

POLSKA
AKADEMIA
NAUK

II
Kongres
Nauki
Polskiej

Materiały i dokumenty

tom II część 2

OSSOLINEUM

POLSKA AKADEMIA NAUK

Prezydium Komitetu Organizacyjnego
II Kongresu Nauki Polskiej

Włodzimierz Trzebiatowski · Przewodniczący
Jan Kaczmarek · Wiceprzewodniczący
Jerzy Bukowski, Janusz Grószkowski,
Romuald Jezierski, Witold Nowacki,
Kazimierz Secomski, Dionizy Smoleński
Edward Hałoń · Sekretarz

II Kongres Nauki Polskiej

MATERIAŁY I DOKUMENTY

(Warszawa, 26 – 29 czerwca 1973 r.)

WROCLAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IM. OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

POLSKA AKADEMIA NAUK

II Kongres Nauki Polskiej

MATERIAŁY I DOKUMENTY

TOM II
Obrady w sekcjach i zespołach
problemowych

27 i 28 czerwca 1973 r.

CZEŚĆ 2
Nauki ścisłe i techniczne



WARSZAWA 1974

SPIS TREŚCI

	str.
Czesław Olech: Referat syntetyczny Sekcji Nauk Matematycznych	5
Zbigniew Ciesielski: Stan i perspektywy rozwojowe matematyki	24
Adam Rybarski: Stan i perspektywy rozwojowe zastosowań matematyki	42
Obrady Sekcji I – Nauk Matematycznych. Dyskusja i wnioski	53
Jerzy Kołodziejczak: Referat syntetyczny Sekcji Nauk Fizycznych	59
Andrzej Hrynkiewicz i Adam Strzałkowski: Stan i perspektywy rozwojowe fizyki jądra atomowego, cząstek elementarnych i pól	79
Wiesław Wardziński: Stan i perspektywy rozwojowe fizyki ciała stałego	94
Arkadiusz Piekara: Stan i perspektywy rozwojowe fizyki atomowej i molekularnej	106
Bohdan Karczewski: Stan i perspektywy rozwojowe fizyki stosowanej	119
Bohdan Paczyński: Stan i perspektywy rozwojowe astrofizyki, astronomii i przestrzeni kosmicznej	127
Obrady Sekcji II – Nauk Fizycznych. Dyskusja i wnioski	139
Włodzimierz Kołos: Referat syntetyczny Sekcji Nauk Chemicznych	147
Jerzy Haber i Zdzisław Zembura: Stan i perspektywy rozwojowe fizykochemii faz skondensowanych i procesów chemicznych	167
Bogusława Jeżowska-Trzebiatowska i Henryk Ratajczak: Stan i perspektywy rozwojowe chemii molekularnej i strukturalnej	189
Antoni Swinarski: Stan i perspektywy rozwojowe chemii nieorganicznej, podstawowej i stosowanej	213
Jerzy Wróbel: Stan i perspektywy rozwojowe chemii organicznej oraz syntezy związków organicznych i bioorganicznych	241
Stanisław Wajda: Stan i perspektywy rozwojowe chemii radiacyjnej i jądrowej	256
Stan i perspektywy rozwojowe chemii analitycznej	281
Janusz Ciborowski: Stan i perspektywy rozwojowe inżynierii chemicznej	304
Stanisław Teodor Jaźwiński: Stan i perspektywy rozwojowe inżynierii materiałowej	324
Jerzy Kapko i Andrzej Orszagh: Stan i perspektywy rozwojowe nauki o polimerach	347
Obrady Sekcji III – Nauk Chemicznych. Dyskusja i wnioski	361
Jerzy Kondracki: Referat syntetyczny Sekcji Nauk o Ziemi i Górnictwa	375
Marian Książkiewicz, Andrzej Ślączka, Jerzy Znosko: Stan i perspektywy rozwojowe nauk geologicznych	397
Zbigniew Fajkiewicz: Stan i perspektywy rozwojowe geofizyki	423
Jan Różycki: Stan i perspektywy rozwojowe geodezji	441
Antoni Kukliński, Zbyszko Chojnicki, Jerzy Grzeszczak, Stefan Kozarski: Stan i perspektywy rozwojowe nauk geograficznych i przestrzennego zagospodarowania kraju	461
Marek Roman: Stan i perspektywy rozwojowe gospodarki wodnej i ochrony środowiska	480
Antoni Kidybiński: Stan i perspektywy rozwojowe górnictwa	502

Obrady Sekcji IV — Nauk o Ziemi i Górnictwa. Dyskusja i wnioski	528
Andrzej Straszak: Referat syntetyczny Sekcji Informatyki, Automatyki i Pomiarów . . .	541
Andrzej Targowski: Stan i perspektywy rozwojowe informatyki	558
Andrzej Wierzbicki: Stan i perspektywy rozwojowe automatyki	564
Wojciech Zielenkiewicz: Stan i perspektywy rozwojowe pomiarów	575
Obrady Sekcji V — Informatyki, Automatyki i Pomiarów. Dyskusja i wnioski	589
Jan Rychlewski: Referat syntetyczny Sekcji Mechaniki	595
Władysław Bogusz: Stan i perspektywy rozwojowe mechaniki ciała stałego	625
Władysław Fiszdon: Stan i perspektywy rozwojowe mechaniki cieczy i gazów	642
Zbigniew Kączkowski: Stan i perspektywy rozwojowe zastosowań mechaniki	648
Leszek Filipczyński, Janusz Kacprowski, Halina Ryffert: Stan i perspektywy rozwojo- we akustyki	672
Obrady Sekcji VI — Mechaniki. Dyskusja i wnioski	695
Stanisław Bellert: Referat syntetyczny Sekcji Nauk Elektrycznych	703
Andrzej Filipkowski: Stan i perspektywy rozwojowe elektroniki	727
Kazimierz Kopecki: Stan i perspektywy rozwojowe energetyki i elektryki energetycznej	748
Jerzy Rutkowski: Stan i perspektywy rozwojowe elektryki informacyjnej	765
Roman Kurdziel: Stan i perspektywy rozwojowe materiałoznawstwa i technologii elek- trycznej	782
Obrady Sekcji VII — Nauk Elektrycznych. Dyskusja i wnioski	793
Igor Kisiel: Referat syntetyczny Sekcji Nauk Inżynieryjno-Budowlanych	801
Roman Ciesielski i Władysław Ziobroń: Stan i perspektywy rozwojowe konstrukcji inżynierskich, mostowych i hydrotechnicznych	817
Antoni Kobyliński, Antoni Paprocki, Włodzimierz Skalmowski: Stan i perspektywy rozwojowe materiałów budowlanych	846
Stanisław Lenczewski-Samotyja i Wojciech Suchorzewski: Stan i perspektywy rozwojowe dróg, kolei i mostów	871
Eugeniusz Dembicki: Stan i perspektywy rozwojowe geotechniki	893
Czesław Grabarczyk: Stan i perspektywy rozwojowe inżynierii sanitarnej	917
Jan Wątorski, Leon Rowiński, Bolesław Kalabiński: Stan i perspektywy rozwojowe technologii i organizacji budownictwa	936
Obrady Sekcji VIII — Nauk Inżynieryjno-Budowlanych. Dyskusja i wnioski	959
Kazimierz Wejchert: Referat syntetyczny Sekcji Architektury i Urbanistyki	969
Bolesław Szmidt i Witold Cęckiewicz: Stan i perspektywy rozwojowe architektury . . .	982
Bolesław Malisz, Leszek Dąbrowski, Adam Kotarbiński: Stan i perspektywy rozwo- jowe urbanistyki	997
Obrady Sekcji IX — Architektury i Urbanistyki. Dyskusja i wnioski	1013
Jerzy Doerfer: Referat syntetyczny Sekcji Podstaw Budowy Maszyn i Urządzeń	1020
Władysław Gundlach: Stan i perspektywy rozwojowe maszyn energetycznych	1044
Ignacy Brach: Stan i perspektywy rozwojowe maszyn roboczych i transportowych . .	1059
Jerzy Kołakowski, Zdzisław Marciniak, Feliks Tychowski: Stan i perspektywy rozwo- jowe technologii bezwiorowej	1067
Janusz Tymowski: Stan i perspektywy rozwojowe obróbki skrawaniem	1076
Zygmunt Zbichorski i Jan Rosner: Ergonomia w budowie maszyn i urządzeń	1098
Obrady Sekcji X — Podstaw Budowy Maszyn i Urządzeń. Dyskusja i wnioski	1110
Władysław Ptak: Referat syntetyczny Sekcji Metalurgii i Metaloznawstwa	1118
Eugeniusz Mazanek i Zofia Orman: Stan i perspektywy rozwojowe metalurgii	1141
Wojciech Truszkowski i Stanisław Gorczyca: Stan i perspektywy rozwojowe metalo- znawstwa	1154
Janusz Szreniewski i Przemysław Wasilewski: Stan i perspektywy rozwojowe odlew- nictwa	1166

Obrady Sekcji XI — Metalurgii i Metaloznawstwa. Dyskusja i wnioski	1185
Wacław Frankowski: Kierunki prac naukowych w dziedzinie atomistyki do 1985 r.	1192
Stanisław Hueckel, Stanisław Szymborski: Badania morza w Polsce. Stan i perspektywy rozwojowe	1218
Jan Mitreǵa: Węzłowe problemy unowocześnienia przemysłu i techniki	1231
Marian Mięśowicz: Nauka a unowocześnienie przemysłu i techniki	1246
Obrady Zespołu III — Nauka a Unowocześnienie Przemysłu i Techniki. Dyskusja i wnioski	1269
Dionizy Smoleński: Nauki ścisłe i techniczne na II Kongresie Nauki Polskiej	1277

ANDRZEJ WIERZBICKI

STAN I PERSPEKTYWY ROZWOJOWE AUTOMATYKI

Automatyka jako nauka techniczna jest datowana od początku 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 od 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 podstawowych — silną pozycję w świecie, którą utrzymuje i umacnia do chwili obecnej.

OCENA OGÓLNA STANU AUTOMATYKI POLSKIEJ

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

Wydawane były 3 czasopisma naukowe i jedno naukowo-techniczne o zasięgu krajowym; jedno z czasopism naukowych — kwartalnik „Archiwum Automatyki i Telemechaniki”, publikowany od 1956 r. — ma ustaloną pozycję w skali światowej. Pozycję nauki polskiej w zakresie badań podstawowych w dziedzinie automatyki najlepiej charakteryzują monografie i publikacje zagraniczne. W okresie 20 lat wydano około 20 oryginalnych monografii, nie licząc zbiorów prac kilkunastu konferencji krajowych oraz podręczników i skryptów. W okresie tym opublikowano też ponad 100 referatów na kongresach międzynarodowych i artykułów w czasopismach zagranicznych i ponad 200 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 czy Włochy. Tak szybki rozwój zawdzięczamy kilku czynnikom:

a) społecznemu zrozumieniu znaczenia automatyki jako nauki decydującej o tempie rozwoju technicznego kraju;

b) ofiarnej pracy organizatorów podstawowych ośrodków naukowych i twórców polskiej automatyki;

c) wielkim tradycjom matematyki polskiej, z którą automatyka jest silnie związana;

d) pomocy ZSRR, który w początkowym okresie rozwoju wykształcił kilku, obecnie czołowych, specjalistów polskich w dziedzinie automatyki.

Stosunkowo wysoki poziom badań podstawowych sprawił, że automatyka polska odegrała ważną społecznie rolę kulturotwórczą, a związane z tą nauką metody i pojęcia przeniknęły do innych dyscyplin i do świadomości ogólnospołecznej.

Natomiast wkład automatyki polskiej w życie gospodarcze kraju nie odpowiadał w pełni możliwościom potencjalnym tej nauki. W zakresie badań stosowanych i wdrożeń przemysłowych występowało opóźnienie w stosunku do czołówki światowej. Automatyka polska ma wprowadzić i w tym zakresie pewne osiągnięcia, wyrażające się wdrożeniem do produkcji szerokiej gamy urządzeń i środków automatyzacji, przez automatyzację wielu ważnych procesów technologicznych oraz znajdujące odbicie w ponad 100 publikacjach o randze międzynarodowej. Niemniej wytworzyła się znaczna luka między teorią a praktyką, która daje się zresztą zaobserwować na całym świecie. Na stan ten złożyło się wiele przyczyn obiektywnych.

a) Wyposażenie podstawowych jednostek badawczych w aparaturę naukową było bardzo ubogie.

b) Organizacja polskiego przemysłu środków automatyki była znacznie opóźniona w stosunku do potrzeb (przemysł ten zaczęto organizować dopiero w 1964 r.).

c) Specjalistyczna placówka naukowo-badawcza z zadaniem prowadzenia badań stosowanych w zakresie automatyki (Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów) została powołana w 1966 r. z opóźnieniem w stosunku do innych krajów, w tym wszystkich krajów socjalistycznych.

d) Brak było mechanizmów społeczno-ekonomicznych sprzyjających współpracy nauki z przemysłem i stymulujących badania stosowane, ze swej istoty bardziej długotrwałe 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. Mimo to 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 1964–1972 zbudowano podstawy przemysłu środków automatyki, wdrożono 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, materiałach budowlanych, maszynowym, w transporcie i okrętownictwie.

OCENA SZCZEGÓŁOWA OSIĄGNIĘĆ AUTOMATYKI POLSKIEJ

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, a obecnie uległy pewnemu osłabieniu. Publikacje w tym zakresie obejmują 15 monografii, około 40 referatów na kongresach międzynarodowych i artykułów w czasopismach zagranicznych oraz bardzo dużą liczbę referatów na konferencjach krajowych i artykułów w czasopismach polskich. Pozytywnie o trwałym znaczeniu obejmują wiele prac dotyczących podstaw automatyki, techniki regulacji, różnorodnych metod badania stabilności, zwłaszcza układów impulsowych i nieliniowych.

2. Badania w zakresie teorii sterowania i optymalizacji prowadzone są od końca lat pięćdziesiątych z niesłabnącym nasileniem. Publikacje w tym zakresie obejmują 2 monografie, 32 referaty na kongresach i artykuły w czasopismach zagranicznych oraz szereg referatów i artykułów w czasopismach krajowych. Należy tu podkreślić, że w zakresie stosowania metod analizy funkcjonalnej w teorii sterowania optymalnego prace naukowców polskich miały światowe znaczenie. Wymienić też należy osiągnięcia w zakresie teorii sterowania procesów z opóźnieniem, struktur i wrażliwości układów sterowania optymalnego oraz podstaw matematycznych teorii sterowania.

3. Badania w zakresie teorii sterowania systemów wielkich, rozpoczęte w początku lat sześćdziesiątych, rozwijają się wciąż i przybierają na znaczeniu, a szkoła polska jest tu jedną z przodujących na świecie. Publikacje obejmują: 1 monografię, 21 referatów na kongresach i artykułów w czasopismach zagranicznych oraz szereg artykułów w czasopismach krajowych. Znaczenie światowe mają przede wszystkim: koncepcja agregacji w systemach wielkich i koncepcja wielowarstwowego podziału zadań w sterowaniu systemów wielkich.

4. Badania w zakresie modeli matematycznych i identyfikacji procesów nabrały znaczenia począwszy od drugiej połowy lat sześćdziesiątych. Część publikacji w tym zakresie związana jest z zastosowaniem teorii systemów; ponadto opublikowano 3 monografie i 8 referatów na kongresach i artykułów w czasopismach zagranicznych, a także wiele artykułów w czasopismach krajowych. Prace w tym zakresie koncentrowały się wokół zastosowań metod aproksymacji stochastycznej oraz analizy regresyjnej i innych metod aproksymacji poprzez poszukiwanie minimum odpowiednio zdefiniowanej odległości.

5. Badania w zakresie telemechaniki miały głównie charakter związany z budową konkretnych urządzeń, np. 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 rozwijają się od początku lat pięćdziesiątych. Badania te, związane głównie z rozwojem automatyzacji procesów przemysłowych, były też silnie związane z badaniami w zakresie informatyki, jak np. teoretyczne podstawy budowy maszyn cyfrowych. Publikacje w tym zakresie obejmują 7 monografii, 9 referatów na kongresach i artykułów w czasopismach zagranicznych oraz wiele artykułów w czasopismach krajowych. 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 zagadnienia funkcji progowych.

BADANIA STOSOWANE I WDROŻENIA

W zakresie rozwoju aparatury i urządzeń automatyki były prowadzone intensywne prace. Ogólna liczba publikacji o randze międzynarodowej sięga 36 pozycji.

Główne kierunki badań podstawowych dotyczyły zastosowań nowych zjawisk fizycznych i chemicznych do konstrukcji elementów automatyki. Głównym osiągnięciem w zakresie prac wdrożeniowych są: 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 r. 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 Meralog, opracowany w latach 1968–1971 i wdrożony obecnie do produkcji). Systemy te są wyrazem polskiej myśli technicznej; w momencie opracowania nie odbiegały w sposób istotny od czołowych osiągnięć światowych, a w chwili wdrażania do produkcji miały za ledwie kilkuletnie opóźnienie. Stanowi to istotny postęp w porównaniu z okresem 1964–1969, kiedy to elementy automatyki wdrażane do produkcji w oparciu o licencję lub opracowania własne miały średnio 10-letnie opóźnienie w stosunku do poziomu światowego. Jednakże w latach tych zbudowano podstawy polskiego przemysłu automatyki oraz stworzono zaplecze badawcze tego przemysłu. Wartość produkcji Zjednoczenia MERA rozwijała się w latach 1965–1972 dwukrotnie szybciej niż cała gospodarka. Tak szybki rozwój był możliwy m.in. dzięki właściwemu kształceniu nowych kadr automatyki i szerokiej współpracy różnych jednostek badawczych dla potrzeb przemysłu (np. system elementów pneumatycznych Meralog, opracowany w Instytucie Automatyki Przemysłowej Politechniki Warszawskiej, 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.

W latach 1956–1972 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, z wyjątkiem ważnych przypadków eliminacji pracy człowieka w szczególnie 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 rozwinięto i opracowano automatyzację transportu dołowego; opracowano kompleksowe, iskrobezpieczne układy sterowania, kontroli i sygnalizacji; opracowano trzy systemy kompleksowej automatyzacji ścian wydobywczych, a także iskrobezpieczny system kontroli dołowych ścian kablowych. Łączne efekty automatyzacji zaoszczędziły tylko w 1971 r. 840 mln zł oraz zmniejszyły zatrudnienia o 13 740 pracowników dołowych, pracujących w szczególnie trudnych warunkach. Prowadzono 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 znaczących

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 mld zł. 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 zrealizowanych na skalę przemysłową bez szerokiej automatyzacji. Oprócz powyższych osiągnięć generalnych zastosowano też układy logicznego sterowania pneumatycznego do jednostkowych procesów okresowych oraz wprowadzono środki automatyki i informatyki dla centralnej rejestracji danych i bilansowania oraz identyfikacji.

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 wiele innych) wyposażone są w obszerne systemy automatyki, oparte w dużej mierze na produkcji i rozwiązaniach krajowych.

W przemyśle materiałów budowlanych prace nad automatyzacją dotyczyły przede wszystkim cementowni, hut szkła itp. W hutnictwie szkła przygotowano np. do wdrożenia automatyzację kompleksową zestawiaarni i działów przygotowania surowców; prowadzone są też prace nad zastosowaniem maszyn cyfrowych do centralnej rejestracji danych technologicznych, wyznaczanie korekt zestawu surowców i optymalizacji rozkroju taśmy szklanej.

W przemyśle spożywczym do osiągnięć należy kompleksowa automatyzacja nowo budowanych oraz eksportowych cukrowni w oparciu o aparaturę pneumatyczną produkcji krajowej.

Chociaż łączne osiągnięcia w zakresie zastosowań przemysłowych automatyki są znaczne, to jednak odbiegają one od potencjalnych możliwości nauki polskiej. Podstawową przyczyną takiego stanu jest stosunkowo niski poziom średniej kultury technicznej; konieczne jest więc znaczne zwiększenie intensywności szkolenia kadry ze średnim wykształceniem technicznym w zakresie automatyki. Drugą, równie ważną przyczyną był brak obiektywnych warunków stymulujących badania stosowane i współpracę nauki z przemysłem. Sytuacja ta uległa poprawie po sformułowaniu problemów węzłowych. Problemy te, finansowane centralnie, w poważnym stopniu służą zbliżeniu nauki do zastosowań.

W dziedzinie automatyki do problemów węzłowych należą: metody i środki automatyzacji kompleksowej, zastosowanie 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 m.in. eksperymenty Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów).

PROGNOZA KIERUNKÓW ROZWOJU AUTOMATYKI ŚWIATOWEJ

Podstawową tendencją automatyki światowej, którą można uznać za trwały kierunek rozwoju na okres najbliższych kilkunastu lat, jest coraz większe zbliżenie

metod teoretycznych i środków technicznych automatyki i informatyki. Istotne przy tym jest pełne zrozumienie 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 rozwinęła szerzej takie metody teoretyczne, jak metodyka tworzenia modeli matematycznych procesów, identyfikacja procesów, sterowanie optymalne, które w przyszłości będą niezbędne także informatyce do rozszerzenia jej zakresu zastosowań.

Pełniejsza 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, 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 itd.) i 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 konieczności 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 działaniu człowiekopodobnym. 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 naiwne byłoby przypuszczenie, że działanie człowiekopodobne 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 intelektualnopodobnych, 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. Bardzo szybkie tempo rozwoju techniki elektronicznej pozwala np. przypuszczać, że za 10 lat pojawią się mikrokomputery wykonywane jako obwody scalone, o dużej skali integracji i o koszcie zbliżonym do współczesnych obwodów scalonych. W takiej sytuacji radykalnie zmieniają 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 urządzenia 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 rozszerzeniu funkcji sprzętu pomiarowego o przetwarzanie informacji pomiarowej według coraz bardziej złożonych algorytmów. 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.

PROGNOZA ZNACZENIA SPOŁECZNEGO, EKONOMICZNEGO I GŁÓWNYCH KIERUNKÓW ZASTOSOWAŃ AUTOMATYKI W POLSCE

Znaczenie społeczne automatyki jest powszechnie znane. Bardziej istotne jest jednak 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 poza-przemysłowe zastosowania automatyki.

Zastosowania automatyki w górnictwie nabierają coraz większego znaczenia ze względu na konieczność eliminacji pracy ludzkiej w szczególnie trudnych warun-

kach oraz przewidywaną koncentrację wydobycia. Koncentracja wydobycia (np. 6–10 tys. ton węgla z jednego przodka) wymaga stworzenia systemu automatyzacji kompleksowej o wysokiej niezawodności oraz koordynacji i sterowania złożonym systemem transportowym w kopalni. Przewiduje się też rozwój automatyki lokalnej przodków wydobywczych w pokładach tąpniętych 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 zadania – to system automatyzacji zarządzania przemysłem i zbytem na poziomie zjednoczenia i pojedynczych hut oraz kompleksowe systemy automatyzacji procesów spiekalniczych i wielkopieczowych. Wynikające stąd kierunki priorytetowe badań stosowanych – to badania nad nowymi metodami pomiarów automatycznych w szczególnie trudnych warunkach hutniczych, nad metodami identyfikacji procesów hutniczych oraz metodami automatyzacji zarządzania.

W przemyśle chemicznym głównym celem automatyzacji będzie oszczędność surowców i energii, zwiększenie wydajności, poprawa jakości produktów, zwiększenie bezpieczeństwa pracy i ulepszenie organizacji zakładów. Ważne kierunki badań – to modelowanie, symulacja i identyfikacja procesów chemicznych, optymalizacja struktur systemów sterowania, badania nad niezawodnością urządzeń w warunkach przemysłu chemicznego, metodami automatyzacji kompleksowej i automatyzacji zarządzania.

W energetyce głównym celem automatyzacji będzie uzyskanie większej dyspozycyjności systemu energetycznego, ograniczenie awaryjności urządzeń i przerw dostaw energii. Oszczędność surowców i optymalizacja rozdziału energii są szczególnie ważne, choć drugoplanowe w ciągu najbliższych lat. Priorytetowe kierunki badań – to automatyzacja przetwarzania danych na szczeblach dyspozycji mocy i elektrowni dla bieżącego 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 pulpituowej i rozwój sieci telemechaniki; wreszcie automatyzacja zarządzania większymi elektrowniami. 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 przemysłu spożywczego.

Automatyzacja w przemyśle maszynowym i elektrotechnicznym przyczyni się do dalszego zwiększenia wydajności pracy i poprawy jakości wyrobów. całego szeregu znanych zastosowań szczegółowych 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, tworzyw 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 (np. w zakresie modeli matematycznych i identyfikacji, metod optymalizacji itp.), z drugiej zaś — dalszego rozwoju środków i metod informatyki. Dalsze 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, a 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.

PROGRAM ROZWOJU I KIERUNKI PRIORYTETOWE BADAŃ

Wysoka pozycja automatyki polskiej w zakresie badań podstawowych i teoretycznych powinna być nadal utrzymywana. Szczególnie 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.

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 uwagi należy zwrócić na rozwój badań stosowanych i wdrożeń. Prowadzenie tych badań – w większym stopniu niż badań podstawowych – zależy od właściwej i skutecznej ich koordynacji, zapewniającej racjonalny podział zadań badawczych i efektywne, możliwie szybkie i wszechstronne, wdrożenie praktyczne rezultatów. Dlatego też koordynacja badań nad problemami węzłowymi w tym zakresie ma ogromne znaczenie, podobnie jak unifikacja nowo opracowanych systemów automatyki, pomiarów i informatyki.

W zakresie badań stosowanych istotne są następujące kierunki:

1. 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 dyskretnej) i cyfrową technikę przetwarzania; elektroniczne maszyny i urządzenia cyfrowe dla celów sterowania kompleksowego; maszyny hybrydowe.

2. Rozszerzenie frontu badań konkretnych zastosowań automatyki do sterowania kompleksowego procesów przemysłowych.

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.

WARUNKI PRAC NAUKOWYCH

Jako podstawowe warunki realizacji programu prac naukowych należy uznać:

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 Sesji Zgromadzenia Ogólnego PAN w 1972 r. Potrzeby te (bez uwzględnienia informatyki) mogą być scharakteryzowane następującą tabelą, opartą na zasadzie eksponencjonalnego wzrostu zastosowań automatyki:

Potrzeby nowej kadry w zakresie automatyki

Lata	1973–1975	1975–1980	1980–1985	1985–1990
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 pokrycie tych potrzeb; niezbędne jest tylko stałe wzmacnianie 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 3-letniego 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.

WARUNKI WDRAŻANIA PRAC NAUKOWYCH

Podstawowym warunkiem umożliwiającym prawidłowe wdrażanie prac naukowych są:

- 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 przyspieszenie rozwoju przemysłu środków automatyki;
- d) uruchomienie mechanizmów ekonomiczno-społecznych sprzyjających wdrażaniu badań naukowych.

Poziom i stan liczbowy polskiego szkolnictwa średniego w dziedzinie automatyki nie jest zadowalający. W 1972 r. średnie szkoły zawodowe o kierunku automatyki ukończyło około 400 absolwentów; natomiast potrzeby, przyjmując średnio 3 techników na jednego magistra, wyniosą (nie licząc informatyki i pomiarów) około 1000 absolwentów technikum rocznie w latach 1973–1975 i odpowiednio więcej w latach następnych. Niezbędne jest zatem określenie programu rozbudowy średniego szkolnictwa zawodowego w dziedzinie automatyki, a także pomiarów i informatyki. Niezbędne jest ponadto 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.

Wzmocnienie zaplecza naukowo-technicznego przedsiębiorstw – to przede wszystkim wzmocnienie organizacyjne i kadrowe. Stałe podnoszenie kwalifikacji pracowników tego zaplecza zagwarantuje dalsza rozbudowa 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 przyjmowanie licencji z zagranicy i aby szczególnie premiowana 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.