

Henryk Kowalowski

Politechnika Śląska

WAŻNIEJSZE ZASADY PROJEKTOWANIA I WDRAŻANIA AUTOMATYZOWANYCH SYSTEMÓW STEROWANIA DYSKRETNymi PROCESAMI PRZEMYSŁOWymi /DPP/ WSPOMAGANYCH KOMPUTEROWO

Streszczenie. W artykule przedstawiono naukowo-badawczą problematykę i wymagania dotyczące rozwiązywania projektowych i wdrożeniowych zadań sterowania dyskretnymi procesami przemysłowymi. Rozpatrzono zagadnienie analizy systemowej, modelowania, człowieka w procesie sterowania dpp, współdziałania nauki z przemysłem, opłacalności wdrożeń, interdyscyplinarnego charakteru zadań sterowania dpp oraz konieczności kształcenia inżynierów systemowców.

Wstęp.

Obserwuje się współcześnie duże zapotrzebowanie na prace naukowo-badawcze o znaczeniu podstawowym, a także aplikacyjnym w zakresie projektowania automatyzowanych systemów sterowania dyskretnymi procesami przemysłowymi.

Teoria optymalizacji i sterowania kompleksami operacji uwarunkowanymi czasowo, przestrzennie i logicznie, kompleksami operacji, które przedstawiają typowe dla przemysłu maszynowego /elektromaszynowego/ technologie obróbki skrawaniem, kucia, tłoczenia, spawania czy montażu, ciągle znajdują się w stadium badań i rozwoju. Prace naukowe ukierunkowane na problematykę teorii optymalizacji i sterowania kompleksami operacji są systematycznie publikowane przede wszystkim z ośrodków ICT, Politechniki Wrocławskiej [1], IIIA, AGH [2], I A Politechniki Poznańskiej [3] a także IA Politechniki Śląskiej [4]. Problemy naukowe robotów przemysłowych, elementów wykonawczych w dpp podjęto w IAP, Politechniki Warszawskiej [5]. Ostatnio z dziedziny optymalizacji dpp przygotowano w kraju kilka poważnych rozpraw naukowych doktorskich i habilitacyjnych.

Bodźcem stymulującym podejmowanie badań w zakresie teorii sterowania dpp jest obok celów poznawczych przede wszystkim zweryfikowany praktyką pogląd, że optymalizowaną wydajność dpp, a także wymaganą wysoką jakość produktów tych procesów, które stanowią kryteria oceny nowoczesności przemysłowych form wytwarzania, uzyskuje się w zintegrowanych automatyzowanych systemach technicznego przygotowania produkcji, sterowania procesami wytwarzania i zarządzania przedsiębiorstwem.

Zadania projektowania takich zintegrowanych systemów sterowania dpp wymagają z jednej strony sprecyzowania zakresu funkcji, które wypełniać ma aktywny system dynamiczny, obiekt sterowania /np. rozdział zasobów i zadań, wyznaczanie kolejności wykonywanych zadań, obsługa zadań w czasie i w przestrzeni/, a z drugiej strony – przeprowadzenia identyfikacji procesów i danych obiektowych, budowy modeli matematycznych dpp oraz algorytmów umożliwiających optymalizację i sterowanie procesem w wybranym horyzoncie lub w czasie rzeczywistym. Rozwiązywanie takich zadań umożliwia konsekwentne stosowanie do badań metod analizy systemowej oraz – wykorzystywanie struktur programowych i urządzeniowych maszyn cyfrowych.

W kraju nie mamy jeszcze zbyt wielu okazji do stwierdzeń, że w wyniku wdrożeń wspomaganych komputerowo systemów sterowania dpp uzyskano znaczące efekty gospodarcze i społeczne. Autor upatruje podstawowe przyczyny takiego stanu w nieracjonalnych zasadach strategii postępowania i wykorzystywania metod teorii sterowania do praktyki projektowania i wdrażania systemów sterowania i zarządzania dpp. Dlatego w artykule podejmuje się próbę zwięzłego przedstawienia istotnych zasad wynikających z doświadczeń Instytutu Automatyki Politechniki Śląskiej gromadzonych podczas prac naukowo-badawczych, projektowych i wdrożeniowych, ukierunkowanych na realizację wspomaganych komputerowo systemów sterowania dpp [6].

Pierwsza zasada.

Prace naukowo-badawcze i projektowo-wdrożeniowe, podejmujące zadania automatyzacji dpp, powinny bazować na metodach analizy systemowej.

Przyjmując, że podstawą sterowania większości systemów społeczno-gospodarczych, a w szczególności systemów produkcyjnych są "cele" określone jako przyszłe zdarzenia względnie stany najbardziej pożądane i preferowane /obok nich mogą występować "ideały", które chociaż osiągalne w kategoriach nieskończoności mogą niekiedy pobudzać ludzi do doskonalszego działania/, to zakład wytwórczy rozpatrywany systemowo wymagać będzie wyróżnienia:

- celów, odpowiadających na pytania, po co utworzono dany system wytwarzania i jakie są jego funkcje w systemach nadrzędnych /hierarchicznie/,
- zadań, określających wszystko to, co należy czynić, aby cele postawione zostały zrealizowane,
- otoczenia, a więc warunków działania systemu z uwagi na jego sprzężenia z innymi systemami,
- struktury, a więc wewnętrznej budowy systemu, którą utworzą układy elementów systemu i ich wzajemne powiązania konieczne do realiza-

cji zadań i celów,

- procesów wytwarzania prezentujących sobą w przypadku dpp kompleksy operacji, ciągi działań logicznie, czasowo i przestrzennie uwarunkowanych, niezbędnych do realizacji postawionych celów produkcyjnych.

Realizacja celów poprzez zadania, czyli cele zdekomponowane, odbywać się może na hierarchicznie różnych poziomach sterowania, a udział poszczególnych szczebli decyzyjnych w sterowaniu całym dpp, zależeć będzie od przyjętego programu sterowania.

Dyskretny proces produkcyjny w ujęciu systemowym przedstawia więc sobą spójny zespół przedmiotów i warunków celowo zorganizowany. Złożoność takiego systemu polegać będzie nie tylko na wielkiej liczbie jego elementów składowych, lecz przede wszystkim na dużej liczbie możliwych wyróżnionych stanów tego systemu.

W przypadku projektowania automatyzacji dpp takie ogólne podejście ukierunkowuje prace na:

- właściwe sformułowanie zadania projektowego,
- zbadanie, czy problem ma charakter rzeczywisty, czy są to może zadania pozorne,
- ilościowe i jakościowe określanie celów związanych z danym procesem, po ustaleniu poziomów wartości, kryteriów lub mierników, za pomocą których można będzie orzekać o realizacji ustalonych celów
- poszukiwania wariantowych dróg i sposobów dochodzenia do celów,
- określanie "dobroci" poszczególnych wariantów na podstawie przyjętych układów wartości i mierników,
- selekcję wariantów konkurencyjnych,
- rozszerzenie obszaru badań celem rozpoznania najkorzystniejszego kształtowania istotnych czynników wpływających na system, na jego otoczenie i na ich wzajemne relacje,
- badania własności otrzymanych rozwiązań sterowania dpp w zmieniających się warunkach, np. metodą symulacji cyfrowej, rozpoznając możliwie szeroki zakres parametrów kształtujących rozwiązania optymalizujące,
- dalszą selekcję wariantów rozwiązania,
- optymalizację rozwiązania i
- końcową ocenę rozwiązania.

Końcowa ocena rozwiązania służyć będzie konfrontacji wyników analizy ze zbiorem wymagań funkcjonalnych, ekonomicznych i niezawodnościowych, które na początku przyjęto jako obowiązujące w odniesieniu do danej synte-

zy projektowej. Niezadowolający wynik oceny stymuluje konieczność powtórzenia wszystkich czynności wchodzących w zakres podstawowych procedur projektowania /wymagania stawiane, identyfikacja procesów, modele matematyczne do celów sterowania, kryteria optymalizacji i ograniczenia, algorytm rozwiązania, badania symulacyjne, ocena rozwiązań/. Iteracyjny cykl "Synteza /koncepcja/ - analiza - ocena" powtarzać trzeba aż do uzyskania wystarczających zgodności parametrów i charakterystyk rozwiązania i zbiorów stawianych wymagań, wybranych kryteriów jakości [7].

Druga zasada.

Wszystkie stosowane przy projektowaniu i wdrażaniu wspomaganych komputerowo systemów sterowania dpp metody badań, które w procesie identyfikacji, optymalizacji i budowy automatyzowanych układów sterowania ściśle się zająbiają, powinny wynikać z dociekań nad modelami obiektów sterowania, a więc nad modelami dpp, oraz bazować na pracach prowadzonych w oparciu o te modele. Problematyka modelowania ściśle powiązana ze współczesną teorią, a zwłaszcza praktyką sterowania złożonymi systemami, może być atakowana zarówno z punktu widzenia celów budowy modeli, jak i metod matematycznych wykorzystywanych do modelowania, a także z punktu widzenia technik modelowania, które będzie można w konkretnych przypadkach stosować.

Formułowanie modeli należy traktować jako naczelną metodę naukową w badaniach podstawowych /poznawczych/ i aplikacyjnych dotyczących systemów sterowania i zarządzania dpp. Takie ogólne spojrzenie inspirowane w równej mierze rozwój teorii oraz potrzeby zastosowań praktycznych. Konstruowanie, analiza i sposoby rozwiązywania modeli optymalizacyjnych decydują o prawidłowości projektów i późniejszych wdrożeń określonego systemu w praktyce przemysłowej.

W zależności od wchodzących w skład modeli, rodzajów i własności funkcji /funkcjonałów/ celu, będących funkcją wielu zmiennych i których ekstremów poszukujemy, oraz w zależności od systemu ograniczeń w obszarze zmian zmiennych, które należy uwzględnić przy znajdowaniu ekstremów, można posługiwać się do rozwiązywania takich wielowymiarowych ekstremalnych zadań z ograniczeniami różnymi metodami matematycznymi.

Wybór określonej metody zależy od szeregu czynników, ale w problematyce sterowania dpp dominującą rolę będzie odgrywać efektywność algorytmu dla rozwiązania określonego charakteru zadania, wyrażająca się liczbą kroków obliczeniowych potrzebnych do osiągnięcia optymalnego lub - prawie optymalnego rozwiązania.

Są to wymagania odnośnie długości programu, zajętości pamięci oraz maszynowego czasu liczenia zadania.

Z możliwych do wykorzystania metod matematycznych wymienimy przede wszystkim rachunek macierzy - do opisu stanów i uwarunkowań systemu

zbiorem liczb, wartości parametrów charakteryzujących system, by z bloków macierzy przy użyciu rachunku kwantyfikatorowego i określonych relacji logicznych wydzielać stany istotne i podejmować decyzje optymalizacyjne, np. metodą przeglądu zupełnego /często rozwiązania praktycznie nierealizowalne/, lub za pomocą programowania sieciowego, programowania liniowego, nieliniowego lub dynamicznego, a także - korzystając z możliwości, jakie stwarzają maszynowe eksperymenty symulacyjne.

W poszczególnych przypadkach dyskretnego procesu wytwórczego rozpatrywanego systemowo można tak poszukiwać rozwiązań zadań dotyczących wypełniania określonych funkcji heurystycznych, oceny sytuacji awaryjnych i krytycznych, względnie zapewnienia sterowania i zarządzania procesem produkcyjnym.

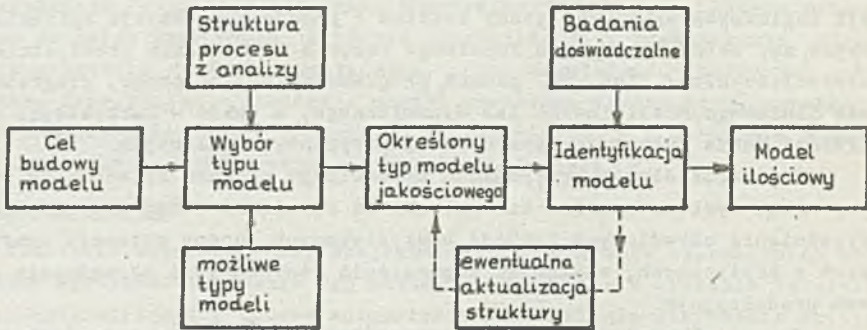
Chociaż bardziej lub mniej szczegółowe opisy algorytmów wymienionych pokrótce metod matematycznych oraz niektóre przykłady zastosowań w dziedzinach wojskowości, ekonomiki czy organizacji można znajdować w literaturze dotyczącej np. badań operacyjnych i teorii matematyki dyskretniej, a rzadziej - naukowo-technicznej, ale w ogromnej większości do celów sterowania dpp algorytmy te będą wymagać oddzielnych opracowań i weryfikacji.

Wyróżnia się empiryczne i dedukcyjne podejście do systemowego formułowania techniczno-dynamicznych modeli dpp do celów sterowania.

W przypadku empirycznego poszukiwania modelu na podstawie znajomości struktury procesu "a priori" dokonuje się wyboru określonego typu modelu matematycznego, a następnie dokonuje się identyfikacji struktury modelu i parametrów typu modelu z relacjami modelu odpowiadającymi warunkom badań /w oparciu o udokumentowane wyniki badań i pomiarów - bezpośrednich lub adaptacyjnych - cechy przebiegów rzeczywistych/.

Identyfikacja w empirycznym sposobie budowania modelu jest tym łatwiejszą, im właściwszy jest wybór tego modelu. Rzetelną dokładność danych można uzyskać stosunkowo prostymi środkami, a przeprowadzenie eksperymentu symulacyjnego na modelu, weryfikującego i oceniającego rozwiązanie wymagać będzie stosunkowo niewielkich nakładów. Empiryczne formułowanie modelu dpp przedstawia rys. 1.

Budowę modelu metodą dedukcyjną będziemy stosować częściej w zadaniach projektowo-konstrukcyjnych, wychodząc od stanu abstraktu, rzadziej do automatyzacji działających już dpp. Działanie rozpoczyna się od rozpoznania techniczno-ekonomicznego stanu faktycznego przy założonych celach wykorzystania modelu, z czego dopiero wynikają wymagania stawiane modelowi. Następnie dopiero staje się możliwe jakościowe przedstawienie modelu przez dokonywanie wyboru czynników istotnych, takich, które muszą być uwzględniane i tych, które można będzie pominąć.



Rys. 1. Empiryczna budowa modeli

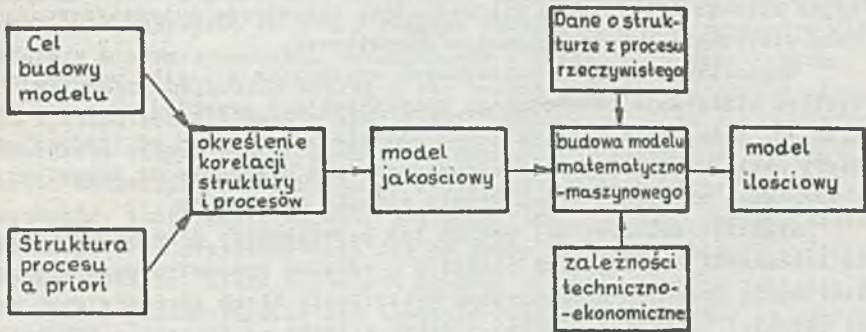
Prawidłowości i zasady dotyczące procesu wytwarzania /techniczno-ekonomiczne i organizacyjno-społeczne/ oraz dane potrzebne do ustanowienia parametrów opisujących te zależności wykorzystuje się dalej do formułowania szaty matematycznej modelu ilościowego.

Decydującą w formułowaniu modelu ilościowego będzie więc umiejętność bardziej lub mniej intuicyjnego określenia istotnych techniczno-ekonomicznych i organizacyjnych przesłanek stanu faktycznego, a więc parametrów i zależności dotyczących struktury i procesów systemu wytwarzania wyrobów. Dedukcyjną budowę modeli wyjaśnia rys. 2.

Pojawiające się trudności dedukcyjnego formułowania modeli wynikają przede wszystkim z niewystarczającego stopnia znajomości struktury systemu i procesów tam zachodzących. Do budowy takich modeli będziemy szerzej stosować metody probabilistyczne.

Trzecia zasada

Projektowanie i wdrażanie automatyzowanych systemów sterowania dpp wspomaganym komputerowo ujawnia konieczność uwzględnienia nowej problematyki wzajemnych układów dotyczących technicznych środków automatyzacji i człowieka uczestniczącego w zautomatyzowanym procesie produkcyjnym.



Rys. 2. Dedukcyjna budowa modeli

wymaga się tu w szczególności ujawnienia i usuwania sprzeczności, które rodzą ograniczone fizyczne i psychiczne możliwości człowieka /jednego z elementów systemu/ i specyfika wymagań narzucanych przez system sterowania optymalizujący procesy wytwarzania /np. poprzez robotyzację zbyt monotonych, uciążliwych lub wręcz niebezpiecznych dla zdrowia ludzi technologii wytwarzania/.

Ten szeroki kompleks problemów decyduje na równi z prawidłowym prowadzeniem samych prac naukowo-badawczych i projektowych o późniejszym sukcesie wdrożenia wyników prac n-b do praktyki przemysłowej. Należy wychodzić z założenia, że wspomagany komputerowo dpp powinien być możliwie dopasowywany do psychofizycznych możliwości człowieka uczestniczącego w procesie produkcyjnym, a nie odwrotnie. Wymaga to w większym niż dotąd stopniu podejmowania poważnych badań nad formami i konsekwencjami kooperacji na poziomie człowiek - maszyna matematyczna - zautomatyzowany proces produkcyjny. Z tych samych powodów zaleca się konieczność obejmowania automatyzacją możliwie pełnego zakresu zbierania danych o procesie; wpływ nie to zarówno na wiarygodność danych, jak i na szybkość przetwarzania danych o procesie sterowanym w czasie rzeczywistym, co w konsekwencji ułatwi osiągnięcie sukcesu wdrożeniowego.

Czwarta zasada.

Założony wzrost wydajności i jakości procesów wytwarzania w automatyzowanych systemach sterowania dpp wspomaganym komputerowo zwykle nie będzie osiągalny bez, poprzedzającego wdrożenie, systemu sterowania organizacyjnego przygotowania zakładu produkcyjnego.

Zasadą ogólnie akceptowaną powinno więc być przygotowanie organizacyjne zakładu wytwórczego, wyprzedzające instalację automatyzowanego systemu sterowania dpp, wspomaganego komputerowo.

Organizacja komórek zakładowych wynikająca z logiki automatyzowanego systemu sterowania obrazująca optymalizujący przebieg procesów informacyjnych, planowania i decyzyjnych odbiega najczęściej od tradycyjnej struktury zakładu produkcyjnego, opierającej swe procedury na kompetencjach i zakresach działania przez siebie głównie ustalonych.

Nieuwzględnienie tej zasady, jak potwierdziły doświadczenia Instytutu Automatyki Politechniki Śląskiej z wdrożeń automatyzowanych systemów sterowania procesem produkcyjnym wytłaczania blach karoseryjnych na tłoczni ciężkiej, a także procesem montażu silnika na liniach w FSM, sprowadza się w rzeczywistości do komputeryzacji istniejącego nieporządku, co w efekcie powiększa go ...

Piąta zasada

Wszelkie prace badawcze, projektowe i wdrożeniowe dotyczące automatyzowanych systemów sterowania dpp wymagają od początku ścisłej współpracy "kooperacyjnej" pomiędzy badaczami, naukowcami, twórcami projektów optymalizujących systemów sterowania z przedstawicielami praktyki wytwarzania, przyszłymi użytkownikami tych systemów sterowania i zarządzania produkcją wyrobów. Tylko wtedy, gdy trudne cele badaczy i pracowników zakładu wytwórczego zdecydowanych na wdrażanie postępu do swych technologii i zarządzania zakładem nie pozostaną na uboczu ich działalności w istniejących strukturach produkcyjnych, można będzie oczekiwać na powodzenie wdrażania.

Sam proces wdrażania zaprojektowanego systemu sterowania do konkretnego dpp wymaga wstępnych prac organizacyjnych i systemowo-technicznych. Obok przeprowadzenia wstępnych studiów analizujących stan faktyczny i opracowania szczegółowego harmonogramu wdrożenia systemu sterowania zgodność przyszłego stanu faktycznego z założonymi efektami /np. wzrostem wydajności pracy i jakości produkcji/ zaleca się systematycznie oceniać podczas przebiegu wdrożeń próbnych.

Szósta zasada

Nie należy wyciągać zbyt pochopnych wniosków o opłacalności lub nieopłacalności wdrożeń zautomatyzowanych systemów sterowania dpp na podstawie szybkich, pozornych analiz.

Napotyka się bowiem na poważne trudności obliczeń korzyści, które uzyskujemy w wyniku procesów decyzyjnych, podejmowanych w oparciu o uzyskane dane ze zautomatyzowanych systemów informatycznych.

Kryteria ilościowe do oceny konkretnego systemu sterowania wykorzystującego zautomatyzowane przetwarzanie danych opierają się głównie na ponoszonych kosztach. Do oceny efektów ponoszone koszty porównuje się następnie z oszczędnościami uzyskiwanymi w wyniku wdrożenia systemu.

Na koszty całkowite składają się koszty jednorazowe /przed wdrożeniem systemu komputerowego/ oraz koszty utrzymania ruchu /bieżące/. Jednorazowe koszty tworzą koszty "hardwaru", oprogramowania /w tym prac naukowo-badawczych ponoszonych na tworzenie modeli i algorytmów optymalizacyjnych/, instalacji, koszty "douczenia" użytkowników systemu zautomatyzowanego oraz przystosowania się do pracy z użyciem maszyny cyfrowej. Wysokość kosztów, które w postaci odpisów i procentowania odbijają się na kosztach produkcji, może się znacznie różnić w zależności od wybranych metod postępowania projektowego i wdrożeniowego oraz - od dostępnych technicznych środków automatyzacji, które zamierzamy wykorzystać do sterowania procesami wytwarzania. Bardzo korzystne relacje kosztów wykazuje przy tym stosowanie do sterowania w układach autonomicznych minikomputerów /w stosunku do dużych systemów komputerowych wykorzystywanych do obliczeń w układach wielodostępnych/.

Obok kryteriów ilościowych wpływ na podejmowanie decyzji stosowania wspomnianych komputerowo systemów sterowania dpp powinny także wywierać kryteria jakościowe. Można by tutaj wymieniać np: przejrzystość w układach dróg przepływu informacji i komunikowania się, eliminowanie dublowania prac i wielokrotnego ewidencjonowania informacji, szybkość wypracowania decyzji, ulżenie ludziom w pracach uciążliwych itp.

Siódma zasada

Ogólne spojrzenie na projektowanie i wdrażanie zautomatyzowanych systemów sterowania dpp inspirowane zarówno przez rozwój podstaw teoretycznych, jak i przez potrzeby przemysłowych zastosowań prowadzi do integracji nauk systemowych, które zadecydują o powodzeniu takich prac.

Wnioskiem bezpośrednio stąd nasuwającym się jest potrzeba rozwiązywania omawianych zadań bazujących na analizie systemowej w interdyscyplinarnych zespołach specjalistów. Będzie to bezpośrednia współpraca inżynierów technologów z matematykami i ekonomistami, specjalistami z zakresu badań operacyjnych i organizacji produkcji. Liderem takiego zespołu, jak wykazują doświadczenia własne, powinien być inżynier automatyk, systemowiec, posiadający mocne przygotowanie teoretyczne podstawowe, świadom możliwości i perspektyw postępu, jakie niesie wdrażanie idei nauki o sterowaniu, posiadający przy tym cenną umiejętność porozumiewania się z pozostałymi specjalistami, zainteresowanymi w osiągnięciu zamierzonej funkcji celu sterowania.

Ósma sesja.

Prowadzone badania naukowo-badawcze, ukierunkowane na projekty i wdrożenia automatyzowanych systemów sterowania dpp wspomaganych komputerowo, częściej będą podejmowane i wiodzone powodzeniem w uzyskiwaniu zakładanych efektów, gdy - po spełnieniu warunków koniecznych do rozwiązania zadania sterowania przez zakład wytwórczy i otoczenie - tradycyjne nie zawsze oddające potrzeby współczesności programy kształcenia w szkołach wyższych uzupełniane będą nowymi kierunkami kształcenia specjalistów w zakresie nauki o sterowaniu.

Dobre przygotowanie inżynierów systemowców automatyków i informatyków do budowy i użytkowania automatyzowanych systemów wraz ze świadomością słuszności prowadzonych prac w tej dziedzinie jest ważnym czynnikiem zapewniającym powodzenie. Sposób widzenia rzeczywistości, wynajdywanie i umiejętność rozwiązywania problemów także w dziedzinie nauki o sterowaniu zależy bowiem dominująco od wykształcenia i doświadczeń zarówno projektantów, jak i użytkowników zautomatyzowanych i skomputeryzowanych, a w niedalekiej przyszłości także zrobotyzowanych przemysłowych technologii wytwarzania wyrobów.

Czy będą jeszcze dalsze zasady?

Przedstawione, zdaniem autora, ważne zasady dotyczące projektowania i wdrażania wspomaganych komputerowo systemów sterowania dpp oczywiście daleko nie wyczerpują przedstawionej, nowej nie tylko w skali naszego kraju, złożonej naukowo i użytkowo problematyki.

Podczas prowadzenia prac n-b, ukierunkowanych na określone wdrożenia przemysłowe, pojawiają się coraz to nowe nieoczekiwane trudności. Często komplikacje generuje trudno poddający się formalizacji człowiek, element automatyzowanego systemu sterowania dpp, realizujący w procesie sterowania ważne role wykonawcze lub decyzyjne. Prawdopodobnie tę będzie trzeba uwzględniać do czasu, gdy geniusz tegoż człowieka w dążeniu do doskonałości doprowadzi do przemysłowej ery wytwarzania w "fabrykach bezludnych".

Wniosek końcowy.

Projektowanie i wdrażanie automatyzowanych systemów sterowania dpp wspomaganych komputerowo jest trudnym zadaniem, rodzącym szereg nowych problemów natury naukowo-badawczej i techniczno-organizacyjnej. Jedyne konsekwentne i systematyczne prace wszystkich zainteresowanych ludzi z ośrodków naukowych szkolnictwa wyższego oraz resortowych, a także zainteresowanych użytkowników mogą przynosić zakładane automatyzacją dpp efekty, które wynikają z nauki o sterowaniu dpp przy wykorzystaniu struktur programowych i urządzeniowych maszyn cyfrowych.

LITERATURA

- [1] Z. Bubnicki, : "Optymalizacja kompleksów operacji o sterowaniu dyskretnymi procesami przemysłowymi".
Prace VII KKA tom III wrzesień 1977 r.
- [2] K. Wala, "Symulacyjne metody optymalizacji dyskretnych procesów produkcyjnych" ZN AGH Automatyka z. 21.
- [3] J. Błażewicz, W. Cellary, R. Słowiński, J. Węglarz, :
"Algorytmy sterowania rozdziałem zadań i zasobów w kompleksie operacji" Wyd. Pol. Poznańskiej. Zeszyt 827, Poznań 1979.
- [4] H. Kowalowski, : "Modelowanie w operatywnym sterowaniu produkcją dyskretnych procesów przemysłu maszynowego. Materiały I Krajowej Konferencji Automatyzacji Dyskretnych Procesów Przemysłowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Automatyka z. 43, Gliwice, 1978,
- [5] H. J. Leśkiewicz, : "Niekótre problemy naukowe robotów przemysłowych".
Materiały Seminarium "Roboty Przemysłowe" Pol. Warszawska, z. 33, Warszawa 1978.
- [6] H. Kowalowski, F. Marecki, J. Duda, M. Kimmel, M. Luczynska, E. Król, Z. Jurczyk, K. Szendzielorz, S. Pawlik, : "Opracowanie podstaw teoretycznych modelowania cyfrowego dla celów automatyzacji projektowania i sterowania wybranymi dyskretnymi procesami przemysłowymi".
Raport z pracy n-b tom I, II, III, Instytut Automatyki Pol. Śląskiej, Gliwice, 1979 r.
- [7] A. Wąs, R. Izdebski, L. Kopczyński, : "Automatyzacja projektowania procesów technologicznych w przemyśle maszynowym". WNT, Warszawa, 1979 r.

ВАЖНЕЙШЕЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДИСКРЕТНОСТИ ПРОЦЕССАМИ /ДПП/, ВОСПОМОГАТЕЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Р е з ю м е

В работе представлено научно-исследовательскую проблематику и требования касающиеся решения проектных и внедрения задач управления дискретными промышленными процессами. Рассмотрены вопросы системного анализа, моделирования, человека в процессе управления ДПП, сотрудничества науки с промышленностью, стоимости внедрений, междисциплинарного характера задач управления ДПП, а также потребности обучения инженеров системщиков.

COMPUTER AIDED AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF DISCRETE INDUSTRIAL PROCESSES - MORE IMPORTANT PRINCIPLES OF DESIGN AND APPLICATION IN INDUSTRY

S u m m a r y

In the paper research - scientific problems and requirements, relative to solving of design and application in industry tasks, of discrete industrial processes control are presented. The following problems are discussed: system analysis, modelling, man in discrete industrial processes, cooperation of science and industry, interdisciplinary character of tasks of discrete industrial processes control, and the necessity of systems engineers education.