

ANDRZEJ STRASZAK

REFERAT SYNTETYCZNY SEKCJI INFORMATYKI, AUTOMATYKI I POMIARÓW

DOTYCHCZASOWY DORÓBEK, WKŁAD W ROZWÓJ KRAJU I DZIEDZINY
WIEDZY

Problematyka automatyki, informatyki i pomiarów pojawia się po raz pierwszy jako integralna całość w 1973 r. na porządku dziennym obrad II Kongresu Nauki Polskiej. W czasie obrad I Kongresu informatyka jako samodzielna dyscyplina naukowa jeszcze nie istniała, automatyka zaczynała dopiero stawiać pierwsze kroki, a pomiary nie stwarzały jeszcze wyraźnej potrzeby rozwoju integrujących badań naukowych i rozwijały się oddzielnie w ramach poszczególnych dyscyplin.

Głównymi inicjatorami i pionierami krajowych badań naukowych w omawianych dziedzinach byli profesorowie i pracownicy naukowcy wyższych szkół technicznych w większości związani z Politechniką Warszawską, Śląską i Wrocławską, a także Politechniką Gdańską, Łódzką i AGH, a w dziedzinie informatyki z Instytutem Matematycznym PAN i wydziałami matematycznymi Uniwersytetu Warszawskiego i Uniwersytetu Wrocławskiego.

Na lata pięćdziesiąte przypadło zapoczątkowanie szkolenia kadr, tworzenie koncepcji rozwojowych, organizowanie załączków placówek badawczych w Polskiej Akademii Nauk, w szkolnictwie wyższym, GUM i w przemyśle, inicjowanie systematycznych badań podstawowych oraz organizowanie państwowej służby miar.

Lata sześćdziesiąte – to okres dalszej intensyfikacji szkolenia kadr, tworzenia i rozwoju instytutów naukowo-badawczych (powstaje wówczas Instytut Automatyki PAN, Instytut Maszyn Matematycznych PAN, Centrum Obliczeniowe PAN, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Zakłady Metrologii GUM), to następnie okres rozwoju branżowych ośrodków badawczych, tworzenia fundamentów struktur organizacyjnych przemysłowych ośrodków produkcyjnych automatyki, informatyki i pomiarów. Nawiązane zostają kontakty naukowe z wieloma przodującymi w świecie ośrodkami badań w innych

krajach, dzięki czemu własne prace naukowe osiągają nierzadko bardzo wysoki poziom (np. teoria stabilności, teoria optymalnego sterowania, teoria systemów wielkich, teoria maszyn matematycznych, języków formalnych i programowania, teoria przesyłania i przetwarzania informacji, badanie nad wykorzystaniem zjawisk fizycznych do budowy aparatury).

Światowe kongresy IFAC, IMECO i sympozja CODATA obierają za miejsce swoich obrad Warszawę. Rośnie udział polskich naukowców we władzach IMECO, IFAC, IFIP i CODATA. Wzrasta liczba tłumaczeń książek polskich autorów na języki obce.

Obecnie okrzeple już krajowe ośrodki produkcyjne w dziedzinie automatyki, informatyki i pomiarów przynoszą gospodarce narodowej w zakresie automatyki – 2,5 mld zł, w zakresie informatyki – 3,5 mld zł, a w zakresie pomiarów – 5 mld zł. Przeszło 80% tej produkcji oparte jest na opracowaniach krajowych.

Stan automatyzacji wielu zakładów produkcyjnych osiąga obecnie średni poziom światowy, a w takich dziedzinach jak górnictwo przewyższa go. Trzeba podkreślić, że jest to przede wszystkim zasługą krajowych ośrodków badawczych i krajowego zaplecza naukowo-technicznego (górnictwa, hutnictwa, energetyki, chemii, materiałów budowlanych).

W zakresie automatyki kompleksowej, polegającej na wprowadzeniu maszyn matematycznych do sterowania złożonymi procesami technologicznymi, prace rozwojowe, ściśle sprzężone z badaniami podstawowymi, są już w pełnym toku, osiągają pierwsze konkretne wdrożenia w kopalni „Jan”, hucie „Florian”, Zakładach Azotowych we Włocławku i nabierają coraz większego tempa. Prowadzone są one wspólnie przez PAN oraz resorty hutnictwa, chemii, materiałów budowlanych, MON, a koordynowane przez Zakład Systemów Automatyki Kompleksowej PAN w ramach problemu węzłowego. Odpowiednie prace prowadzone są też w resorcie górnictwa i energetyki. Rozpoczynają się konkretne prace w transporcie.

Instytut Cybernetyki Stosowanej PAN kieruje w kraju pracami z zakresu problemów sterowania i optymalizacji złożonych systemów, w tym m.in. systemów technicznych i ekonomiczno-społecznych, koordynuje prace w zakresie rozwoju aparatury naukowo-badawczej oraz elementów i urządzeń sterowania i przetwarzania informacji. Za umowną datę początku rozwoju informatyki w naszym kraju można przyjąć rok 1948, kiedy to w Państwowym Instytucie Matematycznym powstała Grupa Aparatów Matematycznych. Prace tej grupy obejmowały początkowo zarówno maszyny cyfrowe, jak i analogowe. Pierwsze polskie przedsięwzięcie budowy maszyny cyfrowej dotyczyło maszyny EMAL, lecz ogromne wówczas trudności techniczne nie pozwoliły na jego pomyślne zakończenie. Pierwszą zbudowaną elektroniczną maszyną cyfrową w kraju był komputer XYZ, który stał się podstawą powstania pierwszego ośrodka obliczeniowego i Biura Obliczeń i Programów.

Niedługo po XYZ zaczęły powstawać też inne maszyny cyfrowe. Należy tu wymienić maszynę UMC opracowaną na Politechnice Warszawskiej, która następnie przyjęta przez Zakłady ELWRO stała się pierwszą krajową maszyną cyfrową produkowaną przez przemysł. Pierwszą maszyną opracowaną i produkowaną przez przemysł była ODRA 1003. Dalej można wymienić opracowaną w Instytucie Maszyn Matematycznych serię ZAM, a w Zakładach ELWRO serię ODRA.

Projektanci i konstruktorzy młodego polskiego przemysłu środków informatyki pomyślnie opanowali wiele trudnych problemów wytwarzania procesorów maszyn cyfrowych, w tym także wykorzystania nowoczesnych elementów scalonych i związanych z nimi nowych technologii produkcyjnych.

W dziedzinie minikomputerów pokazało się też kilka opracowań znajdujących się obecnie jeszcze w stadium rozwoju. Została opanowana produkcja niektórych, takich jak bębny, taśmy magnetyczne oraz drukarki wierszowe.

Od lat sześćdziesiątych notuje się powstawanie pierwszych grup zajmujących się podstawami teoretycznymi programowania i maszyn matematycznych. Mamy tu do odnotowania niewątpliwie sukcesy w dziedzinie wytwarzania oprogramowania, mianowicie w zakresie budowy translatorów. Podstawy naukowe informatyki weszły też do wykształcenia podstawowego w niektórych szkołach wyższych i uniwersytetach.

Rozwój metrologii związany był głównie z rozwojem fizyki, elektroniki, chemii fizycznej, biofizyki, cybernetyki i informatyki, a jednocześnie rozwój tych dyscyplin naukowych uzależniony był od postępu w zakresie metod i urządzeń pomiarowych. W większości współczesnych problemów pomiarowych spotykano się z brakiem wzorców analitycznych i wzorców substancji ultraczystych, a działalność pomiarowa ograniczała się do porównania badanej wielkości nie ze znanym wzorcem, lecz z przyjętym układem odniesienia, który jest często niezbyt dokładnie poznany. Dlatego naturalny jest fakt, że dziedziny eksperymentalne w pierwszej kolejności rozwiązują problemy dotyczące pomiarów, każda dla własnych potrzeb. W tym świetle niezbędnym zadaniem metrologii, jako nauki interdyscyplinarnej, stało się rozwijanie podstaw i formułowanie ogólnych praw rządzących procesami pomiarowymi stosowanymi we wszystkich dyscyplinach naukowych oraz tworzenie systemu wzorców miar zunifikowanego z systemem międzynarodowym. W toku są prace w zakresie dwóch problemów węzłowych. Jeden, koordynowany przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, poświęcony jest rozwojowi techniki pomiarowej dla celów przemysłowych, gdzie następuje obecnie scale nie Krajowego Systemu Automatyki i Krajowego Systemu Pomiarów w jeden zintegrowany system Automatyki i Pomiarów. Drugi problem węzłowy, koordynowany przez Instytut Cybernetyki Stosowanej PAN, ma doprowadzić do wykorzystania nowych zjawisk fizycznych do budowy aparatury pomiarowej oraz rozszerzenia produkcji aparatury naukowo-badawczej.

AKTUALNE POTRZEBY KRAJU, OCENA ILOŚCIOWA I JAKOŚCIOWA
KRAJOWEGO POTENCJAŁU BADAWCZEGO

Najpilniejsze potrzeby kraju w zakresie rozwoju automatyki, informatyki i pomiarów syntetycznie można sformułować następująco:

1. Niezbędne są prace o charakterze pilotującym: nad zastosowaniami maszyn cyfrowych, do sterowania procesami technologicznymi, do tworzenia zautomatyzowanych systemów zarządzania przedsiębiorstwami branżowymi, a nawet resortami, jak również do automatyzacji projektowania inżynierskiego. Należy przystąpić do prac rozpoznawczych i pilotujących nad tworzeniem pierwszych węzłów przyszłej sieci informacyjnej w ramach poszczególnych ośrodków i w ramach całego kraju. Prace te winny być prowadzone w ścisłym powiązaniu z programem rozwoju telekomunikacji. Zabezpieczenie powyższych przedsięwzięć wymaga znacznego przyspieszenia prac nad analizą systemów, nad przygotowaniem dla nich metod inżynierii programowania.

2. Niezbędne są prace nad najdokładniejszymi wzorcami miar i wzorcami materiałów, nad nowymi urządzeniami pomiarowymi, nową aparaturą naukowo-badawczą, nową aparaturą biocybernetyczną, wreszcie nowymi urządzeniami przetwarzania informacji w różnej postaci. Konieczne jest utworzenie polskiego systemu standardowych danych odniesienia o właściwościach substancji i materiałów oraz zorganizowanie centrów danych (banków informacji), które zapewnią właściwe wykorzystanie światowych danych w nauce i technice. Pilną potrzebą jest również utworzenie przez jedną z centralnych krajowych instytucji systemu standardowych danych odniesienia. Konieczne jest ostateczne pokonanie w najbliższych latach tak zwanej „bariery sprzętu” w zakresie automatyki i informatyki.

Z przeprowadzonej analizy dla poszczególnych gałęzi i branż przemysłowych wynika, że chłonność opracowań naukowych (mierzona stosunkiem nakładów B+R do wartości produkcji) krajowych przemysłów automatyki, informatyki i pomiarów wynosiła w 1970 r. 4,09% i była najwyższa ze wszystkich branż przemysłowych, a zarazem prawie czterokrotnie większa od średniej chłonności badań naukowych przez cały przemysł krajowy. Niemniej stanowi to w przybliżeniu tylko około 50% chłonności badań naukowych odpowiednich przemysłów we Francji i USA w połowie lat sześćdziesiątych.

Nasz obecny kadrowy potencjał badawczy w dziedzinie środków, systemów i zastosowań automatyki, informatyki i pomiarów należy szacować na około 7–8 tys. osób z wyższym wykształceniem.

Liczbę samodzielnych pracowników naukowych w tych dziedzinach należy szacować łącznie na około 250 osób, liczbę pracowników ze stopniem doktora (łącznie z samodzielnymi) na około 500 osób.

Uczelnie krajowe kształcą obecnie rocznie — w zakresie automatyki, informatyki i pomiarów łącznie — 600 magistrów i inżynierów. Kadra badawcza posiadająca stopień doktora zatrudniona jest zarówno w placówkach PAN, szkołach wyższych, jak i w placówkach zaplecza naukowo-technicznego przemysłu i innych gałęzi gospodarki. Ostry deficyt kadr z wyższym wykształceniem występuje w informatyce w takich działach, jak inżynieria oprogramowania, wyszukiwania informacji cyfrowych; w wielu działach automatyki i cybernetyki stosowanej (automatyzacja kompleksowa, konstrukcja sprzętu automatyki, analiza systemowa, bioinżynieria, cybernetyka ekonomiczna i cybernetyka zarządzania) oraz w następujących działach pomiarów: teoria pomiarów ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów absolutnych, problemów wzorców i miar oraz zagadnień podstawowych danych odniesienia.

PROGNOZY KRAJOWEGO ZAPOTRZEBOWANIA DO 1990 r.

Według prognoz opracowanych w 1967 r. — i potwierdzonych prognozami obecnymi — Polska w latach 1975–1990 wkroczy w okres szerokiego wprowadzania sieci pomiarowych, centralnej rejestracji danych, powszechnej automatyzacji kompleksowej procesów produkcyjnych oraz powszechnego rozwoju informatyki w gospodarce narodowej, administracji państwowej i w badaniach naukowych. Prognozy te wynikają z obserwowanego wzrostu demograficznego oraz wzrostu złożoności procesów sterowania, zarządzania i przetwarzania danych dla potrzeb gospodarki narodowej. Należy przypuszczać, że w połowie lat 1975–1990 będziemy już mieli poza sobą okres „pokonywania bariery sprzętu”.

Konieczność radykalnego zwiększenia wydajności pracy w latach 1975–1990 przyniesie w zakresie automatyki, informatyki i pomiarów stymulację rozwoju zarówno środków, jak i metod tworzenia odpowiednich systemów i praktycznej wiedzy o coraz szerszym i efektywniejszym jej użytkowaniu.

Do 1975 r., w wyniku realizacji problemów węzłowych 06.1.2. i 06.1.3., uzyska się pierwsze w kraju doświadczenia w zakresie systemów automatyki kompleksowej i sterowania procesów technologicznych za pomocą maszyn cyfrowych oraz pierwsze doświadczenia z zakresu zautomatyzowanych systemów zarządzania, a także centralnej rejestracji i przetwarzania danych.

Doświadczenia te pozwolą przystąpić do realizacji 15-letnich (1975–1990) programów w dziedzinie automatyki kompleksowej, informatyki i pomiarów. Realizacja tych programów winna doprowadzić do około 10-krotnego zwiększenia wartości sprzętu automatyki, informatyki i pomiarów używanego przez przemysł i gospodarkę narodową oraz instytucje państwowe i do osiągnięcia pełnej opłacalności ekonomicznej wdrażanych systemów automa-

tyki kompleksowej i systemów informatyki. Wybór właściwych obiektów automatyzacji czy informatyzacji dla rządowych programów posiadać więc będzie podstawowe znaczenie, gdyż automatyzacja procesów informacyjnych i decyzyjnych oraz szerokie rozpowszechnianie typowych zautomatyzowanych systemów zarządzania nabierają decydującego znaczenia w obecnym etapie rozwoju gospodarki socjalistycznej.

Realizacja rządowych programów zwielaokrotni zapotrzebowanie na badania z zakresu podstaw automatyki, informatyki i pomiarów. Dziedziny te będą odgrywać ważną rolę w modernizacji gospodarki i państwa oraz unowocześnieniu zarządzania nimi. Fundusz, jaki gospodarka socjalistyczna przeznaczy do 1990 r. na środki i systemy automatyki, informatyki i pomiarów, szacować można na około 1000 mld zł, z czego około 10% przeznaczone będzie prawdopodobnie na prace badawcze i rozwojowe.

Chłonność badań naukowych w omawianych dziedzinach będzie wzrastać i dlatego należy przewidywać, że w końcu lat osiemdziesiątych nakłady na badania i prace rozwojowe w omawianych dziedzinach będą wymagały znacznego zwiększenia w stosunku do obecnych (20–30-krotnie).

PROGNOZY KIERUNKÓW ŚWIATOWYCH

Szeroko rozumiana automatyzacja jest powszechnie uważana za podstawę współczesnej rewolucji naukowo-technicznej i prowadzi do przekazywania odpowiednim klasom automatów informacyjno-sterujących wszystkich rodzajów maszynopodobnej, nietwórczej pracy umysłowej człowieka, a nawet całych zorganizowanych zespołów ludzkich, i to nie w jakiejś jednej dziedzinie produkcji materialnej, lecz prawie we wszystkich sferach działalności. Nie do pomyślenia jest już obecnie funkcjonowanie i rozwój nowoczesnego państwa, gospodarki i społeczeństwa bez rozwoju systemów informacyjno-pomiarowych i bez automatyzowania procesów informacyjno-sterujących.

Liczba pracujących na świecie maszyn cyfrowych przekroczyła już znacznie 100 tys., liczba obwodów sterowania automatycznego jest rzędu milionów, liczba przyrządów i urządzeń pomiarowych oczywiście jest jeszcze większa. Gwałtowny ilościowy wzrost środków i systemów automatyki, informatyki i pomiarów, obserwowany w świecie w ciągu ostatniego 20-lecia, nie ulegnie — jak się sądzi — zahamowaniu w następnych 15–20 latach.

Samo tylko zastosowanie i rozpowszechnianie już osiągniętych w laboratoriach badawczych świata najnowszych rezultatów z zakresu automatyki, informatyki i pomiarów mogłyby przynieść radykalne podniesienie ogólnego poziomu automatyki i techniki pomiarowej, a tym samym mogłyby spowodować skokowy wzrost wydajności pracy. Istotnymi czynnikami determi-

nującymi rozwój pomiarów, automatyzacji i informatyki na świecie w omawianym okresie będą czynniki ekonomiczne (koszty) oraz kadrowe (specjaliści) i odpowiednio przygotowani użytkownicy.

W najbliższych 15–20 latach należy spodziewać się szczególnie szybkiego rozwoju automatyki, informatyki i pomiarów w krajach socjalistycznych. Wynika to z podjętego niedawno wielkiego wspólnego wysiłku zmierzającego do szybkiego rozwoju nowoczesnych systemów zautomatyzowanego zarządzania, sterowania i przetwarzania informacji.

W przyszłości można przewidywać wzajemne przenikanie się automatyki, informatyki i pomiarów, wzajemne uzupełnianie się specyficznych dla tych dziedzin środków i metod na gruncie wspólnie realizowanych zastosowań. Należy się liczyć z rozwojem systemów informatyki, wzbogaceniem ich o nowe zautomatyzowane urządzenia wejścia i wyjścia, pogłębianiem procesów przetwarzania informacji oraz rozwojem konstrukcji i zastosowań automatów wieloczynnościowych.

Analizując ostatnie sukcesy światowe w rozwoju technicznych środków sterowania i przetwarzania danych, jak również sygnalizowane perspektywy w tej dziedzinie, należy przewidywać w okresie 1975–1990 pojawienie się nowych generacji urządzeń, bardziej zminiaturyzowanych, przetwarzających w krótkim czasie duże ilości informacji, a zarazem dużo tańszych od dotychczasowych w produkcji masowej. Towarzyszyć temu będzie rozwój badań podstawowych i stosowanych w zakresie teorii programowania i systemów operacyjnych, teorii wielkich systemów, efektywnych metod optymalizacji i analizy systemów, teorii maszyn matematycznych, inżynierii oprogramowania, teorii przetwarzania, przenoszenia i gromadzenia informacji o charakterze masowym, teorii pomiarów, zwielokrotnienia mierzalności wielkości fizycznych, fizykochemicznych, technicznych, biofizycznych i biochemicznych.

W najbliższej przyszłości istotne znaczenie będą miały wyniki badań uzyskane w dziedzinie konstrukcji nowych generacji urządzeń sterowania i przetwarzania informacji oraz nowe metody w zakresie inżynierii oprogramowania.

Szczególne znaczenie będą miały badania dotyczące zastosowania maszyn cyfrowych w następujących dziedzinach:

- a) automatyzacja kompleksowa procesów technologicznych przetwarzających wielkie strumienie materiałowe i energetyczne;
- b) automatyzacja procesów transportu i dystrybucji;
- c) automatyzacja procesów zarządzania, w szczególności procesów planowania i ewidencji produkcji, procesów magazynowania i zbytu;
- d) automatyzacja kontroli, nadzoru i sterowania procesami inwestycyjnymi;
- e) automatyzacja procesów projektowania;

f) automatyzacja procesów gromadzenia i użytkowania informacji.
Te przewidywane tendencje rozwojowe powinny być wzięte pod uwagę przy programowaniu badań krajowych.

POSTULOWANE KIERUNKI BADAŃ KRAJOWYCH I POTRZEBY Z ZAKRESU ROZWOJU POTENCJAŁU BADAWCZEGO

Kierunki badań krajowych powinny wynikać z przewidywanego społecznego zapotrzebowania oraz współuczestnictwa naszej nauki w rozwoju nauki światowej. Można tu postulować następujące główne kierunki badań i prac rozwojowych:

1. Wybrane badania związane z rozwojem systemów automatyki kompleksowej, głównie w górnictwie, hutnictwie, chemii, przemyśle materiałów budowlanych, przemyśle maszynowym, energetyce.

2. Wybrane badania związane z unowocześnieniem przetwarzania informacji i automatyzacją zarządzania w wielkich organizacjach gospodarczych (wielkie zakłady, zjednoczenia), w resortach i ogólnokrajowych systemach, takich jak transport, gospodarka materiałowa, ewidencja i sprawozdawczość, planowanie, budowa sieci informatycznych.

3. Wybrane badania związane z inżynierią oprogramowania (programy dla maszyn jednolitego systemu, systemy operacyjne, programy użytkowe) i automatyzacją prac projektowych.

4. Stymulacja badań mających na celu co najmniej podwojenie mierzalności istotnych parametrów procesów przemysłowych, wielkości biomedycznych. Podwyższenie dokładności pomiarów podstawowych i pomiarów przemysłowych. Utworzenie polskiego systemu standardowych danych dla nauki i techniki.

5. Wybrane badania zabezpieczające szybkie zwielokrotnienie wielkości produkcji technicznych środków automatyki, informatyki i pomiarów, w szczególności przez wykorzystanie osiągnięć fizyki, chemii, biologii.

Oprócz wymienionych ogólnych kierunków rozwijania omawianych dziedzin postulowana jest następująca szczegółowa tematyka badawcza w ramach poszczególnych specjalizacji i kierunków.

AUTOMATYKA

— Teoria wielkich systemów — opisy matematyczne i modele matematyczne wielkich systemów, identyfikacja wielkich systemów, efektywność

działania tych systemów i ich sterowania, teoria sterowania nadrzędnego, zagadnienia niezawodności sterowania.

– Teoria systemów automatyki kompleksowej – określenie modeli matematycznych procesów technologicznych, algorytmów sterowania, optymalizacja procesów technologicznych wraz z automatyzacją zarządzania.

– Teoria układów sterowania wyższego rzędu – uczące się układy sterowania, adaptacyjne układy sterowania, układy wielowymiarowe, procesy intelektualnopodobne w układach sterowania.

– Teoria operatywnego kierowania – produkcją i systemy zarządzania, z zastosowaniem do wielkich systemów.

– Bionika – określenie mechanizmów przetwarzania danych i sterowania w żywych organizmach, sieci neuronowe, badania procesów uczenia się, samoorganizacja sieci itp. prace w zakresie percepcji biologicznej.

– Realizacja i symulacja techniczna procesów intelektualnopodobnych – rozpoznawanie, klasyfikacja złożonych sytuacji, heurystyczne metody rozwiązywania złożonych zadań, automatyzacja prac inżyniersko-projektowych, automatyzacja prac badawczych itp.

– Socjalne i ekonomiczne skutki automatyzacji – problem relacji: człowiek – maszyna.

– Teoria niezawodności – teoria niezawodności złożonych układów, teoria niezawodności elementów automatyki, systemów automatyki itp.

– Elementy automatyki i cybernetyki oparte na nowych zjawiskach fizycznych – badania w kierunku wykorzystania zjawisk fizycznych radiacji, wibracji akustycznych i ultradźwiękowych, elektrooptyki, nadprzewodnictwa, zjawisk magnetycznych, galwanomagnetycznych, pneumatycznych i hydraulicznych, biologicznych itp.

– Metody budowy złożonych urządzeń sterowania i specjalnych urządzeń przetwarzania danych – regulatory adaptacyjne, uczące się, optymalne, wielowymiarowe – analogowe, hybrydowe i cyfrowe, automaty cyfrowe specjalne, roboty, systemy oparte o nowe rodzaje sygnałów standardowych.

INFORMATYKA

1. Sprzęt informatyki i architektura maszyn cyfrowych:
 - a) organizacja logiczna systemów liczących,
 - b) modularność i mikroprogramowanie maszyn cyfrowych,
 - c) systemy wieloprocessorowe.
2. Oprogramowanie:
 - a) języki programowania,
 - b) systemy operacyjne,
 - c) metodologia programowania,

- d) struktury danych,
 - e) metody translacji.
3. Matematyczne aspekty informatyki:
- a) metody numeryczne,
 - b) teoria automatów i języków formalnych,
 - c) matematyczne podstawy programowania,
 - d) matematyczne podstawy systemów liczących,
 - e) matematyczne aspekty zastosowań informatyki.
4. Metodologia zastosowań:
- a) metody symulacji,
 - b) wyszukiwanie informacji,
 - c) banki danych,
 - d) metody optymalizacyjne.

POMIARY

Zagadnienie ogólne: rozwój ogólnej teorii pomiarów, dokładność i czułość pomiarów, teoria uchybów (statycznych i dynamicznych) dla różnych metod pomiarowych, przekształcanie informacji, obróbka informacji, przedstawianie i rejestracja wyników, metody zmniejszania uchybów, pomiary w stanach nieustalonych oraz dynamika przetwornika i systemu pomiarowego, metody statystyczne i fizyczne badania niezawodności elementów i systemów pomiarowych, porównanie i wybór systemów i urządzeń pomiarowych dla wybranych zastosowań.

Wzorce jednostek miar wielkości fizycznych: odtworzenie jednostek systemu SI za pomocą pomiarów absolutnych (bezwzględnych), opracowanie nowych urządzeń dla wzorców około 180 wielkości fizycznych, opracowanie środków przekazu osiąganych najwyższych dokładności od wzorców państwowych do przemysłowych.

Wzorce materiałów: opracowanie około 800 nowych wzorców analitycznych, wzorców substancji czystych i ultraczystych oraz wzorców do weryfikacji metod i aparatury we wszystkich dziedzinach wiedzy i przemysłów materiałochłonnych, wzorce dla ochrony środowiska, struktura i jednorodność wzorców, komparacja międzynarodowa; wzorce dla nowej techniki: materiałów półprzewodnikowych, lampowych i reaktorowych; nowe materiały o nowych własnościach.

Nowe zasady działania urządzeń techniki pomiarowo-informacyjnej: wykorzystanie nowych zjawisk fizycznych, fizykochemicznych i technologii do budowy przetworników, urządzeń do przekazywania, przechowywania, przetwarzania informacji pomiarowej; wykorzystanie zjawisk optoelektronicznych, elektromagnetycznych, magnetycznych, galwanomagnetycznych, elektrochemicznych, ultradźwiękowych czy radiacji; mikrominia-

turyzacja pierwotnych urządzeń pomiarowych oraz urządzeń do obróbki i przekazywania rezultatów pomiarów ze szczególnym uwzględnieniem techniki cyfrowej; urządzenia do pomiaru wielkości o wartościach ekstremalnych (np. bardzo wysokich lub bardzo niskich ciśnień, temperatury i innych).

Wspólne problemy biologii i techniki pomiarowej: operator ludzki w procesie pomiarów (zdolność obserwacji i reakcji), pomiary parametrów organizmów żywych, techniczne modele narządów zmysłów (np. sztuczny smak dla przemysłu spożywczego, sztuczny węch dla przemysłu perfumeryjnego), poszukiwanie nowych metod pomiaru nowych wielkości, np. parametrów stopnia nawożenia gleby i jakości produktów rolnych.

Pomiary wieloparametrowe: opracowanie podstaw budowy i projektowania zautomatyzowanych systemów pomiarowych oraz techniki pomiarowo-informacyjnej z centralizowanym lub hierarchicznym zbieraniem i obróbką informacji, kompleksy urządzeń (stacje pomiarowe) do pomiaru i kontroli wieloparametrowych procesów technologicznych, hydrometeorologicznych, geofizycznych, metody i układy diagnostyki głównie do sprawdzania urządzeń technicznych i wyrobów.

Konstrukcja i technologia aparatury pomiarowej: konstrukcja nowych elementów i układów aparatury pomiarowej, technologia aparatury pomiarowej i precyzyjnej, nowe i doskonalone przemysłowe przyrządy pomiarowe w nawiązaniu do krajowego systemu automatyki i pomiarów.

W zakresie danych dla nauki i techniki: badaniami winno objętych być nie mniej niż 50 wielkości fizycznych. Należy utworzyć krytycznie oceniony zbiór informacji ilościowej dla około 15 tys. substancji i wielu materiałów, głównie metalurgicznych i chemicznych.

CYBERNETYKA BIOMEDYCZNA

Zastosowanie metod cybernetycznych do badania zjawisk biologicznych w celu głębszego poznania i ściślejszego opisu działania organizmów żywych. Dalszym celem tych badań jest wykorzystanie otrzymanych wyników w medycynie i technice.

Prowadzone w kraju lub przewidywane badania dotyczą:

1. Właściwości mechanicznych, elektrycznych, termicznych, akustycznych organizmów żywych, począwszy od pojedynczej komórki aż po cały ustrój.
 2. Właściwości dynamiczne ustrojów w oparciu o anatomię i fizjologię (np. mechanikę układu kostno-stawowego jako łańcucha biokinetycznego).
 3. Właściwości sygnałów wytwarzanych przez żywą tkankę (np. analiza EKG, EEG, EMG).
 4. Modelowanie układów: krążenia, oddechowego, przetwarzania informacji w centralnym systemie nerwowym czy pracy gruczołów dokrewnych.
- Wykorzystanie metod, urządzeń i technologii technicznych

do budowy aparatury i wytwarzania materiałów przeznaczonych do diagnozy, terapii, rehabilitacji i protetyki.

Tworzenie systemów informatycznych dla służby zdrowia, a w szczególności:

1. Informatyka i automatyka przy dokumentacji działalności administracyjnej i medycznej w szpitalach.

2. Zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej głównie w analityce.

3. Rozwój przyszpitalnych czy też niezależnych zautomatyzowanych stacji diagnostycznych, których zadaniem jest okresowa kontrola zdrowia wybranych grup ludności.

4. Automatyzacja diagnozy. Punktem wyjścia jest tu – z jednej strony prześledzenie logicznego i intuicyjnego procesu stawiania diagnozy przez lekarza (np. teoria postaci, zbiór pamięciowy), a z drugiej – teorie decyzyjne. Diagnoza oparta o ETO w kardiografii, chorobach nowotworowych, neurologii, hematologii.

5. Tworzenie krajowych banków danych i magazynów dla celów transplantacji.

CYBERNETYKA STOSOWANA

Ze specyfiki omawianych dziedzin wynika, że wymienione uprzednio kierunki badań w poszczególnych dziedzinach będą mogły osiągać pełną swoją wartość, jeżeli zostaną umiejętnie połączone w jednolitą całość na terenie wybranych dziedzin zastosowań. Wymagać to będzie zabezpieczenia i w tym zakresie odpowiednio przygotowanych badań podstawowych, uwzględniających możliwości, jakie stwarzają automatyka, informatyka, pomiary i cybernetyka biomedyczna, ale jednocześnie specyfiki i odpowiedniego przygotowania wybranego pola zastosowań, dlatego potrzebne jest zorganizowanie odpowiednich badań podstawowych w następującym zakresie:

– Modele cybernetyczne systemów ekonomiczno – technicznych – opisy, modele symulacyjne strumieni informacyjnych i decyzyjnych w systemach ekonomiczno-technicznych, analiza systemowa przedsięwzięć ekonomiczno-technicznych.

– Modele cybernetyczne i metody sterowania środowiskiem i przestrzennym zagospodarowaniem kraju – modele matematyczne i symulacje otoczenia zakładów produkcyjnych, metody sterowania zanieczyszczeniem środowiska (zanieczyszczenie wody i powietrza), analiza systemowa i optymalizacja przestrzennego zagospodarowania kraju, łącznie z planowaniem urbanizacyjnym.

– Cybernetyczne metody sterowania i zarządzania na różnych szczeblach gospodarki i państwa – modele matematyczne i symulacyjne systemów zarządzania, podstawy teoretyczne hierarchicznych struk-

tur sterowania i optymalizacji, podstawy teoretyczne zautomatyzowanych systemów zarządzania.

– Modele cybernetyczne i metody projektowania systemów transportowych, systemów zaopatrzenia, systemów usług itp.

– Modele systemów przestrzennych, sterowania transportem itp.

– Cybernetyczne metody programowania i metody sterowania rozwojem.

– Modele rozwoju systemów złożonych, wielosektorowe modele rozwoju, metody optymalizacji rozwoju.

POTENCJAŁ KADROWY

Dotychczasowe oceny i prognozy wskazują, że potencjał badawczy w zakresie automatyki, informatyki i pomiarów powinien wzrosnąć do 1990 r. około 6- do 7-krotnie w stosunku do 1972 r. Liczbę osób z wyższym wykształceniem zatrudnionych pod koniec lat osiemdziesiątych we wszelkiego rodzaju badaniach i pracach rozwojowych w omawianych kierunkach należy szacować na około 40–50 tys. osób, w tym 6 tys. ze stopniem doktora. Zgodnie z omawianymi poprzednio kierunkami rozwijania prac badawczych większość tej kadry to specjaliści z różnych dyscyplin, zaangażowani w różnych dziedzinach przemysłu i gospodarki narodowej. Zespoły badawcze z zakresu automatyki, informatyki czy pomiarów będą stawać się w coraz wyższym stopniu zespołami wielodyscyplinowymi. Szczególnie szybkie tempo wzrostu kadry badawczej należy przewidywać do 1980 r. Można szacować, że liczba badaczy wzrośnie do tego czasu co najmniej 3-krotnie. Wynika to z wielkiego deficytu kadr badawczych, jaki występuje obecnie szczególnie w zakresie omawianych dziedzin, oraz z faktu, że wiele placówek badawczych w tych dziedzinach nie osiągnęło jeszcze dostatecznej „mocy badawczej”. Złożoność oraz wielodyscyplinowość badań wymaga stwarzania dużych zespołów badawczych, instytutów i ośrodków badawczo-rozwojowych w tych dziedzinach winny osiągnąć rozmiary rzędu 1000 zatrudnionych.

Potrzeby kształcenia kadr naukowych szacować można na około 200 doktorów rocznie w latach 1975–1980 i około 300 doktorów rocznie w latach 1980–1990.

W latach 1975–1990 powinien nastąpić dalszy rozwój istniejących obecnie instytutów naukowo-badawczych i zakładów doświadczalnych, dalszy rozwój istniejących obecnie instytutów uczelnianych oraz ośrodków badawczo-rozwojowych w przemyśle i innych działach gospodarki. Niezbędne będzie także powstanie kilku nowych placówek badawczych.

W Polskiej Akademii Nauk należy przewidywać w niedługim czasie dalszy szybki rozwój Zakładu Systemów Automatyki Kompleksowej i prze-

kształcenie go w Instytut Podstaw Systemów Automatyki Kompleksowej, szybki rozwój Instytutu Cybernetyki Stosowanej, jak również utworzenie instytutu w zakresie podstaw informatyki (na bazie obecnego Centrum Obliczeniowego PAN). Należy przewidywać nadto powstanie Instytutu Podstaw Pomiarów i Budowy Aparatury Naukowo-Badawczej PAN, powstanie Instytutu Biocybernetyki PAN. W szkolnictwie wyższym, obok rozwoju już istniejących instytutów uczelnianych, należy przewidywać powstanie nowych instytutów z zakresu informatyki, metrologii, bioniki i biomedycyny, i to nie tylko w technicznych szkołach wyższych, ale także i w uniwersytetach, wyższych szkołach ekonomicznych i akademiach medycznych, z tym że w pierwszej kolejności powstaną instytuty uczelniane z zakresu cybernetyki i informatyki w uniwersytetach i w wyższych szkołach ekonomicznych. Właściwe szkolenie informatyków winno odbywać się na wyższych uczelniach, które muszą być wyposażone w najnowocześniejszy sprzęt techniczny. Można się spodziewać, że w ramach naturalnego rozwoju zakłady metrologii PKNiM stworzą podstawy do budowy integralnego zespołu w sensie instytutu, a oprócz tego, że powstaną warunki dla utworzenia Ogólnokrajowego Centrum Danych Odniesienia.

Należy się spodziewać, że rozwój placówek reprezentujących omawiane specjalności w przemyśle i innych działach gospodarki narodowej będzie się odbywał w dwóch zasadniczych kierunkach. Pierwszy kierunek — to rozwój placówek badawczych i rozwojowych w przemyśle środków automatyki, informatyki i pomiarów, a więc dalszy rozwój Instytutu Maszyn Matematycznych poprzez powstanie oddziałów obecnego IMM i kolejne ich usamodzielnienie się, podobny rozwój Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów, rozwój ośrodków badawczo-rozwojowych bezpośrednio w zakładach produkcyjnych, w szczególności rozwój OBR, np. przy Zakładach ELWRO we Wrocławiu, czy Zakładach Pomiarów i Automatyki Przemysłowej w Falenicy.

Rozwijanie ośrodków badawczo-rozwojowych bezpośrednio przy dużych zakładach produkcyjnych odciąży nieco instytuty przemysłowe i zwiększy ich udział w pracach o charakterze perspektywicznym i podstawowym oraz w pracach nad systemami.

Drugi kierunek — to rozwój placówek badawczych i rozwojowych w tych działach gospodarki narodowej, które użytkują sprzęt i systemy automatyki, informatyki i pomiarów.

W okresie perspektywicznym należy oczekiwać powstania branży usług informacyjnych, rozwijającej zarówno własne ośrodki, jak wypożyczającej sprzęt innym. Wymagać to będzie zorganizowania w ramach tej branży ośrodków badawczo-rozwojowych. Branża usług informatycznych powinna powstać w wyniku dalszego szybkiego rozwoju i rozbudowy dotychczasowego Zjednoczenia Informatyki i jego placówek. W okresie perspektywicz-

nym należy również oczekiwać powstania branży szeroko rozumianych usług metrologicznych, co z kolei wymagać będzie rozbudowy istniejącego potencjału badawczego w tym zakresie.

Rozwój systemów automatyki kompleksowej, szczególnie w górnictwie, hutnictwie, chemii, energetyce i przemyśle materiałów budowlanych, wymagać będzie wydzielenia z potencjału badawczo-rozwojowego tych przemysłów samodzielnych ośrodków badawczo-rozwojowych, automatyki branżowej. Ośrodki tego typu zaczynają się już tworzyć, np. Instytut Automatyki Systemów Energetycznych, pion automatyki w ZKMPW, GIG, CZAH, Pion Automatyki w Instytucie Szkła i Ceramiki, pion automatyki w Instytucie Wiązających Materiałów Budowlanych. Do 1990 r. może powstać 3–5 tego typu instytutów w różnych gałęziach gospodarki narodowej.

Podział potencjału badawczego powinien w większym stopniu niż dotychczas uwzględnić potrzeby przemysłu, gdzie powinno nastąpić zgrupowanie największej liczby osób z wyższym wykształceniem w omawianych dziedzinach.

Nakłady na badania i prace rozwojowe w omawianych dziedzinach w latach 1975–1990 można szacować na około 100–150 mld zł.

METODOLOGIA I ORGANIZACJA BADAŃ W ZAKRESIE AUTOMATYKI, INFORMATYKI I POMIARÓW

Prace naukowe z zakresu automatyki, informatyki i pomiarów można w zasadzie podzielić na podstawowe prace o charakterze doświadczalnym i prace podstawowe o charakterze teoretycznym. Największą wartość i najwyższy poziom światowy osiągają te ośrodki, które potrafiły połączyć w integralną całość na terenie badań nad jednym problemem te dwa podejścia. Występująca u nas początkowo tendencja podchodzenia do rozpatrywanego problemu naukowego wyłącznie od strony podstawowych badań teoretycznych, czy też wyłącznie od strony podstawowych badań doświadczalnych, była istotnym brakiem tych prac. Spowodowane to było nieistnieniem potrzebnej tradycji takiej organizacji badań w formujących się wówczas ośrodkach naukowo-badawczych z zakresu automatyki, informatyki i pomiarów. Wyłączność podejścia wynikała m.in. — pośrednio — ze szczupłości zespołów badawczych, z indywidualnych cech osobowości poszczególnych pracowników naukowych. Ogólnie bowiem rzecz biorąc, w badaniach naukowych wydzielić można dwa podstawowe nurty.

Podejście teoretyczno-racjonalistyczne dąży do jak najszybszego sformalizowania danego problemu za cenę nawet odejścia od rzeczywistości, by na tak stworzonej podstawie formalnej rozwinąć rozważania abstrakcyjne, ale już teraz pod ostrym rygiem wewnętrznej poprawności logicznej i poprawności w stosunku do przyjętych abstrakcyjnych założeń aksjomatycznych. Podejście empiryczne — odwrotnie — stara się zgromadzić przede

wszystkim jak najwięcej faktów doświadczalnych w danym problemie po to, aby model, nad którym rozpocznie się praca, był jak najbliższy rzeczywistości. Czasami prowadzi to do tak wyspecjalizowanego modelu, że traci on cechy, które by umożliwiały uogólnienie otrzymanych wyników. Rozważania empiryczne cechuje zawsze troska o nieoddalenie się od rzeczywistości, dlatego empiryk ciągle w swojej pracy planuje eksperymenty, które pozwoliłyby mu sprawdzić, czy przez przyjmowanie różnych założeń upraszczających nie oddala się od rzeczywistości.

Najwyższy poziom światowy osiąga nauka w tych ośrodkach, w których uda się złączyć na jednej płaszczyźnie, w pracy nad jednym problemem, oba te nurty: empiryczny i teoretyczno-racjonalistyczny.

W większości kształtowanych ośrodków naukowych w kraju dominował dotąd, na zasadzie wyłączności, jeden lub drugi nurt, wzajemnie się wykluczając na terenie danego ośrodka, w którym zadominował. Na tak traktowanych polach badań naukowych nasze badania krajowe zarówno w nurcie badań teoretyczno-racjonalistycznych, jak i empirycznych osiągały poziom światowy, np. teoria stabilności, teoria optymalnego sterowania, teoria systemów wielkich, teoria języków formalnych, teoria informacji, a w nurcie badań empirycznych — wykorzystanie wybranych zjawisk fizycznych do budowy urządzeń pomiarowych.

Ale można już odnotować pierwsze pozytywne oznaki tego, że w zakresie automatyki, informatyki i pomiarów nauka polska zaczyna przechodzić do wyższej formy badań cechującej się zespoleniem badań teoretyczno-racjonalistycznych i empirycznych, wypracowując na terenie niektórych problemów węzłowych takie formy, które scalają w jedną harmonijną całość oba te nurty, osiągając łącznie jako całość najwyższy poziom światowy. Można tu wymienić np. prace podstawowe nad systemami automatyki kompleksowej, które już doprowadziły do pierwszych obiektów pilotujących.

Wynika z tego, że planowane w automatyce, informatyce i pomiarach badania podstawowe, istotne z punktu widzenia poznawczego, będą mogły być prowadzone prawie wyłącznie w zespołach badawczych obejmujących liczne dyscypliny naukowe. Stworzy to nowe problemy organizacyjne i wejdzie w dziedzinę nie tylko stosunków międzyludzkich, ale i postaw, jakie ci ludzie w danym momencie reprezentują. Praca zespołu interdyscyplinarnego nie może bowiem polegać na niezależnej pracy kilku zespołów jednorodnych w sensie dyscyplin klasycznych, a następnie porównywaniu końcowych wyników, ale na określeniu i rozwiązywaniu problemu wspólnie, w sposób ciągły od początku aż do końca i otrzymaniu jednego wspólnego wyniku uzyskanego w taki sposób i takimi metodami, które dotąd na terenie żadnej z klasycznych dyscyplin składowych nie były stosowane. Czy w wyborze tych tematów badań podstawowych, ich rodzaju i liczby jesteśmy niczym nie ograniczeni? Oczywiście nie, każdy podejmowany temat wiąże

się z kosztami. Z drugiej strony konieczna jest pewna swoboda wyboru tematyki, ale i odpowiedzialności za skutki społeczne tego wyboru. Na pierwszym miejscu i najbardziej uprzywilejowane powinny jednak być badania podstawowe w dziedzinie automatyki, informatyki i pomiarów, szczególnie ważne dla rozwoju kraju i wynikające z przyjętej koncepcji rozwoju gospodarczego.

Takie badania będą mogły być prowadzone również tylko w zespołach badawczych jeszcze liczniejszych i obejmujących jeszcze większą liczbę dyscyplin. Dla tak pomyślanych badań, zabezpieczających realizację programów rządowych, teren instytutu, w klasycznym podejściu, będzie niewystarczający, niewystarczający będzie nawet w niektórych przypadkach teren całego resortu czy branży.

Planowanie wdrażania wyników takich badań powinno się rozpoczynać jednocześnie z rozpoczęciem samego badania. Pracownicy naukowcy, zgrupowani na terenie tak pomyślanych badań podstawowych, muszą od początku znać i współpracować z terenem przyszłych wdrożeń, brać pod uwagę realność i możliwości realizacji technicznej swoich projektów i koncepcji, i nie rozdzielać koncepcji od realizacji. Dlatego w celu zapewnienia trafności wyników do tak pomyślanych zespołów powinni być wciągani i uważnie wysłuchiwani przyszli użytkownicy i kontynuatorzy badań w innych resortach.