

Andrzej GRABSKI

KONWERSACYJNE MODELOWANIE ORGANIZACJI ROBÓT  
ZA POMOCĄ MIKROKOMPUTERA MERA 60

**Streszczenie.** Opracowanie stanowi skrótowy opis prac, które były realizowane w Instytucie w 1984 r. Dotyczyły one zastosowania mikrokomputera do przygotowywania danych dla potrzeb i zgodnie z wymaganiami bibliotecznych programów typu PERT. Omówiono warunki stosowania systemu oraz przedstawiono algorytm postępowania w przypadku konwersacyjnego rozwiązywania postawionych zadań. Omawiany algorytm oparty jest na przesłankach metod prac równomiernej i pozwala ustalić liczebność potrzebnych zasobów oraz czasu trwania poszczególnych procesów.

## 1. WPROWADZENIE

Prawidłowa organizacja robót zaprojektowana dla wykonania określonego zadania inwestycyjnego, to takie rozmieszczenie robót w czasie, aby podstawowe zasoby przewidywane do wykonania tych zadań miały zapewnioną ciągłość pracy przy niezmiennych składach brygad czy też zespołów. Ilość czynników jakie muszą być brane pod uwagę przy tego typu opracowaniach jest z reguły bardzo duża. W konsekwencji dla danego, konkretnego zadania można uzyskać kilkanaście rozwiązań spełniających postawione powyżej warunki. Równocześnie pamiętać należy, że poprawne opracowanie projektu organizacji wykonania zadania jest procesem pracochłonnym, wymagającym znacznego nakładu pracy licznej grupy fachowców. Dlatego w warunkach polskiego budownictwa jeżeli już taki projekt jest wykonywany to z reguły zadowalające rozwiązanie uznawane jest jako obowiązujące. Nie sporządza się rozwiązań wariantowych ani też nie poszukuje się rozwiązań optymalnych. W tym ostatnim przypadku dodatkową trudność stanowi określenie jednoznacznej, obowiązującej wszystkich uczestników procesu funkcji celu czy też kryterium optymalizacyjnego.

Trudności tych nie łagodzi nawet stosowanie do rozwiązań matematycznych metod planowania. I w tych przypadkach sporządza się jedną z reguły siatkę zależności, stanowiącą od razu model organizacyjny analizowanego zadania. Takie podejście do zagadnienia "usztywnia" model, praktycznie uniemożliwiając wariantowanie rozwiązań. Tak więc jeżeli tylko w wyniku przeliczeń przygotowanego modelu uzyska się w wyniku taki rozkład zasobów potrzebnych w czasie, że podstawowe ich grupy w niezmiennych składach posiadają zapewnioną ciągłość pracy uzyskane rozwiązanie uważa się za obowiązującą wersję harmonogramu.

Powodów jest kilka. Podstawowym wydaje się być jednak znaczna pracochłonność przygotowania pełnego pakietu danych wymaganych przez biblioteczne programy PERT, stosowanych w polskich ośrodkach obliczeniowych EMC. Stosunek czasu potrzebnego do przygotowywania danych do czasu potrzebnego do przetworzenia danych wynosi jak 1:300. (Na jedną godzinę pracy EMC potrzebną przeciętnie dla pełnej analizy siatki, zarówno w aspekcie czasu jak i zasobów, potrzeba około półtora miesiąca prac przygotowawczych). Stąd w ITiOB Pol. Śl. zrodził się pomysł rozpoczęcia prac, w których wykorzystując dotychczasowy dorobek środowiska śląskiego w tym zakresie, pozwoliłyby zastosować do przygotowywania danych wymaganych przez biblioteczne programy PERT, zainstalowanego w Instytucie mikrokomputera MERA 60. Treścią niniejszego wystąpienia są wyniki prac, zrealizowanych pod kierunkiem autora, w roku 1984.

## 2. PODSTAWY TEORETYCZNE

Jak udowodniono to w (między innymi) pracy J. Molińskiego [1] wprowadzając do odwzorowań sieciowych technologii i organizacji robót rozróżnienia modeli na technologiczne i organizacyjne, można dla tych pierwszych opracować modele zunifikowane, tzn. takie, które mogą być wielokrotnie stosowane dla odwzorowań robót, przewidywanych do wykonywania przez przedsiębiorstwo o zdefiniowanym profilu produkcji.

Dysponując biblioteką takich zunifikowanych odwzorowań, projektowanie organizacji ogranicza się do opracowania schematu kompilacyjnego oraz dostosowania do dysponowanych wielkości frontów robót składów osobowych brygad. Biblioteka zunifikowanych odwzorowań technologii robót, to nie tylko siatki technologiczne, ale także dostosowana do każdego procesu w siatce baza normatywna zasobów potrzebnych.

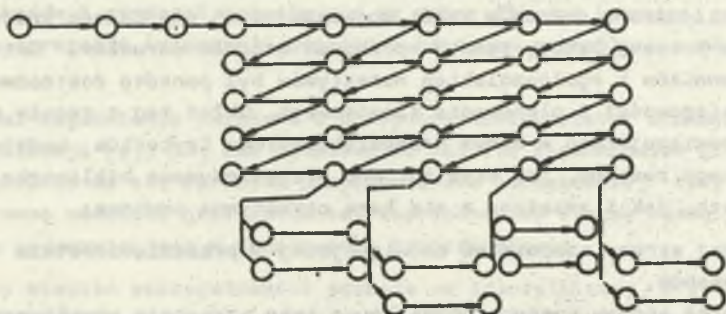
Czasy trwania poszczególnych procesów powinny być ustalone w oparciu o przesłanki metody pracy równomiernej i mechanizacji kompleksowej. W obu przypadkach o czasie pracy decyduje wydajność środka (zasobu) wiodącego (patrz [2]).

Takie podejście, wbrew pozorom, zagadnienie znacznie upraszcza. Nie potrzeba bowiem zajmować się w optymalizacji rozwiązań wszystkimi zasobami, ale jedynie tymi, które z różnych względów powodów uznane zostały za wiodące (kluczowe).

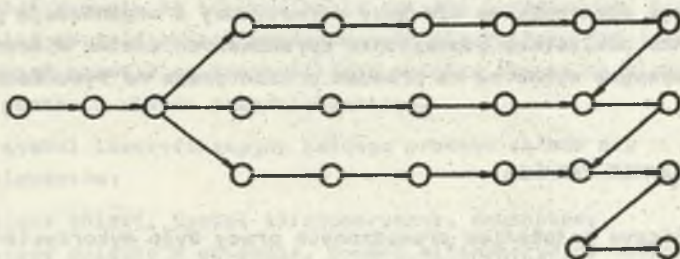
Zgodnie z zasadą podziału pracy i specjalizacji, organizacja zasobów w przedsiębiorstwie może być dokonywana albo wg kryterium czynnościowego, albo przedmiotowego. Jak wykazały prowadzone prace przyjęte kryterium nie jest obojętne dla odwzorowania technologii robót, czyli tłumacząc inaczej, dla tego samego zakresu robót, technologiczny model przy przyjętym kryterium przedmiotowym będzie się różnił od modelu dla kryterium czynnościowego.

W praktyce spotykać można 1 trzeci przypadek. Mianowicie na danej działce, w analizowanej fazie robót, część zadań wykonywana będzie przez zasoby zorganizowane wg kryterium przedmiotowego (np. brygady kompleksowe) reszta zaś zadań realizowana będzie przez zasoby zorganizowane wg kryterium czynnościowego (np. brygady branżowe). Przypadki takie mają szczególnie często miejsce w trakcie trwania robót wykończeniowych, kiedy to na danej działce budowy współpracują ze sobą zasoby będące własnością różnych specjalistycznych wykonawców.

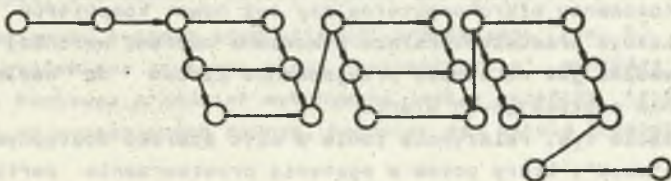
W wyniku prac realizowanych w IT10B opracowano dla wymienionych trzech przypadków wzorcowe zunifikowane odwzorowania robót. Pokazano je na rysunkach 1, 2 i 3.



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3



Jeżeli przedsiębiorstwo ma pracować w sposób efektywny, tzn. ma nie tylko planowo realizować ustalone zadania, ale w wyniku prowadzonych robót ma osiągać właściwe wyniki ekonomiczne, powinno:

- albo opierać decyzje o wnikliwie analizowane kosztorysy,
- albo sporządzać własne wyceny, porównując je do cen oferowanych przez inwestorów (np. w przypadku przetargowego systemu zawierania umów).

W jednym i drugim przypadku podstawę wszelkich ustaleń szeroko rozumianych pod pojęciem technicznego przygotowywania produkcji opierać się powinno na kosztorysach, a ściślej rzecz biorąc na przedmiarach.

Zarówno kosztorysy opracowywane w biurach projektów (np. na zlecenie inwestora) jak i wyceny dokonywane w przedsiębiorstwie nie mogą się opierać na układzie i podziale robót obowiązujących dla całego kraju, odpowiadającemu z samej istoty takich opracowań średnim warunkom. Dotychczasowy układ cenników i ogólnopolskich normatywów był ponadto dostosowany do potrzeb księgowości i planowania finansowego. Układ ten z reguły nie uwzględniał obowiązującego w danym przedsiębiorstwie kryterium podziału organizacyjnego zasobów. Tek więc zarówno przygotowywana biblioteka siatek elementarnych, jak i związana z nią baza normatywna powinna:

- z jednej strony odpowiadać obowiązującej w przedsiębiorstwie organizacji zasobów,
- z drugiej strony powinna pozwalać na taką agregację uzyskiwanych wyników, aby były one porównywalna z ogólnie w kraju obowiązującymi i stosowanymi cennikami i katalogami nakładów rzeczowych.

Wspólnym mianownikiem dla bazy normatywnej i organizacji produkcji stać się powinna biblioteka odpowiednio opracowanych siatek elementarnych. Tym właśnie wymogom wychodzę na przeciw prezentowane na rysunkach siatki.

### 3. ROZWIĄZANIE ZADANIA

Zasadniczym założeniem prowadzonych pracy było wykorzystanie EMC na etapie przygotowywanie danych do dalszego przetwarzania bibliotecznymi programami typu PERT w jakie to programy wyposażone są wszystkie większe ośrodki obliczeniowe w kraju. Stoimy na stanowisku, że dzięki coraz szerszemu zastosowaniu mikrokomputerów czy też nawet komputerów tzw. osobistych, w każdym przedsiębiorstwie stworzone zostaną warunki, aby informatykę wprowadzać już na etapie przyjmowania zleceń do wielowariantowego analizowania napływających ofert.

Na sprzeczcie tym, relatywnie tanim a więc szeroko dostępnym, należy przygotowywać "wsad", który potem w systemie przetwarzania partiiowego będzie liczony na dużych komputerach ze wszystkimi wynikającymi z tego faktu udogodnieniami (duża pamięć, bogate oprogramowanie itp.).

Dla planowania produkcji oraz analizy zasobów czy też nawet ich optymalizacji jak dotychczas najlepsze wyniki uzyskać można stosując biblioteczne programy firmy ICL, przygotowane dla maszyny typu 1900. Te same programy mogą i są wykorzystywane na EMC typu ODRA serii 1300. A maszyny te są praktycznie dostępne w każdym większym ośrodku obliczeniowym w kraju. Tak więc pakiet danych przygotowywany wg założeń prezentowanych w niniejszym opracowaniu jest dostosowany do wejścia wymaganego przez tę właśnie maszynę.

Zasadniczym elementem systemu są:

- biblioteka zunifikowanych siatek technologicznych wraz z przypisaną poszczególnym procesom bazę normatywną,
- system kodów i oznaczeń pozwalający na identyfikację każdego procesu w stopniu agregacji informacji wymaganym na danym szczeblu podejmowania decyzji.

Ponieważ zagadnienia związane z przygotowaniem siatek stanowiły treść wielu publikacji [1], [3] nie będziemy tu się tym zagadnieniem bliżej zajmować. Podobnie ma się sprawa z przygotowaniem odpowiedniej bazy normatywnej. Pewną nowością jest natomiast zaproponowany system kodów.

System kodowania jest w opracowaniu trzystopniowy:

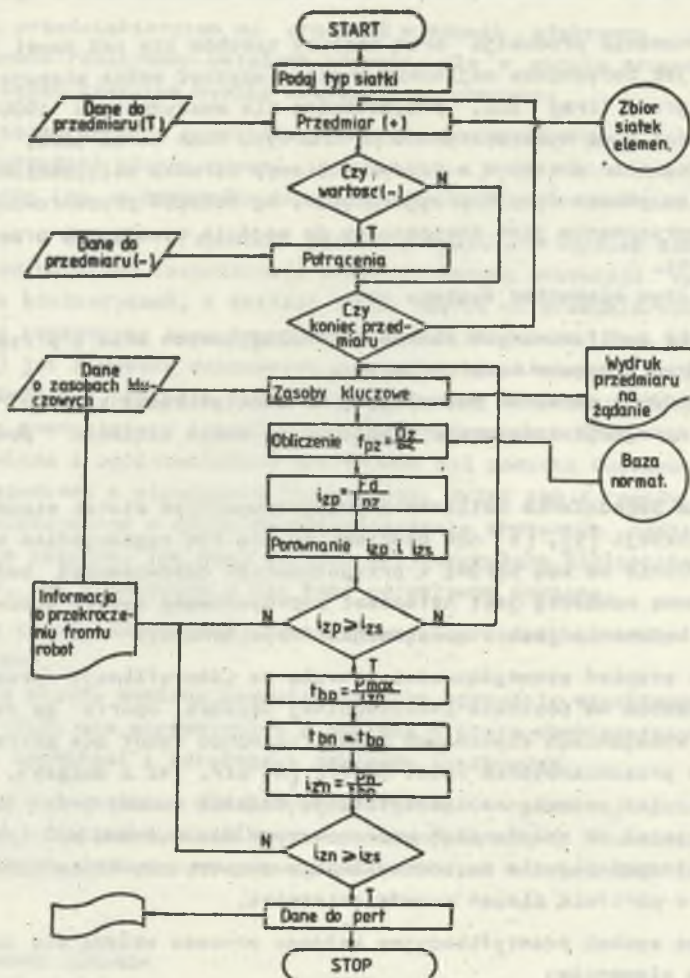
- pierwszy stopień szczegółowości pozwala na identyfikację procesu i tym samym zasobów na poziomie poszczególnej działki. Oparto go na założeniach i wymaganiach stawianych identyfikowaniu robót dla potrzeb tabelarycznego przedmiarowania robót (patrz [4] str. 142 i dalsze),
- drugi stopień pozwala na identyfikację działki budowy oraz fazy robót. Oparty został na założeniach wypracowanych dla systemu MID (patrz [5]),
- trzeci stopień pozwala na identyfikację obiektu czy to na placu budowy, czy też w portfelu zleceń przedsiębiorstwa.

Tak więc symbol identyfikacyjny każdego procesu składa się z czterech znaczących elementów:

- identyfikująca obiekt. Symbol alfanumeryczny, dwuznakowy,
- identyfikujący działkę w obiekcie. Symbol alfanumeryczny dwuznakowy,
- identyfikujący robotę na działce. Symbol alfanumeryczny dwuznakowy, stanowiący jedność z elementem następnym,
- identyfikujący zdarzenie w sieci. Symbol numeryczny dwuznakowy.

Układ omawianego systemu identyfikacji przedstawia rys. 5. Jednostki miary robót stanowiące podstawę planu "automatycznie" wynikają z przedmiaru robót. Ponieważ przedmiar wykonywany jest w układzie tabelarycznym w zależności od wypełnionych rubryk, komputer sam ustala jednostkę miary. I tak:

- jeżeli wypełnione są wszystkie rubryki, jednostką miary jest  $m^3$ ,
- wypełnione dwie pierwsze rubryki - jednostką miary są  $m^2$ ,
- w zależności od wypełnienia tylko jednej rubryki, jednostkami miary są:  $m$ ,  $kg$  czy też  $szt.$



Rys. 4

Rozwiązywanie zadania odbywa się kolejnymi krokami:

1. Działanie rozpoczyna się od analizy dokumentacji, podziału obiektu na działki oraz podjęcia decyzji jakiego charakteru zgodnie z przebiegiem metody pracy równomiernej są realizowane obiekty (lub ich aktualnie rozpatrywana faza).

2. W zależności od charakteru robót (jednotypowe, jednorodne czy też niejednorodne) oraz w zależności od rodzaju organizacji zasobów przewidzianych do realizacji, wybiera się właściwy typ siatki.

3. Właściwy rodzaj siatki zapamiętany jako jeden z elementów stałego zbioru danych systemu, wywołany zostaje na ekran monitora. Komputer "pyta" się kolejno o ilości robót, które są przewidziana do wykonania zgodnie z



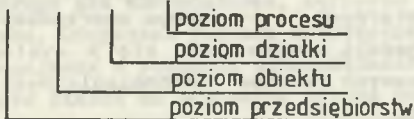
dokumentację techniczną. Ta faza działania ma na celu albo sporządzenie, albo sprawdzenie przedmiaru. W programie przewidziano systemowe zabezpieczenia, wykluczające zasadnicze pomyłki. I tak np. program automatycznie sprawdza czy wielkości potrącane nie są większe od wielkości "plusowych", czy też "pilnuje" aby jednostki w jakich przedmiaruje się roboty danej pozycji były w niej jednakowe. Równocześnie z cząstkowymi wielkościami robót (długość, szerokość i wysokość) podaje się wybraną dla danej roboty pozycję bazy normatywnej.

4. Potencjalnie w systemie istnieje możliwość albo ustalania wielkości potrzebnych nakładów rzeczowych, albo ustalania kosztu czy też ceny wykonywanej roboty. Tłumacząc inaczej, istnieje możliwość za pomocą tego samego programu sporządzania kosztorysów. Aktualnie system tego nie realizuje, ponieważ nie posiada kosztorysowej bazy normatywnej. Oblicza natomiast, zgodnie z algorytmem postępowania przy posilkowaniu się metodą pracy równomierniej:

- czas wykonania procesu przez brygadę (zasób) prowadzący,
- liczebność brygady dostosowaną do wielkości dysponowanego frontu robót,
- liczebności pozostałych, współpracujących w danym ciągu technologicznym z zasobem kluczowym środków,
- sprawdza czy: ustalone liczebności zasobów są większe od przeciętnych składów występujących w organizacji przedsiębiorstwa.

Jeżeli liczebność ta jest większa do dalszych obliczeń przyjmuje liczebność przeciętną. Jeżeli natomiast liczebność ta jest mniejsza, system powiadamia o tym projektującego. Oznacza to bowiem, że przeciętna brygada (zespół) przedsiębiorstwa nie zmieści się na dysponowanym froncie robót. Wymaga to specjalnego zasygnalizowania celem zwrócenia uwagi na ten fakt. Do dalszych przeliczeń o ile projektujący nie zdecyduje inaczej, przyjmuje się wielkości wyliczone przez system.

9,X|X,9|9,X|9,9



Rys. 5

Blokowy schemat algorytmu obrazuje rys. 4.

Program pracuje systemem "krokowym". Po każdym kolejnym kroku informuje projektującego o uzyskanych wynikach. W zależności od tego czy wynik zadawala projektującego można albo dany krok obliczeń powtórzyć przy zmienionych danych wejściowych,

czy też przejść do kroku następnego. Program nie ma "wbudowanych" algorytmów optymalizujących. Został oparty jedynie na naukowych podatakach projektowania organizacji robót. Wybór decyzji i wariantu pozostawiony został projektującemu, który zmieniając warunki działania (np. wybór innego zespołu zasobów czy też innego rodzaju organizacji - brygady kompleksowe zamiast branżowych) może poszukiwać rozwiązań lepszych, zgodnie

z wybraną przez siebie kryterium optymalizacji (np. czas realizacji), czy też liczebność zaangażowanych zasobów.

Po wyborze właściwego wariantu realizacji, program na taśmie perforowanej emituje zbiór danych, wymaganych jako zmienne dane wejściowe dla bibliotecznego programu PERT firmy ICL. Wszystkie wymagane harmonogramy dla obiektu czy też zadania emitowane są przez "dużą" EMC zgodnie z zadeklarowanymi dla programu PERT kartami sterującymi edycją wydawnictw.

#### 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Prowadzone prace pozwoliły na zastosowanie do przygotowywania danych dla dużych, bibliotecznych programów, informatyki bezpośrednio w przedsiębiorstwie. Działanie takie powinno przynieść pożytek w dwóch kierunkach:

- zamienić dotychczasowy "statyczny" sposób przygotowywania danych na dynamiczne, wielowariantowe poszukiwanie rozwiązań w danych warunkach najlepszych,
- wprowadzić do przedsiębiorstw wykonawczych nawyk korzystania z EMC w działaniach związanych z przygotowaniem i sterowaniem produkcją. Dotychczas bowiem, jeżeli już w przedsiębiorstwach stosowano ETO, to stosowano je w dziedzinie gospodarki materiałowej, nadal w sposób "statyczny" otrzymując wydruki, z których to praktycznie w przedsiębiorstwach się nie korzysta. Taki sposób wprowadzania informatyki do przemysłu przynosi tej działalności więcej szkody niż pożytku. Mamy nadzieję, że nasza propozycja przyczyni się do przełamania tych nie najlepszych doświadczeń.

Niestety stwierdzić trzeba, że nasze propozycje jak na razie nie zyskały szerszej aprobaty wśród przedsiębiorstw śląskich. Wynika to z szeregu powodów. Podstawowym jednak wydaje się być wymóg uporządkowania podstawowych działań w przedsiębiorstwie. System wymaga bowiem:

- przygotowania biblioteki siatek elementarnych, a tym samym uporządkowania technologii i organizacji robót, jeżeli bowiem chce się z systemu skorzystać należy przestrzegać podstawowych reżimów technologicznych i organizacyjnych przy wykonywaniu robót,
- przygotowania bazy normatywnej, co stawia podobne wymagania jak powyższe,
- posiadania rozeznania, co do liczebności i składu "statystycznych" brygad w przedsiębiorstwie,
- posiadania rozeznania, co do kryterium organizacyjnego podziału zasobów.

Wszystkie wymienione powyżej uwarunkowania nie pozwalają na powszechną improwizację i bałagan jaki niestety panuje nadal w większości naszych przedsiębiorstw wykonawczych. Tak więc system ma szansę być stosowany w przedsiębiorstwach o uporządkowanej technologii i organizacji, czyli ina-



czej mówiąc w przedsiębiorstwach dobrych. Ale ponieważ przedsiębiorstwa takie uzyskują z reguły wyniki dużo lepsze niż przeciętne nie są zainteresowane w podnoszeniu swojej sprawności.

Miejmy jednak nadzieję, że reforma zmusi i te najlepsze przedsiębiorstwa do usprawnienia działania a wtedy zastosowanie informatyki do zarządzania stanie się potrzebą chwili. I na tę właśnie okoliczność między innymi przygotowujemy jest nasz program.

#### LITERATURA

- [1] Moliński J.: Rzeczowe planowanie produkcji w przedsiębiorstwach budowlanych w ujęciu modelowym. Wyd. ORGBUD, Warszawa 1976.
- [2] Główna Z.: Struktura zadań i zasobów przy uwzględnieniu wymagań budownictwa systemowego. Praca doktorska Pol. Śląska, Gliwice 1980.
- [3] Grabski A.: Zastosowanie elementów teorii mnogości przy określaniu struktur organizacyjnych przede. bud.-montaż. Zeszyty Naukowe Pol.Śl. Seria Budownictwo nr 362.
- [4] Rowiński L., Mikoś J.: Organizacja i ekonomika budownictwa. Cz. II Ekonomia budownictwa. PWN, Warszawa 1977.
- [5] Grabski A., Graczyk J., Moliński J.: Model informacyjno-decyzyjny działalności przedsiębiorstwa bud.-montaż. Problemy Postępu Techn. 1/69.

#### КОНВЕРСАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНИ - ЭВМ МЕРА 60

#### Резюме

В докладе представлены некоторые итоги результатов работ проведенных в Институте в 1984 г. Эти работы касались применения ЭВМ для приготовления данных для потребностей, согласно с требованиями библиотечных программ ПЭРТ-типа. Обсуждены условия применения системы а также представлены алгоритмы поведения в условиях разговорного расчёта конкретных задач. Этот алгоритм сделан на основании метода поточного строительства. Позволило это учитывать количество нужных ресурсов а также время выполнения отдельных работ.

CONVERSATIONAL MODELLING OF PROCESS ORGANIZATION  
BY MICROCOMPUTER MERA 60

Summary

The paper is a brief description of works which have been carried out in the Institute in 1984. The works deal with microcomputer application for preparing data according to the needs and requirements of PERT-type library programs.

Principles of the system application have been discussed and an algorithm of operating in the case of a conversational method for solving tasks has been presented.

The algorithm is based on the premises of regular work method and it enables to establish the amount of necessary resources as well as duration of particular processes.