

Marian Mazur

Podstawy cybernetycznej teorii myślenia¹

1. WSTĘP

Pragnienie docieczenia istoty myślenia nurtuje ludzkość od dawna. Przez tysiąclecia zajmowali się tym zagadnieniem filozofowie, ale chociaż powiedzieli wiele interesującego o myśleniu w związku z rolą człowieka we wszechświecie, to jednak nie dali odpowiedzi na pytanie, czym w istocie jest myślenie.

W ostatnich 100 latach zagadnienie stało się przedmiotem zainteresowań psychologów, jednak i oni nie dali odpowiedzi na to pytanie, jakkolwiek zaobserwowali wiele przejawów myślenia, a niektóre z nich nawet zmierzli.

Obok psychologów zagadnieniem myślenia zajmowali się również fizjologowie. Wiele nadziei w tym względzie wiązali oni z wykryciem odruchów warunkowych, ale okazały się one złudne w odniesieniu do procesów myślenia. Dla objaśnienia tzw. „wyższych” czynności mózgu wprowadzono koncepcję „drugiego układu sygnałowego”, ale ani nie stwierdzono jego istnienia, ani nawet nie zdefiniowano go w sposób mogący służyć za podstawę takiego stwierdzenia.

W ostatnich latach włączyła się do tej problematyki cybernetyka, traktując ją w kategoriach sterowania. Okoliczność, że skonstruowane w tym okresie maszyny matematyczne okazały się przydatne do rozwiązywania wielu zadań z zakresu pracy umysłowej człowieka, doprowadziła do wysunięcia zagadnienia, czy jest możliwe skonstruowanie maszyny zdolnej do myślenia.

¹ Artykuł ten ukazał się w *Zeszytach Problemowych „Kosmosu”* 1968, nr 14.

Wobec sporów, jakie na tym tle powstawały wskutek opozycji przedstawicieli nauk humanistycznych, konieczne okazało się sprecyzowanie, jakie właściwości musiałaby mieć maszyna, ażeby można ją było uznać za maszynę „myślącą”, czyli sformułowanie definicji myślenia.

A zatem, co to jest myślenie?

Zanim postaramy się dać na to odpowiedź, przyjrzyjmy się samemu pytaniu.

Aby móc odpowiedzieć na jakiegokolwiek zadane nam pytanie, musieliśmy przynajmniej zrozumieć pytanie, a więc i użyte w nim wyrazy. W przytoczonym pytaniu występuje wyraz „myślenie”, wobec czego, w celu uniknięcia nieporozumień mogących powstać w razie rozbieżności jego pojmowania, powinniśmy najpierw zażądać, żeby nam wyjaśniono, co to jest „myślenie”. Jest to jednak pytanie, na które właśnie mieliśmy odpowiedzieć. Jak widać, zamiast tego, sami je postawiliśmy.

Rzecz w tym, że pytania typu: „co to jest...” są w nauce niedopuszczalne, jako pozbawione treści.

Można takie pytania stawiać tylko wtedy, gdy przynajmniej jedna strona je rozumie, np. w dydaktyce, a mianowicie na wykładzie (pytanie jest zrozumiałe dla pytanego) lub na egzaminie (pytanie jest zrozumiałe dla pytającego).

Tak oto znaleźliśmy się w paradoksalnej sytuacji: najpierw wskazaliśmy że definicja myślenia jest niezbędna, a potem stwierdziliśmy, że poszukiwanie jej jest niedopuszczalne.

Przyczyna tego tkwi w pewnym zasadniczym błędzie, jaki popełniono już w najwcześniejszym stadium rozwoju nauki. Wyraz „myślenie”, a wraz z nim takie wyrazy jak: rozum, umysł, świadomość i wiele innych, powstały w języku potocznym i utrwaliły się przez naśladownictwo (używanie jakiegoś niezdefiniowanego wyrazu w pewnych sytuacjach po zaobserwowaniu, że wielu ludzi używa go w takich samych sytuacjach), co z czasem doprowadziło do złudnego przeświadczenia, że są one powszechnie zrozumiałe, i w takim charakterze zostały później wprowadzone do nauki. Błąd polegał na tym, że najpierw uznano wyrazy, a dopiero potem zaczęto się zastanawiać, jakie zjawiska mogłyby do nich pasować, zamiast najpierw obserwować zjawiska, a potem nadawać im takie czy inne nazwy.

Zgodnie z tym, zacniemy nie od zastanawiania się, czym jest „myślenie”, lecz od rozpatrzenia procesów sterowniczych mogących wchodzić w grę w organizmie i maszynie.

2. UKŁAD SAMODZIELNY

Aby uwolnić się od szczegółów strukturalnych, mogących występować w rozmaitych organizmach i maszynach, musimy najpierw postawić koncepcję układu cybernetycznego na tyle ogólnego, żeby można było traktować organizmy i maszyny jako szczególne przypadki tego układu.

Jak wiadomo, sterowanie jest to wywieranie pożądanego wpływu na określone zjawiska. Użycie wyrazu „pożyczany” wymaga wskazania, dla kogo, tj. dla jakiego układu sterującego wywieranie wpływu jest pożądanego, czyli w czyim interesie sterowanie się odbywa. Nie wchodząc w to, czym ten układ konkretnie jest, będziemy go nazywać „organizatorem”. Jeśli przy tym uchylimy się od konkretyzowania zjawisk, na które wpływ ma być wywierany, i przyjmiemy ogólnie, że chodzi o otoczenie organizatora, to sterowanie można określić jako oddziaływanie organizatora na jego otoczenie.

W najprostszym przypadku mamy do czynienia z bezpośrednim oddziaływaniem organizatora na otoczenie. Oddziaływanie to jest przenoszeniem informacji i energii.

Rozróżnienie informacji i energii jest umowne, nie istnieje bowiem w procesach sterowniczych przenoszenie informacji bez energii, ani przenoszenie energii bez informacji. Niemniej jest ono dogodnie, jeżeli za informacyjne uważać przebiegi, charakteryzujące się dużą ilością informacji i małą ilością energii, a za energetyczne uważać przebiegi charakteryzujące się małą ilością informacji i dużą ilością energii.

Przy bezpośrednim oddziaływaniu organizatora na otoczenie, jest on źródłem zarówno informacji, jak i energii.

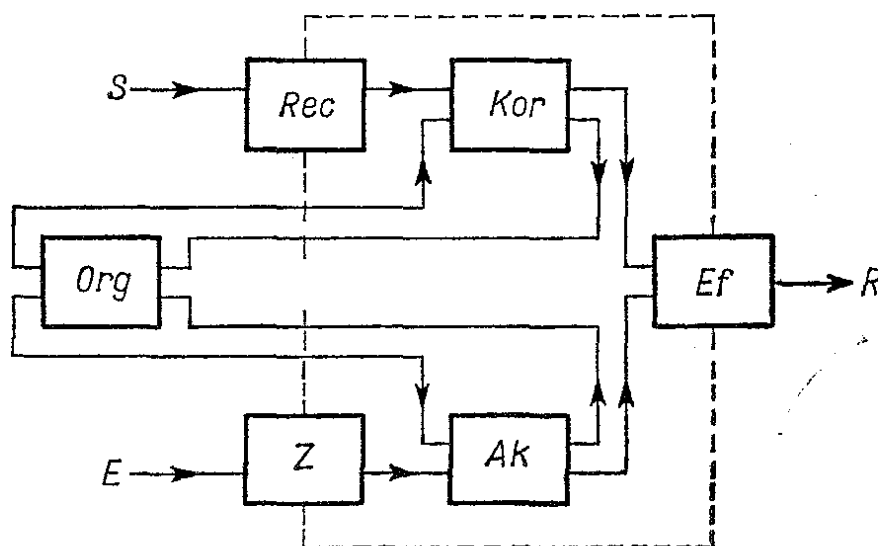
Wprowadzając pewne organy pośrednie będziemy budować układ w coraz większym stopniu uzależniony od organizatora i przejmujący jego funkcje.

Pierwszym krokiem w tym kierunku będzie wprowadzenie efektora, tj. organu wykonawczego, który otrzymuje informacje i energię od organizatora i odpowiednio do tego oddziałuje na otoczenie. Na tym polega np. posługiwanie się narzędziami. Przy krajaniu nożem czy jeździe na rowerze człowiek dostarcza z własnego organizmu energii do napędu oraz informacji wyznaczających kierunki działania.

Zamiast organizatora źródłem energii może być otoczenie. W tym przypadku potrzebne są dwa dodatkowe organy: zasilacz do pobierania energii z otoczenia oraz akumulator do jej przechowywania, w celu

wykorzystania odpowiednio do potrzeb. Przykładem takiego układu są mechanizmy. Przy użytkowaniu obrabiarek, samochodów itp. człowiek dostarcza tylko informacji, np. wyznaczających kierunek biegu samochodu.

Otoczenie może być ponadto źródłem informacji. Wówczas potrzebne są dwa dalsze organy dodatkowe: receptor do pobierania informacji z otoczenia oraz korelator do ich przechowywania w celu wykorzystywania odpowiednio do potrzeb. Przykładem takiego układu są automaty.



Rys. VI,1. Układ samosterowny

Tego rodzaju układ, oddziałujący na otoczenie (reakcja R) dzięki wykorzystywaniu energii (E) i informacji (bodziec S) pobieranych z otoczenia, będziemy nazywać układem samosterownym.

Jednakże nawet przy tak znacznym uniezależnieniu będzie to układ działający w interesie organizatora, jeżeli organizator zachowuje wpływ na działanie akumulatora i korelatora, tj. wpływ na to, jaka ilość energii i jakie informacje będą przenoszone do efektoru (rys. 1).

Do całkowitego uniezależnienia od organizatora dochodzi się przez wyposażenie układu samosterownego w organ spełniający takie funkcje, jakie spełniał organizator. Wówczas układ samosterowny staje się układem samodzielnym. Jest on swoim własnym organizatorem, tzn. steruje się we własnym interesie. Układami samodzielnymi są wszelkie organizmy. Maszyny samodzielne (autonomy) nie są jeszcze budowane, ale zasada ich konstrukcji wynika z omawianych poniżej właściwości układu samodzielnego.

Nasuwa się pytanie, co to znaczy, że układ steruje się we własnym interesie. Odpowiedź łatwo uzyskać odwołując się do procesów sterowni-

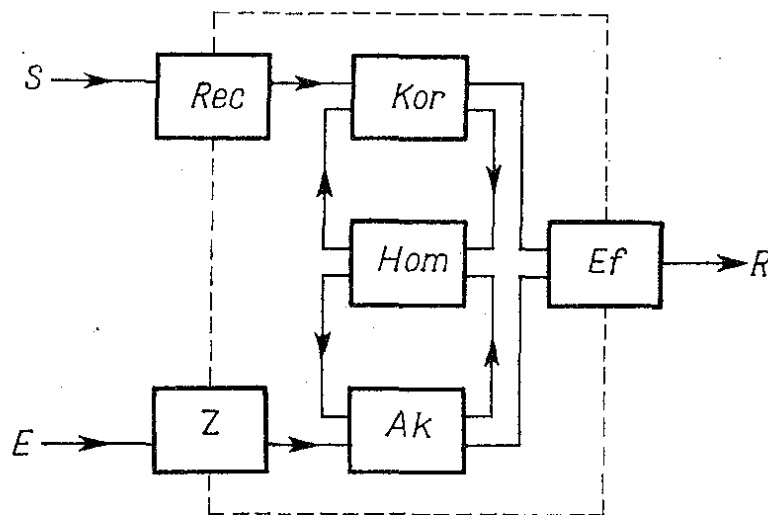
czych. Aby układ mógł się sam sterować, muszą zachodzić zmiany w jego strukturze, inaczej bowiem nie byłoby żadnego oddziaływania układu na otoczenie. Nie powinny to jednak być zmiany w takim stopniu nieodwracalne, że układ utraci zdolność sterowania. A zatem zadaniem organu sprawiającego, że układ jest samodzielny, musi być przeciwdziałanie zbyt dużym zmianom struktury układu, mogącym jego samodzielność zniweczyć.

Działanie we własnym interesie jest więc pojęciem jednoznacznym z przeciwdziałaniem zniszczeniu układu samodzielnego, lub inaczej mówiąc, z dążeniem do zachowania równowagi funkcjonalnej układu.

W organizmach istnieje zespół obiegów regulacyjnych przeciwdziałający nadmiernym odchyleniom temperatury, ciśnienia, wilgotności itp. Jak wiadomo, działanie tego zespołu nosi nazwę „homeostazy”.

W związku z tym organ, którego zadaniem jest utrzymywanie równowagi funkcjonalnej układu samodzielnego, będziemy nazywać homeostatem.

W ten sposób doszliśmy do schematu układu samodzielnego (rys. 2). Można w nim wyróżnić dwa główne tory: tor informacyjny, obejmujący receptory wykrywające bodźce (S) w otoczeniu, korelator, przecho-



Rys. VI,2. Układ samodzielny

wujący informacje odbierane od receptorów i przetwarzający je w informacje przenoszone do efektorów wytwarzających odpowiednie reakcje (R), oraz tor energetyczny, obejmujący zasilacze pobierające energię (E) z otoczenia, akumulator, przechowujący pobraną energię i przetwarzający ją w energię potrzebną do napędu efektorów przy wytwarzaniu

reakcji (R). Oprócz tych torów występują powiązania homeostatu z akumulatorem i korelatorem.

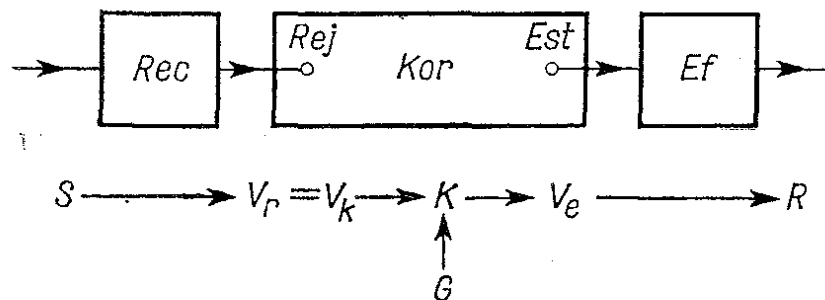
Poprzez tor informacyjny i tor energetyczny układ samodzielny jest sprzężony z otoczeniem. Między sobą tory te są sprzężone poprzez homeostat.

Oprócz receptorów wykrywających bodźce zewnętrzne, tj. pochodzące z otoczenia, należałoby również uwzględnić na rysunku 2 receptory wykrywające bodźce wewnętrzne (interoceptory), tj. pochodzące z różnych miejsc samego układu samodzielnego, pomijamy je tu jednak jako nie wносяce nic istotnego do dalszych rozważań.

3. KORELACJA W UKŁADACH SAMOSTEROWNYCH

Zanim przejdziemy do rozpatrywania toru informacyjnego w układzie samodzielnym, rozpatrzmy najpierw tor informacyjny w układzie samosterownym, tzn. pominiemy rolę homeostatu (rys. 3).

W torze tym możemy wyodrębnić odcinek stanowiący drogę przenoszenia informacji o bodźcu wykrytym przez receptor do korelatora. Odcinek ten zaczyna się w receptorze, a kończy się w jakimś punkcie korelatora; ten końcowy punkt będziemy nazywać rejestratorem. W istocie chodzi tu o organ, którego zadaniem jest rejestracja informacji. Ponadto



Rys. VI,3. Korelacja w układach samosterownych

możemy wyodrębnić odcinek przenoszenia informacji z korelatora do efektora. Odcinek ten kończy się w efektorze, a zaczyna się w jakimś punkcie korelatora; ten początkowy punkt będziemy nazywać estymatorem. Chodzi tu o organ, którego zadaniem jest estymacja, tj. ocena, czy reakcja powinna nastąpić czy nie.

Uwagę naszą skierujemy przede wszystkim na procesy odbywające się między rejestratorem a estymatorem. Procesy te będziemy nazywać korelacją. Nie wydaje się możliwe badać korelator tylko na podstawie

prostego schematu strukturalnego, a przecież cybernetyczny sposób traktowania pozwala znaleźć pewne punkty oparcia nie tylko dla rozpatrywania czynności mózgu ludzkiego, lecz także dowolnych korelatorów.

Przede wszystkim można powiedzieć, że jeżeli jakieś zjawisko fizyczne w jednym punkcie ma wywołać jakieś zjawisko fizyczne w innym punkcie, to między tymi dwoma punktami musi płynąć energia. Dlatego też w każdym korelatorze musi występować przepływ energii między rejestratorami a estymatorami. Z cybernetycznego punktu widzenia jest obojętne, czy to jest energia mechaniczna, czy elektryczna, czy jeszcze jakaś inna. Aby móc operować jednolitą terminologią, będziemy tę energię nazywać energią korelacyjną, ze względu na funkcję, jaką ta energia spełnia (w odróżnieniu od energii roboczej płynącej w torze energetycznym).

Stosunkiem energii korelacyjnej do czasu określa się moc korelacyjną K . Jeżeli energia ma przepływać pewną drogę, to na początku tej drogi musi występować pewna różnica potencjałów; będziemy ją nazywać potencjałem korelacyjnym V_k .

Środowisko, w którym płynie energia korelacyjna, będziemy nazywać środowiskiem korelacyjnym. Moc korelacyjna zależy oczywiście od przewodności tego środowiska, nazywanej przez nas przewodnością korelacyjną G .

Aby jakiś potencjał mógł powstać, potrzebny jest dopływ energii. Energia ta jest przynoszona przez bodziec z otoczenia, a następnie przenoszona poprzez receptor do rejestratora; wskutek tego powstaje w rejestratorze potencjał rejestracyjny V_r , który w przypadku układu samosternego jest zarazem potencjałem korelacyjnym.

Gdy energia korelacyjna dopływa do estymatora, wówczas powstaje w nim potencjał estymacyjny V_e . Do uruchomienia efektora konieczne jest przekroczenie pewnej wartości progowej tego potencjału, którą będziemy nazywać potencjałem decyzyjnym V_d . Przekroczenie potencjału decyzyjnego będziemy nazywać decyzją.

W każdym zjawisku fizycznym przenoszona moc jest tym większa, im wyższy jest potencjał wywołujący przepływ energii i im większa jest przewodność środowiska, w której przepływ energii odbywa się. Definiując przewodność korelacyjną jako stosunek mocy korelacyjnej do potencjału korelacyjnego

$$G = \frac{K}{V_k} \quad (1)$$

otrzymuje się wzór ogólny na moc korelacyjną

$$K = V_k G. \quad (2)$$

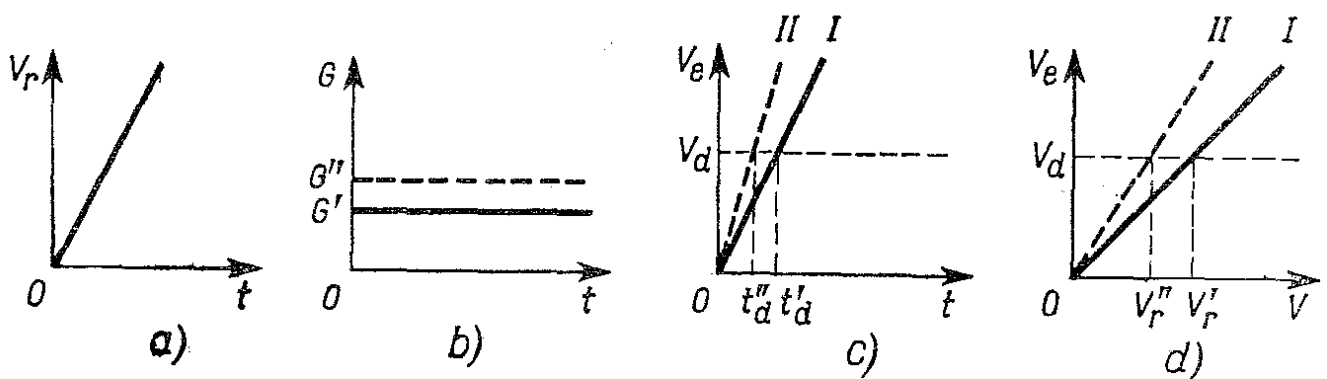
Dla przypadku

$$V_k = V_r \quad (3)$$

wzór (2) przybiera postać

$$K = V_r G. \quad (4)$$

Na rysunku 4 przedstawiono wykreślną interpretację przebiegów korelacyjnych. Jeśli dla uproszczenia wykresów założyć, że bodziec wywołuje jednostajny wzrost potencjału rejestracyjnego V_r , to zależność tego po-



Rys. VI,4. Zależności ilustrujące wpływ przewodności korelacyjnej na decyzje

tencjału od czasu $V_r = f(t)$ przedstawi się jako linia prosta (rys. 4a). Jeżeli przy tym przewodność korelacyjna jest stała i równa się G' (rys. 4b), to zależność $K = f(t) = V_r G'$ jest prostoliniowa. I wreszcie jeżeli założyć, że potencjał estymacyjny V_e jest proporcjonalny do mocy korelacyjnej K , to zależność $V_e = f(t)$ przedstawi się na wykresie jako linia prosta (I na rys. 4c).

Ogólnie biorąc potencjał decyzyjny V_d zostanie przekroczony po pewnym czasie decyzyjnym t_d .

Na rysunku 4c prosta I przecina prostą poziomą V_d , w punkcie odpowiadającym czasowi decyzyjnemu t'_d , co oznacza, że dopiero po tym czasie efektor może spowodować reakcję.

Funkcje $V_e = f(t)$ i $V_r = f(t)$ można ze sobą powiązać przez eliminację czasu t , skąd otrzymuje się funkcję $V_e = f(V_r)$ albo — po uwzględnieniu wzoru (3) — funkcję $V_e = f(V_k)$ (krzywa I na rys. 4d). Aby reakcja mogła powstać, potrzebny jest potencjał rejestracyjny V'_r .

Jeżeli moc korelacyjna nie wywiera praktycznie wpływu na przewodność korelacyjną, to reakcje na wielokrotnie powtarzany taki sam bodziec będą powstawać po takim samym czasie decyzyjnym. Układ taki jest niezdolny do wykorzystywania wcześniejszych doświadczeń. Tak właśnie dzieje się w prostych automatach.

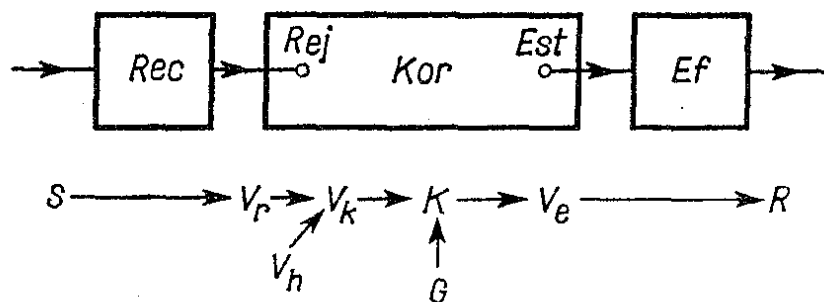
Natomiast jeżeli wcześniejsze doświadczenia mają być wykorzystywane, to przewodność korelacyjna powinna wzrastać po każdym przebiegu korelacyjnym. Na tym właśnie polega rejestracja informacji w korelatorze.

Przypuśćmy, że po pierwszym bodźcu przewodność korelacyjna wzrasta z wartości G' do wartości G'' (rys. 4b). Jeśli teraz nadejdzie powtórny bodziec, identyczny z pierwszym, to moc korelacyjna będzie mieć wartość $K = V_r G''$, a przebieg funkcji $V_e = f(t)$ będzie bardziej stromy (prosta II na rys. 4c) niż poprzednio, co oznacza, że reakcja na powtórny bodziec nastąpi po krótszym czasie decyzyjnym t_d'' .

Z takich samych przyczyn bardziej stromy będzie również przebieg funkcji $V_e = f(V_k)$ (prosta II na rys. 4d), co oznacza, że do wywołania reakcji na powtórny bodziec potrzebny jest mniejszy potencjał rejestracyjny V_r'' . Inaczej mówiąc, przy powtarzaniu się bodźców dalsze bodźce mogą być coraz słabsze, a mimo to wywoływać reakcje.

4. KORELACJA W UKŁADACH SAMODZIELNYCH

Aby przejść od układów samosterownych do układów samodzielnych, uwzględnimy wpływ homeostatu.



Rys. VI,5. Korelacja w układach samodzielnych

Zmiany rozkładu potencjałów w korelatorze wywierają wpływ na homeostat, który z kolei wywiera wpływ na korelator (rys. 2), wprowadzając do niego pewien potencjał, który będziemy nazywać potencjałem refleksyjnym.

Wobec tego w układzie samodzielny potencjał korelacyjny (rys. 5) jest sumą potencjału refleksyjnego i potencjału rejestracyjnego

$$V_k = V_h + V_r. \quad (5)$$

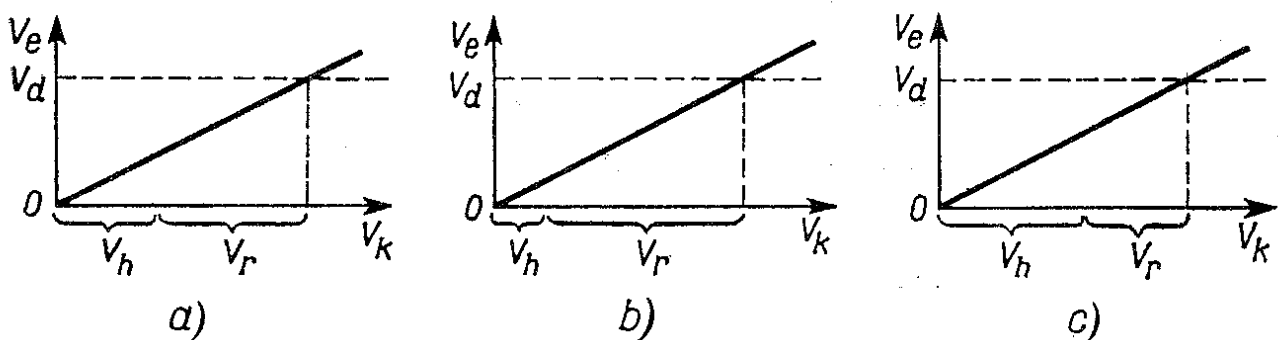
Zgodnie z tym wzór (2) przybierze postać

$$K = (V_h + V_r) G. \quad (6)$$

Jeżeli zmiany w korelatorze są niekorzystne dla układu samodzielnego, tj. sprawiają, że stan jego oddala się od równowagi funkcjonalnej, to zgodnie ze swoim zadaniem homeostat powinien temu przeciwdziałać, a więc, zgodnie ze wzorem (6), zmniejszyć potencjał refleksyjny V_h . Wówczas moc korelacyjna K zmaleje, w wyniku czego niekorzystna decyzja zostanie opóźniona lub nawet w ogóle nie nastąpi.

Natomiast jeżeli zmiany w korelatorze są korzystne dla układu samodzielnego, tj. przybliżają stan układu do równowagi funkcjonalnej, to homeostat będzie temu sprzyjać, zwiększając potencjał refleksyjny.

Rola potencjału refleksyjnego przedstawiona jest dokładniej na rysunku 6. Aby decyzja mogła powstać, potencjał korelacyjny, zgodnie ze wzorem (5), musi być dostatecznie duży (rys. 6a). Przy mniejszym potencjale refleksyjnym potencjał rejestracyjny musi być większy, co oznacza, że do spowodowania niepożądanego decyzji potrzebny jest silniejszy bodziec (rys. 6b). Przeciwnie, przy większym potencjale refleksyjnym wystarcza mniejszy potencjał rejestracyjny – pożądaną decyzję może spowodować również słabszy bodziec (rys. 6c).

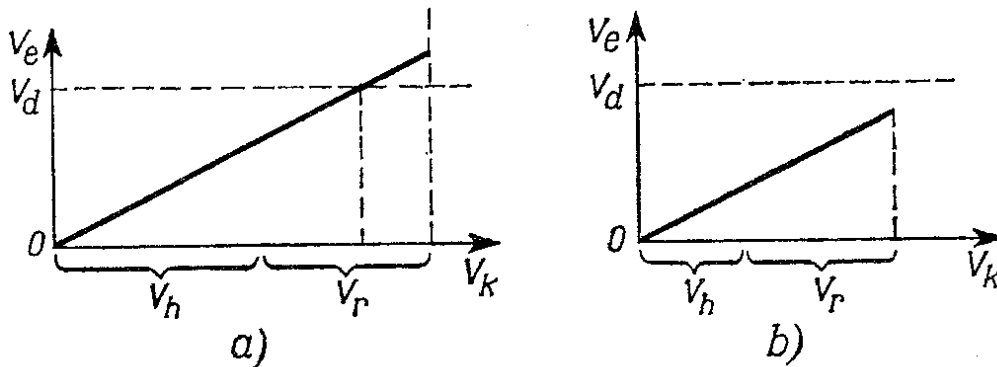


Rys. VI,6. Wykresy ilustrujące współzależność potencjału refleksyjnego przy stałym potencjale korelacyjnym

Przy stałym potencjale rejestracyjnym decyzja zależy od potencjału refleksyjnego, jak to ilustruje rysunek 7. Przy dużym potencjale refleksyjnym potencjał korelacyjny jest wystarczający do spowodowania decyzji (rys. 7a). Przy mniejszym potencjale refleksyjnym potencjał korelacyjny może

się okazać tak mały, że potencjał decyzyjny nie zostanie w ogóle osiągnięty, a więc decyzja nie nastąpi (rys. 7b). Jak widać, od potencjału refleksyjnego zależy, czy ten sam bodziec wywoła reakcję czy nie.

Potencjał refleksyjny stanowi istotne kryterium rozróżnienia decyzji pożądaných i niepożądaných. W ten sposób, dzięki posiadaniu homeostatu, układ samodzielny może sterować się we własnym interesie.



Rys. VI,7. Wpływ potencjału refleksyjnego na estymację przy stałym potencjale rejestracyjnym: a) przypadek, gdy potencjał estymacyjny przekracza potencjał decyzyjny; b) przypadek, gdy potencjał estymacyjny nie osiąga potencjału decyzyjnego

Wpływem potencjału refleksyjnego objaśniają się też trudności w uzyskiwaniu jednoznacznych zależności między reakcją i bodźcem w badaniach psychologicznych.

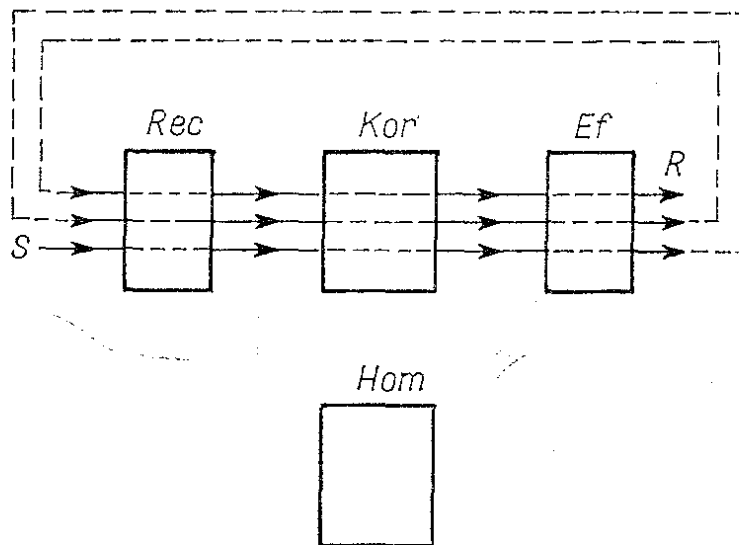
5. OBIEGI KORELACYJNE

W dotychczasowych rozważaniach ograniczyliśmy się do jednorazowych przebiegów korelacyjnych. Obecnie przejdziemy do rozpatrzenia obiegów korelacyjnych, powstających, gdy wiele przebiegów korelacyjnych następuje po sobie.

W związku z tym, że zjawiska zachodzące w korelatorze wywierają wpływ zarówno na działanie efektora jak i homeostatu, można rozróżnić dwa przypadki skrajne.

Na rysunku 8 jest przedstawiony przypadek, gdy pod wpływem jakiegoś bodźca rozptyw mocy korelacyjnej doprowadzi do przekroczenia potencjału decyzyjnego w którymś z estymatorów i spowoduje przez to reakcję, zanim zmiana potencjału refleksyjnego wywołana przez homeostat zdoła jej przeszkodzić. Reakcja ta wywoła zmianę w otoczeniu. Oddziaływanie nowego stanu otoczenia na układ samodzielny stanowi nowy bodziec,

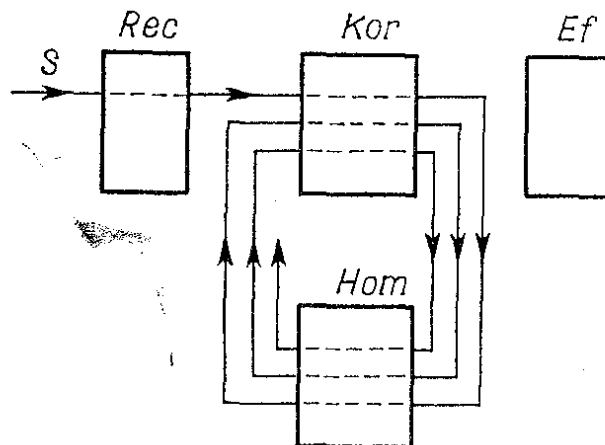
wywołujący zmianę rozplywu mocy korelacyjnej. Jeżeli nowy rozplyw mocy korelacyjnej również spowoduje reakcję, zanim temu przeszkodzi zmiana potencjału refleksyjnego wywołana przez homeostat, itd., to tego



Rys. VI,8. Korelacja w obiegu reakcyjnym

rodzaju przebiegi składają się na obieg korelacyjny, odbywający się bez udziału homeostatu. Taki obieg korelacyjny będziemy nazywać obiegiem reakcyjnym.

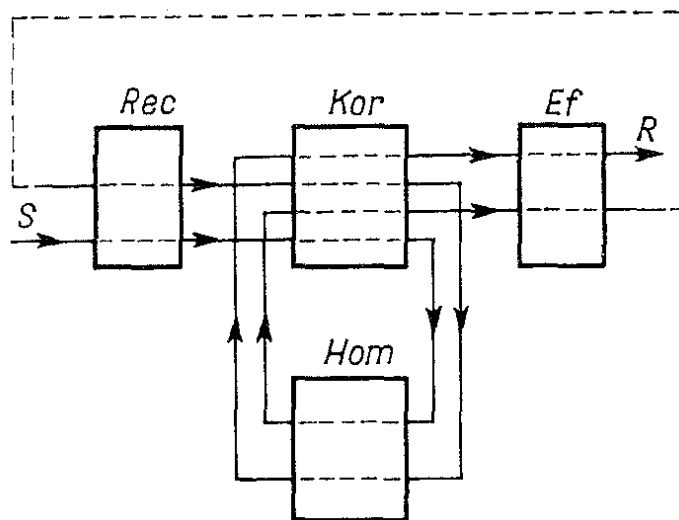
Przypadek odwrotny przedstawiony jest na rysunku 9. Jeżeli wskutek oddziaływania korelatora na homeostat potencjał refleksyjny zostanie zmniejszony, to zmaleje moc korelacyjna i potencjał estymacyjny, wobec



Rys. VI,9. Korelacja w obiegu refleksyjnym

czego reakcja nie może powstać. W wyniku zmiany potencjału refleksyjnego nastąpi nowy rozplyw mocy korelacyjnej, przy czym znów może się okazać, że działanie homeostatu i zmiana potencjału refleksyjnego nastąpi

przed powstaniem reakcji itd. Tego rodzaju przebiegi składają się na obieg korelacyjny, odbywający się bez udziału efektora. Taki obieg korelacyjny będziemy nazywać obiegiem refleksyjnym.



Rys. VI, 10. Korelacja w obiegu refleksyjno-reakcyjnym

Między tymi skrajnymi przypadkami możliwe są obiegi pośrednie, jak np. przedstawiony na rysunku 10, gdzie po obiegu refleksyjnym następuje obieg reakcyjny, potem znów obieg refleksyjny itd. Takie obiegi korelacyjne będziemy nazywać obiegami refleksyjno-reakcyjnymi.

6. CYBERNETYCZNA INTERPRETACJA PROCESÓW PSYCHICZNYCH

W wyniku przeprowadzonych powyżej rozważań doszliśmy więc do koncepcji układu samodzielnego i do scharakteryzowania procesów w nim występujących. Na tym zadanie cybernetyka można by uważać za zakończone.

Jeżeli chodzi o przejście od ogólnej teorii układów samodzielných do praktyki konkretnych tworów, to głos powinni zabierać raczej specjaliści z poszczególnych dziedzin, a więc biologowie w odniesieniu do organizmów, technicy zaś w odniesieniu do maszyn.

Niemniej spróbujmy tu wysunąć pewne punkty widzenia w odniesieniu do problemu myślenia, którego przecież dotyczy niniejsza publikacja.

Zacznijmy od stwierdzenia, że przedstawiona w niej koncepcja procesów informacyjnych nie jest jedną z możliwych, lecz jedyną możliwą, a to w na-

stępującym sensie. Zjawiska, zachodzące w korelatorze jako przetworniku informacji, muszą polegać na przepływie energii, gdyż zjawisk nie związanych z przepływem energii nie ma. Aby energia mogła płynąć, musi istnieć różnica potencjałów. Z kolei, aby wystąpiła różnica potencjałów, musi istnieć przepływ energii. Wszystkie te przebiegi muszą też spełniać prawo zachowania energii. Należy również zauważyć, że wszystkie podane tu procesy i wielkości mają ścisłe definicje fizyczne. Faktu tego nie zmienia okoliczność, czy dysponujemy obecnie środkami do mierzenia tych wielkości.

Taki stan rzeczy od strony cybernetyki wypadnie nam zestawiać ze stanem od strony psychologii, charakteryzującym się tym, że terminy psychologiczne są wzięte z języka potocznego, i to w znaczeniach, wynikających z wielowiekowych przyzwyczajzeń językowych, a propozycje definicji poszczególnych terminów psychologicznych są formułowane w oparciu o inne terminy psychologiczne, wskutek czego nie mogą one uzyskać większej ścisłości, niż na to pozwalają wspomniane przyzwyczajenia językowe.

I wreszcie, istotną różnicą jest to, że terminy cybernetyczne dotyczą obiektywnych właściwości mechanizmu procesów informacyjnych, a terminy psychologiczne dotyczą tylko oświadczeń na temat tych procesów.

Jesteśmy skłonni uznać prawdziwość czyjejś wypowiedzi: „ja myślę”, „jestem świadomy” itp., tylko dlatego, że mówiący jest istotą podobną do nas i mającą przyzwyczajenia językowe podobne do naszych. Oświadczenie tego rodzaju natychmiast przestalibyśmy rozumieć, gdybyśmy, zamiast słyszeć je z ust innego człowieka, zobaczyli je w postaci napisu na ekranie tablicy, o której nie wiemy, czy za nią znajduje się człowiek, wyświetlający napisy za pomocą odpowiedniej aparatury, czy np. odpowiednio zaprogramowana maszyna matematyczna.

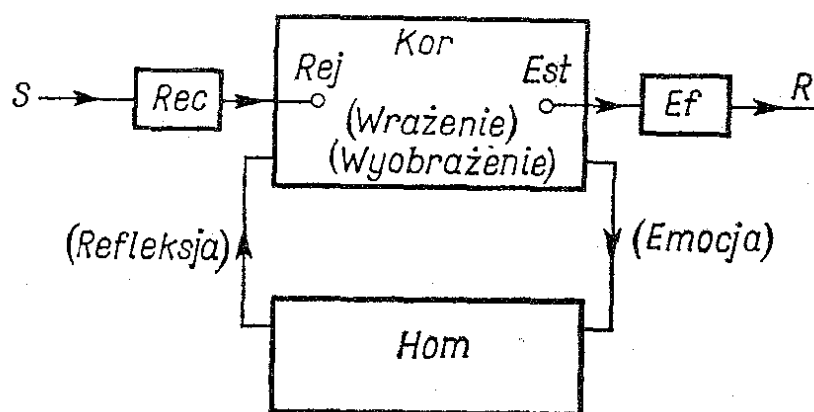
Po tych wyjaśnieniach podejmiemy próbę powiązania nazwy „myślenie” z omówionymi procesami informacyjnymi w układach samodzielnych.

W podręcznikach psychologii zwykle określa się myślenie jako czynność poznawania związków między przedmiotami (w najogólniejszym znaczeniu wyrazu „przedmiot”). Jak widać, w definicji tej występuje termin psychologiczny „poznawanie”, którego znaczenie jest niejasne. Jeśli oznacza on odbieranie i rejestrację informacji, to w konsekwencji trzeba by uznać, że do myślenia zdolne są nawet tak proste urządzenia, jak magnetofon czy aparat do nagrywania płyt gramofonowych. Na przykładzie tym widać, jak dalece nieścisłe są definicje terminów psychologicznych,

gdy się je zechce stosować z odrzuceniem wszelkich innych postulatów, do których przyzwyczailiśmy się nawet nie zdając sobie z tego sprawy.

Jeśli np. wziąć pod uwagę postulat, że myślenie umożliwia reagowanie na zmiany w otoczeniu, to myślenie byłoby tym samym, co korelacja. Ale do tak pojmowanego myślenia jest zdolny każdy regulator techniczny.

Jeśli dodać postulat, że myślenie jest procesem, który może się odbywać nawet bez wywoływania żadnych reakcji, to myślenie byłoby tym samym, co korelacja w obiegu refleksyjnym. Taka definicja zdaje się naj-



Rys. VI,11. Cybernetyczna interpretacja głównych procesów psychicznych

lepiej odpowiadać powszechnym przyzwyczajeniom, ale przyjęcie jej jest równoznaczne z uznaniem, że do myślenia zdolne są wszelkie organizmy, a także maszyny samodzielne (tj. wyposażone w homeostat).

Na pytanie, czy w takim razie nie ma różnicy między myśleniem człowieka a myśleniem innych organizmów, należy odpowiedzieć, że różnica jest, ale może ona wynikać tylko z liczby elementów korelacyjnych, tj. łącznej liczby rejestratorów i estymatorów. Liczbę tę ocenia się u człowieka na kilkanaście miliardów, podczas gdy np. u owadów wynosi ona zaledwie kilkanaście tysięcy. Dzięki tej właśnie okoliczności człowiek wyróżnia się zdolnością do przetwarzania wielkich ilości informacji. Co nie przeszkadza, że taką samą lub nawet większą zdolność będzie mieć maszyna samodzielna o odpowiednio dużej liczbie elementów korelacyjnych.

Postępując podobnie możemy zinterpretować wiele innych terminów psychologicznych. Pomijając rozważania zbyt szczegółowe możemy przedstawić główne procesy psychiczne w następujący sposób (rys. 11).

Po wykryciu bodźca przez receptor wrażliwy na dany rodzaj bodźców powstaje w powiązanim z nim rejestratorze potencjał rejestracyjny. Wskutek tego następuje rozptył mocy korelacyjnej z tego rejestratora we wszyst-

kich kierunkach (rozptyw ten jest wrażeniem bodźca). Przepływowi mocy korelacyjnej towarzyszy wzrost przewodności korelacyjnej, dzięki czemu informacja o bodźcu zostaje zarejestrowana (zapamiętywanie). Ze zniknięciem bodźca moc korelacyjna przestaje płynąć (wrażenie zanika), ale przewodność korelacyjna pozostaje zwiększona, choć z wolna maleje w wyniku procesów samowyrównawczych znanych z fizyki.

Gdy się pojawi inny bodziec, odbywa się podobny proces, z tą jednak różnicą, że powstający przy tym rozptyw mocy jest sumą rozptywu spowodowanego pojawieniem się potencjału rejestracyjnego w odpowiednim rejestratorze (rozptyw ten jest wrażeniem drugiego bodźca) i dodatkowego rozptywu po drogach o przewodności zwiększonej przez poprzedni bodziec (całkowity rozptyw mocy korelacyjnej jest wyobrażeniem drugiego bodźca, tj. wrażeniem drugiego bodźca uzupełnionym skojarzeniami z pierwszym bodźcem). Na przykład widząc cytrynę odbieramy wrażenie żółtej owalnej plamy, ale dzięki różnym poprzednim doświadczeniom mamy też wyobrażenie cytryny, obejmujące jej smak, soczystość itp.

Aktualny rozptyw narastającej mocy korelacyjnej (wyobrażenie) prowadzi do wzrostu potencjału estymacyjnego w różnych estymatorach, w wyniku czego nastąpi reakcja spowodowana przez efekторы powiązane z estymatorami, w których najpierw nastąpi przekroczenie potencjału decyzyjnego.

Równocześnie rozptyw mocy korelacyjnej (wyobrażenie) oddziałuje na homeostat (oddziaływanie to jest emocją), czego następstwem jest oddziaływanie homeostatu na korelator (oddziaływanie to jest refleksją). W zależności od tego, czy bodziec przybliży, czy też oddala stan organizmu od równowagi funkcjonalnej (tj. czy sprawia przyjemność, czy też przykrość), homeostat zwiększa bądź zmniejsza potencjał refleksyjny (sprzyjając w ten sposób bodźcom przyjemnym, a przeciwdziałając bodźcom przykrym).

Przedstawiony tu cybernetyczny mechanizm procesów psychicznych umożliwia interpretację i rozwiązanie wielu innych zagadnień z dziedziny psychologii, jak np. zagadnienie świadomości, mechanizm motywacji, rodzaje zapominania i przypominania, mechanizm odruchów warunkowych, itp. Na omówienie tych zagadnień potrzeba byłoby jednak znacznie więcej miejsca¹.

¹ Tematyka ta została rozwinięta w książce: Marian Mazur *Cybernetyczna teoria układów samodzielnych*. Warszawa 1966, PWN.

Na zakończenie należałoby postawić pytanie, czy praca ta wyjaśnia, co to jest myślenie.

Wyjaśnia ona, na czym polegają procesy informacyjne w układzie samodzielnym, a więc m. in. w organizmie ludzkim. Pytanie, które z tych procesów zechcemy nazywać „myśleniem”, jest sprawą tylko terminologiczną.

Ponieważ procesy te zostały przedstawione w kategoriach fizycznych, więc — bez względu na umowy terminologiczne — dadzą się one zrealizować w maszynach, co upoważnia nas do twierdzenia, że zbudowanie maszyny zdolnej do myślenia jest możliwe.