oraz wypróbowania działania systemu na danych testowych. W ten sposób jeszcze przed przystąpieniem do prac w szerszym zakresie, istnieje możliwość kilkakrotnego nawet symulowania działania systemu, celem dopasowania go do specyficznych wymagań przedsiębiorstwa. Należy podkreślić, że wyniki działania tak spreparowanego systemu dostarczane są w formie pozwalającej na przedstawienie ich szerokiemu gronu bezpośrednich użytkowników. Jakie znaczenie ma możliwość zapoznania się przyszłych użytkowników z adresowanymi do nich tabulogramami już w tej fazie prac projektowych nikomu tłumaczyć chyba nie trzeba. W prezentowanym podejściu jest to pierwsza, wstępna weryfikacja systemu. Druga ma miejsce w czasie wdrażania.

Całość procesu tworzenia systemu uzależnia jego testowanie. Tu również projektant ma do dyspozycji generatory danych testowych pozwalających na sprawdzenie poprawności utworzonego wcześniej oprogramowania, jak i spójności całego systemu.

Testowanie dużych systemów metodami tradycyjnymi jest bardzo pracochłonne, zapewne dlatego w praktyce dokładne wytestowanie systemu przed przekazaniem go do użytkowania należy do rzadkość-

ci. Sprawdzone oprogramowanie wraz z dokumentacją zostaje przekazane do eksploatacji próbnej.

Cykliczność procesu projektowania nakazuje traktować tę wersję systemu jako prototyp, który będzie udoskonalony w przyszłości w oparciu o doświadczenia z eksploatacji i przy pomocy środków wspomagających. Wydaje się, że takie traktowanie pierwszej wersji systemu umożliwia ocenę jego przydatności, pozwala na zaproponowanie zmian w zakresie całości projektu jak i działania poszczególnych programów. Dochodzi więc do fazy rozwoju i rekonstrukcji systemu.

Potrzeba rekonstrukcji systemu nie jest najczęściej podyktowana koniecznością usunięcia błędów i usterek, lecz ma znacznie poważniejsze przyczyny. Trzeba bowiem zdać sobie sprawę z tego, że system informatyczny działa w ciągle zmieniającym się środowisku. Pod wpływem doświadczeń następuje u użytkowników zmiana w pojęciach na temat możliwości zastosowań ETO, użytkownicy zwiększają swoje wymagania. Następują zmiany w strukturze i organizacji zarządzania przedsiębiorstwem, do pracy przychodzą nowi ludzie z nowymi doświadczeniami i nowymi pomysłami. Rozwój nauki dostarcza nowych metod zarządzania. W tych warunkach efektywne przeprowadzenie rekonstrukcji systemu ma znaczenie nie tylko ekonomiczne ale i psychologiczne. Trzeba pamiętać, że wiele cennych pomysłów i projektów z dziedziny zarządzania przedsiębiorstwem nie jest ciągle realizowanych tylko dlatego, że sam entuzjazm autorów nie był wystarczający dla przezwyciężenia trudności realizacyjnych. Prezentowane podejście sprzyja łatwej i szybkiej rekonstrukcji systemu bez przerywania eksploatacji, ponadto może być ona przeprowadzona w taki sposób by bezpośredni użytkownik zupełnie jej nie odczuł. Jest to osiągalne dzięki możliwości wielokrotnego użycia generatorów oprogramowania przy zmiennym definiowaniu parametrów wyjściowych.

Owa zmienność oraz trudności w łatwym udoskonalaniu systemów są w większości przypadków podstawową przyczyną niepowodzeń w zastosowaniu informatyki. Proponowane podejście oparte o STEP w dużej mierze eliminuje ten problem. Jest ono ukierunkowane na elastyczne dostosowywanie systemu informatycznego do potrzeb przedsiębiorstwa. Dodatkowymi zaletami takiego podejścia jest

podniesienie efektywności zastosowań informatyki, skrócenie czasu realizacji przedsięwzięć informatycznych przy jednoczesnym podniesieniu jakości projektów.

Zdobyte doświadczenia wskazują, że możliwość zastosowania oprogramowania narzędziowego STEP nie jest ograniczona do realizacji systemów sterowania produkcją, ale i systemów informatycznych dla innych dziedzin zarządzania przedsiębiorstw przemysłowych, jak również innych organizacji gospodarczych.

BIBLIOGRAFIA

1. STEP - Realizacja nowych idei w systemach sterowania produkcją. M. Klimek, A. Sakowski, materiały na konferencję COMP-Control, 1977
2. M. Klimek, A. Sakowski, System Sterowania Produkcją STEP, OBRI Warszawa, 1979.
3. M. Klimek, Informacyjny system sterowania produkcją FIGS, OBRI Warszawa 1976.
4. Modular Application System, Hoskyns Group Ltd, London 1974.
5. J. Orlicky, G.W. Plossel, O. Wight, Material Requirements Planning Systems, presentations at APIGS 13th International Conference, 1972.
6. American Production and Inventory Control Handbook, Mc Graw-Hill, 1970.
7. Production and Inventory Control Systems, materiały na seminarium SZAMOK, Budapeszt 1980.
8. J. Turyna, Sterowanie produkcją w przedsiębiorstwie przemysłowym w warunkach stosowania ETO, referat na konferencję "Informatyka narzędziem ekonomisty" PTE, Warszawa 1982.
9. J. Turyna, Tworzenie dziedzinowych systemów informatycznych przy użyciu aplikacyjnych narzędzi programowych /na przykładzie systemu STEP/, referat na konferencję TNOiK nt: "Współczesne tendencje tworzenia i upowszechniania systemów informatycznych zarządzania", Katowice 1981.

ZETO - ZOWAR

CENTRUM PROJEKTOWANIA I ZASTOSOWAŃ INFORMATYKI

20 lat doświadczeń i tradycji w świadczeniu usług komputerowych
Oferujemy bogaty zestaw usług we wszystkich dziedzinach
informatyki.

- Oprogramowanie na zlecenie klienta
- Pakiety gotowego oprogramowania
- Projektowanie ośrodków komputerowych
- Projektowanie systemów informatycznych
- Konsultacje i ekspertyzy w zakresie informatyki
- Kupno-sprzedaż sprzętu komputerowego
- Usługi obliczeniowe na sprzęcie IBM, RIAD, ODRA, SEECHECK, MERA 400, SM-4, mikrokomputerach
- Szkolenie specjalistów informatyków
- Wydawnictwa z dziedziny informatyki

INFORMACJE:

Zakład Wdrożeń i Marketingu

Tel. 25-43-72, 25-80-61 w 41

Telex 813492 CPiZI pl

ADRES:

Centrum Projektowania
i Zastosowań Informatyki

ZETO-ZOWAR

AL. Niepodległości 190

00-608 Warszawa

B-3978/
126