

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH

PRACE
INSTYTUTU MASZYN
PRZEPLYWOWYCH

TRANSACTIONS
OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

78

WARSZAWA-POZNAŃ 1980

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

PRACE INSTYTUTU MASZYN PRZEPŁYWOWYCH

poświęcone są publikacjom naukowym z zakresu teorii i badań doświadczalnych w dziedzinie mechaniki i termodynamiki przepływów, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki maszyn przepływowych

*

THE TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

exist for the publication of theoretical and experimental investigations of all aspects of the mechanics and thermodynamics of fluid-flow with special reference to fluid-flow machinery

RADA REDAKCYJNA—EDITORIAL BOARD

TADEUSZ GERLACH · HENRYK JARZYNA · JERZY KRZYŻANOWSKI
STEFAN PERYCZ · WOJCIECH PIETRASZKIEWICZ · ROMUALD PUZYREWSKI
KAZIMIERZ STELLER (PRZEWODNICZĄCY · CHAIRMAN) · ROBERT SZEWAŁSKI
JÓZEF ŚMIGIELSKI

KOMITET REDAKCYJNY—EXECUTIVE EDITORS

KAZIMIERZ STELLER — REDAKTOR — EDITOR
WOJCIECH PIETRASZKIEWICZ · ZENON ZAKRZEWSKI
ANDRZEJ ŻABICKI

REDAKCJA—EDITORIAL OFFICE

Instytut Maszyn Przepływowych PAN
ul. Gen. Józefa Fiszer 14, 80-952 Gdańsk, skr. pocztowa 621, tel. 41-12-71

Copyright

by Państwowe Wydawnictwo Naukowe
Warszawa 1980

Printed in Poland

ISBN 83-01-02543-3
ISSN 0079-3205

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — ODDZIAŁ W POZNANIU

Nakład 330+90 egz. Ark. wyd. 8,75. Ark. druk. 7,125 Papier druk. sat. kl. V,
70 g. 70×100 cm. Oddano do składania 21 kwietnia 1980 r. Druk ukończono
w lipcu 1980 r. Zamówienie nr 231/9. T-10/317. Cena zł 30,—

DRUKARNIA UNIwersytetu IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU

JÓZEF ŚMIGIELSKI*

Gdańsk

Integracja nauki i jej znaczenie dla dalszego rozwoju twórczej działalności badawczej

Przy dyskutowaniu jakiegokolwiek problemu zakłada się zwykle, że znaczenie używanych, podstawowych pojęć jest ogólnie znane, można więc nie zajmować się ich precyzowaniem. Sytuacja taka nie zachodzi jednak w przypadku terminów „nauka” i „naukowy”, co do których znaczenia brak jest powszechnie uzgodnionej, jednolitej opinii. Nie chodzi tu oczywiście o naukę jako system instytucji zajmujących się badaniami, ani też o proces przyswajania wiadomości (uczenia się), ale o specyficzną działalność polegającą na uzyskiwaniu informacji i ich twórczym przetwarzaniu. Istnieją różne propozycje definicji tak rozumianej „nauki”, np. J. Szczepańskiego [1], M. Mazura [2] albo naukowców radzieckich W.W. Nalimowa i Z.M. Mułcenki [3], ale mimo to brak jest jednoznacznych przesłanek pozwalających zakwalifikować określoną działalność jako naukową. W tzw. „naukach technicznych” wiele prac, które w przemyśle byłyby jedynie rozwiązywaniem problemu produkcyjnego czy udoskonalaniem urządzeń, uznaje się za „naukowe” jeśli tylko są realizowane na uczelni, albo w specjalnym instytucie badawczym. Szczególną trudność stwarza poszukiwanie „wspólnego mianownika” naukowości pomiędzy badaniami w zakresie dyscyplin zmatematyzowanych oraz przyrodniczych i badaniami z dziedziny filozofii, językoznawstwa, historii czy pedagogiki, poza jednakową hierarchią i nomenklaturą stopni i tytułów. Świadczą o tym m.in. tematy rozpraw doktorskich z różnych dziedzin, które mogą wydawać się dość zaskakujące np. dla reprezentantów nauk ścisłych [4].

Nie próbując rozstrzygnąć tych dylematów, można uznać za naukową działalność zmierzającą do poszukiwania odpowiedzi na pytania, na które nikt dotąd nie odpowiedział, przy zastosowaniu metod umożliwiających udowodnienie słuszności odpowiedzi [2]. Działalność taką można również nazwać po prostu badawczą nie troszcząc się o dziedziny, których anglosasi nie uznają za „science”.

Dylematy te powstały w dużej mierze w związku z żywiołowym rozwojem działalności badawczej i jej instytucjonalizacją w ciągu ostatniego stulecia. Pierwotnie działalność badawcza uprawiana była „kameralnie”, głównie na uniwersytetach w niewielu zróżnicowanych kierunkach, a cała istniejąca wiedza mogła być opanowana przez jednego człowieka.

* Prof. nadzw. dr hab. inż., Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk.

Obecnie nie jest to już możliwe, gdyż specjalizacja posunęła się tak daleko, że nawet najwybitniejsze umysły są w stanie opanować tylko stosunkowo wąskie wycinki wiedzy. Ponieważ prace badawcze wykonywane są z reguły zespołowo i zatrudnia się przy nich ogromną liczbę pracowników pomocniczych, więc wskutek tego zatarły się granice pomiędzy działalnością naukową-koncepcyjną i nienaukową oraz takimi określeniami jak: uczoney, naukowiec, pracownik naukowy. W praktyce za pracę naukową uważa się po prostu wszelkie prace wykonywane w uczelniach wyższych i w instytucjach zwanych naukowymi, a w szczególności te prace, których rezultaty są publikowane. Wskutek tego nie bardzo wiadomo jak rozumieć stwierdzenie, że współcześnie „żyje i działa 90% naukowców wszystkich czasów” [5].

Jak wynika z danych statystycznych [5] liczba n pracowników nauki podwaja się w ciągu czasu $\tau_n = 10$ lat. Przyrost ten określa równanie

$$\frac{dn}{n} = \frac{\ln 2}{\tau_n} dt, \quad (1)$$

którego rozwiązaniem jest funkcja wykładnicza o postaci

$$\frac{n_2}{n_1} = e^{\frac{\ln 2}{\tau_n} (t_2 - t_1)}. \quad (2)$$

Jednocześnie obserwuje się podwajanie nakładów na naukę w ciągu $\tau_k = 5,5$ lat. Oznacza to, że koszty K nauki rosną zgodnie z relacją

$$\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^{1,8}. \quad (3)$$

Tylko niewielka jednak część naukowców wnosi trwały wkład do nauki. Ich liczba N podwaja się w ciągu czasu $\tau_N = 20$ lat. A zatem udział wybitnych naukowców zmniejsza się ze wzrostem ogólnej liczby pracowników naukowych, co określa związek:

$$\frac{N_2/n_2}{N_1/n_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^{-\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

Udział ten oceniany przez N. Wienera [6] w latach 50-tych na ok. 5%, wynosi zatem obecnie tylko ok. 2%.

Jak wynika z tych danych nakłady na naukę rosną znacznie szybciej niż uzyskiwane efekty, gdyż

$$\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^{3,6}. \quad (5)$$

Dostrzegalnym objawem tego stanu jest zalew publikacji, których ukazuje się 600 tys. rocznie w 35 tys. czasopiśmie*, wymykający się wszelkiej merytorycznej kontroli [7]. Wobec wytworzenia się specyficznych „języków naukowych” i przy krańcowo zawężonej tematyce prezentowane rezultaty są zrozumiałe, interesujące i dostępne jedynie dla bardzo wąs-

* Stan z roku 1950 nie uwzględniający bardzo licznych opracowań (raportów) wewnętrznych; w literaturze brak nowszych danych.

kiego grona specjalistów w określonej dziedzinie [8]. W krańcowym przypadku mniejszych krajów i języka publikacji o małym zasięgu światowym jedynymi czytelnikami mogą być tylko recenzenci, których też czasem nie jest łatwo znaleźć.

Jak stwierdzono [5] około 10% publikacji nie cytuje się w ogóle, 10% cytuje się 1 raz i 10% – 2 razy. Biorąc pod uwagę, że dotyczy to publikacji w języku angielskim o dużym zasięgu oraz, że autorzy cytują zwykle sami siebie, liczby te świadczą o wątpliwej użyteczności informacyjnej znacznej części publikacji.

Wiele prac polega na jałowych poznawczo manipulacjach matematycznych przy całkowicie sztucznych, nierealistycznych założeniach albo na formułowaniu znanego problemu w innym „języku matematycznym” [8]. Treścią innych prac są wyrwykowe wyniki badań doświadczalnych zależności fizycznych w różnych konfiguracjach, które mogą być powielane w nieskończoność przy stosunkowo niewielkim nakładzie wysiłku, nie wnosząc jednak niczego do ogólnej wiedzy. Często spotyka się również prezentacje wielokrotnie tego samego problemu pod nieznacznie zmodyfikowanymi tytułami, gdyż nie działają odpowiednie instrumenty selekcyjne. Jak to sformułował pewien fizyk „spieszymy się z publikacją wyników, aby nas ktoś nie ubiegł, więc często zdarzają się błędy, wtedy je prostujemy i w ten sposób mamy od razu dwie publikacje”.

Śledzenie postępu i stanu badań oraz rozwoju wiedzy w określonej dziedzinie jest w tych warunkach możliwe jedynie dzięki temu, że 50% prac o istotnym znaczeniu ukazuje się w 2% tytułów czasopism o wyższej randze [3] – reszta stanowi bezwartościowy „szum informacyjny”, powstający jako „dorobek naukowy” autorów, konieczny z punktu widzenia ich kariery życiowej.

Nieograniczony wzrost liczby naukowców, nakładów na naukę i liczby publikacji napotykać musi naturalną przeszkodę, którą stanowi ogólna liczba ludzi posiadających określone predyspozycje intelektualne oraz ograniczoność środków materialnych. W związku z tym ujawnia się działanie mechanizmów tłumienia adaptacyjnego. Odzwierciedla to zmiana charakteru zależności określającej prawo wzrostu, która wynika z równania:

$$\frac{dn}{n} = c(n_{\infty} - n) dt, \quad (6)$$

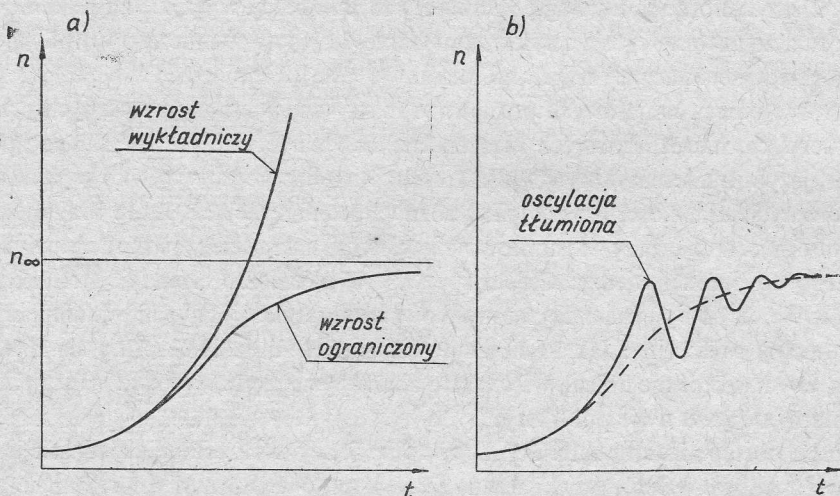
gdzie n_{∞} jest to graniczna wartość n . Zależność ta ma postać

$$\frac{n_2}{n_1} = \left[\frac{n_1}{n_{\infty}} + \left(1 - \frac{n_1}{n_{\infty}} \right) e^{-cn_{\infty}(t_2 - t_1)} \right]^{-1}. \quad (7)$$

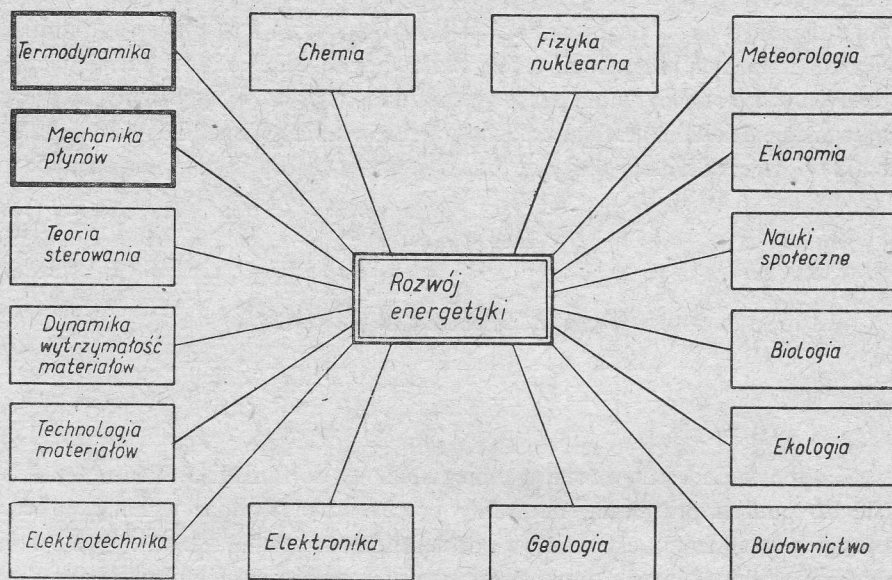
Dla $n \ll n_{\infty}$ odpowiednia krzywa ma przebieg zbliżony do funkcji wykładniczej. Przy zbliżaniu się do punktu przecięcia, naturalny proces wzrostu może wykazywać oscylacje, które ulegają wytłumieniu, jeśli działają odpowiednie sprzężenia zwrotne (rys. 1).

Dalszy prawidłowy rozwój nauki wymaga gruntownej rewizji powszechnie obowiązujących obecnie konwencji pod kątem widzenia przywrócenia działania mechanizmów samoregulacyjnych oraz zerwanych związków i sprzężeń wewnętrznych, co mogłaby zapewnić jedynie reintegracja wewnętrzna nauki. Niezależnie od tych względów, większa integracja działalności badawczej pozwoliłaby na lepsze opanowanie „dziedzin stykowych” i „problemów interdyscyplinarnych”, które stwarzają obecnie największe możliwości poznawcze

[9], warunkujące postęp oraz zapewniające konstruktywne przenoszenie osiągniętych już rezultatów i metod wypracowanych w jednej dziedzinie do innych, zamiast żmudnego, wielokrotnego „odkrywania Ameryki” spowodowanego niewiedzą. Taką próbę „całościowego ujęcia” stanowiła cybernetyka i teoria systemów, ale ich wpływ okazał się dość ogra-



Rys. 1. Wzrost wykładniczy i ograniczony oraz wzrost z tłumioną oscylacją

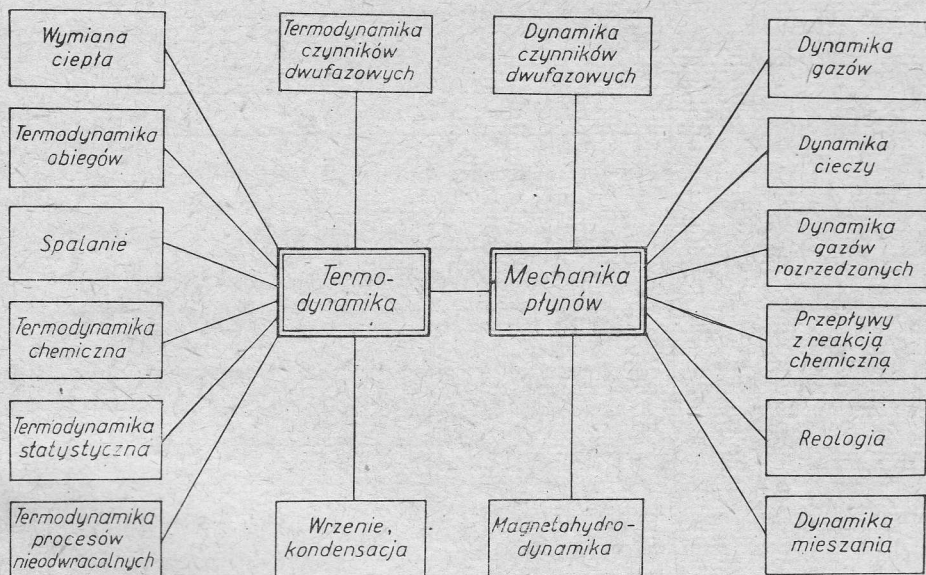


Rys. 2. Dziedziny nauki związane z rozwojem energetyki

niczony, gdyż podejście ułatwiające wartościowanie i weryfikację pozostaje w sprzeczności z interesami dużej części środowiska naukowego preferującej dotychczasowe konwencje „separatyzm oraz „hermetyczność”.

Specjalizacja w nauce, która przyczyniła się poprzednio do jej imponującego rozwoju przybrała takie rozmiary, że na obecnym etapie staje się czynnikiem hamującym dalszy postęp. Można ją określić lapidarnie jako „wiedzę wszystkiego o niczym” w przeciwstawieniu do drugiej krańcowości, którą stanowi „wiedzieć nic o wszystkim”. Skupiając uwagę dla przykładu na zagadnieniu rozwoju energetyki trzeba stwierdzić, że jego wszechstronne rozwiązanie wymaga zaangażowania specjalistów z bardzo różnorodnych dziedzin wiedzy, których znaczna część nie zalicza się do nauk technicznych (rys. 2).

Dotychczasowe podejście, które charakteryzowała jednostronność i wycinkowość, spowodowało ujawnienie się nieprzewidzianych i nie branych pod uwagę, niepożądanych, ubocznych i środowiskowych ograniczeń, takich jak brak wody. Dyskwalifikują one projektantów i planistów, gdyż stawiają pod znakiem zapytania użyteczność wielu kosztownych inwestycji.



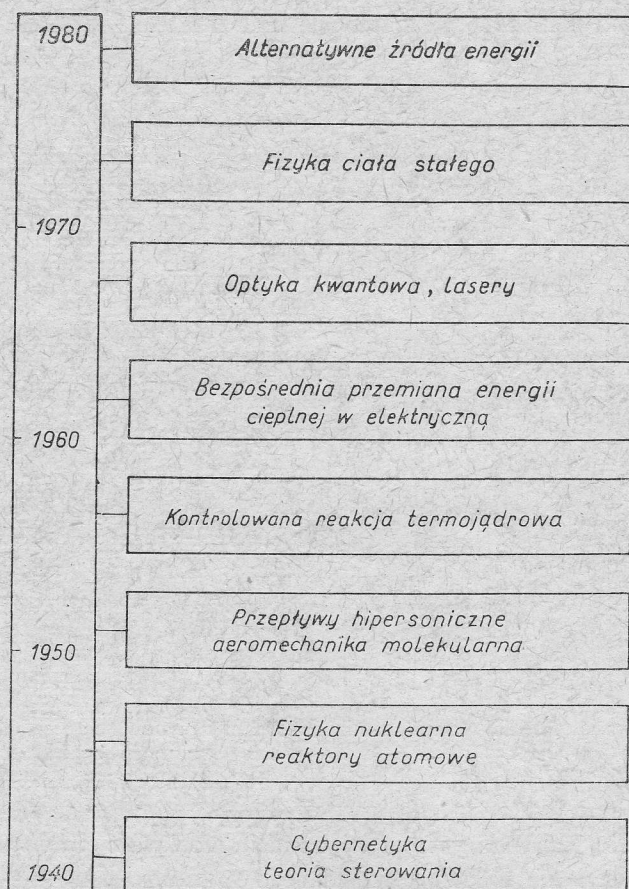
Rys. 3. Podział termodynamiki i mechaniki płynów na specjalności

Sytuację pogarsza jeszcze to, że poszczególne dziedziny dzielą się na jeszcze węższe specjalności (rys. 3), których reprezentanci zatracili możliwość efektywnego porozumienia się pomiędzy sobą i nie wykazują wzajemnego zainteresowania dla swoich osiągnięć. Wytworzyła się więc sytuacja, którą określa się jako „wieżę Babel w nauce” [8].

Ze względu na bardzo szybki rozwój badań wciąż pojawiają się nowe dziedziny (rys. 4), które po „wyeksplorowaniu” starzeją się, wobec czego pracownik nauki zmuszony jest w ciągu swej aktywności zawodowej do wielokrotnego „przekwalifikowania się” i opanowywania nowych dla siebie dyscyplin, jeśli nie chce znaleźć się w ślepych zaułku i ograniczyć się do uprawiania jałowej poznawczo „scholastyki naukowej”. Dotyczy to zarówno całej wiedzy jak i jej poszczególnych działów. W dziedzinie rozwoju energetyki przewiduje się, że w roku 2000 przeszło połowa zużywanej energii będzie wytwarzana przy zastosowa-

niu nowych metod i procesów, zapewniających najbardziej efektywne wykorzystanie surowców energetycznych oraz źródeł odnawialnych, a także ochronę środowiska (rys 5) [10].

Integracja nauki wiąże się również z rozszerzaniem zakresu zainteresowań i wiedzy, wskutek czego przyczynia się do rozwijania inwencji twórczej, pomysłowości i wyobraźni oraz działa inspirująco. Zasklepianie się natomiast na wąskich wycinkach wiedzy ogranicza horyzonty myślowe i wyjaławia, albo prowadzi do erudycji hamującej działalność koncepcyjną, wskutek przeświadczenia o nierealności nowych pomysłów i nadmiernego krytycyzmu.

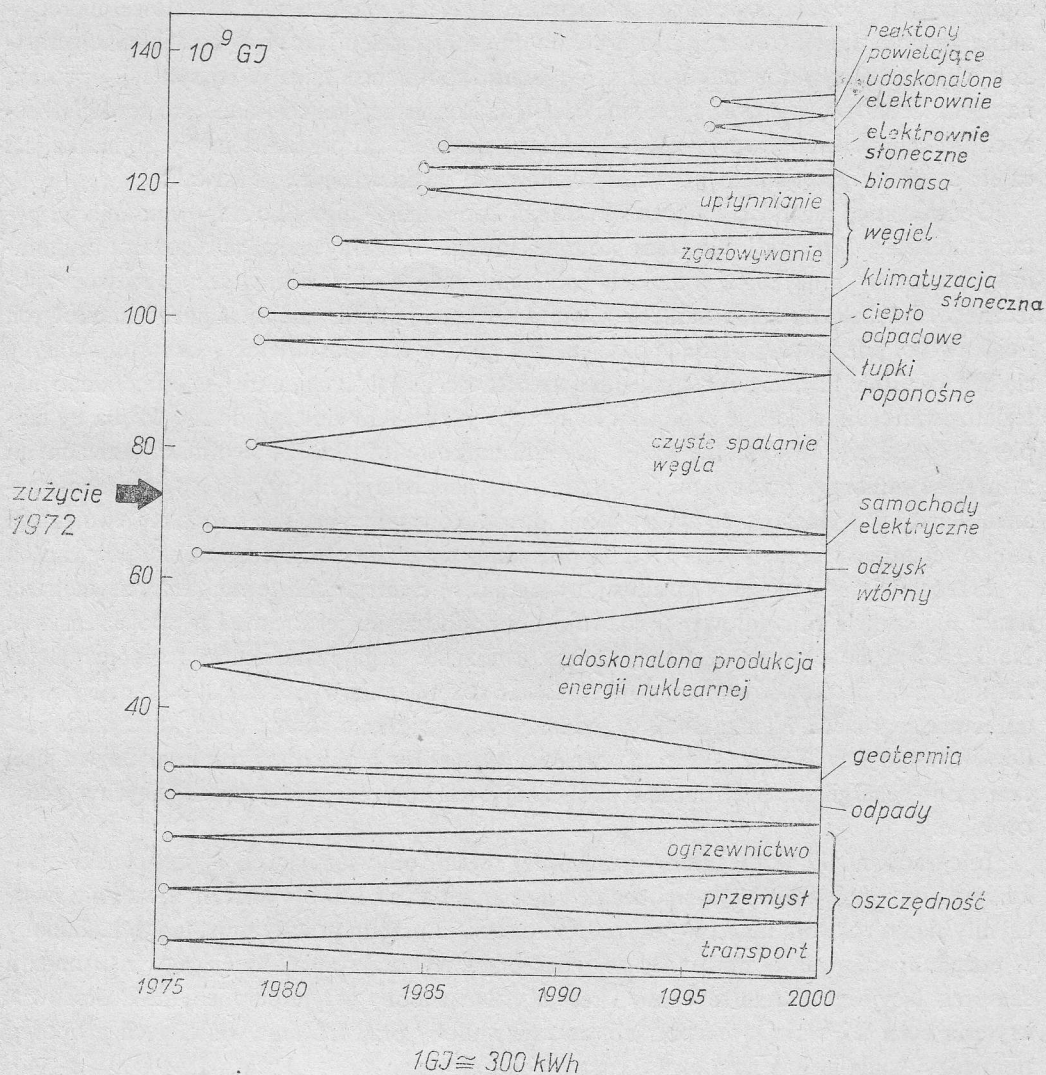


Rys. 4. Powstawanie i intensywny rozwój niektórych nowych dziedzin techniki

Wykazywana przez pracowników naukowych znajomość takich dziedzin, jak psychologia stosowana, nauka o organizacji czy logika (zasady wnioskowania) sprzyja ponadto podnoszeniu efektywności kierowania pracami badawczymi, które są z reguły realizowane w dużych zespołach złożonych ze specjalistów w różnych dyscyplinach [11].

Wszelka działalność ludzka powinna przyczyniać się pośrednio albo bezpośrednio do

zaspokajania potrzeb społecznych. Ogólnie biorąc można wyróżnić cztery rodzaje takiej działalności: produkcyjną, usługową, naukową i artystyczną, przy czym granice pomiędzy nimi są nieostre, gdyż przenikają się one wzajemnie. Działalność naukowa i do pewnego stopnia artystyczna przejawiają jednak tendencję do autonomizacji albo „dezintegracji



Rys. 5. Przewidywany udział nowych metod wytwarzania i oszczędzania energii w roku 2000 w USA

zewnątrznej”. Powiązania z innymi formami działalności ulegają zanikowi, wskutek tego uzyskiwane efekty są społecznie mało użyteczne. Społeczeństwo jest zawiedzione odczuwając coraz dotkliwiej skutki żywiolowego rozwoju cywilizacji i brak poprawy w ogólnej jakości życia. Nauka oferuje jedynie coraz bardziej wyrafinowane urządzenia techniczne,

których rzeczywista użyteczność okazuje się często problematyczna, natomiast „efekty poznawcze” w formie publikacji są niedostępne nie tylko dla przeciętnego człowieka, ale także dla naukowców reprezentujących inne dziedziny, czy nawet specjalności. Mimo wciąż rosnących nakładów na badania nauka nie stara się rozwiązywać problemów kompleksowych, z których wynikają liczne niedogodności (niszczenie środowiska naturalnego, niehigieniczny tryb życia powodujący schorzenia, nieefektywne systemy oświatowe, nieracjonalna gospodarka surowcami, kryzysy ekonomiczne) zasklepiając się w dociekaniach cząstkowych i rozwiązywaniu zadań, na które brak zapotrzebowania. W tej sytuacji powstają napięcia i kontrowersje oraz społeczne działania kontestacyjne, co skłania do rewizji obecnych funkcji nauki i ich sprecyzowania. Jak to sformułował prof. Arcimowicz „nauka jest często tylko zaspokajaniem prywatnej ciekawości na koszt społeczeństwa”.

Obecnie staje przed nauką coraz wyraźniej konieczność nie tylko odpowiadania na pytania „dlaczego” i „jak”, ale także kompleksowego przewidywania całokształtu długofalowych skutków i następstw wszelkich poczynąń, ważnych z punktu widzenia rozwoju społecznego. Istotne znaczenie miałyby również większa popularyzacja osiągnięć naukowych i ciekawości poznawczej wśród społeczeństwa, gdyż w ten sposób efekty badawcze stałyby się bezpośrednio użyteczne, tak jak efekty twórczości artystycznej, a nie jedynie po ich zmaterializowaniu się w formie produktu konsumpcyjnego. Aby do tego doszło trzeba by najpierw „spopularyzować naukę wśród samych naukowców”, którzy swoimi ograniczonymi zainteresowaniami i postawami życiowymi, odzwierciedlającymi przyjęty powszechnie system wartości, wykazują, że wyżej cenią dobra konsumpcyjne niż produkty twórczości naukowej z dziedzin nie związanych bezpośrednio z wąskim obszarem własnej aktywności.

Przedstawiona sytuacja scharakteryzowana jako dezintegracja wewnętrzna i zewnętrzna nauki nie sprzyja prawidłowemu rozwojowi i podnoszeniu jej prestiżu w społeczeństwie. Naukę czyni się odpowiedzialną za nieprzewidziane negatywne skutki rozwoju cywilizacji, gdyż od naukowców można by oczekiwać rozbudzania wyobraźni społecznej i uświadamiania zagrożeń. Wymagałoby to jednak przezwyciężenia silnego partykularyzmu środowiskowego i wyjścia z „koleiny” wąskiej specjalizacji i jednostronności angażującej całe zasoby energii, ale przy obecnie obowiązujących konwencjach gwarantujących sukcesy osobiste.

Integracja nauki wymagałaby gruntownej rewizji obowiązujących w środowisku naukowym konwencji preferujących obecnie prace analityczne, które w znacznym stopniu przyczyniły się do rozwoju nauki w poprzednim okresie, kosztem prac syntetyzujących. Zmiany w pożądanym kierunku można by osiągnąć przez wykorzystanie istniejącego instrumentu samoregulacyjnego, jakim są opinie i recenzje. Należałoby w tym celu jedynie dostosować kryteria ocen do istniejących potrzeb, co zapewniłoby przywrócenie właściwych proporcji pomiędzy działalnością naukową o różnym charakterze.

Warto też rozważyć, w jakim stopniu do realizacji takich zadań przyczyniają się liczne specjalistyczne konferencje naukowe i sympozja. Jak wynika z publikowanych materiałów i obserwacji uczestników, tematyka konferencji naukowych staje się coraz bardziej zawężona, a ich liczba wciąż wzrasta [12]. W latach 1976/77 w czasopiśmie „Mechanical Engineering” zasygnalizowano 140 konferencji odbywających się w ciągu 12 miesięcy, a w czasopiśmie „Physics To-day” aż 330. Biorąc pod uwagę ogromną liczbę uczestników, nie rzadko przekraczającą 1000 osób, i referatów, które zajmują często grube tomy, można

mieć wątpliwości czy i w jakim stopniu ta forma kontaktów sprzyja integracji nauki. W obecnych warunkach bardziej efektywna powinna okazać się zatem działalność regionalnych towarzystw naukowych i popularyzatorów wiedzy.

Niezależnie od prób zmiany istniejących sformalizowanych, a więc sztywnych struktur, byłoby pożądane zainicjowanie bardziej kameralnych form kontaktów przedstawicieli różnych dyscyplin, które obecnie praktycznie nie istnieją. Kontakty takie okazały się szczególnie owocne i inspirujące w przypadku narodzin cybernetyki [9]. Zanim naukowcy znajdą „wspólny język” z całym społeczeństwem, powinni porozumieć się między sobą, przezwyciężając bariery dzielących ich specjalności. Trzeba tylko, aby ktoś o odpowiednio wysokim autorytecie naukowym rozwinął odpowiednią inicjatywę i zechciał patronować takiemu przedsięwzięciu. Przyczyniłoby się to na pewno do wzbogacenia samego środowiska naukowego, a także innych grup społecznych, stymulując działalność twórczą i upowszechniając umiejętność racjonalnego myślenia i działania. Bez tego rozwój techniki nie będzie równoznaczny z postępek społecznym.

Literatura

- [1] J. Szczepański, W. Kozłowski, *Socjologiczne aspekty pracy badawczej*. Zagadnienia Naukoznawstwa nr 2 - 3, 1965, s. 197.
- [2] M. Mazur, *Historia naturalna polskiego naukowca*. PIW, Warszawa 1970.
- [3] W. W. Nalimow, Z. M. Mulczenko, *Naukometria*. WNT, Warszawa 1971.
- [4] Katalog rozpraw doktorskich i habilitacyjnych. PWN, Warszawa-Poznań 1970 i 1976.
- [5] D. J. de Solla Price, *Mała nauka — wielka nauka*. PWN, Warszawa 1967.
- [6] N. Wiener, *Ja — matematik*. Nauka, Moskwa 1964.
- [7] G. A. Boutry, Zalew publikacji. Zagadnienia Naukoznawstwa nr 2, 1971 s. 200.
- [8] Z. U. Mulczenko, W. W. Nalimow, *Wieża Babel w nauce*. Zagadnienia Naukoznawstwa, nr 2, 1971 s. 151.
- [9] N. Wiener, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. The MIT Press, Cambridge, Mass., 1961 (wyd. polskie PWN, Warszawa 1971).
- [10] G. L. Decker, *The Impact of the New Energy Technologies*. Mechanical Engineering, 24, May 1977.
- [11] E. Raudsepp, *Managing Creative Scientists and Engineers*. Macmillan, New York 1963.
- [12] J. Śmigieński, *Konferencje naukowe. Przeobrażenia i symptomy kryzysu*. Zagadnienia Naukoznawstwa nr 3 - 4, 1975 s. 454.