

# Mieczysław Lubański

---

## Filozoficzne aspekty cybernetyki

---

Studia Philosophiae Christianae 9/2, 63-88

---

1973

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MIECZYŚLAW LUBAŃSKI

## FILOZOFICZNE ASPEKTY CYBERNETYKI

1. Cybernetyka i jej działy.
2. Układy cybernetyczne.
3. Sprzężenia układów.
4. Nowy punkt widzenia cybernetyki.
5. Maszyny matematyczne.
6. Terminologia.
7. Zastosowania maszyn cyfrowych.
8. Modelowanie systemów.
9. Uwagi uzupełniające.

### 1. Cybernetyka i jej działy

Prahistorię cybernetyki, od strony terminologicznej, można odnieść aż do Platona, zaś od strony rzeczowej — do ostatnich lat drugiego dziesięciolecia obecnego wieku. Historia cybernetyki, natomiast, rozpoczyna się z chwilą ukazania się w roku 1948, klasycznej już dziś, książki Norberta Wienera pt. *„Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine”*.

Cybernetyka jest nauką pograniczną. Z tego względu posiada duże znaczenie naukowe i dość rozległe horyzonty badawcze. Wymaga jednak rozległego wykształcenia. N. Wiener zalicza tu wykształcenie matematyczne, fizyczne, biologiczne, techniczne, psychologiczne i medyczne<sup>1</sup>.

Pojęcie „przedmiot danej nauki” może być rozumiane na co najmniej dwa sposoby: 1° jako ogół własności lub procesów rozpatrywanych w danej nauce, 2° jako zbiór wszystkich obiektów badanych w danej nauce. Przedmiotem cybernetyki w rozumieniu pierwszym jest transformowanie informacji oraz transformowanie zasileń. Transformowanie informacji nazywa

<sup>1</sup> Zob. N. Wiener, *Cybernetyka czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie*, tłum. J. Mieścicki, Warszawa 1971, 47.

się łącznością, zaś transformowanie zasileń — sterowaniem. Można więc krótko powiedzieć, że przedmiotem cybernetyki (w pierwszym znaczeniu tego terminu) jest łączność i sterowanie. Przedmiotem natomiast cybernetyki w drugim znaczeniu tego słowa są tzw. układy względnie odosobnione<sup>2</sup>.

Termin informacja rozumie się w cybernetyce bardzo szeroko. O informacji można mówić wszędzie tam, gdzie ma miejsce przekazywanie jakichś sygnałów. Zatem procesy informacyjne mogą przebiegać zarówno między ludźmi, jak i między istotami żywymi, jak i wśród przyrody nieożywionej. W każdej informacji odróżnia się nadawcę, odbiorcę, treść informacji oraz jej formę. Łącznością nazywa się, jak pamiętamy, przekazywanie informacji. Toteż można powiedzieć, że nauczanie jest łącznością. Sterowaniem zwie się, jak już było wspomniane, uzyskiwanie zmian w danej sytuacji. Przeto wychowanie może być nazwane sterowaniem<sup>3</sup>.

Ponieważ sterowanie zakłada posiadanie informacji, przeto cybernetykę można jeszcze określić jako ogólną teorię sterowania dowolnych systemów, układów. Przez układ (system) cybernetyczny rozumie się zespół dowolnych elementów, rozważanych jako pewna całość.

Cybernetyka znajduje się w stadium gwałtownego rozwoju. Z tej racji nie jest ściśle określony oraz ustalony jej zakres. Niewątpliwie jednak zalicza się do niej co najmniej następujące działy: 1) teoria sprzężenia zwrotnego, 2) teoria automatów, 3) teoria informacji, 4) teoria predykcji. Gdy idzie o teorię informacji, to istnieje pogląd głoszący, że jest ona dyscypliną szerszą od cybernetyki, ponieważ może mieć zastosowanie w każdej nauce, a nie tylko w takiej, w której zachodzą procesy łączności i sterowania<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Por. H. Greniewski, *Cybernetyka niematematyczna*, Warszawa 1969, 49—50.

<sup>3</sup> Por. H. Greniewski i M. Kempisty, *Cybernetyka z lotu ptaka*, Książka i Wiedza 1963, 9—11.

<sup>4</sup> Por. A. D. Ursuł, *Informacija, Metodologoczeskie aspekty*, Moskwa 1971, 5.

Teoria informacji jest rozwiniętą dziedziną wiedzy. Wyróżnia się w niej trzy dyscypliny naukowe, którym nadaje się nazwy: jakościowa teoria informacji, ilościowa teoria informacji oraz wartościowa teoria informacji. Najbardziej zaawansowaną z nich jest ilościowa teoria informacji. Problematyka filozoficzna, wiążąca się z teorią informacji, jest bardzo obszerna. Jej omówienie zajęłoby sporo miejsca. Dlatego, w tym opracowaniu, pominięto wspomnianą tematykę, ograniczając się jedynie do aspektów filozoficznych związanych z ogólnym spojrzeniem na cybernetykę bez wchodzenia w szczegóły typu informacyjnego<sup>5</sup>.

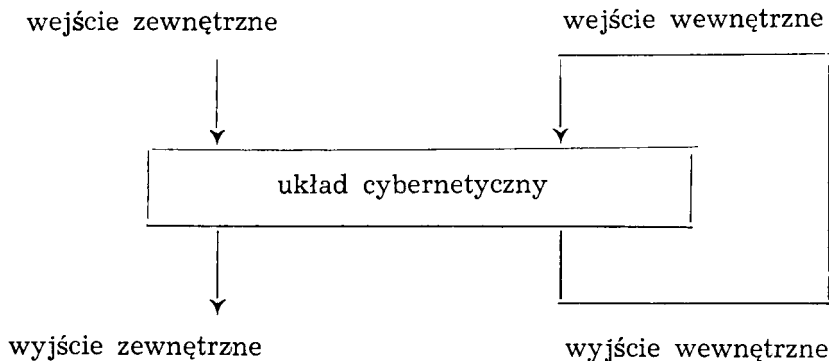
## 2. Układy cybernetyczne

Odróżnia się układ cybernetyczny oraz jego otoczenie. W samym układzie wyróżnia się tzw. wejścia oraz wyjścia. Wejściem układu zwie się każdą drogę oddziaływania na układ, zaś wyjściem — każdą drogę oddziaływania układu. Wejścia oraz wyjścia mogą być wewnętrzne lub zewnętrzne. Wejście wewnętrzne to droga oddziaływania na układ przez sam dany układ. Wyjście wewnętrzne to droga oddziaływania układu na siebie samego. Jest jasne, że wejście wewnętrzne jest zarazem wyjściem wewnętrznym. Wejściem zewnętrznym nazywa się każdą drogę oddziaływania na układ przez jego otoczenie, natomiast wyjściem zewnętrznym — każdą drogę oddziaływania układu na jego otoczenie. Przyjęło się nazywać stan wejścia bodźcem, zaś stan wyjścia — reakcją.

Układ cybernetyczny można przedstawić przejrzysto w sposób graficzny. Sam układ jest prezentowany przy pomocy prostokąta, zaś wejścia oraz wyjścia przy pomocy odcinków skierowanych umieszczonych, odpowiednio, na górnej oraz na dolnej podstawie prostokąta. Ilustruje to poniższy rysunek:

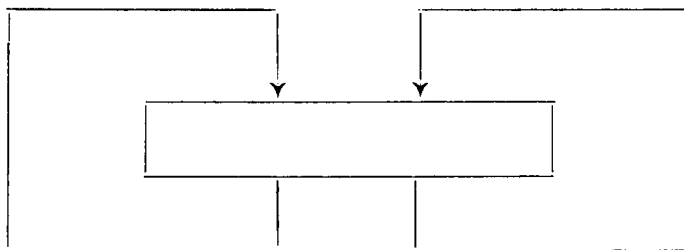
---

<sup>5</sup> Filozoficznym aspektem teorii informacji została poświęcona oddzielna praca, która ukaże się w „Rocznikach Filozoficznych” t. 21 (1973), z. 3.

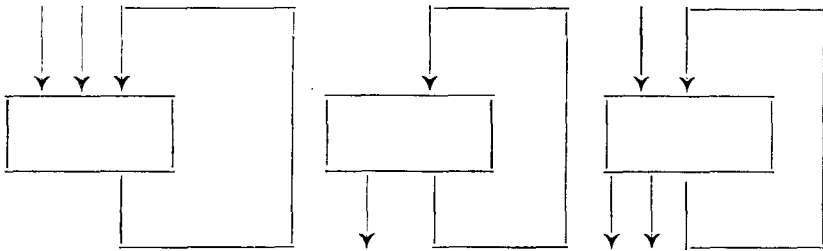


Układ cybernetyczny może być bezwzględnie odosobniony, bądź względnie odosobniony. Układ nazywa się bezwzględnie odosobniony, jeżeli nie posiada żadnego wejścia zewnętrznego i żadnego wyjścia zewnętrznego. W przypadku przeciwnym układ nosi nazwę względnie odosobnionego. Przeto układ względnie odosobniony posiada co najmniej jedno wejście wewnętrzne lub co najmniej jedno wyjście zewnętrzne. Mogą nadto, oczywiście, występować w układzie także wejścia i wyjścia wewnętrzne.

Układ bezwzględnie odosobniony schematycznie przedstawia się następująco:

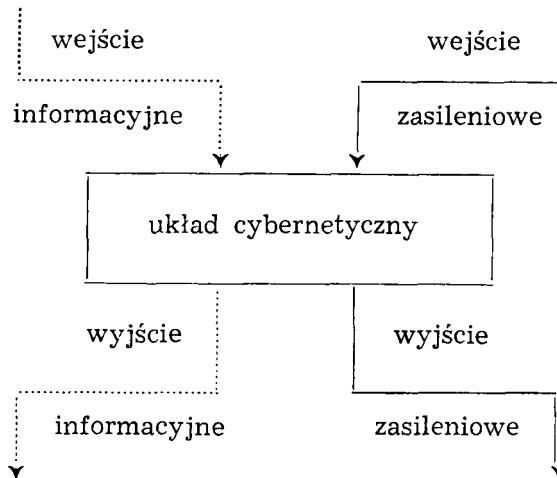


Podobne ilustracje dla układów względnie odosobnionych przyjmują postać:



Przyjmujemy umowę, że od tej chwili zawsze gdy mówić się będzie układ (cybernetyczny), mieć się będzie na myśli układ względnie odosobniony.

W układach cybernetycznych wyróżnia się składową informacyjną oraz składową zasileniową. Stąd też można mówić o wejściach oraz wyjściach informacyjnych oraz zasileniowych. Przy ilustracji graficznej układu z zasileniem, posługujemy się innego rodzaju znakowaniem wejść oraz wyjść informacyjnych i innego rodzaju znakowaniem wejść oraz wyjść zasileniowych. Może to być np. inny kolor strzałek dla informacji i inny dla zasilenia, bądź linia ciągła względnie przerywana. Ilustruje to następujący schemat:



Wśród układów cybernetycznych szczególnie ważne są tzw. układy zerowojedynkowe, tj. takie układy, których wejścia oraz wyjścia mogą przyjmować tylko jedną z dwu wartości: zero lub jeden. Zero na wejściu oznacza brak bodźca, zero na wyjściu — brak reakcji. Jedynka na wejściu oznacza bodziec, jedynka na wyjściu — reakcję.

Można wyróżnić kilka rodzajów podstawowych układów zerowojedynkowych. Wymienimy ich sześć. Są to: retardator, negator, kopiator, alternator, koniunktor oraz ekwiwalentor<sup>6</sup>.

Retardator jest to po prostu układ opóźniający. Reakcja jest tu identyczna z działającym bodźcem, który nastąpił pewną liczbę jednostek czasu wcześniej. Tego rodzaju układy opóźniające są wykorzystywane przy budowie systemów pamięciowych w maszynach matematycznych.

Negatorem nazywa się układ, w którym reakcja jest przeciwna w stosunku do bodźca. Jeżeli na wejściu mamy do czynienia z bodźcem neutralnym, to na wyjściu — z reakcją czynną. Jeżeli na wejściu mamy do czynienia z bodźcem czynnym, to na wyjściu — z reakcją neutralną.

Kopiatorem nazywa się układ, który posiada jedno tylko wejście zewnętrzne, i który ma reakcje identyczne na wszystkich wyjściach zewnętrznych z działającym bodźcem wejściowym. Jest widoczne, że kopiator może być, po prostu nazywany powielaczem.

Alternatorem nazywa się układ posiadający jedno tylko wyjście zewnętrzne i charakteryzujący się tą własnością, że wystarczy bodziec czynny na jednym tylko z wejść zewnętrznych, aby już nastąpiła reakcja. Koniunktorem zaś zwie się układ o jedynym wyjściu zewnętrznym, który daje reakcję czynną tylko wtedy, gdy działają bodźce czynne na wszystkich wejściach zewnętrznych jednocześnie.

Ekwiwalentorem nazywa się układ, który wykazuje reakcję czynną zachodzącą na jedynym wyjściu zewnętrznym tylko wtedy, gdy taki sam bodziec działa na wszystkich wejściach

---

<sup>6</sup> Por. H. Greniewski i M. Kempisty, op. cit., 25—35.

zewnątrznych. Bodziec ten może być bądź neutralny, bądź czynny. Chodzi jedynie o to, aby był na wszystkich wejściach taki sam.

Ze względu na ilość wejść zewnętrznych, alternatory, koniunktory oraz ekwiwalenty, dzieli się na dwu-, trój-, ..., n-wejściowe.

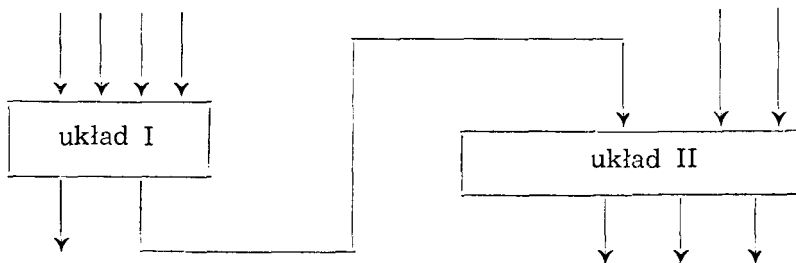
Jest widoczny związek zachodzący między tabelkami dla alternatywy, koniunkcji oraz równoważności a zasadami działania alternatora, koniunktora oraz ekwiwalentora. To samo ma miejsce również dla negacji oraz negatora. Zwróćmy uwagę na to, że alternator może być nazwany układem „czułym”, „subtelnym”. Wystarczy zadziałanie jednego tylko bodźca na wejściu, a już zachodzi reakcja. Natomiast koniunktory to układy „stabilny”, „flęgmacyjny”. Potrzebne jest działanie bodźców na wszystkich wejściach jednocześnie, aby nastąpiła reakcja. Każdy ze wspomnianych układów znajduje zastosowanie w odniesieniu do odpowiedniego celu.

### 3. Sprzężenia układów

Mówimy, że między dwoma układami cybernetycznymi zachodzi sprzężenie, jeżeli wyjścia zewnętrzne jednego układu są, bezpośrednio bądź pośrednio, wejściami zewnętrznymi drugiego układu. Odróżnia się trzy rodzaje sprzężeń: szeregowo, równoległe i zwrotne.

Mówimy, że układ I jest sprzężony szeregowo z układem II, jeżeli co najmniej jedno wyjście zewnętrzne układu I jest wejściem zewnętrznym układu II.

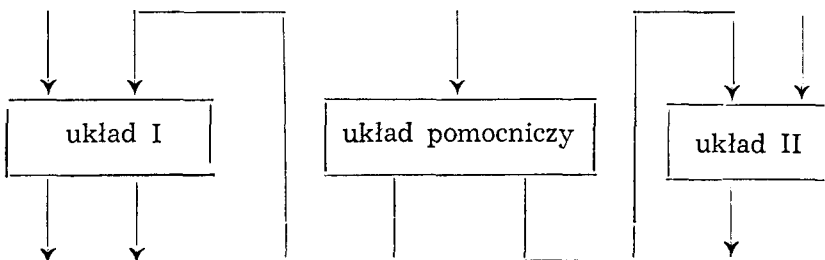
Graficzna ilustracja przedstawia się następująco:





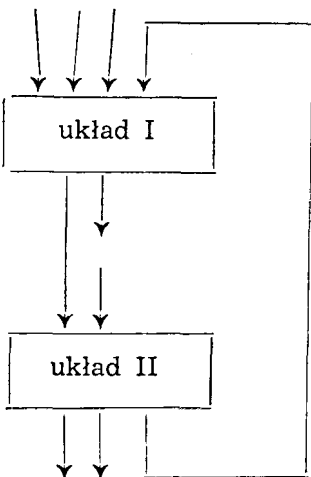
Układ I jest sprzężony równoległe z układem II, jeżeli istnieje trzeci układ pomocniczy o tej własności, że jedno z jego wyjść zewnętrznych jest wejściem zewnętrznym układu I, zaś drugie z jego wyjść zewnętrznych — wejściem zewnętrznym układu II.

Graficznie wygląda to następująco:



Między układami cybernetycznymi I oraz II ma miejsce sprzężenie zwrotne, jeżeli co najmniej jedno wyjście zewnętrzne układu I jest zarazem wejściem zewnętrznym układu II oraz co najmniej jedno wyjście zewnętrzne układu II jest zarazem wejściem zewnętrznym układu I.

Ilustracja graficzna sprzężenia zwrotnego dwu układów cybernetycznych może być ujęta poniższym schematem.



Sprzężenie zwrotne może być bądź dodatnie, bądź ujemne. Jest dodatnie wówczas, kiedy powoduje stopniowo coraz większe odchylenie od stanu równowagi. „W miarę jedzenia wzrasta apetyt” — to przysłowie może służyć jako dość ogólny schemat istoty sprzężenia zwrotnego dodatniego. Inne bardziej konkretne przykłady wspomnianego rodzaju sprzężenia zwrotnego to: rozmowa dwu osób początkowo spokojna przechodząca stopniowo we wzajemne przekrzykiwanie się, wzrost uposażenia w mia-

rę wzrostu jakości pracy, itp. Sprzężenie zwrotne jest ujemne, jeżeli zachowuje stan równowagi (dokładniej: pewien obszar położony w pobliżu stanu równowagi). Przykłady: żelazko elektryczne z termoregulacją, lodówka, utrzymywanie stałej temperatury ciała ludzkiego itp.

Sprzężenie zwrotne ujemne występuje w przyrodzie powszechnie. Dzięki niemu organizmy żywe mogą utrzymywać się przy życiu. Aktywność organizmu skierowana na zewnątrz posiada charakter regulatorowy czyli homeostatyczny<sup>7</sup>.

Sprzężenie zwrotne ujemne znajduje duże zastosowanie w technice.

Warto zwrócić uwagę na to, że układy cybernetyczne, wskutek występowania w nich sprzężeń zwrotnych, mogą przekroczyć ramy działań, które przewidział konstruktor. Przeto istnienie sprzężeń zwrotnych w układach stanowi podstawę dla ich ewolucji<sup>8</sup>.

#### 4. Nowy punkt widzenia cybernetyki

Zdawałoby się, że badanie tak prostych tworów, jakimi są układy cybernetyczne oraz zachodzące między nimi różnego rodzaju sprzężenia nie może doprowadzić do interesujących twierdzeń. Okazuje się jednak, że jest przeciwnie. Można mówić o nowym punkcie widzenia, który przyniosła ze sobą cybernetyka. Posiada on charakter i naukowy i filozoficzny, prowadząc do interesujących, we wspomnianych aspektach, stwierdzeń. Może być ujęty w następujących czterech тезach.

1. Cybernetyka dostarczyła wspólnej terminologii dla charakteryzowania różnych typów układów, które do tej pory uchodziły za całkowicie względem siebie obce, nieporównywalne<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> Zob. W. Ross Ashby, *Wstęp do cybernetyki*, tłum. B. Osuchowska i W. Gosiewski, Warszawa<sup>9</sup> 1963, 274—275.

<sup>8</sup> Zob. N. Wiener, op. cit., 17—18

<sup>9</sup> Por. W. Ross Ashby, op. cit., 19.

Stwierdzenie to posiada wydźwięk optymistyczny z punktu widzenia jedności nauki. Wobec powiększającej się specjalizacji niektórzy uczeni byli bowiem skłonni opowiadać się za tezą, głoszącą narastanie coraz większego izolowania się poszczególnych dziedzin, które miało doprowadzić do kompletnego odosobnienia się dowolnej gałęzi wiedzy od wszystkich pozostałych. Specjalista w jednej dziedzinie nie posiadałby wspólnego języka ze specjalistą w dziedzinie drugiej. Cybernetyka pokazała, że tak nie musi być. Dała bowiem uczonym do ręki język wspólny dla wielu, i to bardzo, odmiennych względem siebie dziedzin wiedzy, jak np. dla fizjologii, układów elektronicznych, systemu nerwowego.

2. Cybernetyka dostarczyła metody badania układów o dużej złożoności<sup>10</sup>.

Własność cybernetyki wyrażona w powyższym stwierdzeniu posiada ciekawy aspekt metodologiczny. Do tej pory bowiem, przy badaniu układów złożonych, postępowało się w ten sposób, że dokonywano abstrakcji i badano uproszczony model, nie zaś sam układ złożony. Nie posiadano metody badania całych układów złożonych. Cybernetyka dokonała tu istotnego kroku naprzód. A jest zapewne truizmem przypomnienie, że niemal każdy badany układ jest, w samej rzeczy, układem złożonym i to o dużej złożoności. Układy proste są czymś wyjątkowym. Rzeczywistość jest bardzo złożona.

3. Cybernetyka proponuje nowy obraz świata: oprócz materii i energii należy jeszcze uwzględniać informację<sup>11</sup>.

Ta teza głosi poszerzenie posiadanego przez nas obrazu świata. Cybernetyka proponuje obraz nowy, bogatszy w porównaniu do obrazu dawnego o jeszcze jeden element. Oprócz bowiem dwu czynników: materii oraz energii, wprowadza jeszcze czynnik trzeci: informację. Czynnikiem ten jest niesprowadzalny do żadnego z wcześniej wymienionych. N. Wiener wyraża to

---

<sup>10</sup> Tamże, 20—21.

<sup>11</sup> Por. A. J. Lerner, *Zarys cybernetyki*, tłum. S. May, Warszawa 1971, 14.

krótko: Informacja jest informacją, a nie sprawą energii<sup>12</sup>. Jest interesujące, że dopiero w połowie dwudziestego wieku uświadomiono sobie ten prosty fakt, polegający na konieczności uwzględnienia w naszym obrazie świata pojęcia informacji. Bez informacji nie ma bowiem mowy ani o łączności, ani o sterowaniu. Pojęcie informacji jest jednym z podstawowych pojęć cybernetyki.

4. Cybernetyka umożliwia zrozumienie współczesnej nauki i współczesnego społeczeństwa.

Stwierdzenie to może wydawać się przesadne, a nawet fałszywe ze względu na zbytne eksponowanie cybernetyki w porównaniu do pozostałych nauk oraz filozofii. W celu właściwego ujęcia wyrażonej tu myśli zacytujemy wypowiedź wybitnego znawcy z zakresu programowania dynamicznego:

„Zmarły 18 marca 1964 r. wybitny matematyk Norbert Wiener sformułował prowokującą myśl zbudowania jednolitej teorii sterowania przez sprzężenie zwrotne, która stosowałaby się zarówno do maszyn, jak i do organizmów żywych. Dla wyrażenia tej idei ukuł on termin „cybernetyka”.

Wiener miał nadzieję, podzielaną przez innych, że technika użyta z powodzeniem w inżynierskich układach sterujących, może być zastosowana do zagadnień biomedycznych (np. do tworzenia sztucznych organów dla organizmu ludzkiego), zaś osiągnięcia neurofizjologii mogą nasunąć wartościowy pomysł w projektowaniu i badaniu systemów komunikacyjnych, maszyn liczących i ogólniejszych systemów różnych rodzajów sterowania. Jednakże w miarę jak matematycy, fizjologowie i inżynierowie odkrywają subtelne trudności występujące przy zajmowaniu się systemami wielkich rozmiarów, żywymi i nieożywionymi, o różnych stopniach złożoności, wydaje się coraz mniej prawdopodobne, aby wszystkie zagadnienia mogła rozwiązać jedna jedyna teoria cybernetyczna. Niemniej jednak ci, którzy pragną zrozumieć zarówno współczesną naukę, jak

---

<sup>12</sup> Op. cit., 173.

i współczesne społeczeństwo, powinni zacząć studia od teorii sterowania”<sup>13</sup>.

### 5. Maszyny matematyczne

Odróżnia się maszyny matematyczne analogowe oraz cyfrowe. Maszyna analogowa to taka maszyna, w której każda liczba jest reprezentowana przez pewną wielkość fizyczną, której wartość jest równa wspomnianej liczbie. Tą wielkością może być np. napięcie prądu elektrycznego, kąt obrotu pewnej tarczy itd. Tego rodzaju maszynę wyposaża się w urządzenia, które umożliwiają wykonywanie przez maszynę pewnych podstawowych działań. Przy ich pomocy realizowane są bardziej skomplikowane operacje. Za wspomniane podstawowe działania przyjmuje się cztery działania arytmetyczne (są to tzw. standardowe operacje podstawowe), względnie „dyferencjał” oraz „integrator” (są to niestandardowe operacje podstawowe)<sup>14</sup>.

W maszynie cyfrowej każda liczba jest przedstawiana przy pomocy pewnej ilości cyfr. Można przyjmować różne układy cyfr, czyli różne systemy przedstawiania danej liczby. Najpraktyczniej jest posługiwać się systemem binarnym czyli dwójkowym. W elektronicznych maszynach cyfrowych stosuje się właśnie układ dwójkowy. Wprawdzie zapisy liczb są wówczas stosunkowo długie, ale, z racji na szybkość dokonywania operacji przez maszyny elektroniczne, nie powoduje to żadnych trudności o charakterze praktycznym. Od strony teoretycznej natomiast posiada wielką zaletę, ponieważ umożliwia stosowanie do maszyn cyfrowych dwuwartościowej logiki zdań<sup>15</sup>.

W każdej maszynie matematycznej, oprócz urządzeń dla

---

<sup>13</sup> R. Bellman, *Teoria sterowania*, W: *Matematyka w świecie współczesnym*, Warszawa 1966, 278—279.

<sup>14</sup> Por. J. von Neumann, *Maszyna matematyczna i mózg ludzki*, Tłum. K. Szaniawski, Warszawa 1963, 19—21.

<sup>15</sup> Zob. tamże, 24—26.

dokonywania operacji, istnieje jeszcze urządzenie zwane pamięcią maszyny. Najkrócej więc można określić maszynę matematyczną jako układ złożony z pamięci oraz zbioru instrukcji. Instrukcja maszyny natomiast stanowi szczególnie przypadek ogólnego pojęcia funkcji. Zatem pamięć łącznie z pewną funkcją stanowi maszynę matematyczną.

W elektronicznych maszynach cyfrowych występują więc tzw. elementy logiczne oraz elementy pamięciowe. Elementy logiczne wykonują odpowiednie operacje logiczne: negowanie, tworzenie alternatywy oraz koniunkcji. Elementy pamięciowe stanowią magazyn, w którym gromadzona jest i przechowywana informacja. Składają się na nią wyniki obliczeń, instrukcje programowe, informacje zawarte w programie. Układy służące do przechowywania informacji, z reguły, dzieli się na tzw. rejestry oraz układy pamięciowe. W elektronicznych maszynach cyfrowych i elementy logiczne i elementy pamięciowe posiadają charakter binarny<sup>16</sup>.

Zauważmy, że pamięć maszyny matematycznej charakteryzuje się dwoma następującymi cechami: 1° zbiorem stanów pamięci, 2° sposobem zmiany stanów pamięci. Zbiór tych wszystkich stanów pamięci, które mogą nastąpić po danym jej stanie, nosi nazwę otoczenia danego jej stanu<sup>17</sup>. Należy mieć na uwadze to, aby nie antropomorfizować pamięci maszyny. Jest ona bowiem bardziej podobna do magazynu zakładu produkcyjnego, aniżeli do pamięci człowieka. Pamięć maszyny jest rodzajem kartoteki<sup>18</sup>.

Maszyna matematyczna może być przyrównana raczej do instrumentu muzycznego, aniżeli do urządzenia technicznego. Mówi się także, że maszyna matematyczna jest tak „mądra”, jak mądry jest jej użytkownik<sup>19</sup>. Gdy idzie o maszyny uczące

---

<sup>16</sup> Por. D. C. Evans, *Układy logiczne i pamięciowe maszyn cyfrowych*, W: *Dziś i jutro maszyn cyfrowych*, Warszawa 1969, 35—65.

<sup>17</sup> Por. Z. Pawlak, *Maszyny matematyczne*, Warszawa 1971, 8.

<sup>18</sup> Tamże, 7.

<sup>19</sup> Tamże, 5.

się, to, zdaniem N. Wienera, pewne ich właściwości są na tyle korzystne, iż umożliwiają maszynie pokonanie jej własnego programisty po 10 do 20 godzinach nauki<sup>20</sup>.

## 6. Terminologia

W poprzednich paragrafach przedstawiono, od strony intuicyjnej, układy cybernetyczne, sprzężenia zachodzące między nimi oraz maszyny matematyczne. Ujęcie materiału wygląda w sposób niespójny. Obecnie zostanie przedstawiony pewien fragment precyzyjnej terminologii, który pozwoli zorientować się w całości zagadnienia<sup>21</sup>.

Alfabetem nazywa się każdy dowolny skończony zbiór przedmiotów, zwanych literami danego alfabetu. Np. literami alfabetu mogą być litery w znaczeniu zwykłym, dowolne jakieś znaki, rysunki, cyfry itd.

Przez słowo (wyraz) w danym alfabecie rozumie się dowolny skończony ciąg liter. Liczbę liter w słowie nazywa się długością danego słowa. Np. w alfabecie, złożonym z dwu elementów & oraz §, słowami będą ciągi &, §, &&, &&&, §§, &&§§&, itd. Długości tych słów wynoszą kolejno: 1, 1, 2, 3, 2, 5. Wprowadza się także słowo puste, które nie zawiera żadnej litery. Oznacza się je znakiem E. Długość słowa pustego przyjmuje się za równą zero.

Przez rozszerzenie alfabetu rozumie się dołączenie do jego liter nowych przedmiotów, które do tej pory nie wchodziły w jego skład. Jest jasne, że słowa są zrelatywizowane do alfabetu. Np. w alfabecie złożonym z 10 cyfr: 0, 1, 2, ..., 9, wyrażenie  $32 + 47$  składa się z dwu słów (32 oraz 47). Natomiast w alfabecie rozszerzonym, powstałym z poprzedniego przez dołączenie nowej litery +, powyższe wyrażenie jest już jednym słowem.

<sup>20</sup> Op. cit., 17—18.

<sup>21</sup> Por. W. M. Głuszkow, *Wprowadzenie w cybernetykę*, Kiew 1964 oraz A. I. Malcew, *Algorytmy i rekursywne funkcje*, Moskwa 1965.

Zauważmy, że w odniesieniu do języków naturalnych alfabet wyżej określony jest modelem słownika rozpatrywanego języka. Konsekwentnie więc wyrazy są odpowiednikami zdań języka naturalnego. Z tych względów niektórzy do terminów „alfabet”, „słowo” dodają przymiotnik „abstrakcyjny”, aby uniknąć ewentualnego nieporozumienia, które może powstać kiedy mówi się o alfabecie i słowie, nie precyzując bliżej o co chodzi. Ponieważ w obecnym opracowaniu nie będziemy bliżej zajmować się zagadnieniami lingwistycznymi, przeto zbędne wydaje się dodawanie do terminów „alfabet” oraz „wyraz” przymiotnika „abstrakcyjny”.

Niech dane będą dwa alfabetu A oraz B. Funkcja, która przyporządkowuje słowom z alfabetu A słowa z alfabetu B, nazywa się operatorem (lub odwzorowaniem) alfabetycznym. Alfabet A zowie się alfabetem wejściowym, zaś alfabet B — alfabetem wyjściowym. Słowa w alfabecie A zowie się słowami wejściowymi, zaś słowa w alfabecie B — słowami wyjściowymi.

Jeżeli każdemu słowu wejściowemu jest przyporządkowane dokładnie jedno słowo wyjściowe, to operator zowie się jednoznaczny. Jeżeli operator alfabetyczny nie przyporządkowuje danemu słowu wejściowemu żadnego słowa wyjściowego, to mówi się, że jest on na danym słowie nieokreślony. Przyporządkowywane słowo może, oczywiście, być słowem pustym.

Zbiór tych wszystkich słów, na których jest określony dany operator alfabetyczny, nazywa się obszarem jego określności.

Można zawsze zakładać, że alfabetu wejściowy oraz wyjściowy dla danego operatora są identyczne. Wystarczy w tym celu utworzyć sumę obu alfabetów: wejściowego oraz wyjściowego. Ten nowy alfabet będzie zawierał w sobie i obszar określności rozpatrywanego operatora i obszar przyjmowanych przez niego wartości. Operator zaś będzie określony jedynie na tych słowach, które stanowiły jego pierwotny obszar określności.



Najprostszymi operatorami alfabetycznymi są operatory literowe. Polegają one na tym, że każdej literze słowa wejściowego jest przyporządkowana pewna litera alfabetu wyjściowego. Innym ważnym przykładem operatora alfabetycznego jest tzw. kodowanie. Tutaj każdej literze alfabetu wejściowego przyporządkowuje się pewien skończony ciąg liter alfabetu wyjściowego, zwany kodem danej litery. Żąda się, aby różnym literom alfabetu wejściowego były przyporządkowane różne kody.

Niech  $A$  będzie alfabetem  $n$ -literowym, zaś  $B$  — alfabetem  $m$ -literowym. Niech  $m$  będzie liczbą naturalną równą co najmniej 2. Jest widoczne, że zawsze można znaleźć taką liczbę całkowitą dodatnią  $k$ , aby potęga  $m^k$  była większa od liczby  $n$  (w szczególności dla  $m = 2$ , aby  $2^k$  było większe od  $n$ ). Zatem wszystkie litery alfabetu  $A$  można zakodować słowami o długości  $k$ , wziętymi z alfabetu  $B$  (w szczególności więc wystarczy  $k$  wyrazowe ciągi, utworzone z dwu elementów, np. 0 oraz 1).

Algorytmem nazywa się operator alfabetyczny, który jest określony przy pomocy skończonej ilości reguł. Przykłady algorytmów: tzw. sito Eratostenesa, służące do znajdowania kolejnych liczb pierwszych, mnożenie liczb, uruchamianie samochodu itd.

Automatem nazywa się operator alfabetyczny transformujący informację. W celu jednoznacznego określenia automatu należy zadać trzy zbiory: alfabet wejściowy, alfabet wyjściowy oraz zbiór stanów wewnętrznych automatu. Automat zwie się skończony, jeżeli wszystkie trzy wspomniane zbiory są skończone.

Jest widoczny związek zachodzący między pojęciem układu cybernetycznego, maszyny matematycznej oraz algorytmu i automatu. Nie będziemy bliżej rozpatrywać wspomnianych zależności. Przejdziemy od razu do interesujących nas zagadnień.

## 7. Zastosowania maszyn cyfrowych

Maszyny matematyczne znajdują zastosowanie w nauczaniu, w organizacjach oraz w nauce i technice. Omówimy je tutaj krótko.

Nauczanie, w ujęciu tradycyjnym, było związane nieodłącznie z nauczycielem. On przekazywał uczniowi zespół odpowiednich wiadomości. On usiłował wdrożyć go do logicznego myślenia, świecąc własnym przykładem. W okresie międzywojennym dydaktyka stopniowo zaczęła wypracowywać nowy sposób nauczania, zwany nauczaniem programowanym. Początkowo wspomniany sposób nauczania był nierozłącznie związany z maszynami uczącymi. One zastępowały nauczyciela. Jednakże nauczanie programowane nie różni się od nauczania tradycyjnego, zwanego nauczaniem podającym, jedynie zmianą czynnika uczącego, w miejsce nauczyciela, maszyna. Posiada ono istotnie różne cechy w porównaniu do nauczania dawnego. Można je widzieć w specyficznym (od strony psychologicznej oraz logicznej) zorganizowaniu materiału w tzw. programie, który ma uczyć. Toteż przez nauczanie programowane rozumie się inny styl nauczania w porównaniu do nauczania podającego. Zauważmy, że obecnie istnieją także podręczniki przeznaczone do nauczania programowanego. Ono rozwija się coraz bardziej. Jest interesujące, że ten nowy styl nauczania został zapoczątkowany dzięki stosowaniu maszyn w nauczaniu. One umożliwiają każdemu uczniowi indywidualny styl uczenia się przez co łatwiej oraz skuteczniej może on zdobywać wiedzę. Istnieją już maszyny, które pozwalają na prowadzenie dialogu ucznia z programem. Przez coraz szersze stosowanie maszyn cyfrowych w nauczaniu będzie można oferować bardzo zróżnicowany materiał programowy. Jest zrozumiałe, że zadaniu temu sprostać potrafią jedynie maszyny. Ani najlepszy nauczyciel, ani najlepiej napisany podręcznik programowany nie są w stanie przejawiać wspomnianej, wielkiej różnorodności oraz zmienności stylu nauczania, w zależności od konkretnych potrzeb indywidual-

nego ucznia. Dynamizm, występujący w maszynie cyfrowej, o wiele przewyższa tego rodzaju zdolności konkretnego człowieka. Należy jednakże pamiętać o tym, że człowiek góruje nad najdoskonalszą nawet maszyną, swym myśleniem prawdziwie twórczym. Ta dziedzina wydaje się być wyłącznie do dyspozycji człowieka <sup>22</sup>.

W odniesieniu do organizacji maszyny cyfrowe bywają stosowane w zarządzaniu, w finansach, w układach informacyjno-sterujących. Można powiedzieć, że maszyny cyfrowe upodabniają się do organizacji, w których są używane. Stąd wynika, że maszyny mogą być wykorzystywane zarówno do celów dla człowieka pozytywnych, jak i negatywnych. To jednak nie zależy już od maszyn, lecz od użytkowników maszyn. Tym samym więc czyni aktualnym zagadnienie postawy moralnej człowieka. Nie da się jej zastąpić maszyną. Uwypuklenie ważności i jednocześnie konieczności pracy nad wysoką jakością moralnej strony działalności ludzkiej zaliczyć należy niewątpliwie do kluczowych problemów antropologii filozoficznej <sup>23</sup>.

Zastosowania maszyn cyfrowych w nauce oraz w technice posiadają po dwa oblicza. W nauce mogą one być nazwane obliczem narzędzia oraz obliczem aktora, zaś w technice — tradycyjnym oraz nowym. Przy zastosowaniu naukowym maszyny jako narzędzia zdołano uzyskać wgląd w strukturę białka, obserwować tory cząstek elementarnych, a także zdobyć pewne dane z dziedziny badania nowotworów mózgu. Gdy idzie o rolę maszyny jako aktora, to tutaj główne zastosowania płyną z rozpatrywania maszyny jako tzw. czarnej skrzynki. Dzięki temu maszyna może pełnić zarówno pewne role

---

<sup>22</sup> Por. A. S. Mitrofanow, *Gnoseologiczne problemy informacyjnego modelowania myślenia*, „Filosofskie Nauki” 1971, nr 1, 50—58.

<sup>23</sup> Por. M. Greenberger, *Zastosowania maszyn cyfrowych w organizacjach*, W: *Dziś i jutro maszyn cyfrowych*, Warszawa 1969, 213—230.

funkcjonalne, jak i strukturalne. Maszyna może symulować, i to w sposób dość dokładny, różnego rodzaju zjawiska. Przez to otrzymuje się interesujący obiekt badań. Potrzebny jest tu jednakże zdrowy osąd oraz pewien stopień intuicji, które mogłyby wskazywać maszynie drogę dalszego postępowania. To jest nierozdzielnie związane z wyobraźnią twórczą. I pozostaje nadal domeną wyłącznie ludzką. Sama rutyna tutaj nie wystarczy. Pod tym względem maszyna jest od nas niższa, chociaż w odniesieniu do samych czynności zrutynowanych potrafi nas wyprzedzać. Wydaje się, że maszyny cyfrowe mogą wywrzeć istotny wpływ na naukę przez poszerzenie naszych intuicji oraz możliwości poznawczych. Ich wkład obejmuje coraz szersze dziedziny wiedzy. Sięga on nie tylko do nauk przyrodniczych, lecz także do nauk społecznych<sup>24</sup>.

Zwróćmy jeszcze uwagę na to, że maszyny matematyczne, dzięki zdolności symulacji, mogą być stosowane do rozwiązywania zagadnień w taki sposób, który dostarcza nowych metod badawczych. Przez to uzyskuje się lepsze rozumienie istoty samej matematyki oraz znaczny wpływ na jej rozwój. Wydaje się, że te sprawy nie dotarły jeszcze do świadomości nawet samych matematyków<sup>25</sup>.

W zastosowaniu technicznym oblicze tradycyjne polega na posługiwaniu się maszyną przy sterowaniu produkcją przemysłową, natomiast oblicze nowe charakteryzuje się tym, że maszyna staje się aktywnym partnerem człowieka. To ostatnie oblicze pozwala na wykorzystywanie maszyn do projektowania. W obu przypadkach uzyskuje się łatwiejszą kontrolę nad produkcją oraz zysk czasu<sup>26</sup>.

---

<sup>24</sup> Por. A. G. Oettinger, *Zastosowania maszyn cyfrowych w nauce*, W: *Dziś i jutro maszyn cyfrowych*, Warszawa 1969, 159—186 oraz S. A. Coons, *Zastosowania maszyn cyfrowych w technice*, W: *Dziś i jutro maszyn cyfrowych*, Warszawa 1969, 187—212.

<sup>25</sup> Zob. Z. Pawlak, *Zastosowania maszyn matematycznych a zastosowania matematyki*, „Wiadomości Matematyczne” 14 (1972), 13—16.

<sup>26</sup> Por. S. A. Coons, art. cyt., 187—212.

## 8. Modelowanie systemów

Przy pomocy układów cybernetycznych można modelować systemy gospodarcze, zachowanie się zwierząt, pracę mózgu ludzkiego itd. Poświęćmy nieco uwagi ostatniemu ze wspomnianych zagadnień.

Przedtem jednak przypomnijmy istotę modelowania.

W tym celu rozpatrzmy dobrze znane prawo Ohma, głoszące, że natężenie prądu jest proporcjonalne do napięcia, zaś odwrotnie proporcjonalne do oporu. Na wzorze ująć można wspomniany związek następująco:  $U = I \cdot R$ . Weźmy teraz do pomocy układ elektryczny, w którym możemy dowolnie zmieniać dwa spośród trzech elementów (napięcie, natężenie, opór), zaś na odpowiednim przyrządzie odczytywać wielkość trzeciego elementu. Jest zrozumiałe, że powiązania między wymienionymi parametrami fizycznymi będą zgodne z prawem Ohma. W tym przypadku można mówić, że wzór  $U = I \cdot R$  jest modelem matematycznym związku zachodzącego w rozpatrywanym układzie elektrycznym, jak również, że dany układ elektryczny jest modelem równania Ohma.

Rozważmy teraz układ gazowy z wyróżnionymi parametrami: ciśnienie gazu, objętość gazu i jego temperatura (w skali bezwzględnej Kelvina). Jak wiadomo wspomniane parametry powiązane są przy pomocy równania postaci:  $p \cdot V = R \cdot T$  ( $R$  jest wielkością stałą, zwaną stałą gazową). Jeżeli oznaczymy iloczyn  $R \cdot T$  jedną literą  $S$ , to powyższy wzór przyjmie postać:  $p \cdot V = S$ . Otrzymujemy, od strony matematycznej, wyrażenie analogiczne do wzoru na prawo Ohma. Mamy więc sytuację podobną do omówionej przed chwilą. Rozpatrywany układ gazowy, jak również wzór  $p \cdot V = S$ , można traktować jako modele wzajemne względem siebie.

Porównywanie omówionych sytuacji można prowadzić jeszcze dalej. Zarówno układ elektryczny, jak i układ gazowy, mogą być traktowane jako modele wzajemne. Zmianom zachodzącym w układzie elektrycznym odpowiadają wzajemnie jednoznacznie zmiany w układzie gazowym. I odwrotnie. Za-

tem znając relacje zachodzące w jednym z układów, znamy tym samym, relacje zachodzące między odpowiadającymi im elementami drugiego układu. Wystarczy więc przebadanie jednego ze wspomnianych układów, a znać będziemy, pod przebadanym aspektem, automatycznie i drugi układ.

Przypuśćmy dalej, że zajmujemy się mnożeniem liczb:  $a \cdot b = c$ . Jeżeli mamy do dyspozycji układ elektryczny, względnie układ gazowy, to zadając odpowiednie wartości natężenia prądu oraz oporu, względnie ciśnienia gazu i jego objętości, odczytamy na woltomierzu, względnie na termometrze, wynik liczbowy interesującego nas mnożenia. Przeto mamy tu do czynienia z wielokrotnym modelowaniem, zachodzącym między mnożeniem liczb, prawem Ohma, prawem gazowym.

Jest interesujące, że postać matematyczna jest we wszystkich rozpatrywanych tu przypadkach identyczna<sup>27</sup>.

Po tej uwadze przejdźmy do interesującego nas zagadnienia możliwości modelowania działalności mózgu ludzkiego.

Zauważmy jeszcze, co widać z wyżej podanych rozważań, że przy pomocy modelowania bada się interesujący nas obiekt w sposób pośredni, przez badanie innego obiektu, który jest właśnie modelem obiektu pierwszego. Tego rodzaju postępowanie opiera się na analogii. Toteż konstatujemy, że przy modelowaniu istotnie ważnym okazuje się pojęcie analogii, a także pojęcia o charakterze probabilistycznym.

Interesujący nas problem można sformułować w postaci pytania: czy maszyna może posiadać psychikę? Tak ogólnie postawione pytanie daje się, z kolei, rozbić na co najmniej następujące trzy problemy: 1° czy maszyna może myśleć?, 2° czy można modelować myślenie?, 3° czy można wytworzyć sztucznie istotę żywą myślącą? W stosunku do tego cyklu zagadnień należy stwierdzić co następuje. Odpowiedź pozytywna na pytanie 2° nie musi za sobą pociągać tego samego ro-

---

<sup>27</sup> Pcr. uwagi na temat modelowania zawarte w pracy G. Klaus, K. Liebscher, *Co to jest cybernetyka*, Warszawa 1971.

dzaju odpowiedzi na pytanie 1°. Podobnie, odpowiedź twierdząca na pytanie 3°, nie musi pociągać za sobą takiej samej odpowiedzi na pytanie 1°, o ile tylko przez myślenie będziemy rozumieć myślenie ludzkie, tj. myślenie żywego, konkretnego człowieka<sup>28</sup>. Gdy natomiast idzie o tzw. maszyny inteligentne, to potrafimy obecnie podać takie programy maszynie cyfrowej, że dzięki nim jej zachowanie się będziemy skłonni zwać inteligentnym. Maszyna cyfrowa potrafi rozwiązywać problemy przy pomocy metody prób i błędów (program heurystyczny), przeprowadzać rozumowania przez analogię, przetwarzać informację w sposób nieformalny<sup>29</sup>. A to wszystko wydaje się być charakterystyczne dla myślenia ludzkiego. Jeżeli potrafi się zbudować program, który by dysponował zdolnością doskonalenia siebie, to wówczas maszyna będzie mogła ulepszać, doskonalić samą siebie. Nie wydaje się to być niemożliwe. Pamiętamy zdanie N. Wienera o możliwości pokonania przez maszynę własnego programisty po kilkunastu godzinach „nauki”. Wszystko to otwiera przed myślą ludzką bardzo szerokie horyzonty.

Przy modelowaniu mózgu chodzi, rzecz zrozumiała, o układ nerwowy, jego budowę oraz działanie. W cybernetyce stosuje się dwie metody w celu badania myślenia. Pierwsza może być nazwana mikrometodą, druga zaś — makrometodą. Mikropodejście polega na kopiowaniu neuronowej organizacji mózgu ludzkiego. Makropodejście natomiast — na traktowaniu mózgu jako „czarnej skrzynki”. W tym przypadku nic nie wiemy o strukturze mózgu. Jedna i ta sama funkcja mózgu może być tłumaczona przy pomocy różnych struktur informacyjnych. W przypadku tzw. czarnej skrzynki znamy jedynie jakim wartościom na wejściach odpowiadają zaobserwowane wartości na wyjściach. Przez odpowiednie doświadczenia usiłujemy dotrzeć do poznania struktury czarnej skrzynki.

<sup>28</sup> Por. A. A. Bratko, P. P. Wołkow, A. N. Koczergin, G. I. Caregrodcew, *Modelowanie psychiczeskiej diejatelności*, Moskwa 1969.

<sup>29</sup> Zob. M. L. Minsky, *Sztuczna inteligencja*, W: *Dziś i jutro maszyn cyfrowych*, Warszawa 1969, 290—308.

W przypadku badań nad mózgiem ludzkim, z reguły, stosuje się obie wspomniane metody<sup>30</sup>.

Z myśleniem ludzkim jest związana sprawa świadomości, a więc strona poznawcza myślenia. Jeżeli będziemy się trzymać twardego gruntu faktów, to należy powiedzieć, że wspomnianego elementu w maszynach matematycznych nie stwierdzamy. Stąd też niektórzy filozofowie uważają, że należałoby raczej mówić jedynie o modelowaniu pewnych aspektów myślenia, nie zaś o modelowaniu myślenia w globalnym znaczeniu tego terminu. Mózg ludzki nadto odróżnia od elektronicznej maszyny cyfrowej zdolność tego pierwszego do pracy metasystemowej, dzięki czemu możliwy jest ciągły postęp w pracy mózgu<sup>31</sup>.

Nie można wreszcie rozpatrywać maszyny matematycznej abstrakcyjnie, tj. w oderwaniu od środowiska ludzkiego. Należy bowiem mieć stale na uwadze, że maszyna stanowi ucieleśnienie duchowych sił człowieka. Nie można dopuścić do wyalienowania człowieka przez maszynę. Człowiek zawsze winien pozostawać władcą swych wytworów<sup>32</sup>.

### 9. Uwagi uzupełniające

Cybernetyka rozwija się niesłychanie szybko. Staje się coraz bardziej rozległą dziedziną wiedzy. Z tego też względu jest rzeczą niemożliwą przedstawić, nawet w wielkim skrócie, filozoficzne aspekty problematyki cybernetycznej. Ściśle rzecz biorąc, każde jej opracowanie przedstawia stan przeszły. Zreferowane wyżej zagadnienia należą już do materiału klasycznego. W cybernetyce współczesnej wyróżnia się dwie jej zasadnicze gałęzie: cybernetykę teoretyczną oraz cybernetykę techniczną. W obecnym opracowaniu interesowały nas jedynie filozoficzne aspekty cybernetyki teoretycznej.

<sup>30</sup> Zob. K. E. Morozow, *Matematyčeskoje modelirovanie w naučnom poznanii*, Moskwa 1969.

<sup>31</sup> Por. art. cyt. w przyp. 29.

<sup>32</sup> Por. art. cyt. w przyp. 22.



Wypada wspomnieć jeszcze krótko o zagadnieniach, które zostały pominięte w tej pracy. Z ogólnofilozoficznego punktu widzenia wydaje się być interesujące podjęcie próby zbudowania cybernetycznej teorii charakteru<sup>33</sup>. Ta próba winna zainteresować zwłaszcza etyków. Innego rodzaju problemem jest zagadnienie stosowania metod cybernetycznych w celu sprawdzania poprawności języka danej nauki. W szczególności może chodzić o język filozofii. Być może, że trzeba będzie poszukać innych modeli języka, aniżeli te, które do tej pory znamy, aby móc adekwatnie oddać treść języka filozofii. Nie jest wykluczone, że tego rodzaju modelu nie znajdzie się. Trudno jest tu przewidywać rezultat przyszłych badań. Niezależnie jednak od wyniku, jaki uda się uzyskać, walor naukowy samego problemu jest widoczny. Nie trzeba dodawać, że postawienie zagadnienia zostało umożliwione dzięki cybernetyce.

Innym działem wiedzy związanym także z cybernetyką jest teoria gier. Posiada ona aspekt praktyczny (postępowanie człowieka może być bowiem traktowane jako pewnego rodzaju gra), jak i filozoficzny (natura może być rozpatrywana jako nasz partner w grze). Znane są także bardzo konkretne zastosowania teorii gier do zagadnień światopoglądowych oraz filozoficznych. Ze wspomnianą problematyką wiąże się także tzw. badanie operacji, teoria podejmowania decyzji, teoria niezawodności, teoria decyzji optymalnych<sup>34</sup>.

Godny także uwagi wydaje się być fakt dwójakiego wpływu wywartego na umysłowość oraz wyobraźnię ludzką przez maszyny matematyczne. U laików uwydatnił się on przez nadmiar, u fachowców zaś — przez trzeźwe zawężenie wyrazu „mocna”. Inaczej bowiem używa tego słowa ktoś, kto nie musi

---

<sup>33</sup> Zob. M. Mazur, *Cybernetyczna teoria układów samodzielnych*, Warszawa 1966.

<sup>34</sup> Por. E. Kofler, *Wstęp do teorii gier*, Warszawa 1963; tenże, *O wartości informacji*, Warszawa 1968 oraz N. N. Worobiew, E. Kofler, H. Greniewski, *Strategia gier*, Warszawa 1969.

weryfikować w praktycznym działaniu głoszonych tez, inaczej zaś ten kto to czynić musi na codzień. Stąd też maszyny matematyczne mogą być uważane za pewnego rodzaju bezwzględny filtr dla wszystkich błędnych pomysłów. Tym samym więc mogą być uważane za czynnik powiększający, wzmacniający trzeźwość myślenia ludzkiego<sup>35</sup>.

Wydaje się, że wskazanie na otwierające się olbrzymie perspektywy o charakterze filozoficzno-światopoglądowym, umożliwione dzięki metodom cybernetycznym, jest interesujące oraz ważne. Warto także wspomnieć, że istnieją również próby stosowania metod cybernetycznych do nauk humanistycznych, jak np. do pedagogiki, oraz do nauk teologicznych.

#### Philosophische Aspekte der Kybernetik

Im Jahre 1948 erscheint das heute schon ganz klassische Buch von Norbert Wiener „*Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*“. Dann beginnt die Geschichte der Kybernetik als einer selbstständigen, wissenschaftlichen Disziplin. Von jener Zeit an die Kybernetik entwickelt sich sehr schnell. Entstanden neue Gegenstandsbereiche der Kybernetik. Auch ihre Anwendungen immer grössern Inhalt und neue Grenzen beherrschen. Die Kybernetik enthält mindestens vier Teile: Rückkopplungstheorie, Automaten-theorie, Informationstheorie und Prediktionstheorie. Als Grenz-wissenschaft ist die Kybernetik sehr interessant. Ihr Untersuchungshorizont umfangreich ist. Sie bietet ja auch viele philosophische Implikationen dar.

Im Aufsatz signalisiert man das neue Gesichtspunkt, welches in die Einzelwissenschaften durch die Entstehung der Kybernetik, eindringt. Es kann in der Form von vier nachstehenden Sätzen erfasst werden: 1) Die Kybernetik bietet eine gemeinsame Terminologie für die Charakterisierung der mannigfachsten Systemtypen, welche bisher als ganz zueinander fremde gelten, dar. 2) Die Kybernetik bietet eine Untersuchungsmethode für die Systeme von grösserer Kompliziert dar. 3) Die Kybernetik suggeriert das neue Weltbild: neben der Materie und Energie muss man noch die Information berücksichtigen.

---

<sup>35</sup> Por. Z. Pawlak, *Gramatyka i matematyka*, Warszawa 1965, 6.

4) Die Kybernetik ermöglicht das Verständnis der modernen Wissenschaft und der heutigen Gemeinschaft.

Kybernetische Systeme in der Form der mathematischen Maschinen finden viele Anwendungen in der Wissenschaft, in der Technik, im Unterricht und in der Gemeinschaft. Im Bezug auf die Wissenschaft und die Technik die programmgesteuerten Ziffernrechenautomaten sind nicht nur Werkzeuge in Händen von Menschen, sondern auch ihre Partner. Mit Hilfe der kybernetischen Systeme kann man die Vernunftprozesse modellieren. So öffnen sich sehr interessante Themen für die Untersuchungen und auch umfangreiche philosophisch-weltbildliche Perspektiven.