

POLSKA AKADEMIA NAUK • KOMITET BADAŃ NAUKOWYCH

NAUKA W POLSCE

W OCENIE
KOMITETÓW
NAUKOWYCH PAN



Nauki Ścisłe
Nauki Techniczne
tom I

Warszawa 1995

NAUKA W POLSCE

**NAUKA W POLSCE
W OCENIE KOMITETÓW NAUKOWYCH**

- Tom I Nauki Ścisłe. Nauki Techniczne
- Tom II Nauki Biologiczne. Nauki Rolnicze i Leśne.
 Nauki o Ziemi i Nauki Górnicze
- Tom III Nauki Medyczne
- Tom IV Nauki Społeczne i Humanistyczne

POLSKA AKADEMIA NAUK • KOMITET BADAŃ NAUKOWYCH

NAUKA W POLSCE

W OCENIE KOMITETÓW NAUKOWYCH PAN



Nauki Ścisłe
Nauki Techniczne
tom I

Warszawa 1995

CENTRUM UPOWSZECHNIANIA NAUKI
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Redaktor
EDWARD HAŁOŃ

Projekt graficzny okładki
STUDIO DESIGN AB — A. Borkowski

Warszawska Drukarnia Naukowa
Warszawa, ul. Śniadeckich 8, tel. 628-76-14

ISBN 83-902047-7-0

K 73145
820844 II



WARSZAWA 1992

SPIS TREŚCI

<i>Aleksander Łuczak</i> <i>Andrzej Wyczański</i>	Wstęp	3
--	-------------	---

NAUKI ŚCISŁE

<i>Komitet Astronomii PAN</i>	Stan badań astronomicznych w Polsce	9
<i>Komitet Matematyki PAN</i>	Stan badań matematycznych w Polsce	25
<i>Komitet Fizyki PAN</i>	Fizyka w Polsce — kierunki i stan badań	35
<i>Komitet Chemii PAN</i>	Stan badań chemicznych w Polsce ..	51
<i>Komitet Chemii Analitycznej PAN</i>	Stan badań w dziedzinie chemii analitycznej w Polsce	73
<i>Komitet Krystalografii PAN</i>	Stan badań w dziedzinie krystalografii w Polsce	91
<i>Komitet Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN</i>	Stan badań kosmicznych w Polsce	113

NAUKI TECHNICZNE

<i>Komitet Mechaniki PAN</i>	Stan mechaniki w Polsce. Kierunki badań i potrzeby	135
<i>Komitet Budowy Maszyn PAN</i>	Budowa i eksploatacja maszyn. Ocena stanu dyscypliny	153
<i>Komitet Akustyki PAN</i>	Akustyka. Stan i kierunki badań ...	167
<i>Komitet Architektury i Urbanistyki PAN</i>	Architektura i urbanistyka. Stan obecny i perspektywy rozwoju	201
<i>Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN</i>	Stan dyscypliny naukowej budownictwo	235

<i>Komitet Nauki o Materiałach PAN</i>	Nauka o materiałach i inżynierii materiałowej w Polsce	243
<i>Komitet Metalurgii PAN</i>	Metalurgia. Stan i kierunki rozwojowe	259
<i>Komitet Termodynamiki i Spalania PAN</i>	Termodynamika i spalanie. Ocena poziomu	279
<i>Komitet Inżynierii Chemicznej i Procesowej PAN</i>	Stan i perspektywy inżynierii chemicznej i procesowej w Polsce	291
<i>Komitet Informatyki PAN</i>	Stan informatyki polskiej jako dyscypliny naukowej	321
<i>Komitet Automatyki i Robotyki PAN</i>	Stan i poziom dyscypliny naukowej automatyka i robotyka	329
<i>Komitet Elektrotechniki PAN</i>	Stan i poziom dyscypliny naukowej elektrotechnika	339
<i>Komitet Elektroniki i Telekomunikacji PAN</i>	Stan i poziom elektroniki i telekomunikacji	361
<i>Komitet Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN</i>	Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna w Polsce. Stan i perspektywy rozwoju	375
<i>Komitet Metrologii i Aparatury Naukowej PAN</i>	Stan metrologii w Polsce	419
<i>Komitet Transportu PAN</i>	Ocena dyscypliny naukowej transport	431
<i>Komitet Problemów Energetyki PAN</i>	Stan i poziom energetyki	443

NAUKI TECHNICZNE

<i>Komitet Medycyny PAN</i>	Stan medycyny w Polsce. Kierunki badań i polityki	133
<i>Komitet Budownictwa PAN</i>	Budownictwo i inżynieria budowlana. Ocena stanu dyscypliny	133
<i>Komitet Astronomii PAN</i>	Astronomia. Stan i kierunki badań	167
<i>Komitet Architektury i Urbanistyki PAN</i>	Architektura i urbanistyka. Stan i perspektywy rozwoju	201
<i>Komitet Lotnictwa PAN</i>	Stan dyscypliny naukowej lotnictwo	233

STAN I POZIOM ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI*

KOMITET ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI PAN

Ocena poziomu dyscyplin naukowych, reprezentowanych przez KEiT, musi się opierać na porównaniu z poziomem tych dyscyplin w krajach rozwiniętych. Obecnie tendencje w szeroko rozumianej elektronice dotyczą całego zespołu różnych dyscyplin, którego spektrum rozciąga się od technik informacyjnych i telekomunikacyjnych, przez nowe technologie i materiały, aż do klasycznej elektroniki, a ponadto, a może przede wszystkim, mają ogomny wpływ na rozwój innych dziedzin nauki, techniki i kultury. Różnorodność tych dyscyplin, a także wielorakie sprzężenia zwrotne, występujące między nimi, nie pozwalają na ściśle zdefiniowanie obszarów typowych dla elektroniki i telekomunikacji, jakkolwiek źródło ich wysokiego poziomu jest zawsze jedno: mikroelektronika, optoelektronika i nowoczesne technologie. Tezę tę łatwo udowodnić: najnowocześniejszy komputer lub najnowocześniejszy system telekomunikacyjny (w tym satelitarny) jest zawsze wyposażony w najnowsze elementy mikroelektroniczne i optoelektroniczne, wykonane z zastosowaniem najnowszych technologii.

Analiza stanu i poziomu badań naukowych w powyższych dziedzinach prowadzi do niżej wymienionych **wniosków ogólnych**.

1. Stan badań naukowych w Polsce na tle stanu badań w krajach rozwiniętych wynika ściśle ze sposobu ich finansowania. W kraju, źródłem finansowania badań naukowych jest prawie wyłącznie budżet państwa. Środki przeznaczone na badania naukowe są rażąco niewystarczające. W kraju wielkie zakłady przemysłowe zostały wykupione przez kapitał zagraniczny, który nie jest zainteresowany rozwojem badań i technologii w Polsce (np. firmy telekomunikacyjne) i ich u nas nie finansuje. Część zakładów upadła lub jest na skraju upadku, a tych, które zostały, nie stać na zlecenie prowadzenia badań i opracowywanie nowych technologii ośrodkom naukowym.

2. W obecnej sytuacji polska nauka powinna silniej niż kiedykolwiek dążyć do integracji z nauką światową. Przy obecnym systemie jej finansowania jest to po prostu niemożliwe.

* Opracowanie przygotowano pod kierunkiem czł. koresp. PAN STEFANA HAHNA na podstawie ocen przewodniczących sekcji KEiT PAN (vide s. 363), uwzględniających odpowiedzi na następujące pytania: czy dana dyscyplina jest rozwijana stosownie do potrzeb kraju; czy obsada personalna jest właściwa do rangi danej dziedziny; czy zakres badań w danej dziedzinie odpowiada możliwościom i potrzebom kraju. Ocenę uzgodniono na posiedzeniu rozszerzonego Prezydium Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN w dn. 23 XI 1994 r.

3. Poziom istniejącej kadry naukowej, zarówno pod względem ilościowym, jak też jakościowym, należy ocenić jako bardzo wysoki, czego dowodem jest zatrudnianie polskich naukowców w renomowanych zagranicznych ośrodkach naukowych. Jednakże brak środków finansowych na badania powoduje, z jednej strony, odpływ kadry naukowej z placówek naukowych, z drugiej strony, jest wręcz czynnikiem antystymulującym przyciąganie do pracy naukowej młodego pokolenia. Spowodowało to dającą się już zauważyć ogromną lukę pokoleniową, co za kilka lat może doprowadzić do wyeliminowania narodu polskiego z twórczego udziału w dorobku szeroko rozumianej kultury światowej.

4. Niewykorzystanie istniejącej kadry naukowej i brak przeciwdziałania w powstawaniu luki pokoleniowej jest największym marnotrawieniem nakładów ponoszonych na kształcenie młodego pokolenia.

Dramatyczna sytuacja daje się zauważyć w dziedzinie mikroelektroniki i optoelektroniki. Jest to szczególnie niekorzystne, gdyż ich wpływ na stosunki gospodarcze i ekonomiczne, widoczny zwłaszcza w krajach najwyżej rozwiniętych, wskazuje, iż te dziedziny stanowią najpotężniejsze źródło innowacyjności, zarówno dla przemysłu i innych dziedzin gospodarki, jak i dla działalności naukowo-badawczej. Z przekonaniem można wnioskować, że wszystkie kraje, którym udało się osiągnąć wysoki poziom gospodarczy i ekonomiczny, uczyniły to w znacznej mierze dzięki wykorzystaniu mikroelektroniki.

Uwzględniając powyższe przesłanki należy stwierdzić, że wszelkie istotne zmiany gospodarcze w Polsce powinny polegać m.in. na powszechnym wykorzystaniu elektroniki i mikroelektroniki w restrukturyzacji i modernizacji przemysłu. Dla uświadomienia ważności takich zmian wystarczy wymienić podstawowe dziedziny spośród szerokiego spektrum możliwych zastosowań. Główne, naturalne i bezpośrednie pole dla aplikacji mikroelektronicznych stanowi przemysł i produkcja dla potrzeb telekomunikacji, automatyki i szeroko rozumianej techniki komputerowej. Zarówno możliwości, jak i potrzeby, są tutaj ogromne, więc ograniczymy się do przykładów:

telekomunikacja z połączeniami światłowodowymi i satelitarnymi oraz centralami automatycznymi w sieci ogólnodostępnej, do której dostęp mają również użytkownicy komputerów i innych tego rodzaju urządzeń do odbioru i przekazywania danych, a także sieci specjalnego przeznaczenia (bankowość, transport, systemy usług itp.);

automatyka przemysłowa i powszechnego użytku, automatyzacja sterowania procesami technologicznymi i produkcyjnymi, robotyzacja przemysłowa i domowa, w tym automaty i obrabiarki sterowane numerycznie, systemy zdalnego sterowania, kontroli i zarządzania (automatyczne linie produkcyjne i fabryki), systemy i aparatura kontrolno-pomiarowa itp.;

technika komputerowa z nowymi rozwiązaniami układowymi i modernizacją istniejących konstrukcji urządzeń, rozszerzająca ich możliwości funkcjonalne i zakres zastosowań, w tym urządzenia dostosowujące (tzw. interfejsy) komputery do nowych zadań, w szczególności do pracy w sieci ogólnodostępnej i specjalnego przeznaczenia;

technika komunikacyjna i transportowa z systemami automatycznego zdalnego sterowania, sygnalizacji i kontroli ruchu pojazdów, w szczególności w sieci kolejowej i drogowej, wyroby i urządzenia przemysłu motoryzacyjnego;

przemysł produktów powszechnego użytku, biurowych, domowych i specjalnego przeznaczenia, w tym techniki biurowej, sklepowej i domowej do rejestracji, przetwarzania i reprodukcji danych, dźwięków, obrazów i innych informacji oraz urządzenia i automaty powszechnego użytku, w tym urządzenia informacyjne, sterujące i sygnalizacyjne;

ochrona środowiska z systemami pomiaru i monitoringu zanieczyszczeń, a również **medycyna**, której najnowsze osiągnięcia (operacja „na odległość”) są dobitnym przykładem integracji mikroelektroniki, telekomunikacji i technik komputerowych.

Podsumowując, należy podkreślić, że nie można polskiego przemysłu rozwijać w skali masowej w oparciu o sprowadzane podzespoły i urządzenia (negatywnym przykładem takiego postępowania jest telekomunikacja).

Niestety, polityka państwa w dziedzinie mikroelektroniki i optoelektroniki nie została dotąd dostatecznie sformułowana, a firmy powiązane z kapitałem zagranicznym, rozpoczynające działalność gospodarczą w kraju, nie są zainteresowane w rozwoju polskiej mikroelektroniki i optoelektroniki, gdyż jest to sprawa strategiczna, decydująca o rynkach zbytu na przeciąg dziesiątków lat. W związku z tym firmy zagraniczne w dziedzinie podzespołów będą zawsze oferować przestarzałe technologie. Warto podkreślić, że technologie półprzewodników i materiałów dla elektroniki bezpośrednio unowocześniają technologie w innych dziedzinach techniki, np. w mechanice, optyce, transporcie, a nawet medycynie.

Poniżej — szczegółowe oceny, opracowane przez następujące sekcje Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN:

Sekcja Telekomunikacji: przewodn. prof. dr MARIAN ZIENTALSKI.

Sekcja Sygnałów, Układów i Systemów Elektronicznych: przewodn. prof. dr hab. MICHAŁ BIAŁKO.

Sekcja Mikroelektroniki: przewodn. prof. dr hab. ANDRZEJ JAKUBOWSKI.

Sekcja Optoelektroniki: przewodn. prof. dr hab. WIESŁAW WOLIŃSKI.

Sekcja Technologii Elektronowej i Technologii Materiałów Elektronicznych: przewodn. prof. dr hab. ANDRZEJ JELEŃSKI.

Sekcja Mikrofal: przewodn. prof. dr hab. BOGDAN GALWAS.

Szczegółowe informacje o postępie naukowym w niektórych dyscyplinach nauki, reprezentowanych przez Komitet, można znaleźć w materiałach konferencji, organizowanych lub współorganizowanych przez sekcje KEiT. W ostatnim czasie odbyły się następujące konferencje: Krajowe Sympozjum Telekomunikacji, Bydgoszcz 1994; VII Krajowa Szkoła Optoelektroniki „Laserowe Technologie Obróbki Materiałów”, Gdańsk 1994; Regionalna Międzynarodowa Konferencja Mikrofalowa MIKON '94, Książ, 1994; XVII Krajowa Konferencja „Teoria Obwodów i Układów Elektronicznych” (*Circuit Theory and Electronic Networks*), Wrocław, Polanica-Zdrój, wrzesień 1994.

TELEKOMUNIKACJA — CHARAKTERYSTYKA DYSCYPLINY

Obecny etap rozwoju telekomunikacji charakteryzuje się: eksplozją ilościową i jakościową informacji; zwiększonymi wymaganiami pod względem wierności przekazywania informacji i niezawodności działania systemów; zwiększonymi potrzebami

w dziedzinie łączności z obiektami znajdującymi się w ruchu; powstawaniem nowych rodzajów usług; tendencją do integracji techniki, systemów i usług.

Telekomunikacja musi w coraz szerszym zakresie korzystać z najnowszych osiągnięć w różnych dziedzinach nauki i techniki, a badania naukowe muszą wyraźnie wyprzedzać obecny stan techniki w tej dziedzinie. Badania w dziedzinie optymalizacji metod transmisji sygnałów obejmują szeroki zakres problemów, np. zagadnienia dopasowania własności sygnału do własności kanału, zwężenia szerokości widma kompresji dynamiki, metod ograniczenia wpływu zakłóceń. Ogólną tendencją dyktowaną względami ekonomicznymi w telekomunikacji jest budowa systemów telekomunikacyjnych o coraz to większej krotności, umożliwiających realizację setek tysięcy jednoczesnych transmisji telefonicznych w jednym torze telekomunikacyjnym. Dążenie do optymalizacji systemów cyfrowych w telekomunikacji stało się źródłem rozwoju kodów i systemów z korekcją błędów transmisji. W dziedzinie systemów łączności satelitarnej duże znaczenie mają prace związane z optymalizacją procesu odbioru sygnałów. Powstała tu liczna rodzina systemów adaptacyjnych i samonastrajalnych, które automatycznie rozwiązują problemy optymalizacyjne.

Na szczególną uwagę zasługują prace dotyczące tworzenia sieci zintegrowanych, które rozwiązują problem przekazywania informacji w sposób jednolity, korzystając z najnowocześniejszej techniki, i umożliwiają budowę sieci inteligentnych. Wprowadzenie systemów światłowodowych stworzyło kolosalne możliwości realizacji setek tysięcy kanałów transmisji telefonicznych. Wymagało to rozwiązania wielu problemów teoretycznych, technologicznych i technicznych, związanych z zagadnieniem modulacji i detekcji sygnałów, wzmocnieniem i opracowaniem optymalnej konstrukcji torów światłowodowych.

Ważnym zagadnieniem technicznym i ekonomicznym jest problem optymalizacji struktury sieci telekomunikacyjnej. Budowa sieci telekomunikacyjnych wymaga ogromnych (bilionowych) nakładów i w związku z tym zmniejszenie kosztów budowy, nawet o kilka procent, prowadzi do bardzo poważnych oszczędności. Optymalizacja struktury sieci jest również ważna z punktu widzenia zapewnienia jej maksymalnej niezawodności.

Również istotna jest właściwa eksploatacja systemów i sieci telekomunikacyjnych. Wprowadzenie do sieci nowoczesnych, elektronicznych central i systemów teletransmisyjnych, z wbudowanymi środkami do utrzymania i zarządzania sieciami telekomunikacyjnymi, wymusza zupełnie nową organizację służb utrzymaniowych. Wynika to z faktu, że informacje o niesprawnościach i uszkodzeniach takich sieci uzyskiwane są w czasie rzeczywistym i reakcje na te informacje mogą być natychmiastowe. Wdrożenie do eksploatacji takiego systemu utrzymania, nadzoru i zarządzania pozwoli na optymalne wykorzystanie istniejących zasobów sieci telekomunikacyjnej, zapewniając znaczną jej elastyczność i dyspozycyjność. Oprócz efektów niewymiernych (w postaci polepszenia jakości usług telekomunikacyjnych) system może przynieść też wymierne efekty ekonomiczne w postaci znacznego zwiększenia wpływów, dzięki optymalnemu wykorzystaniu potencjału usługowego w dziedzinie łączności, pod warunkiem jednak poprawy jakości istniejącej analogowej sieci central i systemów teletransmisyjnych, na przykład poprzez organizację odpowiednio wyposażonych centrów utrzymania tej sieci.

Atrakcyjne możliwości rozwoju nowych usług telekomunikacyjnych stwarza rozwój elektroniki i informatyki. Nowy etap rozwojowy telekomunikacji charakteryzują następujące czynniki: wykorzystanie układów scalonych bardzo wielkiej skali integracji (VLSI), zastosowanie optoelektroniki i światłowodów, integracja sieci telekomunikacyjnych i systemów komputerowych, dalsze różnorodne zastosowanie telekomunikacji satelitarnej, wzrost znaczenia oprogramowania.

Tory światłowodowe wyróżniają się dużą przepustowością i nadają się dobrze do transmisji cyfrowej, co sprzyja rozwojowi transmisji danych oraz przekazywania obrazów i umożliwi upowszechnienie usług telekomunikacyjnych (poczty elektronicznej, telegazety i innych).

Jedną z podstawowych technik telekomunikacji stanie się w XXI w. optoelektronika zintegrowana. Jest to nowa dziedzina, mieszcząca się pomiędzy optyką i elektroniką, skupiająca w sobie zalety obu tych dziedzin. Będzie ona naturalnym przedłużeniem idei wykorzystania światłowodów w telekomunikacji, tworząc różne elementy optyczno-elektroniczne, z których powstaną odpowiednie urządzenia do obróbki i przesyłania informacji.

Technologicznie spójne układy, złożone z elementów optycznych i optoelektronicznych, stworzą nowy rozdział rozwoju telekomunikacji na falach świetlnych. Na przykładzie optoelektroniki zintegrowanej można potwierdzić prawdziwość tezy, iż telekomunikacja zmienia podstawy fizyczne swoich technik.

Telekomunikacja, silnie sprzężona z komputerami, wkracza do wielu nowych dziedzin, np. do medycyny, szkolnictwa i bibliotekarstwa, a w dziedzinie organizacji i zarządzania następuje pełne wykorzystanie jej możliwości. Powstają nowe typy usług w wyniku zarówno rozwoju organizacyjno-technicznego telekomunikacji, jak i rozwoju organizacji życia społecznego.

Powszechnie stosowane będą urządzenia do bezprzewodowego przywoływania osób i radiotelefony połączone z automatyczną siecią publiczną (program IRYDIUM). Sygnały poszukiwawcze będą generowane, przesyłane i kontrolowane za pomocą centrów komputerowych. Komputer przejmuje automatycznie troskę o abonenta zarejestrowanego w systemie i jeżeli jego telefon nie odpowiada na wywołanie, komputer przesyła odpowiedni sygnał poszukiwawczy do stacji nadawczych.

Systemy łączności satelitarnej ulegną rozbudowie. Powstaną satelity o „wiązkach analizujących” pewne obszary. Rozwiną się krajowe systemy satelitarne, co umożliwi większą elastyczność systemów i obniży koszty eksploatacyjne. Rozwiązane będą także problemy komutacji satelitarnej, co doprowadzi do w pełni zautomatyzowanej współpracy „sieciami kosmicznymi” z „sieciami ziemskimi”.

Jednym z pasjonujących zastosowań telekomunikacji satelitarnej jest rozwój tzw. teledetekcji satelitarnej, tzn. systemu eksploatacji powierzchni ziemi w celu rozpoznania właściwości geologicznych, czystości wód, czystości powietrza, a nawet oceny zbiorów w poszczególnych mikroregionach. Rozwijać się także będzie eksploatacja przestrzeni kosmicznej za pomocą różnego rodzaju sond kosmicznych, co również zostało wykorzystane już w naszych czasach (przykładem tego mogą być choćby wyniki sondy *Voyager*, która zbadała powierzchnię Jowisza). W technice tej są zagospodarowywane coraz wyższe zakresy częstotliwości fal radiowych, poczynając od kilku gigaherców, poprzez zakresy 18, 30 i 40 GHz, aż do 300 GHz w przyszłości.

Kolejny czynnik to rosnąca przewaga software'u nad hardwarem w ramach systemu, co również wynika z postępów cyfryzacji systemów telekomunikacyjnych, rozwoju układów scalonych VLSI oraz wzrostu różnorodnych zastosowań zintegrowanych technik telekomunikacji komputerów, oznaczanych przez skrót C & C (ang. Communication and Computers). Należy oczekiwać stopniowo upraszczania języków oprogramowania w celu dostosowania ich do powszechnego użytku.

W ślad za powszechnym zastosowaniem komputerów w sieci telekomunikacyjnej nastąpi w pewnym zakresie integracja przemysłu produkującego sprzęt typowo telekomunikacyjny z przemysłem produkującym typowe urządzenia komputerowe, ponieważ dalsze rozszerzenie usług i podnoszenie ich standardu nie jest możliwe bez uwarunkowań komputerowych. Ta integracja następuje zarówno w wyniku faktu, iż komputery stały się immanentną częścią technicznego systemu telekomunikacyjnego, jak i w konsekwencji powszechnego zastosowania mikroprocesorów. Te zjawiska pociągają za sobą dalszy wzrost roli oprogramowania w urządzeniach telekomunikacyjnych, dyspersję funkcji sterujących, a wyraża się to także w tym, że przepisy przybierają postać algorytmów.

W technice eksploatacji i utrzymania urządzeń automatyzacja pomiarów i odpowiednia konstrukcja urządzeń uwalniają obsługę ludzką od osobistego nadzoru i napraw sprzętu na stanowiskach pracy. Pełna wymiennosc poszczególnych paneli i automatyczna ich kontrola podczas pracy umożliwi przemysłową konserwację i naprawę. Zwiększa się także niezawodność sprzętu i stopień jego unifikacji. Prowadzić to musi do zmiany metod pracy i zarządzania w telekomunikacji, a bardzo ważną rolę będą spełniać ośrodki adaptacyjnego sterowania ruchem telekomunikacyjnym w czasie rzeczywistym. Rozwijane będą również specjalne systemy telekomunikacyjne na potrzeby oceanotechniki (badania zasobów naturalnych mórz i oceanów, które w XXI wieku staną się źródłem wyżywienia ludzkości).

Odpowiedzi na pytania. 1. Telekomunikacja, jako dyscyplina naukowa, nie jest rozwijana stosownie do potrzeb kraju. Wynika to m.in. z: likwidacji w 1992 r. przez Radę Główną Szkolnictwa Wyższego kierunku studiów „Telekomunikacja” i, pomimo protestów środowiska akademickiego (również Sekcji Telekomunikacji KEiT PAN), administracyjne utworzenie kierunku „Elektronika i Telekomunikacja”. Ogranicza to w istotny sposób możliwość systemowego kształcenia specjalistów telekomunikacji i zapewnienie profilu absolwenta, wynikającego z pełnej integracji informatyki i telekomunikacji, systematyczne zmniejszenie nakładów (nie uwzględnia się inflacji) z budżetu na kształcenie kadr dla telekomunikacji i prowadzenie badań naukowych, które gwarantują odpowiedni poziom kształcenia, przekazanie krajowego przemysłu telekomunikacyjnego (Wielkopolskie Zakłady Teleelektroniczne w Poznaniu, Państwowe Zakłady Teletransmisyjne w Warszawie, Zakłady Wytwórcze Urządzeń Telefonicznych w Warszawie) obcemu kapitałowi, który nie jest zainteresowany rozwijaniem w naszym kraju omawianej dyscypliny naukowej.

2. Obsada personalna jest właściwa dla rangi tej dziedziny. Aktualnie telekomunikację reprezentuje ok. 100 profesorów, dr hab. i docentów oraz ok. 350 doktorów i ok. 150 adiunktów bez doktoratu, zatrudnionych w instytutach resortowych, którzy legitymują się poważnym dorobkiem badawczym i kierują zespołami badawczymi.

Ponadto, politechniki: Gdańska, Warszawska, Poznańska i Wrocławska posiadają uprawnienia do nadawania stopnia naukowego doktora habilitowanego, co umożliwia prawidłowy rozwój kadry. Jednakże ten potencjał naukowy i badawczy specjalistów telekomunikacji nie jest wykorzystany.

3. Specyfika badań podstawowych i stosowanych w telekomunikacji polega m.in. na ciągłości problemów przez dziesiątki lat. Istnieją skoki rewolucyjne w poszczególnych dziedzinach, zanikające i nowo pojawiające się związki interdyscyplinarne poszczególnych tematów, jednakże istnieją pewne rzeczywiste uwarunkowania. W żadnym kraju nie można zdecydować, że istniejąca sieć telekomunikacyjna jest stara i jutro wymienimy ją na nową, bowiem proces wymiany i unowocześniania sieci jest ciągły i musi spełniać warunki technicznej kompatybilności systemów starych, przejściowych i nowych. System telekomunikacyjny państwa jest związany z systemem telekomunikacji światowej i dlatego jest niezbędna normalizacja i konieczność spełnienia bardzo ostrych wymagań. Ponadto, zakres tematyczny telekomunikacji jest bardzo szeroki i związany z różnymi narzędziami teoretycznymi oraz technologiami.

W powojennej historii Polski nie doceniano roli telekomunikacji i jej znaczenia dla życia gospodarczego i współczesnego społeczeństwa. Relatywnie w stosunku do świata sytuacja ciągle się pogarsza. Mimo to, środowisko naukowe podejmowało wysiłki, aby nadmiernie nie odbiegać od stanu wiedzy światowej w nadziei, że i dla telekomunikacji przyjdą lepsze czasy. Szczególne nasycenie kadrami i dorobkiem naukowo-badawczym występuje w środowiskach: warszawskim, gdańskim, poznańskim i wrocławskim. Prace skupione są w politechnikach: Warszawskiej, Gdańskiej, Poznańskiej, Wrocławskiej, Akademii Górniczo-Hutniczej i Wojskowej Akademii Technicznej, a także w Instytucie Łączności w Warszawie i jego oddziałach we Wrocławiu oraz w Gdańsku, Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji oraz w niektórych instytutach PAN. Na uwagę zasługuje inicjująca i koordynująca rola Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji Wydziału PAN i rola Sekcji Telekomunikacji.

Zakres badań w telekomunikacji nie odpowiada możliwościom i potrzebom kraju. Wynika to m.in. z: relatywnie malejących nakładów na badania z budżetu państwa, likwidacji krajowego przemysłu telekomunikacyjnego i braku zainteresowania badaniami ze strony obcego kapitału, który wykupił przemysł krajowy, ograniczonych możliwości finansowania badań naukowych przez Telekomunikację Polską SA, która realizuje bardzo szeroki program inwestycyjny, wymagający kilkunastu bilionów rocznie na pokrycie inwestycji, co bardzo ogranicza środki, które można przeznaczyć na finansowanie badań.

SYGNAŁY, UKŁADY I SYSTEMY ELEKTRONICZNE

1. Teoria sygnałów, obwodów i układów elektronicznych z całą pewnością rozwijają się w Polsce stosownie do potrzeb kraju. Dotyczy to w szczególności: cyfrowego przetwarzania sygnałów, syntezy filtrów aktywnych, projektowania scalonych układów CMOS, w tym układów pracujących w trybie prądowym oraz zastosowań sztucznej inteligencji w projektowaniu układów elektronicznych (sztuczne sieci neuronowe, systemy ekspertowe, programowanie heurystyczne i obiektowe).

Znaczące osiągnięcia o zasięgu światowym, prezentowane przez członków Sekcji na poważnych konferencjach międzynarodowych, związane są jednak głównie z dorobkiem teoretycznym (corocznie organizowane jest przez Sekcję najpoważniejsze forum naukowe — Krajowa Konferencja Teorii Obwodów i Układów Elektronicznych). Wynika to z poważnego niedoinwestowania prowadzonych w kraju badań (materiały, aparatura specjalistyczna, profesjonalny software, dostęp do nowoczesnej technologii wytwarzania układów scalonych). Z drugiej strony przemysł elektroniczny, w swojej aktualnej bardzo złej kondycji, nie jest zainteresowany badaniami naukowymi.

Badania naukowe i ich rezultaty, szczególnie te o randze światowej, służą zatem głównie podnoszeniu kwalifikacji kadry naukowej, które z wielkim pożytkiem są wykorzystywane w kształceniu studentów, oraz prestiżowi nauki polskiej na arenie międzynarodowej.

2. Obsada personalna Sekcji Sygnałów, Obwodów i Systemów Elektronicznych jest dobra; reprezentowane są w niej właściwe specjalności i poważne ośrodki naukowe. Wydaje się jednak, że zarówno Sekcję, jak i Komitet, powinno się odmłodzić poprzez wprowadzenie młodych aktywnych badaczy, również z mniejszych, lecz prężnie rozwijających się ośrodków naukowych.

3. Jeżeli przyjąć, że możliwości kraju cechuje brak funduszy, to prowadzone badania znacznie przekraczają owe możliwości. Jeżeli zarazem przyjąć, że istnieje brak zapotrzebowania na badania naukowe przez upadający przemysł, to badań nie należałoby prowadzić.

Oczywiście, te założenia są błędne, a w aktualnie trudnej sytuacji należy wspierać przede wszystkim te badania, których rezultaty prezentowane są na konferencjach i w czasopismach o zasięgu międzynarodowym oraz badania tych zespołów, które wykorzystują swoją wiedzę w dydaktyce w szkołach wyższych.

MIKROELEKTRONIKA

Mikroelektronika dla każdego społeczeństwa i państwa ma, przede wszystkim, trzy znaczenia, jako: dział gospodarki narodowej, źródło najszerzej pojętej innowacyjności dla wszystkich działów gospodarki narodowej i większości dziedzin życia społecznego, czynnik kulturotwórczy i cywilizacyjny (wydajność pracy, sprawność działania).

Jeśli mikroelektronika w Polsce ma istnieć i rozwijać się (a wydaje się to oczywiste), to trzeba odpowiedzieć sobie na pytania: Jakie kierunki tego rozwoju wybrać? Na czym się koncentrować? Jedną z głównych cech przemysłu mikroelektronicznego jest jego ogólnoswiatowy charakter. Wnosi on swój istotny wkład do wielu innych przemysłów. I chociaż bezpośrednio rynek półprzewodnikowy nie jest duży (aktualnie ok. 70 mld \$), to stymuluje on inne rynki i na tym polega jego decydujące znaczenie. Rynek ten jednakże charakteryzuje się niezaspokojonym apetytem na olbrzymie ilości kapitału i zapotrzebowaniem na wysokiej klasy infrastrukturę.

Zmiany polityczne i gospodarcze w Polsce oraz otwarcie na świat powodują, że zasadnym staje pytanie: czy stać nas na udział w mikroelektronice? Dzisiejsze zaawansowane technologie — układy realizowane w technologiach submikronowych. Nakłady na urządzenia i budowę fabryki są ogromne. A przecież włączenie się Polski

w nurt gospodarki światowej, to także możliwość zakupu gotowych wyrobów. Jeśli chodzi o układy standardowe (katalogowe) typu układów mikroprocesorowych, pamięci itp., odpowiedź musi być twierdząca. Nie stać nas na takie inwestycje, a ponadto, co równie ważne, nie byłoby to celowe. Jeśli jednak mikroelektronika w Polsce ma istnieć (a powinna), to warto spróbować określić program jej rozwoju, zakładający zrównoważenie, w sposób rozsądny, z możliwościami. Rynek, w tym rozumieniu, to także możliwości wzięcia udziału w międzynarodowych programach badawczych. Możliwość, to nie tylko technika, ale także (a może przede wszystkim) umiejętności i wiedza ludzka. Wtedy tylko, gdy potrafimy zbilansować te czynniki, możliwy jest sukces. Przeszacowanie rynku bądź umiejętności (wiedzy), to porażka, a niekiedy katastrofa. Dlatego też, na przykład, należy unikać pokusy włączenia się do rynku zaawansowanych pamięci i mikroprocesorów. Konieczna jest także ostrożność. Nie należy wierzyć, że na rynku półprzewodnikowym istnieją przytulne nisze, zapewniające bezpieczeństwo i izolację od świata zewnętrznego. Jednakże nie należy także sytuacji dramatyzować. Sądzę, że pierwsze kroki, które należy zrobić, dotyczyć mogą dziedziny projektowania i prac badawczo rozwojowych, gdzie dystans między Wschodem i Zachodem nie jest znaczny. Inne równoległe kroki, to przekształcenie części potencjału wytwórczego w taniego podwykonawcę bądź to wyspecjalizowanego w określonym fragmencie cyklu produkcyjnego, bądź wytwarzającego pełnowartościowe układy, zwłaszcza dla sprzętu powszechnego użytku, na zlecenie firmy produkującej ten sprzęt i zainteresowanej, aby przedsięwzięcie to miało charakter spółki joint-venture. Dla wykonywania układów scalonych tego typu często wystarczająca jest technologia 3—5 μm i mała liczba wyprowadzeń sygnałowych, co jest łatwo dostępne w Polsce. Ostatni raport SEMI przewiduje, po przejściowej stagnacji, dynamiczny wzrost rynku półprzewodnikowego w Europie Wschodniej. Kluczem do sukcesu są: znalezienie luk rynkowych, nauczenie się rzeczywistej kalkulacji kosztów produkcji i wzrost efektywności wytwarzania, stworzenie organizacji sprzedaży i marketingu, obsługującej potrzeby użytkowników, utrzymanie wysokiego poziomu prac badawczych, kształcenia kadr i rozwoju kadry naukowej (tylko kwalifikacje ludzkie mogą stwarzać szanse na rozwój tej dziedziny w Polsce, w tym także przyciągnięcie znacznego kapitału międzynarodowego).

Program ASIC i czujniki półprzewodnikowe. Aktualna sytuacja na rynku mikroelektroniki związana jest z coraz większym udziałem układów realizowanych na zamówienie (ASIC — Application Specific Integration Circuits). Można tu przyjąć, że produkcja standardowych układów scalonych, szczególnie mikroprocesorów i pamięci, stała się domeną stosunkowo niedużej liczby wielkich firm.

Szansą dla mniejszych państw stało się wytwarzanie układów specjalizowanych. Ze względu na przeznaczenie tych układów dla potrzeb określonego zastosowania, zapotrzebowanie na poszczególne typy układów jest ograniczone, a projekt jest wykonany z udziałem użytkownika, a więc często daleko od wielkich, wyspecjalizowanych fabryk. Powstała specyficzna organizacja wytwarzania układów specjalizowanych (ASIC). Istnieje stosunkowo znaczna liczba, często niewielkich ośrodków projektowania ASIC, powiązanych z określonymi fabrykami typu „silicon foundry”. Fabryki te dysponują ustabilizowanym typem wytwarzania i bibliotekami komputerowymi sprawdzonych

elementów układów (komórek). Biblioteki dostarczone są do ośrodków projektowania, współpracujących z „hutą” półprzewodnikową. Projekt układu specjalizowanego, po zaprojektowaniu, dostarczony jest do „huty”, gdzie układ scalony wytwarzany jest w ciągu kilku tygodni.

Dlatego też dyskusja w środowisku polskich mikroelektroników spowodowała postulat programu rządowego, poświęconego układom ASIC oraz czujnikom półprzewodnikowym.

Koncentracja rozproszonego obecnie wysiłku kadry wokół Programu ASIC pozwoliłaby, wykorzystując potencjał ITE i Fabryki Półprzewodników TEWA (być może w tej chwili jest to „były” potencjał), na szybkie ustabilizowanie technologii CMOS 3 μm i stworzenie zaplecza projektowego (ITE, ośrodki uczelniane). Dodatkową szansą jest istnienie opracowanego w ITE systemu diagnostyki i sterowania produkcji DIASTEMOS. Równoległe z tymi działaniami możliwe byłoby w ciągu 3 lat opracowanie i ustabilizowanie technologii BiCMOS 1,5–2 μm , co dałoby szansę na osiągnięcie w tej dziedzinie przyzwoitego europejskiego poziomu. W zakresie prac badawczych należy także rozwijać te obszary, w których kadra ma znaczące osiągnięcia — systemy projektowania, diagnostyki i sterowanie produkcją, modelowanie przyrządów i procesów technologicznych, metody charakteryzacji materiałów — oraz śledzić, prowadząc prace niewielkimi zespołami, badania w dziedzinie nowych generacji przyrządów, na bazie związków $A^{\text{III}} B^{\text{V}}$ m.in. supersieci, przyrządów o sprzężeniu kwantowym oraz technologii 3-wymiarowych na krzemie (SOI, trench).

Podsumowanie. Dyscyplina naukowa mikroelektroniki nie jest rozwijana stosownie do potrzeb kraju i znajduje się w stanie zagrożenia. Obsada personalna nie jest właściwa. Nastąpił dramatyczny odpływ kadry z ośrodków naukowych (wyjazdy zagraniczne, przejście do innej pracy), tworząc groźną lukę pokoleniową (w większości ośrodków widoczny brak młodej kadry). Środki finansowe przeznaczone na badania są dramatycznie małe i nadmiernie rozproszone.

Kontynuacja tego stanu powoduje (widoczną już wyraźnie) degradację tej dziedziny w Polsce, a może i (oby nie!) praktyczną jej likwidację. Dzieje się to na tle wyraźnego, dynamicznego rozwoju mikroelektroniki nawet w słabszych krajach europejskich (np. Irlandia, Grecja, Portugalia).

OPTOELEKTRONIKA

Optoelektronika jest niezwykle rozległą i dynamicznie rozwijającą się dziedziną wiedzy, która według opinii wygłaszanych przez światowej rangi specjalistów będzie decydować o rozwoju naukowym i technicznym XXI w. Najogólniej można powiedzieć, że optoelektronika zajmuje się zjawiskami i przyrządami pozwalającymi na:

- zmianę energii promienistej na elektryczną — detektorami promieniowania
- zmianę energii promienistej z pewnego zakresu widmowego na energię promienistą z zakresu innego — przetworniki promieniowania
- propagację promieniowania w ośrodkach dielektrycznych — w wolnej przestrzeni i światłowodach
- oddziaływanie promieniowania z materią

- dokonywanie operacji na wiązce promieniowania, tj. defleksja, przełączanie, modulacja, synchronizacja, kształtowanie impulsu, kompresja impulsu itd.
- analizę i syntezę obrazu
- zobrazowanie sygnałów elektrycznych — różnego typu wskaźniki oraz aplikacje wszystkich tych zjawisk i przyrządów w urządzeniach i systemach, głównie w zakresie metrologii, automatyki, medycyny, obróbki materiałów i szeroko rozumianej telekomunikacji.

W zakresie optoelektroniki wyróżnia się obecnie optoelektroniki: laserową, półprzewodnikową, światłowodową, podczerwieni, obrazową, informatyczną, zintegrowaną.

Szerokie badania we wszystkich tych kierunkach prowadzą jedynie najbardziej rozwinięte kraje świata, takie jak USA i Japonia. Prowadzone są one również w Rosji i w Chinach. Intensywne badania z zakresu optoelektroniki prowadzone są w krajach zachodniej Europy, z tym że są to kierunki wyselekcjonowane.

Również i w Polsce zarysowują się pewne specjalności związane z możliwościami i potrzebami. Najbardziej rozwinęła się optoelektronika laserowa. Światowy poziom osiągnęły badania nad rezonatorami optycznymi, niektórymi konstrukcjami laserów, nowymi materiałami aktywnymi i spektroskopią laserową, pewnymi zagadnieniami obróbki laserowej, a przede wszystkim, laserowymi urządzeniami dla medycyny. Optoelektronika półprzewodnikowa i światłowodowa mają liczące się wyniki w zakresie technologii odpowiednich struktur półprzewodnikowych detektorów, DEL i laserów oraz światłowodów. W zakresie optoelektroniki podczerwieni prowadzone są intensywne badania dotyczące różnych aplikacji termografii. Pozostałe kierunki są znacznie słabiej reprezentowane.

Wyniki badań za okres ostatnich paru lat zawarte są w ok. tysiącu publikacjach w czasopiśmie o obiegu międzynarodowym i materiałach prestiżowych konferencji, a wiele z nich jest cytowanych w literaturze światowej. Wykonano również wiele urządzeń laserowych, szczególnie dużo dla celów medycznych.

Prace prowadzone są w ok. 60 placówkach naukowych, przede wszystkim w instytutach politechnik, WAT i uniwersytetów, ale również w instytutach PAN i resortowych. Optoelektroniką zajmuje się ok. 700 osób, w tym 75 profesorów i doktorów habilitowanych oraz 200 doktorów.

Ponadto, działa w kraju kilkanaście prywatnych przedsiębiorstw produkujących podzespoły i urządzenia optoelektroniczne (ok. 50 osób w tym 10 doktorów) oraz wydzielony zakład — Przemysłowe Centrum Optyki.

W kraju, mamy więc jeszcze wyszkoloną i liczną grupę badaczy, istnieją potencjalne możliwości prowadzenia badań. Niestety, liczba ich z miesiąca na miesiąc maleje, brak środków finansowych placówek ogranicza zakres badań i atrakcyjność zarobku. Znikome finansowanie statutowe (zwłaszcza placówek akademickich), brak pieniędzy na etaty, materiały i aparaturę, jak również finansowanie nieskoordynowanych merytorycznie grantów powodują, że zaczyna się w kraju robić to, co się da zrobić w tych warunkach, a nie to, co jest naprawdę potrzebne.

Prowadzone w szeregu placówek badania jedynie w niewielkim stopniu pokrywają rzeczywiste potrzeby kraju. Skutki tego stanu będą już za kilka najbliższych lat szczególnie dotkliwe dla naszej gospodarki. Dodatkowo dalsze, tak znaczące ograni-

czenia możliwości prowadzenia badań spowodują zaprzepaszczenie i tych pozycji światowych, które udało się dotychczas wielkim wysiłkiem wywalczyć.

TECHNOLOGIA ELEKTRONOWA I TECHNOLOGIA MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

W obszarze zainteresowania Sekcji Technologii Elektronowej i Technologii Materiałów Elektronicznych znajdują się trzy dziedziny.

Elektronika próżniowa (technika próżni, przyrządy). Ta dziedzina znajduje się w bardzo trudnej sytuacji, głównie ze względu na upadek przemysłu podzespołów, materiałów i urządzeń technologicznych. Nie wydaje się, aby najbliższe lata przyniosły istotną poprawę bez głębokiej restrukturyzacji zarówno przemysłu, jak i zaplecza badawczego, co z kolei będzie niezwykle trudne do przeprowadzenia ze względu na brak aktywnej polityki przemysłowej państwa.

Podzespoły elektroniczne (przyrządy dyskretne, w tym mocy, przyrządy mikrofalowe, układy hybrydowe). Dziedzina nie jest rozwojowa, również ze względu na brak aktywnej polityki przemysłowej państwa. O ile upadek Fabryki Transystorów TEWA jest czymś oczywistym przy otwarciu gospodarki polskiej na świat, to brak wsparcia dla rozwoju krajowych podzespołów mikrofalowych jest błędem coraz bardziej widocznym. Przy braku podzespołów krajowych i praktycznym embargo na najnowocześniejsze podzespoły z importu, istnieje konieczność zakupów sprzętu, co znacznie ogranicza możliwości produkcyjne krajowego przemysłu sprzętowego, którego z kolei nie stać na finansowanie nowych opracowań. Warto jednak podkreślić, że istnieją również pozytywne przykłady rozwoju badań i produkcji w nowym systemie ekonomicznym. Dotyczy to np. filtrów z akustyczną falą powierzchniową. Po upadku dotychczasowego producenta, CEMATU, wydział produkcyjny został przejęty przez Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych. Po wdrożeniu własnych opracowań, odzyskano w całości rynek krajowy (wcześniej opanowany w znacznym stopniu przez SIEMENSA).

Inżynieria materiałów elektronicznych (krzem i związki półprzewodnikowe, monokryształy laserowe i piezoelektryczne, ceramiki i szkła). W obecnych warunkach ekonomicznych, ta dziedzina okazała się najbardziej rozwojowa. Prowadzone wcześniej badania i opracowane technologie pozwalają na eksport tych materiałów (szczególnie krzemu) do rozwiniętych krajów azjatyckich i zachodniej Europy. W tym obszarze warto koncentrować środki na badania i wdrożenia.

Ogólnie można sformułować następujące sądy:

Przy braku jasności co do pojęcia „potrzeby kraju”, można założyć, że taką potrzebą jest np. integracja z krajami Wspólnoty Europejskiej. Z tego punktu widzenia należy sądzić, że dziedziny będące przedmiotem zainteresowania Sekcji TEiTME nie są rozwijane stosownie do tej potrzeby. Potrzeba taka może być zrealizowana poprzez masowy udział krajowego środowiska badawczego w programach badawczych Wspólnoty, co może być przeprowadzone w oparciu o wsparcie finansowe i koordynację odpowiednich agend rządowych (m.in. KBN).

W omawianych dziedzinach „obsada personalna” nie jest właściwa, a dotyczy to szczególnie instytutów zajmujących się badaniami stosowanymi. Powszechnie obser-

wuje się dramatyczną lukę pokoleniową i brak przeciwdziałań ze strony państwa, co doprowadzi w najbliższych latach do zapaści w wielu instytutach przemysłowych.

Podane powyżej przykłady pozytywnego rozwoju sytuacji w niektórych instytutach badawczych, w okresie transformacji ekonomicznej państwa, świadczą o tym, że zakres badań tam prowadzonych odpowiada możliwościom i potrzebom kraju. W całości rozważanych dziedzin nie można jednak odpowiedzieć na to pytanie pozytywnie. Program SEZAM Funduszu Nauki Polskiej jest pierwszym poważnym krokiem w kierunku poprawy sytuacji.

MIKROFALE

Dziedzina *mikrofal*, zwana czasami techniką mikrofalową lub elektroniką mikrofalową, położona jest na styku 3 dziedzin: mikroelektroniki, optoelektroniki i telekomunikacji. Jej specyfika wynika z faktu, że w szerokim zakresie częstotliwości, któremu odpowiadają długości fal od 1 metra do 0,1 milimetra, stosowane są specyficzne metody analizy, projektowania i testowania elementów, układów i systemów bezpośrednio oparte o rozwiązanie propagacji fali elektromagnetycznej.

Dyfuzja wiedzy na styku z dziedziną mikroelektroniki owocuje zastosowaniem w chwili obecnej techniki półprzewodnikowych elementów i obwodów scalonych, głównie z arsenku galu, do częstotliwości 15 GHz w przypadku układów cyfrowych, a do 150 GHz w przypadku układów analogowych.

Wypracowane w dziedzinie mikrofal techniki zostały z powodzeniem wykorzystane w dziedzinie optyki zintegrowanej i teorii propagacji w światłowodach, a wzrost ilości informacji przesyłanych z zastosowaniem techniki światłowodowej i rozwój technologii arsenku galu przyczyniły się do powstania optoelektroniki mikrofalowej.

Największym polem zastosowań techniki mikrofalowej jest telekomunikacja. Wymienić tu można, dla przykładu, radiolinie, telekomunikację satelitarną, telekomunikację komórkową i ruchomą, radiolokację, sieci telewizji kablowej czy też dynamicznie rozwijającą się telekomunikację światłowodową.

Ostatnie lata przyniosły zmiany w strukturze przemysłu pracującego dla potrzeb dziedziny mikrofal czy też wykorzystującego rezultaty osiągnięć badawczych w tej dziedzinie. Na pierwszym miejscu wymienić trzeba faktyczny upadek przemysłu związanego z produkcją półprzewodnikowych elementów i układów scalonych (CEMI, CEMAT). Nastąpił także zanik przemysłu mikrofalowej aparatury pomiarowej i naukowej (UNIPAN, WILMER, RADIOPAN), wycofaliśmy się z produkcji radiolinii (PZT), zagrożona jest produkcja lamp mikrofalowych (LAMINA). Po stronie pozytywów można znaleźć kilka elementów. W stosunkowo dobrej kondycji znalazł się przemysł urządzeń radiolokacyjnych (RAWAR), rozwinęły się małe i średnie krajowe przedsiębiorstwa produkujące i instalujące urządzenia telewizji satelitarnej i kablowej, rozwijają się sieci telekomunikacji komórkowej.

W rezultacie szereg zespołów, ośrodków, a nawet instytutów naukowych znalazło się w trudnej sytuacji. Zmalała znacznie ilość zleceń na wykonanie prac badawczych kierowanych z przemysłu, także znacznie zmalała ilość wdrożeń. Ważnym źródłem finansowania stały się — tak w przypadku instytutów przemysłowych, jak i instytu-

tów i kadr uczelnianych — prace statutowe i granty z KBN. W przypadku instytutów badawczych związanych do tej pory z przemysłem ważną (ITE, ITME), a czasami wręcz dominującą (PIT) rolę zaczęły odgrywać wpływy ze sprzedaży wyprodukowanych elementów i urządzeń. Wymienione tutaj 3 instytuty badawcze zachowały silne i dobrze pracujące zespoły naukowo-konstrukcyjne. Na ostatniej konferencji naukowej MIKON '94 zespoły te zaprezentowały szereg interesujących osiągnięć.

Jednostki dydaktyczno-naukowe politechnik otrzymują środki z budżetu uczelni, przeznaczone na prowadzenie zajęć dydaktycznych. Są to podstawowe środki na utrzymanie kadry pracowników dydaktycznych. Prace statutowe i granty umożliwiają prowadzenie, zwykle w ograniczonym zakresie, prac naukowych. W dziedzinie techniki mikrofalowej najważniejsze uczelniane zespoły badawcze związane są z wydziałami elektroniki politechnik w Warszawie, Gdańsku i Wrocławiu. Zespoły te przedstawiły na konferencji MIKON '94 dużą ilość interesujących referatów i komunikatów. W ostatnich latach wzrosła także liczba publikacji w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym.

Sytuacja kadry naukowej jest, ogólnie mówiąc, trudna. Poziom płac w instytutach przemysłowych i w uczelniach jest niski, praktycznie poniżej średniej płacy krajowej. Ponieważ sytuacja taka trwa już kilka lat, to można obserwować kumulowanie się ujemnych zjawisk (podejmowanie pracy w ośrodkach zagranicznych, zmiana pracy i specjalności, podejmowanie dodatkowych prac zarobkowych i osłabienie aktywności naukowej). Dopyływ młodej kadry jest niewielki, zmalała ilość doktoratów i habilitacji, kadra starzeje się.

Ponadto, niedostatek środków finansowych w ostatnich latach spowodował inne ujemne skutki, w szczególności: stan aparatury naukowej (pomiarowej, technologicznej i komputerowej) nie jest najlepszy, szczególnie w ośrodkach uczelnianych, dla których często jedyną możliwością zakupu jest udział w programach finansowanych przez Unię Europejską; brak polityki naukowej w skali kraju powoduje rozproszenie niewielkich środków, co przy poziomie finansowania zwykle poniżej 100 tys. USD i braku synchronizacji tematycznej między grantami, uniemożliwia podjęcie i rozwiązanie dużych zadań i problemów; dystans w stosunku do czołówki światowej w kilku dziedzinach wzrósł do rozmiaru przepaści; dotyczy to w szczególności technologii wytwarzania i umiejętności projektowania monolitycznych układów scalonych na podłożu arsenku galu oraz techniki fal milimetrowych i submilimetrowych.

Zmiany struktury przemysłu elektronicznego, o których wspomniano na początku, doprowadziły do poważnych zmian na rynku pracy i praktycznego zaniku zapotrzebowania na specjalistów określonych specjalności. Fakt ten powinien być uwzględniony przez uczelniane zespoły dyplomujące.