

Mieczysław Lubański

Informacja i jej nośniki

Studia Philosophiae Christianae 16/2, 55-66

1980

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, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MIECZYŚLAW LUBAŃSKI

INFORMACJA I JEJ NOŚNIKI

1. Wprowadzenie. 2. Informacja. 3. Sygnał. 4. Analogia z fizyką kwantową. 5. Ujęcie abstrakcyjne. 6. Systemowość i rozmytość. 7. Uwagi końcowe.

1. WPROWADZENIE

W ostatnich dziesięcioleciach pojęcie informacji stało się przedmiotem wielu wnikliwych badań. Wypracowano cały szereg teorii dotyczących się tego pojęcia, jak np. statystyczne oraz niestatystyczne teorie ilości informacji, różne ujęcia teorii wartości informacji, które znalazły zastosowanie w wielu gałęziach wiedzy. Sam termin informacja stał się terminem powszechnie używanym, modnym nawet. Dziś trudno byłoby wskazać taki dział wiedzy, w którym nie posługiwanoby się nim.

Dochodząca do nas informacja „wsparta” jest na pewnym nośniku. Może nim być np. fala akustyczna, pismo, a więc od strony fizycznej rzecz ujmując, obiekty bardzo różne. Jeżeli uwzględni się dokonywanie często wielu kodowań informacji, zanim ta dotrze od nadawcy do odbiorcy, jak to ma miejsce np. w audycji radiowej, w magnetofonie, to ilość wspomnianych rodzajów obiektów fizycznych wydatnie się zwiększa.

Jeśli zatem dochodzi do nas informacja, to nierozłączny z nią jest jej nośnik. Nasuwa się w naturalny sposób pytanie, czy dowolny obiekt fizyczny, który bywa nazywany sygnałem, może być nośnikiem informacji. Artykuł ten stawia sobie za cel przeanalizowanie związku zachodzącego między informacją i jej nośnikiem w przypadku sygnałów elementarnych.

2. INFORMACJA

Interesuje nas pojęcie informacji w sensie właściwym; pozostawiamy na uboczu pojęcie ilości informacji, jak też pojęcie wartości informacji, aczkolwiek są to pojęcia ważne. Nie

wchodzimy także w koncepcję M. Mazura¹. Zawiera ona wprawdzie propozycję definicji informacji, jednakże czyni to w oparciu o aparaturę cybernetyki. Z tego też względu wydaje się być dla naszych potrzeb niezbyt odpowiednia.

Pojęcie informacji przeszło znamiennej ewolucję. Początkowo było traktowane jako kategoria o charakterze społecznym. Uważano, że informacja jest nierozłączna z posługiwaniem się językiem w znaczeniu mowy ludzkiej. Język zaś jest przecież tym elementem, który najbardziej odróżnia nas ludzi od zwierząt². Jednakże z behawioralnego punktu widzenia można mówić o przekazywaniu informacji między zwierzętami; otrzymana informacja powoduje zmianę ich zachowania się. Tym samym więc informacja staje się kategorią o charakterze biologicznym. Analogiczne ujęcie pozwala mówić także o przekazywaniu informacji między urządzeniami technicznymi. One również pod wpływem otrzymanych informacji, niesionych przez odpowiednie sygnały, zachowują się w określony sposób. Innymi słowy informacja jest tu traktowana jako kategoria cybernetyczna. Okazuje się dalej, że możliwe jest posługiwanie się aparaturą teorii informacji także do zespołów, w których nie mamy do czynienia z procesami sterowania i komunikacji. Zatem informacja wykracza poza schemat cybernetyczny; może być traktowana jako pojęcie ogólnonaukowe.

Pojęcie informacji wydaje się być tak szerokie i posiadać takie własności, które predysponują je do stania się kategorią filozoficzną. Pojęcie to bowiem dobrze nadaje się do pracy w dziedzinie filozofii, do rozpracowywania problematyki filozoficznej³.

Poszerzanie zakresu terminu informacja jest oczywiście nierozłączne od zubożania jego treści.

Można przeto mówić o informacji na różnych poziomach: społecznym, biologicznym, cybernetycznym, pozacybernetycznym i prawdopodobnie filozoficznym. Nas będzie interesować informacja na poziomie ogólnonaukowym i to w jej elementarnych, jak gdyby atomowych, podstawowych składnikach.

W literaturze przyjęło się następujące ogólne określenie.

Informacja jest to każdy czynnik organizacyjny (niematerialny), który może być wykorzystany do bardziej sprawnego

¹ *Jakościowa teoria informacji*, Warszawa 1970.

² Por. pierwsze słowa przedmowy wydawcy brytyjskiego do książki: J. Greene, *Psycholingwistyka, Chomsky a psychologia*, Warszawa 1977, 5.

³ W. S. Gott i A. D. Ursul: *O niektórych aspektach wzajemności filozofii i jestestwoznania*, *Filozofskie Nauki* 1971, nr 4, 50—60.

lub bardziej celowego działania (przez ludzi, organizmy żywe lub maszyny)⁴. Podkreśla się tutaj organizację, albo inaczej pewnego rodzaju uporządkowanie, czy też strukturę. Dodanie w nawiasie przymiotnika „niematerialny” ma właśnie na celu zwrócenie uwagi na wspomnianą strukturę, czy uporządkowanie, wiążące elementy składowe, nie zaś na ich fizyczną naturę. Przy różnej naturze fizycznej nośnika informacji możemy mieć do czynienia z tą samą informacją.

Jeżeli bierze się pod uwagę stronę semantyczną informacji, to wówczas przyjmuje się, że informacja jest to pewna treść będąca opisem, poleceniem, nakazem, zakazem lub zaleceniem⁵, bądź też, że informacja to każdy czynnik, dzięki któremu obiekt odbierający go, np. człowiek, żywy organizm lub urządzenie automatyczne, może polepszyć swoją znajomość otoczenia i w bardziej sprawny sposób przeprowadzać celowe działania⁶.

Przepływ informacji zakłada istnienie nadawcy, sygnału niosącego informację oraz odbiorcy informacji. Sygnał może być przekazywany przy pomocy tzw. kanału komunikacyjnego. Przy ogólnonaukowym rozumieniu terminu informacja nadawcą, jak i odbiorcą informacji, może być nie tylko człowiek, czy dowolny żywy organizm, ale także maszyna, a nawet dowolna rzecz⁷.

3. SYGNAŁ

Przez sygnał rozumie się określony w funkcji czasu przebieg stanu fizycznego w urządzeniu przeznaczonym do jego wytwarzania. Sygnały służą do przekazywania wszelkiego rodzaju informacji. Rozróżnia się sygnały elektryczne, akustyczne, optyczne. Pierwsze z nich charakteryzują się zmianami wielkości elektrycznych (np. napięcie prądu, jego częstotliwość), drugie — zmianami dźwięku, trzecie — zmianami barwy lub też natężenia światła, względnie kształtu czy też położenia elementów, bądź ich barwy⁸.

⁴ J. Müller, *Informacja w cybernetyce, Informatyka*, Warszawa 1974, 36.

⁵ J. Gościński, *Cybernetyczne podstawy informatyki*, Warszawa 1973, 2; H.-J. Flechtner, *Grundbegriffe der Kybernetik, Eine Einführung*, Stuttgart 1972, 66—77.

⁶ *Encyklopedia techniki, Teleelektryka*, Warszawa 1968, 215.

⁷ J. Gościński, pr. cyt., 2; H. Sachsse, *Einführung in die Kybernetik*, Braunschweig 1974, 28—33.

⁸ *Encyklopedia techniki*, dz. cyt., 627; F. L. Bauer, G. Goos, *Informatyka*, Warszawa 1977, 31.

Zgodnie z podanym określeniem sygnał jest nośnikiem informacji; sygnał rozumie się tu bowiem jako celowo wytworzony stan fizyczny, z którym wiąże się informację.

Powyższe rozumienie sygnału odnosi się do jednej tylko grupy sygnałów, mianowicie do sygnałów wytworzonych celowo przez człowieka. Jednakże można mówić, i mówi się, również o sygnałach, które nie są wytworzone przez człowieka. Wyróżnić tu można sygnały wytwarzane przez organizmy żywe, przez maszyny (zbudowane przez człowieka), a także sygnały w znaczeniu dowolnego stanu fizycznego jakiegoś obiektu. Będziemy posługiwać się terminem sygnał w tym ostatnim ogólnym, szerokim znaczeniu.

Mając do dyspozycji ogólne pojęcie sygnału możemy trójkę pojęć: nadawca, odbiorca, sygnał rozumieć możliwie szeroko. Nadawca to każdy obiekt generujący sygnał, odbiorca — każdy obiekt reagujący na sygnał, zaś sygnał do dowolny obiekt, względnie jego stan, idący od nadawcy do odbiorcy.

Posługując się ogólnym rozumieniem terminów nadawca, odbiorca oraz sygnał otrzymujemy ogólne pojęcie informacji, jako „treści” przekazywanego sygnału. Mamy tu na myśli sygnały elementarne, inaczej proste, a więc takie, w skład których nie wchodzi inne sygnały. Jeżeli bowiem rozważać się będzie układy sygnałów, choćby nawet tylko elementarnych, to ważne okazuje się także ich uporządkowanie, ich struktura, a nie tylko pierwotna „treść” elementarnych sygnałów. Sprawa ta jest dobrze widoczna choćby w przypadku jakiegokolwiek języka, czy to naturalnego, czy nawet sztucznego.

W dotychczasowej praktyce naukowej przyjmuje się, że sygnał w znaczeniu szerokim może nieść informację. Może, ale nie musi. W tej pracy stawiamy tezę głoszącą, że każdy sygnał niesie informację. Szczególną uwagę zwracamy na sygnały elementarne. Chcemy zatem wskazać na powiązanie istniejące między dowolnym sygnałem elementarnym a elementarną „porcją” informacji. Podamy racje, które zdają się uzasadniać postawioną tezę.

4. ANALOGIA Z FIZYKĄ KWANTOWĄ

Należy najpierw uściślić termin sygnał elementarny. W tym celu posłużymy się pewną analogią z fizyką kwantową.

Zauważmy najpierw, że w fizyce nie określa się co to jest masa, względnie co to jest energia, lecz podaje się, w jaki sposób mierzyć masę, względnie energię, a także w jaki spo-

sób są te pojęcia powiązane z innymi pojęciami fizykalnymi⁹. Jeżeli potrafimy mierzyć masę oraz energię, to pojęcia te mają ścisły sens naukowy, chociaż nie potrafimy ich explicite określić.

Podobnie można postąpić w przypadku informacji. Nie trzeba określać jej bezpośrednio¹⁰, w zupełności wystarczy wskazać sposób jej mierzenia. A więc umieć rozstrzygnąć zagadnienie ile informacji mamy w danym sygnale, ile informacji niesie rozważany sygnał. Mamy tu zawsze na myśli sygnały elementarne. O nie nam chodzi. Toteż przystąpimy obecnie do określenia sygnałów elementarnych oraz do wskazania sposobu mierzenia ilości informacji przez nie niesionych.

Odwołamy się w tym celu do teorii praobiektów oraz praalternatyw.

Zgodnie z postulatem obiektów ostatecznych¹¹ każdy obiekt składa się z obiektów ostatecznych, które zwie się praobiektami (Urobjekte), zaś ich alternatywy — praalternatywami.

Rozważamy przypadek nie uwzględniający sił.

Wówczas możemy powiedzieć, że pojedynczy swobodny praobiekt ma stałą energię, mianowicie najmniejszy możliwy w Kosmosie kwant energii E_0 . „Nagie neutrino” z energią E równą kE_0 byłoby zwykłym złożeniem k równych praobiektów. Toteż liczba k byłaby tu informacją neutrino¹².

Analogicznie byłoby w przypadku dalszych prostych złożań.

Wiadomo, że jeden z wniosków płynący ze szczególnej teorii względności orzeka o zachodzeniu relacji między masą i energią. Albert Einstein sformułował go w postaci równania $E = m \cdot c^2$, gdzie E oznacza energię, m — masę, zaś c — prędkość światła w próżni. Związek ten mówi, że z każdą masą jest związana pewna energia, a także iż każda energia posiada pewną masę¹³. Innymi słowy orzeka on nierozłączność

⁹ C. Kittel, W. D. Knight, M. A. Ruderman, *Mechanika*, Warszawa 1969, 463; E. H. Wichmann, *Fizyka kwantowa*, Warszawa 1973, 33—34, 46, 67—70.

¹⁰ Jest zrozumiałe, że podane wyżej określenia informacji nie mogą uchodzić za ścisłe definicje. Należy je traktować jako wyjaśnienia intuicyjne w odniesieniu do terminu informacja.

¹¹ C. F. von Weizsäcker, *Jedność przyrody*, Warszawa 1978, 315—316.

¹² Tamże, 429.

¹³ Związek ten unifikuje dwie zasady zachowania: zasadę zachowania masy oraz zasadę zachowania energii; wspomniane zasady są w istocie rzeczy jedną zasadą, którą można formułować bądź w postaci zasady zachowania masy, bądź zasady zachowania energii. Por. S. Szczeniowski. *Fizyka doświadczalna*, Cz. V: *Fizyka atomowa*, Warszawa 1967, 218—219.

masy i energii. Te dwa różne elementy są ze sobą ściśle powiązane.

Zatem zgodnie z relatywistyczną zasadą równoważności masy i energii można przeprowadzić podobne do wyżej przedstawionego rozumowanie w odniesieniu do masy. Informacja pewnej sytuacji będzie po prostu liczbą składających się na nią praalternatyw. Zgodnie zaś z najprostszym modelem cząstki z masą, jej masa spoczynkowa jest liczbą praalternatyw koniecznych do budowy cząstki w spoczynku, a więc równa dokładnie informacji zainwestowanej w cząstkę. Jeżeli cząstka jest w ruchu, to ma większą masę, konsekwentnie zawiera proporcjonalnie więcej praalternatyw¹⁴.

Jeżeli mamy do czynienia z przekazywaniem informacji, to nie jest konieczne, aby aktualnie istniał nadawca i odbiorca informacji. Wystarczy, by dany sygnał nadawał się do przesłania informacji. Przypuśćmy, że ktoś wysłał w jakimś języku konkretną informację, która bardzo długo podróżowała zanim dotarła nie do adresata, lecz do kogoś innego znającego dany język. Załóżmy, że nadawca i adresat informacji już nie żyją. Jeżeli aktualny odbiorca rozumie treść sygnału, to nie widać racji, dla której należałoby odmówić wysłanemu sygnałowi miana nośnika informacji. Przykład został zaczerpnięty z dziedziny życia społecznego. Sformułowany przed chwilą wniosek wydaje się być nie mniej słuszny w przypadku informacji rozumianej ogólnie. Toteż można powiedzieć, że informacja oraz sygnał wydają się być nierozłączne. Jeżeli mamy informację, to dany jest i sygnał ją niosący; jeżeli dociera do nas sygnał, to niesie on („sam w sobie” — jeśli tak można powiedzieć) informację. Trzeba jedynie umieć ją odczytać.

Wspomnianą nierozłączność informacji oraz sygnału wykorzystuje się powszechnie w nauce. Zadaniem procesu badawczego jest umiejętne odczytanie informacji niesionych przez sygnały. Gdyby wspomniane odczytywanie nie było możliwe, to nie istniałaby żadna nauka.

Odczytywanie informacji jest połączone z jej rozumieniem. Nie należy tego ostatniego terminu brać w znaczeniu czysto społecznym. Chodzi nam przecież o sygnały elementarne, które można by utożsamiać z praobiektami. Powiemy, że odbiorca rozumie informację, jeżeli specyficznie na nią reaguje. Tego rodzaju sytuacja ma np. miejsce w przypadku informacji jako kategorii biologicznej. Mechanizm produkcji białek „rozumie”

¹⁴ C. F. von Weizsäcker, dz. cyt., 428—429.

informację genetyczną zawartą w łańcuchach kwasu dezoksyrybonukleinowego¹⁵.

Można postawić następującą tezę:

Informacją jest tylko to, co produkuje informację; względnie co produkuje informacja¹⁶.

Teza ta odnosi się do informacji rozumianej dynamicznie. Przedstawia przepływ informacji jako system zamknięty w sobie. Informacja istnieje tylko wtedy, gdy jest produkowana, a więc gdy informacja przepływa. Mamy tu do czynienia z podobną sytuacją, jaka występuje w przypadku ruchu. Ten ostatni istnieje o tyle jedynie, o ile coś się porusza¹⁷.

Odróżnia się informację aktualną oraz wirtualną. Informacja zwie się aktualna, jeżeli rzeczywiście produkuje informację; informacja wirtualna może produkować informację.

Praobiekty oraz niesione przez nie informacje wydają się być ze sobą powiązane podobnie jak związane są ze sobą masa oraz energia.

Otwarty pozostaje przypadek uwzględniający działanie sił.

5. UJĘCIE ABSTRAKCYJNE

W odniesieniu do sygnałów elementarnych, a więc praobiektów, jak również związanych z nimi informacji wydaje się, że można posłużyć się prostą konstrukcją abstrakcyjną¹⁸.

Symbol, który traktujemy jako niepodzielny i niezmienny zwie się literą. Zakładamy, że w odniesieniu do liter zawsze jest wiadome, czy są one jednakowe, czy też różne. Jednakowe litery można traktować jako różne egzemplarze jednej i tej samej litery ujmowanej abstrakcyjnie. Ścisłe biorąc litera to klasa liter równych między sobą.

Skończony układ parami różnych liter zwie się alfabetem. Niech A oznacza dany alfabet. Każda litera, która jest jednakowa z jakąś z liter alfabetu A, zwie się literą tego alfabetu. Słowem (wyrazem) w danym alfabecie A zwie się skończony ciąg liter danego alfabetu.

Dwa słowa (wyrazy) zwie się identycznymi, jeżeli składają

¹⁵ P. B. Weisz, *Biologia ogólna*, Warszawa 1977, 388—389.

¹⁶ Information ist nur, was Information erzeugt, (C. F. von Weizsäcker, dz. cyt., 415).

¹⁷ C. F. von Weizsäcker, dz. cyt., 408, 415.

¹⁸ Por. N. A. Krinicki, G. A. Mironow, G. D. *Programmirowanie*, Moskwa 1966, 15—18; M. A. Harrison, *Wstęp do teorii sieci przetwarzających i teorii automatów*, Warszawa 1973, 302—304; M. Gross, A. Lentin, *Teorija formalnych grammatik*, Moskwa 1971, 13—29.

się one z tych samych liter tak samo rozmieszczonych; innymi słowy jeżeli są one jednakowymi ciągami liter.

Liczba liter w słowie (wyrazie) zwie się jego długością. Jest ona zawsze liczbą całkowitą nieujemną.

Rozważa się także słowo puste; jest to takie słowo, które nie zawiera żadnej litery. Długość słowa pustego przyjmujemy równą zeru.

W zbiorze słów (wyrazów) nad danym alfabetem A wprowadza się operację konkatenacji. Jeżeli dane są dwa słowa s oraz t , to przez ich konkatenację rozumie się słowo w powstałe z dwu poprzednich przez napisanie najpierw całego słowa s oraz bezpośrednio po nim słowa t . Długość słowa w powstałego przez konkatenację dwu słów s oraz t jest równa sumie długości słów składowych.

Operacja konkatenacji w zbiorze słów utworzonych nad danym alfabetem A jest operacją łączną. Znaczy to, że gdy dane są trzy słowa s , t oraz u , to zachodzi następująca równość $(s \& t) \& u = s \& (t \& u)$, gdzie symbol $\&$ oznacza operację konkatenacji.

Konsekwentnie przeto zbiór wszystkich słów (wyrazów) utworzonych z liter danego alfabetu tworzy półgrupę z elementem neutralnym, którym jest słowo puste.

Jeżeli teraz podstawimy do omówionej konstrukcji abstrakcyjnej w miejsce liter sygnały elementarne, to ich zespoły linearne, będące odpowiednikami słów, stanowią półgrupę. Innymi słowy bierzemy interpretację z zakresu fizyki kwantowej przedstawionej konstrukcji abstrakcyjnej. Konsekwentnie można będzie tu stosować zarówno aparaturę, jak i twierdzenia teorii półgrup. Mamy w ten sposób do czynienia z przykładem pewnych stwierdzeń odnoszących się do sygnałów elementarnych i ich linearnych zespołów na język algebraiczny. Tego rodzaju przykład pozwala dojrzeć pewne formalne własności układu sygnałów elementarnych, jak również odpowiadającą im specyfikę, której nie potrafi ująć prezentacja algebraiczna.

Jeżeli w miejsce sygnałów elementarnych weźmiemy odpowiadające im informacje, to otrzymamy analogiczną sytuację w odniesieniu do informacji elementarnych. Można więc, przy zachodzeniu pewnych warunków powiedzieć, że zbiór informacji utworzonych z informacji elementarnych stanowi półgrupę.

Algebraizacja zarówno zespołów sygnałów elementarnych, jak też informacji utworzonych z informacji elementarnych, ma zastosowanie jedynie do przypadku operacji konkatenacji, a więc linearnego łączenia elementów składowych w całość przy założeniu łączności operacji.

Otwarty pozostaje problem algebraizacji nieliniarnego połączenia elementów składowych, a także liniarnego wprowadzie, lecz bez zachodzenia prawa łączności.

Wart również przebadania wydaje się problem relacji zachodzącej między aspektem semantycznym danej informacji a jej strukturą syntaktyczną nawet w przypadku zespołu informacji elementarnych.

Jest widoczne, że zreferowana metoda algebraizacji sygnałów oraz informacji elementarnych odnosi się zasadniczo do aspektu syntaktycznego złożonych sygnałów oraz informacji.

6. SYSTEMOWOŚĆ I ROZMYTOŚĆ

Kiedy mówi się o pojęciu informacji, to rozpatruje się je w oderwaniu od konkretnego, w jakim ona występuje; innymi słowy ujmując ją abstrakcyjnie. A przecież istnieją tylko konkretne informacje. Z tej racji adekwatne ujęcie problemu informacji wymaga uwzględnienia elementów występujących łącznie z informacją.

Jak już wspomniano wyżej za podstawowy element tego rodzaju należy uważać sygnał. Informacja i sygnał to elementy nieodłączne od siebie. Należy je rozpatrywać razem. Stanowią one pewną całość. Nadto postawiona wyżej teza wskazuje, że w przypadku informacji i sygnałów elementarnych istnieją one jako procesy. Nie ma więc informacji oraz sygnałów elementarnych „w spoczynku”. Jeżeli uwzględnia się wspomniany aspekt mobilności, to dochodzą jeszcze takie składniki jak nadawca i odbiorca informacji oraz możliwe różne sposoby kodowania informacji. Wymienione składniki są ze sobą wzajemnie powiązane, stanowią pewną całość. Innymi słowy mogą być traktowane jako system. Informacja ma więc charakter systemowy¹⁹. Ten charakter jest szczególnie wyraźnie widoczny w przypadku informacji społecznej, a także biologicznej oraz cybernetycznej. Jak jednak wskazaliśmy przed chwilą ma on zastosowanie powszechne.

Systemowe ujmowanie informacji pozwala stosować do niej aparaturę teorii systemów. Dzięki temu uzyskuje się nowy punkt widzenia na zagadnienie informacji, które jest zarówno problemem ważnym, jak i bardzo złożonym.

Z makroskopowego punktu widzenia wydaje się być proste i niepodlegające wątpliwości odróżnianie sygnałów między sobą, jak też informacji. A więc niedyskusyjne wydaje się stwierdzenie orzekające, że dane mamy dwa różne sygnały, że kon-

¹⁹. G. I. Szczerbicki, *Sistiemnyj charakter informacii*, Minsk 1978.

sekwentnie niosą one dwie oddzielne informacje itp. Jeżeli jednak przejdziemy do dziedziny sygnałów elementarnych, to sprawa zaczyna przybierać inny charakter. Chodzi o to, że metrologia zwraca uwagę na to, że w tym przypadku niedokładności związane z pomiarem (szeroko rozumianym) nie mogą być pominięte i wpływają na wynik pomiaru²⁰. W przypadku makroskopowym mogą zostać praktycznie pominięte błędy pomiaru²¹, jeżeli tylko jest on dokonywany z dostateczną dokładnością; w przypadku sygnałów elementarnych nie można tego uczynić ani z praktycznego, ani z teoretycznego punktu widzenia.

Postulat posiadania absolutnie dokładnych wyników pomiaru jest niemożliwy do zrealizowania. Naturalną tego podstawą jest dobrze znany kwantowy charakter zjawisk, który rzutuje na całą przyrodę. Najogólniejszymi przeciwieństwami nam prawami przyrody są prawa fizyki kwantowej²². Ponadto nie można zapominać, że istnieje próg czułości w odniesieniu do naszych zmysłów. One, jak też narzędzia, którymi posługujemy się przy dokonywaniu pomiaru, mają ograniczoną dokładność. Wynik pomiaru przedstawia się w postaci stwierdzenia orzekającego, że wielkość mierzona ma wartość zawierającą się między liczbami a oraz b , innymi słowy, że jest nie mniejsza niż a i jednocześnie nie większa niż b . Różnica $r=b-a$ jest dodatnia. To ostatnie stwierdzenie jest uważane za podstawowy postulat metrologii. A więc pomiar jest ze swej natury zawsze obarczony pewnym błędem²³, lub może lepiej: zawiera się w pewnym przedziale wartości, albo: jest „rozmyty” w większym lub mniejszym stopniu.

Pomiar należy niewątpliwie zaliczać do jednej z podstawowych czynności naukowych. Wszędzie tam, gdzie on występuje, pojawiają się jego właściwości. Innymi słowy trzeba uznać, że wynik pomiaru jest wielkością „nieostrą”, „rozmytą”. A jeśli tak, to o każdym obiekcie fizycznym elementarnym można mówić, że jest sygnałem, względnie że niesie informację, w pewnym stopniu p , gdzie p jest liczbą zawartą między zerem i jednością.

Nasuwa się więc propozycja, aby mówić: obiekt P jest syg-

²⁰ J. Piotrowski, *Podstawy metrologii*, Warszawa 1976, 17.

²¹ Metrologia wyróżnia cały szereg błędów. Mówi się więc np. o błędach systematycznych (należy tu błąd metody, błąd wzorcowania), przypadkowych (np. błąd odczytu, paralaksy, histerezy), dynamicznych (np. średni błąd kwadratowy, błąd amplitudy i błąd fazy). Zob. np. J. Piotrowski, dz. cyt., 174 — 201.

²² E. H. Wichmann, dz. cyt., 17.

²³ J. Piotrowski, dz. cyt., 61.

nałem elementarnym w stopniu p , a także równoważnie: dany sygnał niesie w stopniu p informację elementarną.

Zasygnalizowany przed chwilą charakter „rozmyty” pojęcia sygnału oraz informacji można ujmować precyzyjnie w oparciu o teorię zbiorów rozmytych. Pojęcie zbioru rozmytego wprowadził L. A. Zadeh²⁴. Uogólnienie tego pojęcia zaproponował J. A. Goguen²⁵. Teoria zbiorów rozmytych jest już znacznie rozbudowanym działem matematyki i znajduje liczne zastosowania. Mówi się o systemach rozmytych, językach rozmytych, logikach rozmytych, teoriach rozmytych itd.²⁶

Wskazaliśmy, że informacja elementarna ma charakter systemowy, a także rozmyty. To stwierdzenie wydaje się być w jakimś znaczeniu nowe. Istnieją wprawdzie prace, które poświęcają swe rozważania aspektowi systemowemu informacji, jednakże czynią to w stosunku do informacji na poziomach „wyższych”, a więc dla informacji jako kategorii cybernetycznej, biologicznej, społecznej. Nie zajmowano się natomiast aspektem rozmytości w odniesieniu do informacji nawet na wspomnianych poziomach wyższych.

7. UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiona próba wiąże ze sobą sygnały oraz informacje elementarne. Sygnał elementarny oraz informacja elementarna są dwoma nierozłącznymi od siebie elementami. Negowanie wspomnianego związku wydaje się być równoważne z negacją możliwości poznawania świata rzeczywistego przez „odczytywanie” sygnałów do nas dochodzących, a więc przez „rozpoznawanie” informacji przez nie niesionej. Zupełnie inną sprawą (i wcale niebanalną) jest zagadnienie języka, przy pomocy którego przedstawia się, formułuje rozważaną informację.

W odniesieniu do poznania ludzkiego systemowy punkt widzenia umożliwia wyjście poza fragmentaryczne teorie poznania, a nawet wypracowywanie ujęcia całościowego, w którym istotną rolę odgrywają dwa czynniki: przetwarzanie informacji oraz sprzężenia zwrotne zachodzące między kolejnymi przybliżeniami w odpoznawaniu otaczającego nas świata²⁷.

²⁴ *Fuzzy sets*, „Information and Control” 8 (1965), 338—353.

²⁵ *L-Fuzzy sets*, „Journal of Mathematical Analysis and Applications” 18 (1967), 145—174.

²⁶ Dobrą orientację w tym zakresie daje książka: C. V. Negoita, D. A. Ralescu, *Applications of fuzzy sets to systems analysis*, Basel und Stuttgart 1975.

²⁷ Zob. W. Buckley, *Epistemologia w ujęciu systemowym*, w: *Ogólna teoria systemów, Tendencje rozwojowe*, pod red. G. J. Klira, Warszawa 1976, 187—201.

Stwierdzenie orzekające, że zarówno masa, jak i energia, są informacją nasuwa problem znalezienia związku zachodzącego między ilością masy, względnie energii, a ilością informacji. Chodziłoby o jakiś analogon słynnego wzoru Einsteina podającego zależność między masą i energią. Mamy tu na myśli informacje elementarne. W przypadku informacji złożonych, w szczególności rozpatrywanych jako kategoria o charakterze cybernetycznym, biologicznym, społecznym, niezbędne tu wydaje się uwzględnienie struktury, czy też uporządkowania, w jakim występują informacje elementarne. Nie należy sądzić, że wspomniane uporządkowanie może być zawężone do uporządkowania linearnego. Przeciwnie. Naturalną rzeczą jest przeświadczenie o jego wybitnie skomplikowanej formie. Scharakteryzowanie liczbowe tylko masy danego sygnału będącego nośnikiem informacji z wyższego poziomu oczywiście tu nie wystarcza.

Jeżeli przedstawiona w tym artykule propozycja jest słuszna, to stanowiłaby ona nowe uzasadnienie tezy głoszącej, że informacja jest elementem strukturalnym rzeczywistości. Masa, energia oraz informacja to trójka pojęć, między którymi istnieją wprawdzie wzajemne zależności, ale które nie mogą zostać zredukowane do mniejszej ich liczby i które są niezbędne do opisu rzeczywistości, której fragment my sami stanowimy. Analogiczne stwierdzenie odnosi się także do desygnatów wymienionych pojęć.

Zaznaczony wyżej aspekt rozmytości informacji wydaje się być pokrewny z aspektem kwantowym występującym w fizyce, zaś aspekt systemowy informacji wprowadza punkt widzenia, z którymi związany jest trend zmierzający do uznania pewnego rodzaju jedności wiedzy ludzkiej.

INFORMATION UND INFORMATIONSTRÄGER

(Zusammenfassung)

Im Aufsatz betrachtet man sogenannte Elementarsignale und Elementarinformationen. Man stellt den Satz fest, dass ein Elementarsignal und eine Elementarinformation zwei voneinander untrennbare Elemente sind. Jedes Signal, im breiten Sinne des Wortes, trägt eine Information. Die Information ist eine Grundgrösse der Realität. Ausserdem bemerkt man dass die Information einen System- und Unschärfe (fuzzy) charakter hat.