

INSTYTUT AUTOMATYKI
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

P R A C E
INSTYTUTU AUTOMATYKI PAN

Zeszyt 71

JAKUB GUTENBAUM

ZAGADNIENIA ADAPTACYJNEGO STEROWANIA
WIELOWYMIAROWYMI OBIEKTAMI DYNAMICZNYMI



WARSZAWA

1968

INSTYTUT AUTOMATYKI
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

P R A C E
INSTYTUTU AUTOMATYKI PAN

Zeszyt 71

JAKUB GUTENBAUM

ZAGADNIENIA ADAPTACYJNEGO STEROWANIA
WIELOWYMIAROWYMI OBIEKTAMI DYNAMICZNYMI



WARSZAWA

1968

47471



PRZEDMOWA

Niniejsza praca jest wynikiem badań nad zagadnieniami z zakresu teorii układów adaptacyjnych, prowadzonych przez autora w Zakładzie Teorii Sterowania Instytutu Automatyki PAN w latach 1963-1967. Poszczególne fragmenty pracy były publikowane oraz referowane na sympozjach i konferencjach naukowych /43 - 53/. Obecnie jednak cały materiał przeredagowano, ujednociono i uzupełniono w sposób bardzo istotny.

Praca składa się z czterech części podstawowych.

C z ę ś ć 1 stanowi wprowadzenie. Omówiono w nim miejsce i znaczenie zagadnień sterowania adaptacyjnego obiektami dynamicznymi na tle aktualnych problemów teorii i praktyki sterowania automatycznego.

W c z ę ś c i 2 przedstawiono metodę identyfikacji współczynników równań różniczkowych, opisujących pewne wielowymiarowe nieliniowe obiekty sterowania. Opracowana metoda stanowi uogólnienie metod opartych na bezpośrednim całkowaniu równań różniczkowych /18, 82, 90, 131, 132/. Uogólnienie to umożliwiło identyfikację pewnej, ważnej z punktu widzenia zastosowań praktycznych, klasy obiektów nieliniowych. Ilustruje to przytoczony przykład identyfikacji parametrów kinetycznych procesu chemicznego. Otrzymany dzięki identyfikacji model matematyczny procesu może służyć do wyznaczenia sterowania optymalnego /2, 15, 101/.

W c z ę ś c i 3, która stanowi podstawową część pracy, przedstawiono metodę predykcji całkowego wskaźnika jakości wielowymiarowego układu regulacji przy kwadratowej funkcji kosztów. Metoda umożliwia szybkie obliczanie całkowego wskaźnika jakości dla standardowych warunków początkowych. W części tej oprócz podania koncepcji predykcji wskaźnika jakości i opartego na niej algorytmu adaptacji

- wyznaczono w postaci rozwikłanej wyrażenie określające wartość całkowego wskaźnika jakości jako funkcji warunków początkowych;

- wyznaczono warunki inwariantności optymalnych parametrów regulatora względem niektórych współczynników funkcji kosztów całko-

wego wskaźnika jakości, co umożliwia w wielu przypadkach optymalizację parametrów regulatora względem wskaźnika jakości o postaci dużo prostszej niż postać wskaźnika rzeczywistego;

- wyprowadzono zależności umożliwiające wybór optymalnego przedziału czasu pomiaru wskaźnika jakości przy działaniu na układ adytywnych zakłóceń przypadkowych i konieczności uśredniania uzyskanych wyników.

Rozważania teoretyczne zilustrowano przykładem.

W c z ę ś c i 4 rozpatrzono i sformułowano warunki, przy których liniowy regulator, optymalny w przypadku obiektu liniowego, będzie realizował sterowanie optymalne także przy ograniczeniu amplitudy sygnału sterującego. Chodzi tu o sprawdzenie warunków, w których przedstawiony w poprzedniej części algorytm adaptacji może być zastosowany również do układów z ograniczeniem amplitudy sygnału sterującego.

Dla przypadków, gdy z warunków zadania wynika, że regulator optymalny jest regulatorem nieliniowym, co - praktycznie biorąc - uniemożliwia zastosowanie sterowania adaptacyjnego, zaproponowano metodę suboptymalizacji. Metoda ta umożliwia wyznaczenie parametrów regulatora, liniowego w obszarze dopuszczalnych sygnałów sterujących, realizującego sterowanie zbliżone do optymalnego.

Ideą przewodnią występującą w całej pracy jest pogląd, że zastosowanie w praktyce sterowania adaptacyjnego wielowymiarowymi obiektami o niepełnej informacji początkowej wymaga algorytmów identyfikacji i adaptacji możliwie p r o s t y c h, uwzględniających aktualne ograniczone możliwości techniki obliczeniowej. Droga zaś do tego prowadzi przez opracowanie metod wykorzystujących do maksimum dostępną a priori informację o obiekcie sterowania (np. o postaci równań różniczkowych opisujących go) oraz przez wprowadzenie założeń upraszczających tam, gdzie jest to możliwe i teoretycznie uzasadnione.

Przedstawione w niniejszej pracy metody nie rozwiązują jeszcze wielu podstawowych problemów praktycznych związanych z zastosowaniem układów adaptacyjnych. Przyjęto tu na przykład założenie o mierzalności współrzędnych wektora stanu, stosowane powszechnie we współczesnej teorii układów optymalnych /59, 60, 84, 95/. Założenie to silnie ogranicza przydatność praktyczną uzyskanych wyników.

IBS PAN

47471