

M. Lubański

"Gnoseologiczeskij analiz
sootnoczenija entropii i informacii",
A.I. Oksak, "Fiłosofskie Nauki" Nr 5
(1972) : [recenzja]

Studia Philosophiae Christianae 9/2, 207-210

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, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

się na ich pozytywne strony, chociaż nie są one rozwiązaniem ostatecznym.

M. Lubański

A. I. Oksak, *Gnoseologiczkiej analiz sootnoczenija entropii i informacii*, Filozofskie Nauki 1972, Nr 5, 68—76.

Zakres współczesnej teorii informacji poszerza się niemal z godziny na godzinę. Początkowo zajmowano się jedynie zagadnieniem pomiaru ilości informacji. Abstrahowano zarówno od treści, jak i od wartości informacji. Obecnie wspomniane problemy są także na warsztacie badań uczonych. Toteż wyróżnia się dziś co najmniej trzy działy z możliwie pełnego ujęcia teorii informacji. Są nimi: ilościowa, jakościowa i wartościowa teoria informacji. Jest interesujące, że mimo wspomnianego, tak szybkiego, niemal żywiołowego rozwoju teorii, nie wszystkie pojęcia z ilościowej teorii informacji przyjmowane są bez dyskusji. Ta najstarsza część teorii informacji budzi pewne wątpliwości odnośnie do swego podstawowego twierdzenia orzekającego zachodzenie związku między ilością informacji a entropią termodynamiczną. W referowanej pracy Autor stawia sobie za cel wskazanie na istniejące tu trudności, na pewne, jego zdaniem, błędy o charakterze matematycznym oraz przeprowadzenie krytyki, która by umożliwiła poprawne postawienie zagadnienia.

Na czym właściwie polega problem i jak on powstaje? Aby jasno przedstawić zagadnienie nas interesujące, najbardziej celowe wydaje się być zreferowanie najpierw tzw. negentropijnej zasady informacji. W tym celu należy przypomnieć dwie definicje: ilości informacji oraz entropii termodynamicznej.

Przypuśćmy, że mamy dwa stany równoprawdopodobnych możliwości P oraz Q. Przypuśćmy dalej, że ilość stanów w P jest większa od ilości stanów w Q. Zmniejszenie się ilości nieokreśloności w Q spowodowane jest posiadaniem pewnej ilości informacji. Umawiamy się wspomnianą ilość informacji mierzyć wzorem $I = K \cdot \ln(P/Q)$, gdzie K jest pewną stałą. W szczególności, jeżeli przyjmiemy za stałą K tzw. stałą Boltzmanna, to wówczas ilość informacji mierzyć się będzie w jednostkach entropii termodynamicznej. Przyjęcie logarytmu w definicji ilości informacji jest spowodowane jego własnością polegającą na tym, że logarytm iloczynu jest równy sumie logarytmów czynników. Dzięki temu ilość informacji zawarta w dwu niezależnych układach jest równa sumie informacji w nich zawartych. Ilość informacji posiada własność addytywności.

Entropię termodynamiczną określa się jako iloczyn stałej Boltzmanna k przez logarytm naturalny ilości mikrostanów. Jeżeli liczba mikrostanów wynosi P, to entropia wynosi: $S_p = k \cdot \ln P$. Pojęcie entropii

wprowadził R. E. Clausius w roku 1865 z racji swych rozważań nad drugą zasadą termodynamiki. Entropia jest miarą nieuporządkowania danego układu. Jeżeli uporządkowanie wzrasta, to entropia maleje. Jeżeli uporządkowanie maleje, entropia wzrasta.

Jeżeli więc przyjmiemy oznaczenia P oraz Q jak wyżej, to ubytek entropii będzie wynosił: $S_p - S_Q = k \cdot \ln P - k \cdot \ln Q$. Wielkość ta jest równa ilości informacji I . Dochodzimy przeto do zależności: $I = S_p - S_Q$. Nazwijmy negentropią entropię ze zmienionym znakiem. Powyższy wzór można będzie wówczas słowami wyrazić jak następuje: ilość informacji jest równa zmniejszeniu się entropii, czyli zwiększeniu się negentropii. Twierdzenie to bywa nazywane negentropijną zasadą informacji. Została ona sformułowana przez L. Brillouina.

Wspomniana zasada mocno zaważyła na ukształtowaniu się naukowych oraz filozoficznych poglądów na naturę informacji oraz istote stosunku zachodzącego między informacją a entropią. W szczególności wśród filozofów radzieckich można wymienić np. I. N. Brodskiego, I. B. Nowika, A. D. Ursuła, którzy uważają, że informacja jest własnością całej materii i uznają zachodzenie bezpośredniego związku między informacją i entropią, zgodnego z negentropijną zasadą informacji. Procesy informacyjne oraz entropijne zachodzą jednocześnie, ale w przeciwnych kierunkach. Przeto zwiększanie się ilości informacji pociąga za sobą zmniejszanie się entropii i odwrotnie.

Jednakże nie jest to jedyny możliwy pogląd odnoszący się do problemu informacji. Pogląd drugi, który może być nazwany funkcjonalizmem, wychodzi z założenia, że informacja jest własnością układów sterowanych i pojawia się przy oddziaływaniu tych układów ze światem zewnętrznym. Koncepcja ta jest znacznie mniej popularna od koncepcji pierwszej. Jednak zdaniem Autora posiada ona więcej danych przemawiających za nią, aniżeli pierwsza. Pozwala także bardziej adekwatnie ująć relację zachodzącą między entropią oraz informacją. Z tej pozycji Autor przeprowadza krytykę negentropijnej zasady informacji. Uważa ją za bezpodstawną. Przyjmowanie zachodzenia bezpośredniego związku między entropią oraz informacją jest wynikiem metodologicznie niepoprawnego podejścia oraz niekrytycznego wykorzystania pewnych prac z zakresu teorii informacji, cybernetyki oraz fizyki statystycznej.

Jak przebiega argumentacja Autora? Uważa on, że przyczyną, która skłoniła L. Brillouina do przyjęcia istnienia bezpośredniego związku między entropią oraz ilością informacji jest subiektywne ujmowanie entropii, będącej przecież obiektywną charakterystyką materialnych obiektów. Wspomniany subiektywizm wydaje się być skutkiem ogólnej filozoficznej koncepcji przyjmowanej przez L. Brillouina, który wpraw-

dzie odzeguże się od wszelkiej doktryny filozoficznej ale w rzeczywistości skłania się ku idealizmowi. On decyduje o tym, że głosi się tezę o entropii jako wielkości, która jest zależna od naszej wiedzy. Konsekwentnie dzięki dodatkowej informacji można bardziej dokładnie określić układ i zmniejszyć przez to jego entropię. W ten sposób dochodzi się do negentropijnej zasady informacji. Od strony formalnej natomiast rozumowanie L. Brillouina nie jest poprawne z tej racji, że o zachodzeniu bezpośredniej zależności między entropią oraz ilością informacji wnioskuje się z podobieństwa między wzorami na entropię termodynamiczną oraz na ilość informacji. Ale czy wystarcza formalne podobieństwo dwu wyrażeń, aby stąd wnosić o istnieniu bezpośredniego związku między ujmowanymi przez wspomniane wyrażenia wielkościami? Analogia zachodząca między wzorami matematycznymi może być przecież czymś przypadkowym. Wiadomo, że ten sam np. typ równań różniczkowych opisuje różne formy ruchu w świecie materialnym. Równanie falowe odnosi się przecież i do ruchu falowego mechanicznego i do ruchu falowego elektromagnetycznego oraz akustycznego itd. Identyczność wzorów wyrażających entropię termodynamiczną oraz ilość informacji wskazuje więc jedynie na to, że istnieje pewna wspólna podstawa dla procesów informacyjnych oraz entropijnych. Jest nią charakter probabilistyczny wspomnianych procesów.

Pojęcie entropii ostatnio uległo znacznemu poszerzeniu. Nastąpiło to z racji rozwoju metod cybernetycznych w podejściu do badania zjawisk świata materialnego. Wspomniane pojęcie przekroczyło ramy czysto fizykalne, gdzie było charakterystyką energetyczną ruchu mikrocząstek, miarą uporządkowania ich ruchu. Entropia, w szerokim rozumieniu tego słowa, stała się miarą uporządkowania obiektów według różnych charakterystyk, a nie tylko w związku z ruchem mikrocząstek. Z pojęciem entropii zaczęto łączyć procesy prowadzące do uproszczenia struktury układu, do zmniejszenia uporządkowania zachodzącego w układzie. Razem z tym istnieje również tendencja przeciwna polegająca na wzbogaceniu struktury, podwyższaniu uporządkowania w niej istniejącego. Toteż powstaje pytanie, czy nie należałoby tej drugiej linii rozwojowej charakteryzować wielkością przeciwną do entropii? Na powyższe pytanie udziela się, z reguły, odpowiedzi twierdzącej. Bywa ona formułowana następująco: Każde ciało materialne, każdy proces materialny charakteryzuje się dwoma wielkościami: entropią i negentropią (ilością informacji), przy czym zwiększaniu się jednej wielkości odpowiada zmniejszanie się drugiej. Do takiego mniej więcej ujęcia sprowadza się najbardziej rozpowszechniony pogląd o związku zachodzącym między entropią, w szerokim tego słowa znaczeniu, i informacją. Autor uważa, że przedstawiciele wyżej stanowisko jest bezpod-

stawne. Nie da się ono utrzymać. Wynika to z analizy pojęcia uporządkowania.

Co znaczy bowiem, że układ jest uporządkowany? Znaczy to, że jego elementy podlegają pewnemu prawu, pewnej prawidłowości. Jeśli przyjęłoby się istnienie dwu miar dla rozpatrywanego układu, to tym samym należałoby przypisać mu dwie własności: uporządkowanie oraz nieuporządkowanie. Ale przecież w rzeczywistości jest to jedna i ta sama własność. Wyrażenia „obiekt uporządkowany” i „obiekt nieuporządkowany” są równoważne wyrażeniom „obiekt wysokouporządkowany” i „obiekt niskouporządkowany”. Zatem terminy „układ uporządkowany” oraz „układ nieuporządkowany” oznaczają po prostu stopień uporządkowania obiektów. Miarą ilościową uporządkowania jest w obu przypadkach, entropia. A więc entropia stanowi zarazem charakterystykę uporządkowania i nieuporządkowania. Wprowadzanie negentropii wydaje się być niewłaściwe z tego względu, że procesy, w których zachodzi podwyższanie uporządkowania układu, charakteryzują się nie ujemną entropią, lecz ujemnym przyrostem entropii, czyli zmniejszaniem się entropii. Toteż obie wielkości, entropia fizyczna oraz ilość informacji, są miarami uporządkowania i stanowią szczególne przypadki entropii w szerokim rozumieniu tego słowa.

Co należy sądzić o przedstawionym tu skrótkowo toku rozumowania Autora. Trzeba przyznać, że jest interesujący. Wnikliwie ujmując zagadnienie związku zachodzącego między entropią a ilością informacji. Stanowi to niewątpliwie walor artykułu. Czy jednak argumentacja jest przekonująca? Piszący te słowa nie może pozbyć się wrażenia, że spór, w istocie, dotyczy nie problemu, lecz słów. Kiedy bowiem Autor mówi, że procesy uporządkowania łączą się nie z ujemną entropią, lecz z ujemnym przyrostem entropii, to czy ostatecznie wyrażenie, nie jest równoważne z powiedzeniem: charakteryzują się przyrostem negentropii? Wszyscy definiują bowiem negentropię jako entropię opatrzoną przeciwnym znakiem. Z tego punktu widzenia artykuł nie prezentowałby niczego istotnie nowego. Wydaje się jednak, że poprzestanie na tej jedynie uwadze byłoby niesprawiedliwością wobec Autora i podjętego przezeń trudu. Istotnym osiągnięciem pracy jest próba jednolitego ujęcia problematyki entropii, negentropii i ilości informacji. Artykuł wskazuje, jak można interesujące nas zagadnienie sformułować przy pomocy „entropii” w szerokim znaczeniu tego terminu. Pojęcie to okazuje się być wystarczające do scharakteryzowania własności uporządkowania układów, a tym samym do zdefiniowania i entropii termodynamicznej i ilości informacji. Wydaje się, że wskazanie na zachodzące relacje między dyskutowanymi pojęciami jest i interesujące i metodologicznie wartościowe.

M. Lubański