

SEWERYN ŻURAWICKI

## ROZWÓJ BADAŃ OPERACYJNYCH I WYLICZEŃ MASZYNOWYCH W ODNIESIENIU DO ZAGADNIEŃ GOSPODARCZYCH

Badania operacyjne i związana z nimi technika wyliczeń oparta na szybko liczących maszynach elektronowych stanowią dział wiedzy stosunkowo świeżej daty, badania bowiem i zastosowania w tym zakresie liczą zaledwie dwadzieścia lat. Badania operacyjne stanowią właściwie dział prakseologii, jako nauki o racjonalnym postępowaniu, powiązanej ściśle z matematyką stosowaną — a więc dotyczą takich spraw, jak podejmowanie najbardziej racjonalnej w danych warunkach decyzji, dokonywanie najbardziej celowego wyboru, układanie możliwie optymalnego programu współzależnych działań itp. Rzecz prosta więc, że w miarę tego, jak wyżej wspomniane zagadnienia (zwłaszcza na skutek rosnącego interwencjonizmu w życiu gospodarczym) poczęły odgrywać istotną rolę, zarówno w gospodarce socjalistycznej, jak i gospodarce kapitalistycznej (w tej ostatniej przede wszystkim w wyniku wojny i militaryzacji gospodarki), ten właśnie typ dociekań zaczął nabierać w rozważaniach ekonomicznych szczególnej wagi. Są to dociekania o charakterze typowo ilościowym, oparte na kryteriach pochodzących z zewnątrz, dociekania uwzględniające warunki ograniczające daną działalność gospodarczą, nastawione na wynajdywanie wielkości ekstremalnych, ustalanie najbardziej celowej struktury powiązań itd. Nadają się więc *one* zarówno do rozważań o znaczeniu tak mikro- jak i makroekonomicznym, mogą być stosowane na skalę przedsiębiorstwa, gałęzi, rejonu czy całej nawet gospodarki narodowej. Tego rodzaju dociekania nie są, rzecz prosta, związane z żadnymi implikacjami natury poznawczej czy ustrojowej. O tym, czy i na ile proponowane narzędzia mogą być z powodzeniem wykorzystane w ustroju socjalistycznym względnie kapitalistycznym, czy stanowić mogą lub też nie sposób głębszego wniknięcia w istotę zagadnień będących przedmiotem czysto ilościowego traktowania, rozstrzyga, rzecz prosta, nie sama technika badań operacyjnych, lecz ogólna teoria poznania i metodologia nauk. Ponieważ próby wykorzystywania metod matematycznych do analizy zjawisk ekonomicznych podejmowane były już bardzo wcześnie przez ekonomistów burżuazyjnych, ponieważ

badania operacyjne są w pewnej mierze styczne z badaniami ekonometrycznymi, lansowanymi szczególnie w zakresie dociekań nad zjawiskami rynkowymi i koniunkturalnymi, na badaniach operacyjnych ciąży w szerokiej opinii w dużej mierze stygmat ich narodzin.

Próby wyliczeń matematycznych stosowanych w rozważaniach mających gospodarcze znaczenie sięgają XVIII w.; z tego okresu jako podejmujących takie wyliczenia najczęściej wymienia się D. Bermoulliego i C. Beccarię, w pierwszej połowie XIX w., N. F. Canarda, W. Whewella, J. H. Thüнена, a przede wszystkim A. A. Cournota i S. J. Dupuita, którzy starają się włączyć metody matematyczne do rozważań ekonomicznych. L. Walras i V. Pareto, W. S. Jerous, A. Marshall i F. Y. Edgeworth, I. Fisher, R. Auspitz, R. Lieben i Launhardt — żeby wymienić tylko najbardziej znanych przedstawicieli kierunku matematycznego ostatniego ćwierćwiecza XIX w. i pierwszego dziesięciolecia XX w. — również próbują torować drogę zastosowaniom matematycznym w analizie zjawisk ekonomicznych.

Wzrost roli statystyki w życiu gospodarczym w XIX w., próby analizy przebiegu zjawisk rynkowych i koniunkturalnych rodzą w trzydziestych latach naszego stulecia tzw. ekonometrię (nazwę tę przyswoił w 1926 r. literaturze ekonomicznej Ragnar Frisch). Za pioniera ekonometrii może być poczytany przede wszystkim Henry L. Moor, ale dopiero gdy w roku 1931 powstało Towarzystwo Ekonometryczne i poczęto wychodzić czasopismo „Econometrica”, badania typu ekonometrycznego poczęły szerzyć się na szeroką skalę.

Probabilistyczny charakter zjawisk ekonomicznych skłaniał od dawna do refleksji, czy i w jakim stopniu można by wyzyskać w rozważaniach ekonomicznych rachunek prawdopodobieństwa, różne metody iteracji, estymacji itp. W dziedzinie dociekań matematycznych z zakresu probabilistyki prace E. Borela (1928) i J. v. Neumanna (1928) torowały długą drogę, którą wieńczy tzw. „metoda Monte Carlo” uformowana przede wszystkim w pracy N. Metropolisa i S. Uhama w 1949 r. Te dociekania w postaci tzw. gier strategicznych znalazły również odbicie w próbach podjętych przez O. Morgensterna i J. v. Neumanna tudzież wielu innych, powiązania teorii gier z różnymi modelami aktywności gospodarczej i podejmowania decyzji o znaczeniu ekonomicznym.

Z tego konglomeratu różnych prób i wątków myślowych zrodziły się w dobie drugiej wojny światowej, przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych, pomysły wykorzystania algorytmów matematycznych tam, gdzie zachodzi konieczność programowania współzależnych działań (m. in. na odcinku gospodarczym), co stało się podstawą narodzin „operation research”. Przesłanki dla takich pomysłów istniały już — jak wskazywano — dawniej (warto tu wskazać, że już w koncepcji F. Wiesera

„teorii rozliczeń” i w koncepcji „krańcowej produktywności czynników produkcji” J. B. Clarka zawarte są wszystkie elementy, które wchodziły w skład współczesnych „badań operacyjnych”). Być może, że w jakimś stopniu przyczyniły się do tego również filiacje myślowe związane sugestiami E. Barone czy też dyskusji na temat możliwości względnie niemożliwości stosowania rachunku ekonomicznego w gospodarce planowej (którą zapoczątkował v. Mises).

W czasie drugiej wojny światowej problem konwojów morskich, jak również problem diety dla żołnierzy zapoczątkował szereg rozważań, które dały pozytywne efekty w rozwiązaniach M. K. Wooda i G. B. Dantziga i doprowadziły już w 1947 r. do pojawienia się tzw. metody simplex i w ogóle, tzw. programowania liniowego. Rok 1951 może być poczytywany za tę cenzurę, która wyprowadza badania nad programowaniem współzależnych działań z okresu embrionalnego. W roku 1949 ma w Chicago miejsce konferencja, a w 1951 sympozjum w Waszyngtonie na temat programowania liniowego. W roku 1952 i 1953 C. Hitch i J. Marschak zakładają czasopisma „Operations Research” i „Management Science”, a następnie pojawiają się „Journal of the Operations Research Society”, „Recherché Opérationelle”, „Unternehmensforschung” itd. Pierwsze efektywne wyliczenia w zakresie programowania liniowego przy pomocy szybko liczącej maszyny elektronicznej zostały dokonane w styczniu 1952 r. Odtąd „badania operacyjne” rozwijają się w niesłychanie szybkim tempie. W zakresie programowania liniowego rozwijane są coraz to nowe techniki. Tak np. teoremat dualu, postawiony w 1947 r. przez v. Neumanna, wprowadza na dobre do rozważań o charakterze ekonomicznym w 1951 r. D. Gale, H. W. Kuhn i A. W. Tucker, zaś A. Charnes, W. W. Cooper i B. Mellon w 1954 r. zastosowują prostą procedurę transformacji problemów prymarnych w dualne i odwrotnie. Graficzne metody rozwiązań zaprezentowali w sposób plastyczny w 1957 r. R. L. Ackoff, E. L. Arnoff i C. W. Churchman, w tym samym czasie wielokrotnie modyfikowano wynalezioną przez Dantziga metodę simpleksową, korygowano różne metody iteracji i aproksymacji w tzw. problemach transportowych, a kiedy programowanie liniowe okazało się w wielu wypadkach zawodne, podjęto próby stworzenia tzw. programowania dynamicznego (pierwsze poczynania w tym kierunku przynależą do A. Walda — 1950, i R. Bellmana — 1951), w roku 1957 wychodzi z druku praca tego ostatniego pt.: *Dynamic Programming*, która operuje już funkcjonalami, posługuje się mnożnikami Lagrange'a, wprowadza do rozważań procesy ergodyczne i łańcuchy Markowa itd. (dalsze innowacje wprowadza tu dopiero R. Howard w 1960).

Nie jest zadaniem niniejszego artykułu jakieś szczegółowe omówienie zagadnień, które wchodziły w domenę rozważań Operations Research,

czytelnik zainteresowany problemami i techniką, jaką tzw. badania operacyjne poruszają, znajdzie ją łatwo w takich pracach, jak np. Ackoffa *Operations Research and National Planning* (1957), C. Hitcha *Operations Research* (1957), P. F. Lazarsfelda *Mathematical Thinking in the Social Science* (1954), J. Marschaka *Elements for Theory of Theams* czy H. Shubika *Strategy of Market Structure* (1954). Na szczególną uwagę interesujących się problematyką badań operacyjnych zasługują też publikacje Amerykańskiego Towarzystwa dla Badań Operacyjnych, redagowane przez G. Shortleya, a zwłaszcza tom V tego wydawnictwa pt. *Progress in Operations Research* (1961).

W innym zupełnie kręgu myślowym, chociaż niekiedy dla podobnych celów, powstała w Związku Radzieckim tzw. planometryka (termin wprowadzony do literatury przez Niemczynowa). Geneza planometryki jest inna, wiąże się ona bowiem integralnie z potrzebami socjalistycznego planowania zarówno w skali ogólnonarodowej, jak i odcinkowej; oczywista, że często, zwłaszcza w zakresie zagadnień mikroekonomicznych, podobieństwa między planometryką a badaniami operacyjnymi są dość bliskie. Próby powiązania planowania z matematyką stosowaną w Związku Radzieckim sięgają bardzo odległych czasów. Już w latach dwudziestych P. I. Popow, L. N. Litoszenko, F. G. Dubrownikow, A. J. Morozow, M. Barengolc, Groman i in. podejmowali opracowywanie bilansów gospodarki narodowej przy pomocy techniki macierzowej (którą zapożyczył też od wyżej wymienionych amerykański pisarz W. Leontiew). W dziedzinie rozmaitych wyliczeń mających usprawnić działalność gospodarczą przedsiębiorstw radzieckich na szczególną uwagę zasługuje metoda opracowana przez Ł. W. Kantorowicza (tzw. czynników rozwiązujących) już w roku 1939, przy okazji rozwiązywania zadań produkcyjnych dotyczących optymalnego obciążenia obrabiarek, rozkroju materiałów itp. Także W. W. Nowożyłow już w latach 1939—1946 opublikował szereg artykułów dotyczących wykorzystania algorytmów matematycznych w związku z planowaniem. Konieczność obliczania w gospodarce socjalistycznej nie tylko bezpośrednich, ale i pośrednich nakładów, konieczność wypracowania uzasadnionych normatywów zasobów, postulat ujawniania rezerw, konieczność opracowywania wskaźników, współczynników technicznych itd. uzasadnia korzystanie z metod matematycznych w socjalistycznym planowaniu jeszcze w wyższym stopniu niż w kapitalistycznych próbach (bardzo zresztą zawodnych) programowania czy koordynowania współzależnych działań. W socjalistycznej gospodarce statystyka i wyliczenia ilościowe stają się koniecznością. Programowanie liniowe w połączeniu z szybkołiczącą (elektronową) techniką wyliczeniową daje możliwość, pod warunkiem prawidłowo przyjętych kryteriów ocen i właściwego stopnia aproksymacji, uzyskiwania w socjalistycznym

planowaniu pozytywnych efektów. Już w chwili obecnej w Związku Radzieckim, w krajach demokracji ludowej ma szerokie zastosowanie programowanie liniowe i elektronowa technika wyliczeniowa np. w takich zagadnieniach, jak: ustalanie przewozów materiałów budowlanych transportem samochodowym, ustalanie przebiegu pustych wagonów, optymalnego planu lotów samolotów pasażerskich, ustawienie floty morskiej w portach, optymalne rozmieszczenie zbiorników ropy itd. przy pomocy bądź algorytmów transportowych, bądź metod potencjałów (Kantorowicz-Gawurin), bądź metod simplex, modi, VAM czy też innych. Usprawnienie prac nad planem, mechanizacja tych prac, obliczanie zapotrzebowania materiałowego w kombinatach itd. dokonuje się w ZSRR i w innych krajach socjalistycznych w wielu wypadkach przy pomocy rachunku macierzowego.

W kwietniu 1960 r. w Moskwie odbyła się naukowa konferencja w Akademii Nauk ZSRR, na której szeroko rozważano możliwości wykorzystania metod matematycznych w planowaniu. Materiały tej konferencji wydane w 1961 r. obejmują siedem tomów i poruszają (z ważniejszych) takie sprawy, jak np. wykorzystanie matematycznej analizy w zagadnieniach socjalistycznej reprodukcji, zastosowanie matematycznych algorytmów w planowaniu i eksploatacji transportu, wykorzystanie programowania liniowego w różnych dziedzinach gospodarki, problem bilansów międzygałęziowych i międzyrejonowych, wykorzystanie matematyki stosowanej w wyliczeniach o charakterze techniczno-ekonomicznym, a wreszcie problem prawidłowego wykorzystania statystyki matematycznej. Także konferencja warszawska z września 1962 r., która odbyła się w PAN, a która między innymi poruszała takie sprawy, jak: programy optymalizacji kosztów transportu, badania operacyjne w handlu, w kolejnictwie, transporcie samochodowym itp., poruszyła szeroki zakres problemów. Wszystko to jest chyba wymownym wyrazem narastających potrzeb coraz szerszego korzystania z metod matematycznych przy wyliczaniu postulowanych efektów zarówno w produkcji, jak i w innych dziedzinach życia gospodarczego.

Burzliwy rozwój matematycznych metod w odniesieniu do planowania czy programowania współzależnych działań nie byłby jednakże do po-yślenia bez rozwoju elektronowych maszyn szybko liczących. Maszyny liczące mają swe prototypy w konstrukcjach Pascala czy Leibnitza, ale elektronowe maszyny cyfrowe są w gruncie rzeczy wynalazkiem dopiero ostatniego dziesięciolecia. Dzięki temu, że maszyny te zdolne są nie tylko liczyć błyskawicznie, ale i przetwarzać ogromną masę informacji, mogą one wyręczyć człowieka w tej części jego pracy myślowej, która nosi schematyczny charakter. Maszyny te mogą wykonywać dziesiątki tysięcy działań w ciągu jednej sekundy i operować milionami cyfr. Wielka ilość

danych statystycznych i ewidencyjnych niezbędnych dla opracowania planu czy programu wymagałaby dla swej analizy niezmiernie długiego czasu i zaabsorbowania ogromnej rzeszy ludzi, Zdolność maszyn szybko liczących do przetwarzania danych w czasie bardzo krótkim pozwala też na konstruowanie licznych wariantów dopuszczalnych rozwiązań i wzajemnego ich porównywania celem wyboru rozwiązania optymalnego. Tak np. wyznaczenie optymalnego, z określonego punktu widzenia, wariantu dystrybucji, najlepszej rejonizacji masy towarowej, a nawet samo uzgadnianie wewnętrznej zgodności planów daje się szybko ustalić, ale tylko pod warunkiem korzystania z maszyn szybko liczących. Wyliczanie efektów wynikających z przyjętych założeń nie jest, rzecz prosta, celem samym w sobie, lecz sposobem uzyskiwania danych porównawczych dla podjęcia właściwej decyzji; przy pomocy szybko liczących maszyn udaje się więc możliwe szybkie zestawianie i porównywanie hipotetycznych rozwiązań przed ostateczną redakcją dyrektyw planu. Dzięki technice maszynowej stało się możliwe nadto opracowanie materiałów pod określonym kątem widzenia w skali i tempie dotąd niespotykanym. Przerzucenie na maszynę wielu czynności umysłowych, ale w gruncie rzeczy zupełnie jałowych (choć bardzo pracochłonnych) otworzyło nowe możliwości ocen i wysnuwania dalekosiężnych wniosków.

Cyfrowe maszyny elektronowe (których pierwszy schemat zaproponował v. Neumann) wymagają jednakże przygotowania odpowiedniego, zakodowanego programu, co nie jest bynajmniej ani sprawą łatwą, ani dającą się szybko zrealizować. Maszyny te więc wymagają dla swej obsługi wysokich kwalifikacji i to nie tylko matematycznych. Potrzebna jest tu nie tylko umiejętność odpowiedniego kodowania „zrozumiałego” dla danej maszyny, ale nadto uchwycenia takich algorytmów, które po możliwie najmniejszej ilości „kroków” prowadzą nas do celu. Właściwie mówiąc o maszynach szybko liczących mówimy o całym agregacie maszyn o dość wyspecjalizowanym charakterze (analizatory do różniczkowania, korelatory do wyliczania współczynników i funkcji korelacji, maszyny do posługiwania się rachunkiem prawdopodobieństwa — przede wszystkim „metodą Monte Carlo”, itd.). Każda elektronowa maszyna licząca składa się z trzech, jednakże zawsze zasadniczych części: aparatury arytmetycznej, „pamięci” i aparatury sterującej. Pierwszy sygnał, jaki otrzymuje maszyna, to informacja w postaci kodu operacji. Jest to uprzednio opracowany program, który decyduje co z „pamięci” maszyny i w jakim porządku ma być wybrane. Tak wybrane i odpowiednio zaadresowane cyfry i rozkazy kierują się do aparatury arytmetycznej, która wykonuje postulowane operacje. Najbardziej celowy przy tym okazał się dwójkowy system liczenia pozycyjnego. Wprowadzenie cyfr dokonuje się z reguły przy pomocy zapisów na perforatorach (obecnie najczęściej

z celuloidowej taśmy). Ponieważ lampy elektronowe posiadają właściwość wytwarzania prądu w jednym kierunku i tworzenia różnych poziomów napięcia, spełniają one warunki niezbędne dla reprezentowania systemu dwójkowego. Najprostszą lampą są tu diody, katoda w wysokiej temperaturze emituje elektrony i jeśli anoda będzie posiadać pozytywny, a katoda negatywny potencjał, to przez diodę przejdzie prąd, w przeciwnym wypadku zaś nie — a to doskonale imituje algebrę Boole'a. W ogóle należy podkreślić, że przy wykorzystywaniu maszyn elektronowych decydującą rolę odgrywa nie tyle matematyka, ile logika matematyczna. Algebra logiki stała się swoistym rachunkiem zdań i pozwala na (do pewnego stopnia) automatyczne rozwiązywanie zadań związanych z analizą, jak i syntezą schematów niezbędnych dla jednoznacznego określenia programów. Koniunkcja, alternatywność czy równoważność zdań czy też tzw. operacje Scheffera odgrywają tu doniosłą rolę. Przygotowanie programu dla maszyny zawiera dwa etapy — pierwszy zawiera wybór metody liczbowych rozwiązań, granice itd., a więc oznacza proces arytmetyzacji problemu (często etap ten bywa określany mianem „modelowania” problemu) oraz drugi etap, który ustala, w jakim porządku będzie wykonywany proces wyliczeniowy.

Jest rzeczą oczywistą, że ani w procesie stawiania zagadnień, ani w stadium oceny wyników, jakich dostarczyła maszyna wyliczeniowa, nie wystarczy być matematykiem, zresztą we wszystkich fazach zabiegów związanych z wyliczaniem postulowanych proporcji, efektów czy strukturalnych powiązań symbioza ekonomisty, planisty i matematyka jest nieodzowna, podkreślam symbioza, a nie sama tylko współpraca. Znajomość warunków konkretnych, tendencji rozwojowych, powiązań przyczynowo-skutkowych występujących w procesach ekonomicznych na danym etapie historycznym jest tu czynnikiem determinującym i dlatego rola ekonomisty pozostaje i przy dociekaniach natury czysto ilościowej rolą główną, zadaniem jego jest tu czuwać, by przy tzw. modelowaniu danego zagadnienia ekonomicznego, a więc przy przekładaniu założeń i postulatów na język formalnych cyfr nie nastąpiła ich deformacja; tu również nie wystarczy przekazać zadanie matematykowi (jeśli ten nie jest równocześnie ekonomistą), gdyż właśnie przy formalizowaniu zagadnienia, przy ustalaniu niezbędnego stopnia aproksymacji warunkującego trafne rozwiązanie itp. znajomość jakościowych aspektów badanego zagadnienia jest *conditio sine qua non*. Oczywiście, że w związku z tym ekonomista planometryk musi też być fachowym matematykiem, dobór bowiem właściwych algorytmów itd. jest znowu związany zarówno ze znajomością danego ekonomicznego problemu, jak i szerokiego wachlarza metod matematycznych. Warto może też w tym miejscu przytoczyć wypowiedź amerykańskiego wybitnego ekonomisty i znawcy badań

operacyjnych, który na łamach „American Economic Review”, nr 4 z roku 1960, w artykule pt. *Operation Research*, podkreślał z naciskiem, że w dziedzinie praktyki gospodarczej jest rzeczą o wiele ważniejszą wiedzieć, jak zareagować na zmiany niż wiedzieć, jak uzyskać rozwiązanie w pozornie stabilnych warunkach; a więc wszelkie wyliczenia muszą być traktowane tylko hipotetycznie, dodajmy od siebie — ale pod kątem widzenia przewidywanych tendencji rozwojowych, a więc jest to niewątpliwie wyłączna domena ekonomisty.

W świetle rozwijającej się coraz bardziej planometryki i badań operacyjnych widać coraz wyraźniej, co może, a czego nie może przynieść nam ten rozwój. Od matematyki nie sposób domagać się więcej niż ona dać może ze swej strony. Jak to trafnie już powiedział kiedyś K. Wickseł, „z tygła matematyki nie wyjmiemy więcej niż to, co tam włożyliśmy”, ale może ona przy pomocy techniki maszynowej nie tylko zaoszczędzić nam wiele jałowych chociaż niezbędnych wyliczeń, które prowadzą dopiero do uchwycenia możliwych wariantów rozwiązań, lecz nadto pomóc nam określić wewnętrzną niesprzeczność tych wariantów dla danych warunków i co więcej — poprzez porównania i dogłębną analizę dokonaną na podstawie uzyskanych danych (stosunkowo szybko, a więc mogących mieć praktyczne dla aktualnej praktyki znaczenie) wyśrodkować rozwiązanie możliwie optymalne według przyjętych za punkt wyjścia kryteriów. W planowaniu jest to już sukces ogromny, zapobiega bowiem woluntarystycznym poczynaniom i wyczekiwaniu ma weryfikację, która w normalnej drodze musiałaby nadejść z bardzo dużym opóźnieniem.

Tak więc rozwój badań operacyjnych i techniki wyliczeniowej stanowi nowy historyczny etap w rozwoju, jeśli nie dociekań ekonomicznych, to w każdym razie w zarządzeniu gospodarką.

Ale jednak aby ta nowa technika wyliczeniowa i matematyczne algorytmy mogły zdać egzamin, konieczne jest zrealizowanie szeregu warunków wstępnych. Konieczny jest taki system ewidencji i sprawozdawczości w zakresie procesów gospodarczych (i nie tylko gospodarczych), który dawałby szybko i adekwatnie obraz aktualnego stanu, dalej stworzenie takich kanałów przekazywania informacji, które zapewniłyby synchronizację danych o stanie gospodarki, a wreszcie wysoko kwalifikowanej kadry planistów, o wysokim poziomie wiedzy ekonomicznej i matematycznej.

Plany i programy stanowią wytyczne dla ludzi, a więc dla jednostek myślących, oceniających i świadomie podejmujących decyzję; ani planometryka, ani cybernetyka nie dadzą więc jakiegось uniwersalnej teorii gospodarowania. Maszyna wykonuje stereotypowo dane jej raz wskazania bez względu na nowo zaistniałe warunki czy specyficzną sytuację,



ale tym też różni się robot (nawet najdoskonalszy) od człowieka. Przy całym burzliwym rozwoju współczesnej techniki wyliczeniowej i postępie w zakresie badań operacyjnych trudno zatem byłoby się zadowolić istniejącym dzisiaj stanem faktycznym. Arsenał, jakim operujemy w zakresie badań operacyjnych, to zaledwie algebra wektorów i macierzy, równań różniczkowych i różnicowych, rachunek prawdopodobieństwa i tyle; jest to zasób narzędzi matematycznych nader skromny w porównaniu do matematycznych zasobów, jakimi rozporządzają inne nauki, a przecież nauki ekonomiczne operują zagadnieniami bardziej złożonymi niż np. termodynamika czy fizyka molekularna. Czy i kiedy znajdziemy dla techniki rozwiązania zagadnień ekonomicznych jakieś odpowiedniki rachunku tensorów, gradientów, szersze zastosowania dla rachunku wariacyjnego, topologii itd., trudno dzisiaj rozstrzygnąć; próby takie są podejmowane zarówno na Zachodzie, jak i na Wschodzie, nie wyszły one jednak, jak dotąd, poza zakres usiłowań i to najczęściej chybionych. Nawet próby cybernetycznego traktowania procesów ekonomicznych są jeszcze w powijakach. Jak długo bowiem sprowadzać będziemy życie gospodarcze tylko w reakcji układu względnie odosobnionego na egzogeniczne bodźce, tak długo wymykać się będzie spod cybernetycznych rozważań to, co dla gospodarki najważniejsze, a mianowicie rodzenie się procesów endogenicznych, wcale nie podobnych do ergodycznych, z jakimi mamy do czynienia przy układzie zmiernym do równowagi.

Jednakże *per aspera ad astra*! Kiedyś nie wierzono, by można było mierzyć ciepło — dziś umiemy to robić doskonale i uczą tego w szkole, może więc też niedługo jest już czas, kiedy problem miary w odniesieniu do zjawisk ekonomicznych stanie się też problemem podręcznikowym, a planometryka nauką ścisłą.