

Plan i perspektywy rozwoju automatyki w Polsce

Referat Podsekcji Automatyki
II Kongresu Nauki Polskiej

Referent Podsekcji Automatyki
Doc.dr hab.inż.Andrzej Wiersbicki

Andrzej Wiersbicki

Przewodniczący Podsekcji Automatyki
Prof.dr inż.Władysław Finciszon

Władysław Finciszon

Warszawa, grudzień 1973

Automatyka jako nauka techniczna jest datowana od początków XIX wieku. Na wiek XIX przypada w skali światowej około 100 publikacji w dziedzinie automatyki /w tym jedna polskiego matematyka A. Hukowskiego/. Burzliwy rozwój automatyki datuje się od końca lat trzydziestych XX wieku. W Polsce rozwój ten był opóźniony do początku lat pięćdziesiątych, potem jednak był bardzo szybki. Już w połowie lat sześćdziesiątych XX wieku nauka polska osiągnęła w dziedzinie automatyki - a zwłaszcza w zakresie badań ~~teoretycznych~~ i podstawowych - silną pozycję w świecie, którą utrzymuje i umacnia do chwili obecnej.

1. Ocena ogólna stanu automatyki polskiej

W roku 1972 istniały w Polsce 22 jednostki badawcze o randze instytutu, zajmujących się problematyką automatyki, w tym 16 instytutów w wyższych uczelniach technicznych; oprócz tych jednostek w wielu instytutach branżowych istniały specjalistyczne pracownie automatyki - zob. wykaz instytucji, dodatek 1. Liczbę samodzielnych pracowników naukowych w tej dziedzinie można oszacować na 130 osób, liczbę pracowników ze stopniem doktora /łącznie z samodzielnymi/ na ok. 400 osób. Na studiach doktoranckich w dziedzinie automatyki znajdowało się ok. 150 osób; uczelnie polskie kształciły w dziedzinie automatyki około 250 magistrów i inżynierów rocznie¹. Poziom kształcenia ~~teoretycznego~~ młodej kadry na uczelniach polskich był wysoki, porównywalny z poziomem kształcenia w najbardziej rozwiniętych krajach świata.

¹Dane za rok 1971/72, łącznie z dziedzinami informatyki i pomiarów, wskazują na około 600 magistrów i inżynierów rocznie; liczba 250 wynika z oszacowania części przypadającej na dziedzinę automatyki.

Wydawane były trzy czasopisma naukowe i jedno naukowo-techniczne o zasięgu krajowym - zob. załącznik 1; jedno z czasopism naukowych - kwartalnik "Archiwum Automatyki i Telemekhaniki", publikowany od 1956 roku - ma ustaloną pozycję w skali światowej. Pozycję nauki polskiej w zakresie badań podstawowych w dziedzinie automatyki najlepiej charakteryzują monografie i publikacje zagraniczne. W okresie dwudziestu lat wydano około dwudziestu oryginalnych monografii - nie licząc zbiorów prac kilkunastu konferencji krajowych oraz podręczników i skryptów. W okresie tym opublikowano też ponad sto referatów na kongresach międzynarodowych i artykułów w pewnych czasopiśmie zagranicznych i ponad dwieście w krajowym czasopiśmie specjalistycznym. Pod względem poziomu, liczebności i znaczenia badawczego publikacji, a także ze względu na poziom kształcenia młodej kadry, można szacować, że automatyka polska w zakresie badań teoretycznych i podstawowych zajmuje miejsce w pierwszej dziesiątce krajów świata za ZSRR i USA, pośród takich krajów jak Anglia, Japonia, Francja, lub Włochy.

Tak szybki rozwój świadczony przez kilka czynników:

- a/ społecznemu zrozumieniu znaczenia automatyki jako nauki decydującej o tempie rozwoju technicznego kraju;
- b/ ofiarnej pracy organizatorów podstawowych ośrodków naukowych i twórców polskiej automatyki /zob. dodatek 1/;
- c/ wielkim tradycjom matematyki polskiej, z którą automatyka jest silnie związana;
- d/ pomocy ZSRR, który w początkowym okresie rozwoju wykształcił kilku, obecnie ośrodkowych specjalistów polskich w dziedzinie automatyki.

i pracochłonne niż badania teoretyczne, zwłaszcza w warunkach niedostatecznego zaopatrzenia w aparaturę naukowo-badawczą oraz wobec trudności uzyskania podstawowych środków automatyki;

e/ Przemysł był często niedostatecznie przygotowany do realizowania nowych myśli technicznych w zakresie produkcji środków automatyzacji oraz w zakresie automatyzacji procesów technologicznych. Sytuacja ta ulegała stopniowej poprawie w miarę przekazywania do przemysłu nowej kadry z wyższym wykształceniem w dziedzinie automatyki oraz ogólnego wzrostu kultury technicznej w Polsce. Tym niemniej, poziom kultury technicznej, a zwłaszcza stan kadry ze średnim wykształceniem technicznym w dziedzinie automatyki, nie jest jeszcze w pełni zadowalający.

Mimo tych trudności obiektywnych, w latach 1964-72 zbudowano podstawy przemysłu środków automatyki, udrożniono do produkcji - obok wyrobów licencyjnych - szereg wyrobów opartych na oryginalnej, polskiej myśli technicznej, a także przeprowadzono automatyzację wielu ważnych gospodarczo procesów w górnictwie, hutnictwie, energetyce, przemyśle chemicznym, spożywczym, materiałów budowlanych, maszynowym, w transporcie i okrętownictwie.

2. Ocena szeregowa osiągnięć automatyki polskiej

2.1. Badania teoretyczne

Badania teoretyczne automatyki koncentrowały się w kilku dziedzinach szczegółowych. Dziedziny te i sytuację w nich można w skrócie scharakteryzować następująco:

1/ Badania w zakresie teorii i techniki regulacji oraz teorii stabilności miały swe największe nasilenie w latach

pięćdziesiątych i sześćdziesiątych, zaś obecnie uległy ~~nieestety~~ pewnemu osłabieniu. Publikacje w tym zakresie ~~(zob. bibliografia cz.1)~~ obejmują 15 monografii, ok. 40 referatów na kongresach międzynarodowych i artykułów w czasopiśmie zagranicznych oraz bardzo dużą liczbę referatów na konferencjach krajowych i artykułów w czasopiśmie polskich. Pozycje o trwałym znaczeniu obejmują wiele prac dotyczących podstaw automatyki ~~W. in. [1.1.16]~~, techniki regulacji ~~W. in. [1.1.2]~~, różnorodnych metod badania stabilności, zwłaszcza układów impulsowych i nieliniowych ~~W. in. [1.1.6]~~.

2/ Badania w zakresie teorii sterowania i optymalizacji prowadzone są od końca lat pięćdziesiątych z nasilającym nasileniem. Publikacje w tym zakresie - zob. bibliografia cz.2 - obejmują 2 monografie, 32 referaty na kongresach i artykuły w czasopiśmie zagranicznych oraz szereg referatów i artykułów w czasopiśmie krajowych. Należy tu podkreślić, że w zakresie stosowania metod analizy funkcjonalnej w teorii sterowania optymalnego prace naukowców polskich ~~W. in. [2.2.23], [2.2.26], [2.1.1]~~ miały światowe znaczenie. Wymienić też należy osiągnięcia w zakresie teorii sterowania procesów z opóźnieniem ~~W. in. [2.2.39], [2.2.40], [1.1.4]~~, struktur i wrażliwości układów sterowania optymalnego ~~W. in. [2.2.4], [2.2.6], [2.2.67], [2.2.68]~~ oraz podstaw matematycznych teorii sterowania ~~W. in. [2.2.41], [2.2.53], [2.2.64]~~ (patrz również ~~W. in. [1.1.10]~~).

3/ Badania w zakresie teorii sterowania systemów wielkich rozpoczęte w początkach lat sześćdziesiątych, rozwijają

się wciąż i przybierają na znaczeniu, a szkoła polska jest tu jedną z przodujących na świecie. Publikacje ~~zob. bibliografie ss. 2~~ obejmują 1 monografię, 21 referatów na kongresach i artykułów w czasopiśmie zagranicznych i szereg artykułów w czasopiśmie krajowych. Znaczenie światowe mają przede wszystkim: koncepcja agregacji w systemach wielkich ~~praca [3.2.14].... [3.2.20]~~ i koncepcja wielowarstwowego podziału zadań w sterowaniu systemów wielkich ~~praca [3.2.1].... [3.2.8]~~.

4/ Badania w zakresie modeli matematycznych i identyfikacji procesów nabrały znaczenia porównywalnego od drugiej połowy lat sześćdziesiątych. Część publikacji w tym zakresie jest związana z zastosowaniem teorii systemów; ponadto opublikowano 3 monografie i 8 referatów na kongresach i artykułów w czasopiśmie zagranicznych, a także wiele artykułów w czasopiśmie krajowych ~~zob. bibliografia ss. 4~~. Prace w tym zakresie koncentrowały się wokół zastosowań metod aproksymacji stochastycznej ~~[4.2.3], [4.2.4]~~ oraz analizy regresyjnej i innych metod aproksymacji poprzez poszukiwanie minimum odpowiednio zdefiniowanej odległości ~~[4.2.10], [4.2.22]~~ ~~[4.2.25]~~.

5/ Badania w zakresie telemechaniki miały głównie charakter związanych z budową konkretnych urządzeń, na przykład dla potrzeb kolejnictwa, energetyki oraz gazownictwa; w tym zakresie istnieją pewne osiągnięcia. Prace o charakterze bardziej ogólnym są nieliczne. Zespoły pracujące w zakresie telemechaniki są stosunkowo małe; wydaje się, że w przyszłości należy wzmocnić badania podstawowe w tym tak ważnym kierunku.

6/ Badania w zakresie teorii automatów cyfrowych rozwi-

jają się od początku lat pięćdziesiątych. Badania te, związane głównie z rozwojem automatyzacji procesów przemysłowych, były też silnie związane z badaniami w zakresie informatyki, jak na przykład teoretyczne podstawy budowy maszyn cyfrowych. Publikacje w tym zakresie obejmują 7 monografii, 9 referatów na kongresach i artykułów w czasopiśmie zagranicznych oraz wiele artykułów w czasopiśmie krajowych ~~zob. bibliografia cz. 5.~~ Głównymi kierunkami prac naukowych w tym zakresie były: synteza układów sekwencyjnych dla sterowania procesami, synteza układów kombinacyjnych, automaty asynchroniczne, problemy podwyższenia niezawodności działania urządzeń oraz zagłębienia funkcji progowych.

2.2. Badania stosowane i wdrożenia

1/ W zakresie rozwoju aparatury i urządzeń automatyki były prowadzone intensywne prace, ogólna liczba publikacji o randze międzynarodowej sięga 36 pozycji, ~~zob. bibliografia cz. 6.~~ Główne kierunki badań podstawowych dotyczyły zastosowań nowych zjawisk fizycznych i chemicznych do konstrukcji elementów automatyki ~~(zob. [6.1.2.])~~. Główne osiągnięcia w zakresie prac wdrożeniowych to: opracowanie i częściowe wdrożenie do produkcji systemu elektronicznej aparatury analogowej opracowywanego w kilku wersjach w latach 1964 - 1972 /pierwsza wersja wdrożona do produkcji w 1970 roku pod nazwą KSA-URS; ostatnia opracowana przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, przystosowana do współpracy z komputerami, jest wdrażana obecnie/ oraz oryginalnego systemu pneumatycznych elementów logicznych /system Heralog, ~~zob. [6.2.15]~~ opracowywany w latach 1968/71 i wdrożony obecnie do produkcji/. Systemy te są wyrazem polskiej myśli technicz-

nej; w momencie opracowania nie odbiegały w sposób istotny od ówczesnych osiągnięć światowych, zaś w chwili wdrażania do produkcji miały załeciwie kilkuletnie opóźnienie. Stanowi to istotny postęp w porównaniu z okresem 1964-69, gdy elementy automatyki wdrażane do produkcji w oparciu o licencję lub opracowania własne miały średnie dziesięcioletnie opóźnienie w stosunku do poziomu światowego. Jednakże w latach tych zbudowano podstapę polskiego przemysłu automatyki oraz stworzono zaplecze badawcze tego przemysłu. Wartość produkcji Zjednoczenia MERA rozwijała się następująco:

1965	1970	1972	1975 /przew./
313 mln zł	1478 mln zł	2040 mln zł	2700 mln zł

czyli w granicach 15-20% rocznie, a więc dwukrotnie szybciej niż cała gospodarka. Tak szybki rozwój był możliwy między innymi dzięki właściwemu kształceniu nowych kadr automatyki i szerokiej współpracy różnych jednostek badawczych dla potrzeb przemysłu /na przykład system elementów pneumatycznych Heralog, opracowany w Instytucie Automatyki Przemysłowej P.W. był wdrożony dzięki współpracy z Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów, który opracował technologię systemu, oraz z Zakładem Doświadczalnym Przedsiębiorstwa Automatyki Przemysłowej. Mimo tych niewątpliwych osiągnięć, w zakresie aparatury automatyki nadal istnieje groźna luka pomiędzy teorią i praktyką. Niezbędna jest tu intensyfikacja badań, skracanie cykli wdrożeniowych oraz dalsza stymulacja współpracy nauki z przemysłem.

2/.Prace nad zastosowaniami przemysłowymi automatyki

W latach 1950-72 prowadzone były intensywne prace nad zastosowaniami automatyki w wielu gałęziach przemysłu. Głównymi efektami społeczno-ekonomicznymi tych zastosowań były: wzrost wydajności, poprawa jakości, obniżenie kosztów lub zwiększenie niezawodności i bezpieczeństwa pracy; eliminacja pracy człowieka i zagadnienie siły roboczej odgrywały znacznie mniejszą rolę, ze wyjątkiem ważnych przypadków eliminacji pracy człowieka w szczególności ciężkich warunkach. Spośród wielu gałęzi przemysłu najbardziej reprezentatywne były zastosowania automatyki w górnictwie, hutnictwie, przemyśle chemicznym, energetyce, przemyśle materiałów budowlanych oraz w przemyśle spożywczym.

W górnictwie rozwinęto i opracowano automatyzację transportu dołowego; opracowano kompleksowe, iskrobezpieczne układy sterowania, kontroli i sygnalizacji; opracowano trzy systemy kompleksowej automatyzacji ścian wydobywanych, a także iskrobezpieczny system kontroli dołowych ścian kablowych. Łączne efekty automatyzacji szacowano w jednym tylko 1971 roku na oszczędność 840 milionów złotych oraz zmniejszenie zatrudnienia o 13.740 pracowników dołowych, pracujących w szczególnie trudnych warunkach. Prowadzone też prace nad automatyzacją kompleksową głównego procesu technologicznego w kopalni, mającą na celu maksymalizację wydobycia przy określonych kosztach, prace te zakończyły się wdrożeniem w kopalni węgla kamiennego "Jan". Zastosowania automatyki w polskim górnictwie odpowiadają poziomowi światowemu.

W hutnictwie wdrożono kilka systemów automatyzacji procesów plastycznej obróbki stali oraz przygotowano opracowania z zakresu metody automatycznego sterowania i optymalizacji procesów wytapiania stali w piecach tlenowo-konwerterowych i piecach łukowych; uzyskano duże osiągnięcia w dziedzinie automatyzacji napędów hutniczych m.in. zrealizowano system automatyki kompleksowej walcowni taśm zimnowalcowanych w hucie Florian. Mimo tych osiągnięć i znacznych efektów ekonomicznych, stan automatyzacji wielu procesów hutniczych - np. wielkopiecowego czy spiekalniczego - odbiega jeszcze znacznie od poziomu światowego.

W przemyśle chemicznym głównym osiągnięciem jest szerokie wdrożenie środków i metod automatyki dla sterowania większości podstawowych procesów technologicznych. Inwestycje na środki automatyzacji w przemyśle chemicznym sięgają 7 miliardów złotych; głównym celem automatyzacji jest utrzymanie ścisłych warunków technologicznych, oszczędność surowców i energii, zwiększenie wydajności, poprawa jakości produkcji i bezpieczeństwa pracy. Wiele nowych technologii chemicznych nie mogłoby być zrealizowane na skalę przemysłową bez szerokiej automatyzacji. Oprócz powyższych osiągnięć generalnych zastosowano też układy logicznego sterowania pneumatycznego do jednostkowych procesów okresowych /Z.Ch. Świącim/ oraz wprowadzono środki automatyki i informatyki dla centralnej rejestracji danych i bilansowania oraz identyfikacji /Z.A. Paławy, Z.A. Błockawek/.

W energetyce, podobnie jak w przemyśle chemicznym, głównym osiągnięciem jest szerokie wdrożenie środków automatyki. Wszystkie nowe elektrownie /Pątnów, Łaziska II, Ostrołęka B, Kozienice, Rybnik/ i szereg innych/ wyposażone są w obszerne systemy automatyki, oparte w dużej mierze

nowych zjawisk fizyko-chemicznych do budowy elementów automatyki i urządzeń pomiarowych, systemy urządzeń automatyki i pomiarów, Koordynacja badań przez problemy węzłowe jest przejawem nowej polityki naukowej. Wydaje się, że dla zwiększenia liczby efektywnych zastosowań badań naukowych - obok koordynacji badań - jest niezbędna także znaczna poprawa zaopatrzenia podstawowych jednostek badawczych w aparaturę. Stan tego zaopatrzenia odbiega niejednokrotnie od poziomu światowego, co może czasem powodować tendencje do podejmowania prac wyłącznie teoretycznych. Dla zwiększenia znaczenia badań stosowanych można by uruchomić silniejsze mechanizmy ekonomiczno-społeczne, które wzmocniłyby zainteresowanie we współpracy nauki z przemysłem i przemysłu z nauką /przykładem prób w tym kierunku są między innymi eksperymenty Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów/.

3. Prognoza kierunków rozwoju automatyki światowej

Podstawową tendencją automatyki światowej, którą można uznać za trwały kierunek rozwoju na okres najbliższych lat kilkunastu, jest coraz większe zbliżenie metod teoretycznych i środków technicznych automatyki i informatyki. Istotne przy tym jest pełne brzmienie różnic w zakresach badań tych nauk: o ile informatyka zajmuje się systemami gromadzenia, przekazywania i przetwarzania informacji z zastosowaniem programowanych maszyn matematycznych, o tyle przedmiotem automatyki jest wykorzystanie tej informacji dla efektywnego sterowania procesów - i to w dotychczasowych zastosowaniach

nowych zjawisk fizyko-chemicznych do budowy elementów automatyki i urządzeń pomiarowych, systemy urządzeń automatyki i pomiarów, koordynacja badań przez problemy węzłowe jest przejawem nowej polityki naukowej. Wydaje się, że dla zwiększenia liczby efektywnych zastosowań badań naukowych - obok koordynacji badań - jest niezbędna także znaczna poprawa zaopatrzenia podstawowych jednostek badawczych w aparaturę. Stan tego zaopatrzenia odbiega niejednokrotnie od poziomu światowego, co może czasem powodować tendencje do podejmowania prac wyłącznie teoretycznych. Dla zwiększenia znaczenia badań stosowanych można by uruchomić silniejsze mechanizmy ekonomiczno-społeczne, które wzmocniłyby zainteresowanie we współpracy nauki z przemysłem i przemysłu z nauką /przykładem prób w tym kierunku są między innymi eksperymenty Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów/.

3. Prognoza kierunków rozwoju automatyki światowej

Podstawową tendencją automatyki światowej, którą można uznać za trwały kierunek rozwoju na okres najbliższych lat kilkunastu, jest coraz większe zbliżenie metod teoretycznych i środków technicznych automatyki i informatyki. Istotne przy tym jest pełne brzmienie różnic w zakresach badań tych nauk: o ile informatyka zajmuje się systemami gromadzenia, przekazywania i przetwarzania informacji z zastosowaniem programowanych maszyn matematycznych, o tyle przedmiotem automatyki jest wykorzystanie tej informacji dla efektywnego sterowania procesów - i to w dotychczasowych zastosowaniach

głównie procesów przemysłowych. Automatyka zajmuje się więc także problemami uzyskiwania i przetwarzania informacji, ale ze specyficznego punktu widzenia; problemy te bowiem są podporządkowane podstawowemu zadaniu efektywnego wykorzystania informacji przetworzonej. Dlatego też automatyka rozwija szerszej takie metody teoretyczne, jak metodyka tworzenia modeli matematycznych procesów, identyfikacja procesów, sterowanie optymalne, które w przyszłości będą niezbędne także informatyce dla rozszerzenia jej zakresu zastosowań.

Pełnicząca niż dotychczas integracja automatyki i informatyki wyrazi się przede wszystkim w kierunkach rozwoju teorii systemów wielkich i jej zastosowań. Tworzenie modeli matematycznych wielkich systemów, ich identyfikacja, optymalizacja decyzji w wielkich systemach, synteza struktur systemów, analiza ich wrażliwości na błędy modeli - to działy teorii, które będą się prawdopodobnie rozwijać w oparciu o dotychczasowe osiągnięcia teoretyczne automatyki. Selekcja informacji w wielkich systemach i przetwarzanie dużych zbiorów informacyjnych będą wymagały ujęć teoretycznych typowych dla informatyki. Podstawowe kierunki zastosowań, które można dziś przewidzieć, jak sterowanie w systemach ekonomicznych /planowania i zarządzania/, systemach transportu /kolejowego, lotniczego etc./, systemach biomedycznych /automatyzacja procesów wnioskowania lekarskiego i diagnostyki/, wymagają połączenia metod teoretycznych i środków technicznych informatyki i automatyki. Integracja metod i środków informatyki i automatyki przyspieszy też rozwój systemów telemechaniki i teleautomatyki.

Rozwój teorii i zastosowań systemów automatyki kompleksowej procesów przemysłowych jest innym przykładem niezbęd-

ności integracji automatyki i informatyki. Systemy automatyki kompleksowej są zresztą najlepiej zbadanym przykładem systemów wielkich który wyodrębniamy tu ze względu na jego specyfikę. Nie można rozwijać automatyki kompleksowej bez środków technicznych informatyki; ale wymagania stawiane tym środkom odbiegają od typowych wymagań technicznych informatyki. Dopiero synteza metod stosowanych w obu naukach pozwoli na krystalizację teorii i efektywne zastosowania automatyki kompleksowej.

Dalszym przykładem przyszłej integracji tych nauk jest robotyka, czyli nauka o algorytmach i konstrukcji maszyn o działania człowieka podobnym. Roboty były dotychczas traktowane jako zagadnienia marginesowe, jednak stan współczesnej techniki oraz teorii, a także pewne badania wstępne za granicą pozwalają przypuszczać, że maszyny takie będą wkrótce skonstruowane i zastosowane dla zastąpienia człowieka w szczególnie ciężkich warunkach pracy /górnictwo, hutnictwo itp./. Oczywiście, naiwnym było by przypuszczenie, że działanie człowieka podobne będzie determinowało człowiekopodobne kształty takich maszyn; należy tylko oczekiwać podobieństwa struktury systemu sensorycznego, decyzyjnego i motorycznego.

W związku z powyższym należy oczekiwać dalszego rozwoju tych działów teorii sterowania i jej zastosowań, które zwane są tradycyjnie cybernetyką. Dotyczy to uczących się i adaptacyjnych układów sterowania, procesów intelektualnie podobnych, bioniki - a więc mechanizmów przetwarzania informacji i sterowania w organizmach żywych - oraz pokrewnych dziedzin.

Zbliżenie metod automatyki i informatyki wyrazi się także poprzez intensyfikację badań nad różnorodnymi aspektami obliczeniowymi teorii sterowania i dziedzin pokrewnych. Wymienić tu można:

- metody obliczeniowe optymalizacji, które są już obecnie intensywnie rozwijane w wielu krajach świata;
- algorytmy obliczeniowe dla syntezy układów automatycznego sterowania i regulacji;
- metody obliczeniowe związane z automatyzacją projektowania innych urządzeń technicznych;
- algorytmy obliczeniowe dla oceny wrażliwości optymalnych decyzji i optymalnych rozwiązań technicznych;
- algorytmy obliczeniowe identyfikacji procesów oraz prognozy.

Integracja metod informatyki i automatyki odbija się też na rozwoju elementów automatyki. Na przykład bardzo szybkie tempo rozwoju techniki elektronicznej pozwala przypuszczać, że za lat dziesięć pojawią się mikrokomputery wykonywane jako obwody scalone, o dużej skali integracji i o koszcie porównywalnym do współczesnych obwodów scalonych. W sytuacji takiej radykalnie zmienią się rozwiązania większości elementów automatyki: mikrokomputer - obwód scalony może zastąpić autonomiczny regulator uniwersalny, może być wbudowany w przetwornik pomiarowy jako element linearyzacji charakterystyk i filtracji cyfrowej zakłóceń, czy w urządzeniu wykonawcze automatyki. Zmieniają się też typowe sygnały informacyjne układów automatyki, zmieni się charakter współpracy z maszynami matematycznymi gromadzącymi informacje.

W dziedzinie sprzętu nastąpić musi również integracja automatyki i pomiarów, przy czym integracja metod informatyki z automatyką i pomiarami jest silnym czynnikiem stymulującym dalszy rozwój sprzętu tych dziedzin. Automatyka i pomiary mają obszar wspólny, gdyż zadania pomiarowe stanowią integralną część zadań sterowania, a więc istnieją grupy sprzętu automatyki spełniające funkcje pomiarowe. Z drugiej strony tendencje rozwojowe sprzętu pomiarowego polegają na automatyzacji pomiarów oraz na rozszerzaniu funkcji sprzętu pomiarowego o przetwarzanie informacji pomiarowej według coraz bardziej złożonych algorytmów, sygnalizację a nawet sterowanie. Wzajemne przenikanie obu dziedzin staje się coraz intensywniejsze w miarę rozpowszechniania się techniki cyfrowej i zastosowania komputerów. Powodzenie w badaniach stosowanych i wdrożeniach sprzętu, szczególnie gdy chodzi o optymalizację rozwiązań konstrukcyjnych, optymalną unifikację, testowanie i eksploatację, wymaga scalania obu dziedzin.

Inny przewidywany kierunek rozwoju elementów automatyki opiera się na wykorzystaniu nowych zjawisk fizycznych i chemicznych - elektrooptyki, zjawisk galwanomagnetycznych i wielu innych - dla konstrukcji nowych typów czujników pomiarowych i elementów wykonawczych.

4. Prognoza znaczenia społecznego, ekonomicznego i głównych kierunków zastosowań automatyki w Polsce

Bieżące znaczenie społeczne automatyki jest powszechnie znane. Bardziej istotne jest przewidywanie tych kierunków zastosowań automatyki, które mogą w największym stopniu przyczynić się do rozwoju potencjału gospodarczego kraju.

Można tu wyróżnić te kierunki, w których prowadzono już intensywne prace nad automatyzacją, a więc górnictwo, hutnictwo, przemysł chemiczny, energetykę, przemysł materiałów budowlanych, przemysł spożywczy oraz inne kierunki, w których prace nad automatyzacją nie były tak intensywne, jak przemysł maszynowy, transport, czy pozaprzemysłowe zastosowania automatyki.

Zastosowania automatyki w górnictwie nabierają coraz większego znaczenia ze względu na konieczność eliminacji pracy ludzkiej w szczególnie trudnych warunkach oraz przewidywaną koncentrację wydobycia. Koncentracja wydobycia /na przykład 6-10 tys. ton węgla z jednego przedka/ wymaga stworzenia systemu automatyzacji kompleksowej o wysokiej niezawodności oraz koordynacji i sterowania złożonym systemem transportowym w kopalni. Przewiduje się też rozwój automatyki lokalnej przedków wydobywczych w pokładach tapiących i nachylonych oraz automatyzację procesu wentylacji kopalń w celu poprawy warunków pracy. Wynikające stąd kierunki priorytetowe badań to miniaturyzacja i iskrobezpieczeństwo elementów automatyki, robotyka, badania niezawodności urządzeń automatyki w warunkach zapylenia, wilgotności agresywnej i otoczenia gazów wybuchowych, badanie nad łącznością radiową w wyrobiskach podziemnych dla ratownictwa górniczego i zdalnego sterowania maszyn, wreszcie optymalizacja struktur systemów automatyki kompleksowej i optymalizacja programów sterowania.

Zastosowania automatyki w hutnictwie będą miały także na celu eliminację pracy ludzkiej w ciężkich warunkach i intensyfikację produkcji, ale oprócz tego zwiększenie jakości produkcji i zmniejszenie kosztów przez automatyzację

procesów walcowania i procesów stalowniczych z zastosowaniem środków technicznych informatyki. Nowe badania to system automatyzacji zarządzania przemysłem i zbytem na poziomie sjdenczenia i pojedynczych hut oraz kompleksowe systemy automatyzacji procesów spiekalnicszych i wielkopiec-cowych. Wynikające stąd kierunki priorytetowe badań stosowa-nych to badania nad nowymi metodami pomiarów automatyce-nych w szczególnie trudnych warunkach hutniczych, nad meto-dami identyfikacji procesów hutniczych, metodami automaty-zacji kompleksowej i automatyzacji zarządzania.

W przemyśle chemicznym głównym celem automatyzacji będzie oszczędność surowców i energii, zwiększenie wydajnoś-ci, poprawa jakości produktów, zwiększenie bezpieczeństwa pracy i ulepszenie organizacji zakładów. Ważne kierunki badań to modelowanie, symulacja i identyfikacja proce-sów chemicznych, optymalizacja struktur systemów sterowania, badania nad niezawodnością urządzeń w warunkach przemyśłu che-micznego, metodami automatyzacji kompleksowej i automatyka-eji zarządzania.

W energetyce głównym celem automatyzacji będzie usys-kanie większej dyspozycyjności systemu energetycznego, ograniczenie awaryjności urządzeń i przerw dostaw energii. Oszczędność surowców i optymalizacja rozdziału energii są także ważne, choć w ciągu najbliższych lat drugoplanowe. Priorytetowe kierunki badań to automatyzacja przetwarzania danych na szczeblach dyspozycji mocy i elektrowni dla bie-żącego prowadzenia ruchu; organizacja banków informacji

w celu optymalnego prowadzenia systemu energetycznego; gospodarki materiałowej i wdrażania nowych inwestycji; automatyzacja rozruchu bloków energetycznych i sterowanie sekwencyjne; miniaturyzacja aparatury pulpitowej i rozwój sieci telemechaniki; wreszcie automatyzacja zarządzania większych elektrowni. Podobne cele i kierunki badań można sformułować dla automatyzacji sieci energetycznej gazu naturalnego.

W przemyśle materiałów budowlanych celem automatyzacji będzie poprawa jakości i zwiększenie wydajności produkcji. Wynikające stąd kierunki badań to - podobnie jak w poprzednich punktach - metody modelowania, symulacji i identyfikacji procesów, metody automatyzacji kompleksowej i automatyzacji zarządzania. Podobne cele i kierunki można sformułować dla automatyzacji przemyśle spożywczego.

Automatyzacja w przemyśle maszynowym i elektrotechnicznym przyczyni się do dalszego zwiększenia wydajności pracy i poprawy jakości wyrobów. Oprócz całego szeregu znanych zastosowań szczególnych w tej dziedzinie przewidywać należy coraz szersze zastosowanie środków technicznych informatyki dla koordynacji i systemowego zarządzania produkcją.

Nowe i bardzo istotne możliwości otwierają się dla zastosowań systemowych automatyki transportu. Sieci transportu kolejowego, lotniczego czy samochodowego stanowią wielkie systemy, których zarządzanie i sterowanie wymaga zarówno zastosowania odpowiednich metod teoretycznych jak i wykorzystania informatyki na dużą skalę.

Przewiduje się również rozwój automatyzacji w innych dziedzinach gospodarki: w przemyśle lekkim, zwłaszcza

w przemyśle włókienniczym, skórzanym, odzieżowym, tworzywa sztucznych; w łączności, urządzeniach nawigacyjnych morskich i lotniczych, w procesach załadunkowych i rozładunkowych oraz w budownictwie.

Wśród zastosowań pozaprzemysłowych na pierwszym miejscu należy wymienić złożone systemy informatyki i automatyki w ekonomice i zarządzaniu. Ich wdrożenie będzie wymagać z jednej strony zastosowania metod teoretycznych automatyki /na przykład w zakresie modeli matematycznych i identyfikacji, metod optymalizacji itp./, zaś z drugiej strony - dalszego rozwoju środków i metod informatyki. Dależe ważne zastosowania to automatyzacja prac inżynierskich, systemów biomedycznych i diagnostyki w lecznictwie.

Innym przyszłościowym zastosowaniem jest automatyzacja przetwarzania danych dla celów ochrony środowiska.

Reasumując, zakres zastosowań automatyki będzie wzrastać, zaś jej znaczenie społeczne i ekonomiczne będzie coraz większe. Wobec coraz szybszego postępu technicznego należy się spodziewać, że udział przemysłu środków automatyki w przemyśle krajowym będzie systematycznie wzrastał.

Automatyzacja wielu przemysłów spowoduje podniesienie ogólnego poziomu kultury technicznej, kwalifikacji personelu, a także - ukształtuje nowy typ robotnika, specjalistę w zakresie eksploatacji złożonych urządzeń technicznych, o odpowiednim wykształceniu. Wpłynie to na integrację zespołów ludzkich w zakładach pracy oraz umożliwi zwiększenie znaczenia wartości humanistycznych w społeczeństwie socjalistycznym.

5. Program rozwoju i kierunki priorytetowe badań

Wysoka pozycja automatyki polskiej w zakresie badań podstawowych i teoretycznych powinna być nadal utrzymywana. W szczególności istotne są następujące kierunki badań:

- a/ Teoria systemów automatyki kompleksowej: modele matematyczne i identyfikacja procesów; algorytmy sterowania kompleksowego; struktury systemów sterowania; systemy operacyjne i metody programowania maszyn matematycznych dla celów sterowania kompleksowego.
- b/ Metody matematyczne teorii sterowania: dalszy rozwój teorii optymalizacji dla procesów z opóźnieniami i parametrami rozłożonymi oraz procesów stochastycznych; teorii gier różniczkowych, teorii struktury i wrażliwości systemów sterowania; teorii układów wielowymiarowych; teorii wielkich systemów w jej rozlicznych aspektach; teorii operacji i podejmowania decyzji; teorii algorytmów i języków programowania; teorii automatów i jej związków ze sterowaniem.
- c/ Metody obliczeniowe i metody automatyzacji prac projektowych: metody obliczeniowe optymalizacji, algorytmy maszynowej syntezy układów regulacji jedno- i wielowymiarowej, algorytmy maszynowej syntezy automatów cyfrowych, metody automatyzacji typowych prac inżynierskich i projektowych poza automatyką.
- d/ Metody tworzenia modeli matematycznych, prognozy i sterowania dla wielkich systemów ekonomiczno-społecznych i biologicznych systemów planowania, zarządzania, ochrony środowiska człowieka; systemów biomedycznych [i-tj.

e/ Teoria automatów cybernetycznych /robotyka/ oraz bionika: teoria układów adaptacyjnych, uczących się, samoorganizujących; dynamika automatów kroczących i wieloczynnościowych urządzeń wykonawczych struktury procesów percepcji; badania nad systemem nerwowym organizmów żywych.

Szczególne uwagę należy zwrócić na rozwój badań stosowanych i wdrożeń. Powodzenie tych badań - w większym stopniu niż badań podstawowych - zależy od właściwej i skutecznej ich koordynacji, zapewniającej racjonalny podział zadań badawczych i efektywne możliwości szybkie i wzajemne wdrożenie praktyczne rezultatów. Dlatego też koordynacja badań nad problemami włączonymi w tym zakresie ma ogromne znaczenie, podobnie jak unifikacja nowo opracowanych systemów automatyki, pomiarów i informatyki.

W zakresie badań stosowanych istotne są następujące kierunki:

- f/ Rozwój i doskonalenie środków automatyzacji i pomiarów dla zastosowań kompleksowych; zastosowanie nowych zjawisk fizykochemicznych do budowy elementów automatyki i urządzeń pomiarowych; nowe systemy aparatury automatyki, oparte o nowe sygnały standardowe /np. sygnały o strukturze dyskrotnej/ i cyfrową technikę przetwarzania; elektroniczne maszyny i urządzenia cyfrowe dla celów sterowania kompleksowego; maszyny hybrydowe [14].
- g/ Rozszerzenie frontu badań konkretnych zastosowań automatyki do sterowania kompleksowego procesów przemysłowych / por. punkt 4/.

6. Warunki realizacji programu

Warunki realizacji programu wyrażonego w punktach 4 i 5 można podzielić na dwie części: warunki dla prac naukowych i warunki dla ich wdrażania.

6.1. Warunki prac naukowych.

Podstawowe warunki realizacji programu prac naukowych to:

a/ Zapewnienie dopływu młodej kadry, a więc rozwój szkolnictwa wyższego i studiów doktoranckich w dziedzinie automatyki

b/ Znaczna poprawa wyposażenia aparaturowego i zaplecza lokalowego podstawowych jednostek badawczych w dziedzinie automatyki.

Potrzeby w zakresie dopływu kadry były scharakteryzowane w referacie "Rola nauk cybernetycznych w rozwoju kraju" na XXXIV Sesję Zgromadzenia Ogólnego PAN, 30-31maj 1972.

Potrzeby te /bez uwzględnienia informatyki/ mogą być scharakteryzowane następującą tabelą, opartą na zasadzie eksponencyjnego wzrostu zastosowań automatyki:

Potrzeby nowej kadry w zakresie automatyki

Lata	1973-75	1975-80	1980-85	1985-90
Rocznie magistrów	300	400	600	1000
Rocznie doktorów	100	140	200	300

Liczba jednostek szkolnictwa wyższego w zakresie automatyki jest w chwili obecnej dostateczna, aby zapewnić pokry-

cie tych potrzeb; niezbędne jest tylko stałe wzmocnienie kadrowe, lokalowe i aparaturowe tych jednostek.

Trzeba tu podkreślić, że kształcenie magistrów automatyki winno się opierać o uczelnie wyższe typu uniwersytetu technicznego, z dużym udziałem nauk podstawowych /automatyki, fizyki itp/ z nowoczesnym wyposażeniem aparaturowym oraz z ograniczeniem do minimum szczegółowego wykształcenia specjalistycznego. Stąd też skracanie studiów w zakresie automatyki może się odbić na wyraźnym obniżeniu poziomu absolwentów, co potwierdzają doświadczenia zagraniczne. Jeśli zachowamy wysoki poziom wykształcenia magistrów automatyki, to realnie wydaje się utrzymanie trzyletniego okresu studiów doktoranckich. W studiach doktoranckich dostęp do aparatury badawczej najbardziej nowoczesnej jest szczególnie istotny, gdyż brak tego dostępu sprzyja pogłębianiu się luki pomiędzy teorią a zastosowaniami.

Potrzeby w zakresie wyposażenia aparaturowego są znacznie trudniejsze do oszacowania ze względu na dotychczasowe duże braki w tej dziedzinie. Można tylko stwierdzić, że niezbędne jest co najmniej kilkunastokrotne zwiększenie nakładów, a zwłaszcza nakładów dewizowych na zakup aparatury naukowej w przeliczeniu na jednego absolwenta rocznie. Podobnie można scharakteryzować potrzeby w zakresie zaplecza lokalowego.

cie tych potrzeb; niezbędne jest tylko stałe wznaczenie kadrowe, lokalowe i aparaturowe tych jednostek.

Trzeba tu podkreślić, że kształcenie magistrów automatyki winno się opierać o uczelnie wyższe typu uniwersytetu technicznego, z dużym udziałem nauk podstawowych /automatyki, fizyki itp/ z nowoczesnym wyposażeniem aparaturowym oraz z ograniczeniem do minimum szczegółowego wykształcenia specjalistycznego. Stąd też skracanie studiów w zakresie automatyki może się odbić na wyraźnym obniżeniu poziomu absolwentów, co potwierdzają doświadczenia zagraniczne. Jeśli zachowamy wysoki poziom wykształcenia magistrów automatyki, to realnie wydaje się utrzymanie trzyletniego okresu studiów doktoranckich. W studiach doktoranckich dostęp do aparatury badawczej najbardziej nowoczesnej jest szczególnie istotny, gdyż brak tego dostępu sprzyja pogłębianiu się luki pomiędzy teorią a zastosowaniami.

Potrzeby w zakresie wyposażenia aparaturowego są znacznie trudniejsze do oszacowania ze względu na dotychczasowe duże braki w tej dziedzinie. Można tylko stwierdzić, że niezbędne jest co najmniej kilkunastokrotne zwiększenie nakładów, a zwłaszcza nakładów dewizowych na zakup aparatury naukowej w przeliczeniu na jednego absolwenta rocznie. Podobnie można scharakteryzować potrzeby w zakresie zaplecza lokalowego.

6.2. Warunki wdrażania prac naukowych

Podstawowe warunki, umożliwiające prawidłowe wdrażanie prac naukowych, to:

- a/ Poprawa poziomu średniej kultury technicznej poprzez wzmocnienie średniego szkolnictwa zawodowego w dziedzinie automatyki;
- b/ Wzmocnienie bezpośredniego zaplecza naukowo-technicznego przedsiębiorstw i biur projektowych;
- c/ Dalsze przyśpieszenie rozwoju przemysłu środków automatyki;
- d/ Urechenienie mechanizmów ekonomiczno-społecznych, sprzyjających wdrażaniu badań naukowych.

Poziom i stan liczbowy polskiego szkolnictwa średniego w dziedzinie automatyki nie jest zadowalający. W roku 1972 średnie szkoły zawodowe w kierunku automatyki ukończyło około 400 absolwentów²; natomiast potrzeby, przyjmując średnio trzech techników na jednego magistrów, wyniosą /nie licząc informatyki i pomiarów około 1000 absolwentów technikum rocznie w latach 1973-75 i odpowiednio więcej w latach następujących. Niezbędne jest zatem określenie programu rozbudowy średniego szkolnictwa zawodowego w dziedzinie automatyki a także pomiarów i informatyki. Ponadto niezbędne jest wprowadzenie do programu większości szkół zawodowych przedmiotu "Podstawy automatyki", obok "Podstaw informatyki". Przedmiot "Podstawy automatyki", na odpowiednio wyższym poziomie, powinien być także wykładany studentom wszystkich wydziałów wyższych uczelni technicznych.

Trudno tu podać dokładne dane, gdyż zazwyczaj nie odróżnia się absolwentów średnich szkół technicznych w dziedzinach automatyki, pomiarów i informatyki.

Wzmocnienie zaplecza naukowo-technicznego przedsiębiorstwa przede wszystkim wzmocnienie organizacyjne i kadrowe. Stałe podnoszenie kwalifikacji pracowników tego zaplecza zagwarantuje dalszą rozbudowę systemu studiów podyplomowych w dziedzinie automatyki.

Wśród mechanizmów ekonomiczno-społecznych, sprzyjających wdrażaniu badań naukowych, na pierwszym miejscu należy wymienić doskonalenie systemów ekonomicznych preferujących wdrażanie do produkcji i zastosowania polskiej myśli technicznej tak, aby było ono atrakcyjniejsze dla przemysłu niż przyzwyczajenie licencji z zagranicy i aby szczególnie promowana była szybkość wdrażania rezultatów badań naukowych. Istnieje oczywiście wiele innych mechanizmów, które mogłyby przyczynić się do przyspieszenia wdrożeń; należą one jednak do złożonego kompleksu zagadnień ekonomiczno-społecznych i winny być zbadane w ramach specjalnej pracy naukowej nad optymalizacją systemu prac badawczych i wdrożeniowych.

akceptuję do druku
H. L. M.

6. IV. 73 r.

Dołącznik 1

Institucje i czasopisma w dziedzinie automatyki
/z uwzględnieniem niektórych instytucji w dziedzinie
informatyki/

Institucje:

Polska Akademia Nauk:

1. Instytut Cybernetyki Stosowanej PAN

dyr.prof.dr hab. Andrzej Straszak /30 samodzielnych
pracowników naukowych/

2. Zakład Systemów Automatyki Kompleksowej Centrum

Badań Naukowych PAN w województwie katowickim
kier.prof.dr Stefan Węgrzyn.

3. Centrum Obliczeniowe PAN

dyr.prof.dr Roman Kulikowski /5 samodzielnych
pracowników naukowych/.

Szkolnictwo Wyższe:

4. Instytut Automatyki Politechniki Warszawskiej

/przy Wydziale Elektroniki/

dyr.prof.dr Władysław Findeisen /9 samodzielnych
pracowników naukowych/.

5. Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej

Politechniki Warszawskiej /przy Wydziale Elektrycz-
nym/

dyr.prof.dr hab. Tadeusz Kaczorek /4 samodzielnych
pracowników naukowych/.

6. Instytut Automatyki Przemysłowej Politechniki

Warszawskiej /przy Wydziale Mechaniki Precyzyjnej/;
dyr.prof. dr Henryk J. Leśkiewicz /3 samodzielnych
pracowników naukowych/.

7. Instytut Informatyki Politechniki Gdańskiej
/przy Wydziale Elektroniki/
dyr.prof.dr Jerzy Soidler /8 samodzielnych pracowników naukowych/.
8. Instytut Elektroenergetyki i Automatyki Politechniki Gdańskiej /przy Wydziale Elektrycznym/
dyr.prof. dr Kazimierz Kopecki /8 samodzielnych pracowników naukowych/.
9. Instytut Automatyki i Elektroniki Przemysłowej Akademii Górniczo-Hutniczej, dyr.prof.dr Henryk Górecki /3 samodzielnych pracowników naukowych/.
10. Instytut Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych Akademii Górniczo-Hutniczej, dyr.prof. Jan Manitius /7 samodzielnych pracowników naukowych/.
11. Instytut Automatyki i Elektroniki Politechniki Łódzkiej /przy Wydziale Elektrycznym/
dyr.prof.dr Władysław Polosowski /8 samodzielnych pracowników naukowych/.
12. Instytut Automatyki Politechniki Poznańskiej,
dyr.doc.dr Antoni Woźniak /7 samodzielnych pracowników naukowych/.
13. Instytut Automatyki Przemysłowej i Pomiarów Politechniki Śląskiej /przy Wydziale Automatyki i Informatyki/
dyr.prof. dr Jerzy Siciński /7 samodzielnych pracowników naukowych/.

14. Instytut Kompleksowych Systemów Sterowania Politechniki Śląskiej /przy Wydziale Automatyki i Informatyki/
dyr.prof.dr Stefan Węgrzyn /4 samodzielnych pracowników naukowych/.
 15. Instytut Konstrukcji i Technologii Urządzeń Automatyki i Elektroniki Politechniki Śląskiej /przy Wydziale Automatyki i Informatyki/,
dyr.prof.dr Henryk Kowalowski /6 samodzielnych pracowników naukowych/.
 16. Instytut Aparatury i Automatyki Nowoczesnej Politechniki Śląskiej /przy Wydziale Automatyki i Informatyki/,
dyr.doc.dr Jerzy Kozka /2 samodzielnych pracowników naukowych/.
 17. Instytut Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej, dyr.prof.dr Tadeusz Batycki /9 samodzielnych pracowników naukowych/.
 18. Instytut Cybernetyki Technicznej Wojskowej Akademii Technicznej dyr.prof.dr Hucioj Stolarzki.
- Instytuty naukowo-badawcze
19. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów,
dyr.dr Stanisław Doojak /14 samodzielnych pracowników naukowych/.
 20. Instytut Automatyceji Systemów Energetycznych,
dyr. dr Jan Kiszka /14 samodzielnych pracowników naukowych/.
 21. Instytut Maszyn Matematycznych, dyr.Roman Kulcsza /8 samodzielnych pracowników naukowych/.

Czasopiisma o zasięgu krajowym:

- 1. Archivum Automatyki i Telemechaniki, kwartalnik, rok założenia 1956 /przy Instytucie Cybernetyki Stosowanej PAN/.**
 - 2. Control and Cybernetics, kwartalnik, rok założenia 1970 /przy Instytucie Cybernetyki Stosowanej PAN/.**
 - 3. Pomiary - Automatyka - Kontrola, miesięcznik, rok założenia 1955 /przy Naczelnej Organizacji Technicznej/.**
 - 4. Podstawy Sterowania, kwartalnik, rok założenia 1971 /przy Centrum Badań Naukowych PAN w woj. katowickim/.**
- Organizacje naukowe;**
- Polski Komitet Pomiarów i Automatyki Naczelnej Organizacji Technicznej.**