

A d a m N o w a c z y k

Co mówi o świecie zasada determinizmu?

...nie ma prawdy równie pewnej jak ta, iż cokolwiek się dzieje, czy to rzecz błaha, czy ważna, dzieje się w sposób bezwzględnie konieczny. Zgodnie z tym każdy stan rzeczy w dowolnej chwili określony jest ściśle przez stan poprzedni i tak w nieskończoność w przód i w tył. Świat w swym biegu przypomina więc zegar, który złożono i nakręcono; z tego punktu widzenia, który jest nie do odrzucenia, jest więc świat zwykłym mechanizmem, którego cel jest niewidoczny.

Arthur Schopenhauer, *Die Welt als Wille und Vorstellung**

Sukcesy Newtonowskiej mechaniki w wyjaśnianiu i przewidywaniu zjawisk skłoniły wielu słynnych filozofów i uczonych do głębokiej wiary w *Zasadę Uniwersalnego Determinizmu*. Wzmacniana przez kolejne osiągnięcia fizyki klasycznej, wiara ta przetrwała aż do początku XX w., a poważnie zagrożoną jej dopiero narodziny mechaniki kwantowej. Wypowiedź Schopenhauera, która posłużyła nam jako *motto*, jest dobitnym tej wiary wyrazem.

Również współcześnie można usłyszeć opinię, że mechanika Newtonowska i inne teorie fizyki klasycznej mają – w przeciwieństwie do mechaniki kwantowej – charakter *teorii deterministycznych*. Wyprowadza się stąd wniosek, że gdyby teorie fizyki klasycznej nie zostały przez nowsze odkrycia podważone i gdyby – w myśl tradycyjnych założeń – podstawowym umeblowaniem świata okazały się klasyczne niepodzielne cząstki, to nadal zmuszeni byłibyśmy sądzić, że wszystko, co się zdarza, jest od dawna w szczegółach przesądzone, czyli *zdeterminowane*. Również i to, jakie będą kolejne wypowiedziane lub napisane przez nas zdania. Byłoby to – jak się sądzi – zaprzeczeniem ludzkiej wolności, twórczego cha-

* W przekładzie Jana Garewicza.

rakteru ludzkich poczynañ i odpowiedzialności za nie. Toteż dopóki wiara w powszechny determinizm była żywa, filozofowie rozpaczliwie poszukiwali rozwiązań, które mogłyby pogodzić determinizm przyrody z ludzką wolnością, natomiast uczonym, zwłaszcza fizykom, towarzyszyło uczucie moralnego dyskomfortu graniczącego z poczuciem winy.

Popper w wykładzie poświęconym pamięci Arthura H. Comptona¹ mówił o „zmorze determinizmu fizycznego”, jaka nawiedzała znanego fizyka, i o uldze, z jaką przyjął on powstanie mechaniki kwantowej, za sprawą której „nie można już posługiwać się prawami fizyki jako dowodami przeciwko ludzkiej wolności”².

Czy rzeczywiście prawa fizyki klasycznej mogły zagrażać ludzkiej wolności? Zakładając, że człowiek jest częścią przyrody, pytanie to można uogólnić, nadając mu postać następującą: czy jakakolwiek teoria przyrodnicza może implikować zasadę determinizmu? Gdyby chodziło tu o *wynikanie logiczne*, wspomniana zasada powinna być formułowana w języku danej teorii. Tak wszakże się nie dzieje, chociażby dlatego, że zasada determinizmu nie ma ścisłego sformułowania odpowiadającego wymogom teorii naukowych. Ponadto każdy, kto głosił, że jakaś teoria naukowa implikuje zasadę determinizmu, odwoływał się nie do treści owej teorii, lecz do jej szczególnej własności o charakterze formalnym: utrzymywał, że jest to *teoria deterministyczna*. Pojęcie teorii deterministycznej zostało zdefiniowane przez logika Richarda Montague. Ponieważ ma ono ścisły sens tylko w zastosowaniu do teorii sformalizowanych, ów znakomity logik podjął trud sformalizowania Newtonowskiej mechaniki nieba (*celestial mechanics*) i wykazał, że jest to istotnie teoria deterministyczna³.

Fakt, że dysponujemy pewną teorią deterministyczną, nie jest wystarczającym argumentem na rzecz zasady determinizmu. Głoszący tę zasadę powinien ponadto wyjaśnić, jak owa teoria ma się do „realnej rzeczywistości”. Mógłby nas do tej zasady przekonać, gdyby potrafił wykazać, że modelem pewnej sformalizowanej teorii deterministycznej jest „cały świat”, czyli że teoria ta jest w pewnym sensie „ogólną teorią wszystkiego”. Ale pojęcie świata jako całości jest na tyle niejasne, iż nie wiemy, w jakim sensie cały świat mógłby być modelem jakiejś teorii. A jednak trudno pozbyć się wrażenia, że zasada determinizmu – jeśli ma jakiś sens – musi nam coś mówić o świecie, o tym, jaki on jest, względnie jaki mógłby być w bardzo ogólnych zarysach. Dlatego *zasada determinizmu powinna być interpretowana jako teza ontologiczna*. Problemy, czy ów świat daje się wyczerpu-

¹ W wykładzie „O chmurach i zegarach” wygłoszonym w 1965 r., opublikowanym jako rozdział szósty w: K.R. Popper, *Wiedza obiektywna. Ewolucyjna teoria epistemologiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992 (tłum. A. Chmielewski), s. 265–324.

² Zdanie to, cytowane przez Poppera, pochodzi z książki A. H. Comptona, *The Human Meaning of Science*, (1940).

³ R. Montague, „Deterministic Theories”, w: N.F. Washburne (ed.), *Decisions, Values and Groups*, Pergamon Press, Oxford 1962, s. 325–369.

jako opisać jakąś teorią, czy może to być teoria deterministyczna i czy teoria ta umożliwi nam ściśle przewidywanie zdarzeń, to zagadnienia wobec niej wtórne. Na gruncie pewnych założeń ontologicznych mogłoby się okazać, że zasada determinizmu obowiązuje, chociaż żadna „ogólna teoria wszystkiego” nie jest możliwa bądź nie może być teorią deterministyczną. Spróbujmy zatem ustalić, jaka jest bądź jaka mogłaby być treść zasady determinizmu jako tezy ontologicznej.

Jeśli możliwość teorii deterministycznej opisującej świat w sposób wyczerpujący potraktujemy jako zagadnienie wtórne, to poszukując sformułowania zasady determinizmu, powinniśmy unikać pojęć epistemicznych takich jak *teoria*, *prawa nauki*, *opis stanu*, *wynikanie* itp. Niezbyt fortunate byłoby zastąpienie praw nauki „obiektywnymi prawidłowościami”, skoro owe prawidłowości to nic innego jak przedmiotowe korelaty zarówno odkrytych, jak i nieodkrytych praw nauki. Aby nie utracić ogólności właściwej teom ontologicznym, powinniśmy również unikać korzystania z pojęć fizyki lub innych nauk przyrodniczych. Przy takich ograniczeniach sformułowanie zasady determinizmu może nastroczać trudności. Będziemy starali się je pokonać, aczkolwiek nie możemy z góry wykluczyć, że podzieli ona los innych zasad ontologicznych, które w świetle gruntownej analizy okazały się tylko mglistymi metaforami lub pustymi tautologiami.

Zasada determinizmu nie dałaby się wyrazić bez pewnych założeń odnoszących się do czasu. Przyjmijmy tu założenie właściwe fizyce klasycznej, że czas ma strukturę prostej euklidesowej z wyróżnionym kierunkiem (kierunkiem upływu czasu). Punktom prostej odpowiadają wówczas momenty czasu, te zaś można reprezentować liczbami rzeczywistymi. Kiedy $t_1 < t_2$, mówimy, że moment t_1 jest wcześniejszy od t_2 , a przedział domknięty $[t_1, t_2]$ nazywamy interwałem. Miarą jego długości jest różnica $t_2 - t_1$ będąca zawsze liczbą dodatnią.

W najczęściej spotykanych sformułowaniach zasady determinizmu pojawia się pojęcie determinacji lub predeterminacji⁴. Mówi się – na przykład – że stan świata w dowolnym momencie t *predeterminuje* jego stan w dowolnym momencie t' późniejszym od t . Jeżeli pojęcie stanu świata ma sens, to jest oczywiste, że świat w każdym momencie znajduje się w stanie ściśle określonym. Załóżmy, że świat w momencie t był w stanie S , natomiast w późniejszym momencie t' był (lub będzie) w stanie S' . Na czym ma polegać predeterminowanie stanu S' przez stan S ? Tu zazwyczaj w sukurs przychodzą nam *modalności*: mówimy, że skoro w momencie t świat był w stanie S , to w momencie t' nie tylko był (lub będzie) w stanie S' , ale również *nie mógł* (lub *nie będzie mógł*) być w żadnym innym stanie, czyli był (lub będzie) w stanie S' z *konieczności*.

⁴ Rozróżnia się determinizm „w przód”, „w tył”, jak również ten, o którym mówi Schopenhauer, czyli „w przód i w tył”. Tu zajmiemy się wyłącznie determinizmem „w przód”, czyli predeterminacją, która budzi największe emocje. Eksplikacja dwóch pozostałych nie stwarza dodatkowych problemów.

Wśród filozofów dociekliwych pojęcia modalne nie cieszą się dobrą reputacją. Zapytają oni: jaki sens ma w tym kontekście pojęcie konieczności? Powoływanie się na konieczność, jaką charakteryzują się rzekomo prawa przyrody, też raczej ich nie zadowoli. Musimy zatem – za przykładem Hume’a – sprowadzić konieczność do *ogólności*⁵. Nastęrcza się wówczas pytanie: co miałyby być przedmiotem kwantyfikacji? Świat – jak wiadomo – jest jeden, a tylko momentów jest wiele i różne są długości interwałów między nimi. Wiele jest również stanów, w których świat może się znaleźć, ale każdemu momentowi t odpowiada ściśle określony stan $S(t)$. Może zatem pojęcie predeterminacji należałoby wyjaśnić następująco:

- (I) Stan świata w momencie t_1 *predeterminuje* stan świata w momencie t_2 , gdy $t_1 < t_2$ oraz dla dowolnych momentów t_1', t_2' takich, że interwały $[t_1, t_2]$ oraz $[t_1', t_2']$ są tej samej długości, zachodzi implikacja: jeżeli stan świata w momencie t_1' jest ten sam, co w momencie t_1 , to również stany świata w momentach t_2' i t_2 będą te same.

Zauważmy, że przy takim rozumieniu predeterminacji zasada determinizmu staje się tezą o „wiecznych powrotach” w postaci warunkowej. Mówi ona tylko, że *jeśli* pewien stan świata po pewnym czasie się powtórzy, to – przy założeniu, że $t_1 < t_1'$ – w odstępach równych $t_1' - t_1$, także każdy inny stan będzie się powtarzał. Z uwagi na własności implikacji tak sformułowana zasada obowiązuje również wtedy, gdy w naszym świecie żaden jego stan się nie powtarza. Przeczy to naszym intuicjom, bez trudu bowiem wyobrażamy sobie, że w świecie, w którym żaden stan się nie powtarza, może panować „kompletny chaos”, co wydaje się sprzeczne z tym, jak zazwyczaj pojmujemy determinizm. A jeśli nasz świat jest nieskończony lub po prostu „bardzo duży”, to założenie, że żaden jego stan się nie powtarza, wydaje się wielce prawdopodobne. Dlatego proponowane sformułowanie zasady determinizmu może nas nie zadowalać. Możemy oczywiście zważyć winę na paradoks implikacji i uznać, że na miejscu „jeżeli” bardziej odpowiedni byłby spójnik „gdyby”.

Jak wiadomo, „gdybanie” przenosi nas do krainy niezrealizowanych możliwości. Ponieważ logika „gdybania” jest wątpliwa, lepiej byłoby zachować klasyczną implikację, ale wtedy musimy założyć, że nasz świat jest jednym z *możliwych światów*, w których może się realizować ten sam repertuar *możliwych stanów*. Niech zmienna W reprezentuje dowolny świat możliwy, stała W^* – nasz świat realny, zaś $S_W(t)$ – stan świata W w momencie t . Determinację należy wówczas rozumieć następująco:

⁵ Hume’owską strategię sprowadzania modalności do kwantyfikacji (konieczności – do ogólnej; możliwości – do egzystencjalnej) będziemy tu stosowali konsekwentnie.

- (II) $S_{w*}(t_1)$ *predeterminuje* $S_{w*}(t_2)$, gdy $t_1 < t_2$ oraz dla dowolnego możliwego świata W i dla dowolnych momentów t_1', t_2' takich, że interwały $[t_1, t_2]$ oraz $[t_1', t_2']$ są tej samej długości, zachodzi implikacja: jeżeli $S_w(t_1') = S_{w*}(t_1)$, to również $S_w(t_2') = S_{w*}(t_2)$.

Zasada determinizmu wyjaśnia wówczas konieczność, z jaką stany naszego świata następują po sobie, ogólnością polegającą na tym, że tak samo dzieje się we wszystkich światach możliwych. Występujące tu milczące założenie, że we wszystkich możliwych światach czas biegnie tak samo, można dość łatwo uchylć, wprowadzając odpowiednie przekształcenia osi czasu. Poważniejszą wadą przedstawionej ostatnio propozycji jest spekulatywna ontologia możliwych światów, które jakoby istnieją, ale nie są „realnym światem”. Ponadto, postulując istnienie światów *możliwych*, wcale nie pozbyliśmy się modalności, a na pytanie, jakie to światy są możliwe, zwykle odpowiada się: te, w których obowiązują te same „prawidłowości”. Odpowiedzi tej nie możemy uznać za zadowalającą, ponieważ odwołuje się *implicite* do jakichś znanych lub nieznanych praw nauki. Zatem jeśli nie odpowiada nam ontologia możliwych światów, zmuszeni jesteśmy do poszukiwania innych sformułowań zasady determinizmu.

Rozprawiając o determinizmie, nie możemy pozostawić bez bliższych wyjaśnień pojęcia *stanu świata*. Pojęcia tego nie da się w żaden sposób objaśnić bez przyjęcia wielu założeń charakteryzujących w sposób najbardziej ogólny strukturę rzeczywistości. Są to założenia *ontologiczne* z reguły niedające się zweryfikować, a przez to arbitralne i niekiedy kontrowersyjne. Musimy niewątpliwie założyć, że świat składa się z pewnych przedmiotów, które są „jakieś”, czyli charakteryzują się pewnymi „parametrami”. Co to są parametry? Wstępnie możemy wyjaśnić, że są to przysługujące różnym przedmiotom własności i zachodzące między nimi relacje. Musimy ponadto rozstrzygnąć, czym mają być przedmioty charakteryzowane parametrami. Czy mają to być tylko indywidua, czy również zbiory i relacje? Załóżmy – co wydaje się naturalne – że są to łącznie indywidua, ale wówczas nie możemy odrzucić równie naturalnego przeświadczenia, że jedno z nich są częściami drugich. Jest to mereologiczny⁶ punkt widzenia, nieobcy większości nauk przyrodniczych. Przedmioty, których części właściwe są również przedmiotami, to *agregaty*, zaś przedmioty, które nie mają części właściwych, to *atomy* (w mereologicznym, a nie fizykalnym znaczeniu słowa „atom”). My sami, jako przedmioty z naszego świata, jesteśmy oczywiście agregatami, zatem jeśli interesuje nas problem, czy zasada determinizmu również nas obejmuje, nie możemy tracić z pola widzenia agregatów. Natomiast za uwzględnieniem dystynkcji między atomami a agregatami przemawia – między innymi – to, że rozprawiając o determinizmie, nieuchronnie natkniemy się na problem *mikroredukcji*.

⁶ Mereologia – stworzona przez Stanisława Leśniewskiego formalna teoria relacji bycia częścią.

Mówiąc o agregatach nie możemy pominąć pytania, czy suma mereologiczna dowolnego zbioru indywiduów jest agregatem, a zatem również pewnym indywiduum? Gdybyśmy odpowiedzieli twierdząco, agregatem, a tym samym pewnym indywiduum, byłoby – między innymi – przysłowiowe „moje lewe ucho i Księżyc”. W potocznym użyciu pojęcie agregatu jako pewnej „całości” (a tym samym pojęcie przedmiotu jednostkowego złożonego z części) jest oczywiście nieostre; o tym, czy coś jest całością, decyduje w każdym przypadku jakiś system relacji między jej składnikami.

Kolejne nieuniknione pytanie: Ile istnieje przedmiotów i charakteryzujących je parametrów? Upraszczając sprawę, możemy założyć, że przedmiotów jest co najwyżej przeliczalnie wiele. Jest to jednakże założenie arbitralne, z którym nie zgodziłby się ktoś, kto jako indywidua przyjął punkty przestrzeni, których zbiór nie jest przeliczalny. Równie arbitralne musi być założenie dotyczące liczby parametrów. Przyjmiemy tu założenie, że zbiór parametrów jest także co najwyżej przeliczalny, jednakże tym samym odступujemy od teoriomnościowej interpretacji własności jako dowolnych zbiorów. Gdybyśmy własności przedmiotu identyfikowali ze zbiorami, do których ów przedmiot należy, to element nieskończonego, lecz przeliczalnego zbioru miałby nieprzeliczalnie wiele własności, co byłoby niezgodne z przyjętym założeniem. Wynika stąd, że wizja świata, którą tu zakładamy, jest umiarkowanie „esencjalistyczna”: pewne zbiory przedmiotów i zachodzące między nimi relacje muszą być „ontologicznie wyróżnione” i tylko takie możemy nazywać parametrami. Zapewne niektóre spośród takich parametrów są korelatami naszych pojęć, pod warunkiem, że nasza aparatura pojęciowa przynajmniej w pewnym zakresie odzwierciedla „esencjalną” strukturę rzeczywistości. Natomiast nie możemy wykluczyć, że pewne parametry pozostają, i mogą na zawsze pozostać nieuchwytnie przez naszą aparaturę pojęciową.

W świetle naszej wiedzy struktura parametrów charakteryzujących przedmioty naszego świata jest nader zawila. Niektóre z nich przysługują zarówno atomom, jak i agregatom, inne zaś – tylko agregatom. Najbardziej kłopotliwe są parametry, które przysługują pewnym agregatom, innym zaś nie tylko nie przysługują, lecz w odniesieniu do nich „tracą sens”⁷. Parametrom takim należałoby przypisać oprócz zwykłego zakresu (pozytywnego) również zakres negatywny i będący ich sumą zakres stosowalności. Z komplikacji z tym związanych można wybrać, utożsamiając własności i relacje z ich funkcjami charakterystycznymi o wartościach zero-jedynkowych określonymi na pełnym zakresie stosowalności. Potraktowanie parametrów jako funkcji ma również tę zaletę, że pozwala zaliczyć do nich funkcje, których wartościami mogą być nie tylko zero i jedynka. Funkcji takich uży-

⁷ Na przykład parametry *żyworodny* i *fajorodny* stosują się do kręgowców, a nie znajdują zastosowania w odniesieniu do pierwotniaków; parametry *organiczny* i *nieorganiczny* – do związków chemicznych, ale nie do pierwiastków. Przykłady takie można mnożyć.

wa się zazwyczaj jako reprezentacji *wielkości* z gatunku wielkości fizycznych, takich jak masa, odległość, temperatura itp. Wartościami funkcji są wówczas liczby rzeczywiste lub inne obiekty matematyczne.

Mówiąc o stanie świata w danym momencie, należałoby mieć na uwadze wszystkie przedmioty i wszystkie charakteryzujące je parametry. Jednakże wyznawcy tezy determinizmu są z reguły *redukcjonistami*. Zakładają oni, że istnieje pewna podklasa parametrów, które wystarczają do jednoznacznego scharakteryzowania stanu świata, ponieważ wszystkie pozostałe można do nich „zredukować”. Sens owej redukcji wyjaśnia się zazwyczaj za pomocą pojęć epistemicznych: to z praw nauki rzekomo wynika, że przedmioty, które nie różnią się pod względem pewnych parametrów „podstawowych”, nie mogą różnić się pod żadnym innym względem. Wspomniany już wcześniej postulat mikroredukcji głosi, że wszystkie parametry charakteryzujące agregaty można zredukować do parametrów charakteryzujących atomy. Naszym zdaniem postulat ten, podobnie jak zasada determinizmu, jest tezą ontologiczną i nie powinno się go uzależniać od pojęć i założeń epistemicznych. Postulat mikroredukcji wydaje się tak organicznie związany z zasadą determinizmu, iż zależności tej w naszych dalszych dociekaniach zignorować nie możemy.

W wielu sformułowaniach zasady determinizmu – zwłaszcza tych, na które powołują się fizycy – pojawia się pojęcie *układu*. Układem może być pewien wyodrębniony fragment świata, jak również – w pewnym sensie – cały świat w pewnym przedziale czasu. Być może pojęcie układu okaże się kluczem do rozwiązania interesującego nas problemu, pod warunkiem, że zostanie ono odpowiednio sprecyzowane.

Pojęcie układu, którym się tutaj posłużymy, jest pewną modyfikacją znanego pojęcia systemu relacyjnego lub algebraicznego. Układy bywają jednozakresowe bądź wielozakresowe. Układ jednozakresowy – a tylko takie będziemy tu mieli na uwadze – składa się z niepustego zbioru przedmiotów zwanego *zakresem układu* i skończonego ciągu parametrów zwanego *charakterystyką układu*. Ustalamy, że zakres układu może być tylko takim niepustym zbiorem przedmiotów, do których „stosują się” wszystkie parametry składające się na charakterystykę układu. Zakładamy, że – w odróżnieniu od zwykłych systemów relacyjnych – na charakterystykę układu składają się „całe” parametry, a nie „obcięte” stosownie do rozmiarów zakresu. Pozwala to mówić, że charakterystyki układów o różnych (nawet rozłącznych) zakresach mogą składać się z *tych samych* (a nie z co najwyżej izomorficznych) parametrów⁸. Zakładamy również, że wartości parametrów mogą się zmieniać z upływem czasu, z czego wynika, że dodatkowym argumentem każdego parametru jest moment czasu. Ponadto wyróżniamy pewien moment t_p jako

⁸ Taką modyfikacją pojęcia systemu relacyjnego posłużył się R. Wójcicki w *Wykładach z metodologii nauk*, PWN, Warszawa 1982.

zakresów i interwałów, które w przypadku interwałów powinny również zachowywać porządek momentów i równość dystansów między nimi).

W świetle przyjętych ustaleń zakres dowolnego układu musi składać się z przedmiotów jednorodnych pod względem charakteryzujących je parametrów. Wobec istniejącego zróżnicowania parametrów charakteryzujących agregaty świat obejmujący zarówno atomy, jak i agregaty nie mógłby być układem jednozakresowym. Mógłby on być, co najwyżej, bardzo złożonym układem wielozakresowym. Gdybyśmy taki układ próbowali skonstruować, należałoby połączyć w klasy równoważności parametry określone na tych samych zbiorach przedmiotów, co wyznałyby określony podział przedmiotów na kategorie, a następnie do każdej kategorii dołączyć odpowiadające jej parametry. Stan takiego układu w danym momencie mógłby być scharakteryzowany tylko za pomocą bardzo wielu macierzy. Ale również i to napotkałoby poważne trudności. Agregaty – co wiemy z doświadczenia – często rozpadają się, a tym samym przestają być agregatami danej kategorii, a ich części stają się samodzielnymi agregatami lub częściami agregatów należących do innych kategorii. Wynikałoby stąd, że zakresy układów mogą z biegiem czasu ulegać zmianie, a nawet całkowicie zanikać. Uwzględnienie tej okoliczności bardzo skomplikowałoby wyśłowienie i rozwiązanie interesujących nas problemów. Z tego samego powodu świat jako układ wielozakresowy wypełniony zarówno atomami, jak i agregatami nie budzi szczególnego zainteresowania również u głosicieli zasady determinizmu. Ich interesuje przede wszystkim świat *mereologicznych atomów*, tj. niepodzielnych cząstek, punktów materialnych itp. To w tym świecie rodzi się determinizm, który ogarnia następnie również świat agregatów, ponieważ wszystkie parametry charakteryzujące agregaty redukują się – w sposób dość tajemniczy – do parametrów przysługujących atomom. A ponieważ my sami jesteśmy rodzajem agregatów, determinizm w świecie atomów zagraża podobno naszej wolności.

Od problemów związanych z ową redukowalnością (mikroredukcją) nie uciekniemy, ale wpierv zajmijmy się determinizmem w świecie atomów. Załóżmy, że A jest zbiorem wszystkich atomów. Parametrów charakteryzujących atomy może być nawet nieskończenie wiele, ale wyznawcy zasady determinizmu – podobnie jak ich orędownik Laplace – liczą na to, że stan świata można opisać za pomocą nielicznych parametrów, ponieważ wszystkie pozostałe dają się zredukować do owych nielicznych. Tak ograniczona zasada redukcji nie nastrocza szczególnych kłopotów pojęciowych. Nie troszcząc się o nadzwyczajną ścisłość, można ją sformułować następująco:

- (III) Istnieje taki skończony ciąg parametrów P , że dla dowolnego parametru Q , dla dowolnych układów podobnych X i X' o charakterystyce P oraz dla dowolnych momentów t i t' zachodzi implikacja: ilekroć układy X i X' odpowiednio w momentach t i t' znajdują się w tym samym stanie, to układy z charakterystyką wzbogaconą o parametr Q są w tych momentach również w tym samym stanie.

Ciąg parametrów P , który spełnia powyższą zasadę, będziemy nazywać ciągiem *parametrów stanu*. Założmy, jak to czynią wszyscy determiniści, że taki ciąg parametrów istnieje. Będziemy odąd mieli na uwadze wyłącznie układy, które mają tę samą charakterystykę P złożoną z parametrów stanu.

Każdy układ w przyjętym tu tego słowa rozumieniu można utożsamić z trójką uporządkowaną $\underline{X} = \langle X, P, [t_p, t_k] \rangle$, gdzie X jest podzbiorem pełnego zbioru atomów A . Każdy taki układ jest *podukładem układu* $\text{Max}(\underline{X}) = \langle A, P, [t_p, t_k] \rangle$, który nazwiemy *układem maksymalnym*. *Dopełnieniem* układu $\underline{X}$ będziemy nazywać układ $D(\underline{X}) = \langle A - X, P, [t_p, t_k] \rangle$. Łatwo zauważyć, że dowolnemu układowi $\underline{X}$ odpowiada dokładnie jeden układ maksymalny $\text{Max}(\underline{X})$ i dokładnie jedno dopełnienie $D(\underline{X})$, pod warunkiem, że $\underline{X}$ sam nie jest układem maksymalnym. Równie łatwo zauważyć, że dla dowolnego układu $\underline{X}$, $\text{Max}(D(\underline{X})) = \text{Max}(\underline{X})$.

W naszych dalszych dociekaniach układy będą pełnić rolę analogiczną do możliwych światów, czyli będą przedmiotem kwantyfikacji. Jednakże w przeciwieństwie do światów możliwych układy są zawsze „z naszego świata”; są utworzone z realnych atomów będących tego świata tworzywem. Ponieważ nie wszystkie układy są porównywalne, zatem odpowiednikiem klasy możliwych światów będzie zawsze jakaś klasa układów podobnych. Kiedy układ $\underline{X}'$ jest podobny do układu $\underline{X}$, powiemy, że historia układu $\underline{X}'$ jest *możliwą historią układu* $\underline{X}$. Nie chodzi tu o żadną możliwość aprioryczną, z naszych ustaleń wynika bowiem, że każda historia możliwa układu $\underline{X}$ gdzieś i kiedyś zrealizowała się, chociaż na ogół nie w układzie $\underline{X}$, ten bowiem na tylko jedną historię. Pamiętamy, że historią danego układu jest pewien obiekt matematyczny (funkcja określona na interwale $[t_p, t_k]$), zatem historią układu $\underline{X}$ *możliwą a priori* byłaby dowolna taka funkcja spełniająca czysto formalne warunki dotyczące zbioru jej wartości. Zakładając, że w „realnym świecie” obowiązują pewne prawidłowości, które sprawiają że nie wszystko, co jest „matematycznie możliwe”, jest zarazem „fizycznie możliwe”, musimy zgodzić się, że nie każda tak rozumiana historia się realizuje.

Założyliśmy powyżej, że scharakteryzowane dość enigmatycznie pojęcia stanu początkowego i historii danego układu jako pewnych obiektów matematycznych pozwalają mówić, kiedy dwa układy znajdują się w *tym samym stanie początkowym* i kiedy mają *tę samą historię*. Są to równoważności, zatem w dalszych rozważaniach można będzie stan początkowy danego układu $\underline{X}$ i jego historię reprezentować klasami abstrakcji $[\underline{X}]_{\text{sp}}$ oraz $[\underline{X}]_{\text{h}}$. (Są to, odpowiednio, klasa układów w tym samym stanie początkowym co $\underline{X}$ i klasa układów o tej samej co $\underline{X}$ historii).

Zauważmy, że ilekroć $[\text{Max}(\underline{X})]_{\text{h}} = [\text{Max}(\underline{Y})]_{\text{h}}$, to $[\underline{X}]_{\text{h}} = [\underline{Y}]_{\text{h}}$ i zarazem $[D(\underline{X})]_{\text{h}} = [D(\underline{Y})]_{\text{h}}$, natomiast implikacja odwrotna zazwyczaj nie zachodzi. Wynika to stąd, że na historię $\text{Max}(\underline{X})$ składają się pewne „fakty”, które nie należą ani do historii $\underline{X}$, ani do historii $D(\underline{X})$. Bywa tak wtedy, gdy do charakterystyki P należą parametry co najmniej dwuargumentowe; zdarza się wówczas, że jeden z argumentów

należy do zakresu układu $\underline{X}$, drugi zaś do zakresu jego dopełnienia $D(\underline{X})$. Fakty polegające na przybieraniu przez parametry odpowiednich wartości dla takich „odseparowanych” argumentów to właśnie te, które nie należą ani do historii $\underline{X}$, ani $D(\underline{X})$. Sprawia to, że w przypadku dwóch różnych układów $\underline{X}$ i $\underline{Y}$ może zachodzić nierówność $|\text{Max}(\underline{X})|_{\text{H}} \neq |\text{Max}(\underline{Y})|_{\text{H}}$, chociaż zachodzą równości $|\underline{X}|_{\text{H}} = |\underline{Y}|_{\text{H}}$ i $|D(\underline{X})|_{\text{H}} = |D(\underline{Y})|_{\text{H}}$. To właśnie parametry wieloargumentowe sprawiają, że układy i ich dopełnienia nie od siebie „odizolowane”, lecz „oddziałują na siebie”.

Leibnizowi zawdzięczamy istotne spostrzeżenie, że nie wszystko, co z osobna możliwe, musi być *współmożliwe*⁹. Dotyczy to – między innymi – stanów początkowych układów i ich historii. Nawet jeśli nie hołdujemy zasadzie determinizmu, jesteśmy przekonani, że kiedy układ $\underline{X}$ znajdzie się w określonym stanie początkowym, to zazwyczaj nie każda z jego historii możliwych będzie mogła się w nim właśnie zrealizować. Podobnie, jeśli w dopełnieniu układu $\underline{X}$ dzieje się to, co się faktycznie dzieje, to uważamy za mało prawdopodobne, aby w samym układzie $\underline{X}$ mogło się dzieć to wszystko, co ogólnie rzecz biorąc jest możliwe. Sądzi-
my – i potoczne doświadczenie wraz z wiedzą naukową za tym przemawiają – że zarówno stan początkowy układu, jak i dzieje jego dopełnienia (zwanego zazwyczaj „otoczeniem”) nakładają na zasób możliwych historii danego układu pewne ograniczenia. Możemy oczywiście wyobrazić sobie świat, w którym żadne tego rodzaju ograniczenia nie obowiązują, czyli świat, w którym w każdym układzie, przy dowolnym jego stanie początkowym i niezależnie od tego, co się dzieje w „reszcie świata”, wszystko może się zdarzyć. Byłby to niewątpliwie świat skrajnie „indeterministyczny”. A jaką wizję świata żywi determinista?

Aby jego stanowisko sprecyzować, posłużymy się dwiema relacjami współmożliwości. Jedna z nich zachodzi między możliwymi historiami układów a ich stanami początkowymi; druga – między możliwymi historiami układów a historiami ich dopełnień. Korzystając z tego, że stany i historie są klasami abstrakcji układów podobnych, możemy wspomniane relacje przedstawić jako relacje między układami. Pierwsza zachodzi między układem $\underline{X}$ a układem $\underline{Y}$, gdy istnieje taki układ $\underline{Z}$, w którym realizuje się historia $\underline{X}$ wraz ze stanem początkowym $\underline{Y}$, druga – gdy istnieje taki układ $\underline{Z}$, w którym realizuje się historia $\underline{X}$ wraz z historią dopełnienia $\underline{Y}$. Posługując się skrótami *wmp* (współmożliwy z początkiem) i *wmd* (współmożliwy z dopełnieniem) i zakładając, że $\underline{X}$, $\underline{Y}$, $\underline{Z}$ to dowolne układy podobne, które nie są układami maksymalnymi, możemy interesujące nas relacje zdefiniować następująco:

- (IV) $\underline{X}$ wmp $\underline{Y}$ wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje takie $\underline{Z}$, że $\underline{Z} \in |\underline{Y}|_{\text{sp}}$ i $\underline{Z} \in |\underline{X}|_{\text{H}}$.
 (V) $\underline{X}$ wmd $\underline{Y}$ wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje takie $\underline{Z}$, że $\underline{Z} \in |\underline{X}|_{\text{H}}$ i $D(\underline{Z}) \in |D(\underline{Y})|_{\text{H}}$.

⁹ Z czego – zdaniem Leibniza – wynika, że Bóg nie mógł stworzyć takiego świata, jaki my, w naiwności swojej, wymarzyliśmy sobie *a priori*.

Nietrudno zauważyć, że z definicji (IV) wynika implikacja:

(IV') Jeżeli $\underline{X}$ wmp $\underline{Y}$, to $\underline{Y}|_{sp} = \underline{X}|_{sp}$,

jak również implikacja odwrotna¹⁰.

Warto zwrócić uwagę na przypadek, kiedy relacja wmd nie zachodzi. Wówczas to dla dowolnego $\underline{Z}$, $\underline{Z} \notin \underline{X}|_h$ lub $D(\underline{Z}) \notin D(\underline{Y})|_h$. Jeśli za $\underline{Z}$ podstawimy $\underline{X}$, otrzymamy: $\underline{X} \notin \underline{X}|_h$ lub $D(\underline{X}) \notin D(\underline{Y})|_h$. Pierwszy człon alternatywy jest ewidentnie fałszywy, natomiast z drugiego wynika, że $|D(\underline{X})|_h \neq |D(\underline{Y})|_h$, a tym samym, że $|\text{Max}(D(\underline{X}))|_h \neq |\text{Max}(D(\underline{Y}))|_h$. Jednakże $\text{Max}(D(\underline{X})) = \text{Max}(\underline{X})$, a $\text{Max}(D(\underline{Y})) = \text{Max}(\underline{Y})$, stąd $|\text{Max}(\underline{X})|_h \neq |\text{Max}(\underline{Y})|_h$. Jak widać, z definicji (V) wynika:

(V') Jeżeli relacja $\underline{X}$ wmd $\underline{Y}$ nie zachodzi, to $|\text{Max}(\underline{X})|_h \neq |\text{Max}(\underline{Y})|_h$.

Z naszych wcześniejszych spostrzeżeń wynika, że implikacja odwrotna nie łączy, ponieważ jeśli nawet $|\underline{X}|_h = |\underline{Y}|_h$ i $|D(\underline{X})|_h = |D(\underline{Y})|_h$, równość $|\text{Max}(\underline{X})|_h = |\text{Max}(\underline{Y})|_h$ może nie zachodzić.

Determinista jest – naszym zdaniem – przekonany, że historia dowolnego układu $\underline{X}$ jest zdeterminowana jednoznacznie, ale pospołu: przez jego stan początkowy $\underline{X}|_{sp}$ i historię $|D(\underline{X})|_h$ układu będącego jego „otoczeniem”. Cóż to może znaczyć? W naszej terminologii i symbolice można wyrazić to tak:

(VI) Dla dowolnego $\underline{Y}$, jeżeli $\underline{Y}$ wmp $\underline{X}$ i $\underline{Y}$ wmd $\underline{X}$, to $\underline{Y} \in \underline{X}|_h$.

Sens tej formuły stanie się łatwiej uchwytne, jeśli zamiast relacjami wmp i wmd posłużymy się odpowiednimi klasami zrelatywizowanymi do ustalonego układu $\underline{X}$, mianowicie:

$$\text{WMP}(\underline{X}) = \{\underline{Y}: \underline{Y} \text{ wmp } \underline{X}\} = \{\underline{Y}: \exists \underline{Z} (\underline{Z} \in \underline{X}|_{sp} \wedge \underline{Z} \in \underline{Y}|_h)\}$$

$$\text{WMD}(\underline{X}) = \{\underline{Y}: \underline{Y} \text{ wmd } \underline{X}\} = \{\underline{Y}: \exists \underline{Z} (D(\underline{Z}) \in D(\underline{X})|_h \wedge \underline{Z} \in \underline{Y}|_h)\}$$

Formułę (VI) możemy wówczas zapisać jako:

(VI') Dla dowolnego $\underline{Y}$, jeżeli $\underline{Y} \in \text{WMP}(\underline{X})$ i $\underline{Y} \in \text{WMD}(\underline{X})$, to $\underline{Y} \in \underline{X}|_h$.

Czytelnik z pewnością zauważy, że nie przypomina to znanych sformułowań zasady determinizmu. Istotnie, jest od nich ogólniejsze. Determinista jest przede wszystkim zainteresowany pytaniem: kiedy zachodzi implikacja generalna postaci:

(VII) Dla dowolnego $\underline{Y}$, jeżeli $|\underline{Y}|_{sp} = |\underline{X}|_{sp}$, to $|\underline{Y}|_h = |\underline{X}|_h$,

¹⁰ Czytelnikowi niezłytemu z klasami abstrakcji warto tu przypomnieć, że w przypadku dowolnych klas abstrakcji formuły $\underline{X} \in |\underline{Y}|$ i $|\underline{X}| = |\underline{Y}|$ są równoważne. Z równoważności tej będziemy wielokrotnie korzystać.

a jego odpowiedź brzmi: kiedy X jest *układem izolowanym* (domyślnie: od otoczenia). Wtedy to – zdaniem deterministy – sam stan początkowy układu X „determinuje” jego historię.

Co ma na myśli determinista, mówiąc o układzie izolowanym? Zazwyczaj wyjaśnia on, że układ izolowany to taki, na który nic z zewnątrz „nie oddziałuje”. Określenie „oddziałuje” ma określony sens w fizyce, czyli w zastosowaniu do układów charakteryzowanych za pomocą parametrów fizycznych takich jak siła, pęd bądź energia. Jednakże poza tym kontekstem może być interpretowane wyłącznie metaforycznie w sposób, który nie różni się od potocznego określenia „ma wpływ na”. Na czym może polegać to „wywieranie wpływu”? Oczywiście nie na tym, że układ stanie się inny, niż jest, lecz na tym, że nie będzie taki, jakim mógłby być. Chodzi zatem zapewne o to, że poprzez „oddziaływanie” lub „wpływanie” na otoczenie układu X eliminuje pewne układy, spośród podobnych do X , a tym samym ogranicza zasób możliwych historii układu X do takich, które mogą się zrealizować wtedy, gdy otoczenie układu X jest takie, jakie jest.

Myśl tę można oddać za pomocą naszych pojęć współmożliwości, mówiąc: układ X jest izolowany (domyślnie: od swego dopełnienia $D(X)$), gdy każda historia możliwa układu X jest współmożliwa z historią jego dopełnienia $D(X)$. W sposób formalny wyraża to definicja:

(VII) X jest *izolowany* wtedy i tylko wtedy, gdy dla dowolnego Y , Y *wmd* X .

Jeśli tak należy rozumieć pojęcie izolacji, to formuła, którą ma na myśli determinista, jest następująca:

(VIII) Jeżeli X jest izolowany, to dla dowolnego Y , jeżeli $|Y|_{sp} = |X|_{sp}$, to $|Y|_h = |X|_h$.

Można wykazać, że (VIII) wynika z (VI)¹¹, ale nie odwrotnie, zatem nasza formuła (VI) jest „mocniejsza” od formuły deterministy.

Nasuwa się pytanie, czy determinista uznając za właściwą formułę (VIII), odrzuca formułę (VI) jako „zbyt mocną”, czyli nieodpowiadającą jego wizji rzeczywistości? Jest to wątpliwe. Wydaje się, że determinista nie ma powodów, by ją kwestionować; przeciwnie – formuła (VI) wydaje się naturalnym uzasadnieniem formuły (VIII) jako jej szczególnego przypadku. Oczywiście, żadna z tych formuł nie wynika z przyjętych przez nas ogólnych założeń ontologicznych; są to pewne postulaty pod adresem świata, których świat ów mógłby nie spełniać i – być może – nie spełnia.

Zauważmy, że formułując (VI), a następnie (VIII), nie wzięliśmy pod uwagę układów maksymalnych, ponieważ układy te nie mają dopełnień. Koliduje to z często spotykanym przekonaniem, że właśnie układy maksymalne i tylko one

¹¹ Dość długi dowód zamieszczamy w *Dodatku* usytuowanym na końcu artykułu.

są „ściśle izolowane” i tym samym „ściśle zdeterminowane” przez stan początkowy. Aby włączyć do rozważań układy maksymalne, należałoby przyjąć, że istnieją układy, których zakres jest zbiorem pustym. Okazałoby się wówczas, że wszystkie układy maksymalne podobne mają to samo „puste dopełnienie” skutkiem czego wszystkie są izolowane. Zatem w zastosowaniu do układów maksymalnych formuła (VIII) sprowadza się do:

(VIII') Dla dowolnego $\underline{Y}$, jeżeli $\underline{Y}|_{\text{sp}} = \underline{X}|_{\text{sp}}$, to $\underline{Y}|_{\text{H}} = \underline{X}|_{\text{H}}$.

Różne układy maksymalne podobne różnią się tylko tym, że są względem siebie „przesunięte w czasie”, zatem gdyby znalazły się w tym samym stanie początkowym, historia świata musiałaby się powtórzyć. Rozszerzenie formuły (VIII) na układy maksymalne sprawia – jak widać – że implikuje ona „warunkową zasadę wiecznych powrotów”. Ograniczając formułę (VIII) do układów, które nie są układami maksymalnymi, implikacji tej możemy uniknąć. Wprawdzie tracimy wówczas dowód na to, że istnieją układy izolowane, ale pytanie, czy układy takie istnieją, jest godne uwagi tylko wtedy, gdy dotyczy układów, które mogą, lecz nie muszą być *a priori* izolowane.

Nietrudno odgadnąć, co skłania deterministę do eksponowania formuły (VIII) kosztem ogólniejszej formuły (VI). Są to niewątpliwie jej walory *heurystyczne*. Potrafimy opisywać stany i śledzić historie jedynie układów bardzo małych w porównaniu z „resztą świata”. Dysproporcja taka zachodzi nawet przy założeniu, że pełny zbiór atomów A jest skończony, ale bardzo liczny. Nasze teorie, które są deterministyczne (czyli pozwalają przewidywać stany późniejsze układów na podstawie ich stanów początkowych), dotyczą takich właśnie niewielkich układów i nie są bezwarunkowo prawdziwe, lecz zawierają – jawnie lub milcząco – *klauzulę bycia izolowanym*. Klauzula ta określa zakres zastosowań teorii. Aby z niej skorzystać, powinniśmy zdefiniować pojęcie izolacji układu w terminach teorii. Jeżeli – co zakładamy – pojęcie izolacji ma jakiś sens ogólny, to takie wewnętrznie teoretyczne pojęcie izolacji powinno być uszczegółowieniem pojęcia, które tu staraliśmy się wyeksplikować.

Determinista jest przekonany, że – ogólnie rzecz biorąc – historia układu zależy nie tylko od jego stanu początkowego, lecz także od tego, co się dzieje i będzie działo w jego otoczeniu. Zdając sobie sprawę z tego, że uzyskanie pełnej wiedzy o otoczeniu układu, w dodatku wiedzy wybiegającej w przyszłość, jest niemożliwe, proponuje on, aby zawsze starać się wyodrębnić z układu maksymalnego taki układ skończony, o którym będzie można hipotetycznie założyć, że jest układem izolowanym. Preferowana przez deterministę formuła (VIII) posługująca się pojęciem układu izolowanego dyktuje zatem pewną strategię. Dopóki strategia ta odnosi sukcesy polegające na konstruowaniu teorii znajdujących zastosowania umożliwiające trafne przewidywanie przyszłych stanów układu, formuła (VIII) może uchodzić za płodną zasadę heurystyczną. Natomiast ogólniejsza for-

muła (VI) dostarcza jej niezbędnego uzasadnienia, gdyż jest oczywiste, że gdyby historia układu zależała nie tylko od jego stanu początkowego i tego, co się równolegle dzieje w jego otoczeniu, lecz również od pewnych czynników dodatkowych (czego *a priori* wykluczyć nie możemy), to formuła (VIII) nie miałaby pożądanego waloru heurystycznych. Dlatego – naszym zdaniem – w pełnym sformułowaniu zasady determinizmu winna znaleźć się raczej formuła (VI).

Jest oczywiste, że żadna z omawianych tu formuł (VI) i (VIII) nie jest pełnym sformułowaniem zasady determinizmu jako tezy ontologicznej. Występuje w nich zmienna wolna $\underline{X}$, a kwantyfikacja ograniczona jest do klasy układów podobnych do $\underline{X}$. Ponadto zasada determinizmu zakłada, że istnieje zbiór parametrów stanu, do których wszystkie pozostałe parametry są redukowalne. Ponieważ chodzi tu wyłącznie o parametry charakteryzujące atomy, zasada determinizmu, którą tu mamy na uwadze, dotyczy świata mereologicznych atomów. Kwestia, czy zasada ta da się rozszerzyć na całą rzeczywistość złożoną również z agregatów, jest zagadnieniem odrębnym. Sformułowana poniżej zasada dotyczy zatem ustalonego zbioru atomów A i charakteryzujących je parametrów.

(IX) Istnieje taki skończony ciąg parametrów P wyczerpujący wszystkie parametry stanu, że dowolny układ $\underline{X}$ o charakterystyce P spełnia warunek następujący:
 (*) dla dowolnego układu $\underline{Y}$ podobnego do $\underline{X}$, jeżeli $\underline{Y}$ wmp $\underline{X}$ i $\underline{Y}$ wmd $\underline{X}$,
 to $\underline{Y} \in \underline{X}|_H$.

Jak wiemy, determinista z reguły zastępuje występujący tu warunek (*) formułą o wzmocnionym poprzedniku:

(**) jeżeli $\underline{X}$ jest izolowany, to dla dowolnego $\underline{Y}$ podobnego do $\underline{X}$, jeżeli $\underline{Y} \in \underline{X}|_{S_P}$,
 to $\underline{Y} \in \underline{X}|_H$,

skutkiem czego zasada determinizmu zostaje nieco osłabiona.

Zasada (IX) jest – jak widać – tezą egzystencjalną, gdyby zatem nie istniał żaden skończony zbiór parametrów stanu, byłaby ona zdaniem fałszywym. Z punktu widzenia poznawczych aspiracji nauki założenie, że jakiś skończony zbiór parametrów stanu istnieje, jest oczywiście bardzo pożądane. Z przedstawionego powyżej heurystycznego punktu widzenia również pożądane wydaje się istnienie układów izolowanych. Z przyjętych tu ogólnych założeń ontologicznych nie wynika ani, że układy takie istnieją, ani, że nie istnieją. Jednakże nasze zdroworozsądkowe przeświadczenia na temat natury naszego świata prowadzą do wniosku, że istnienie układów izolowanych jest wątpliwe właśnie w przypadkach z heurystycznego punktu widzenia istotnych: kiedy układ $\underline{X}$ jest „mały” w porównaniu ze swoim otoczeniem, czyli „resztą świata”. Jak wiemy, aby układ $\underline{X}$ był izolowany, powinien spełniać warunek:

(***) Dla dowolnego $\underline{Y}$ istnieje takie $\underline{Z}$, że $\underline{Z}|_H = \underline{X}|_H$ i $|\underline{D}(\underline{Z})|_H = |\underline{D}(\underline{Y})|_H$.

Ogólnie rzecz biorąc, postulowany tu układ $\underline{Z}$ nie może być identyczny z $\underline{Y}$ (bo wówczas wszystkie układy podobne do $\underline{X}$ miałyby tę samą historię) ani z $\underline{X}$ (bo wtedy dopełnienia wszystkich układów podobnych do $\underline{X}$ musiałyby mieć tę samą historię co dopełnienie $\underline{X}$). Zatem, gdy układ $\underline{X}$ jest izolowany, to dla dowolnego układu $\underline{Y}$ istnieje układ $\underline{Z}$ z reguły różny zarówno od $\underline{X}$, jak i od $\underline{Y}$, taki, że $\lfloor \underline{Z} \rfloor_{t_1} = \lfloor \underline{X} \rfloor_{t_1}$ i $\lfloor D(\underline{Z}) \rfloor_{t_1} = \lfloor D(\underline{Y}) \rfloor_{t_1}$. Nie może być tak, aby dowolny układ $\underline{Y}$ miał przypisany ten sam interwał $[t_p, t_k]$ co układ $\underline{X}$, zatem również układom $\underline{Z}$ i $\underline{Y}$ odpowiadają różne interwały, co oznacza, że ich jednakowe historie dzieją się w różnych czasach. Dotyczy to również ich dopełnień $D(\underline{Y})$ i $D(\underline{Z})$. Kiedy układy $\underline{Y}$ i $\underline{Z}$ są „małe”, ich dopełnienia obejmują wprawdzie nie cały, ale „prawie cały” świat. Prowadzi to do wniosku, że gdyby jakiś układ „mały” był rzeczywiście izolowany, to historia „prawie całego” świata musiałaby się powtarzać. Powtórki takie wydają nam się mało prawdopodobne (któż mógłby ich zachodzenie potwierdzić?), więc wątpliwe jest, aby jakieś układy, z którymi mamy do czynienia w naszej praktyce poznawczej, były faktycznie izolowane.

Wiemy jednakże, że zasada determinizmu zachowuje walor płodnej zasady heurystycznej, nawet w połączeniu z przekonaniem, że układy izolowane (w ścisłym tego słowa znaczeniu) nie istnieją, pod warunkiem, że przynajmniej pewne układy są „w przybliżeniu izolowane”. Układy w przybliżeniu izolowane nie są układami izolowanymi, więc gdyby tylko takie istniały, to zasada determinizmu w jej pospolitym sformułowaniu byłaby pustospełniona. Nie wydaje się wszakże, by wyznawców zasady determinizmu wprawiało to w zakłopotanie. Implikacje pustospełnione nie są w folklorze naukowym rzadkością i własność ta – jak wiadać – wcale nie pozbawia ich wartości heurystycznej. Tym, co zasadę determinizmu mogłoby zdewaluować jako fałszywą, jest stan rzeczy polegający na tym, że nie istnieje skończony zbiór parametrów stanu. Jeśli zbiór mereologicznych atomów jest skończony, to zagrożenie takie wprawdzie nie istnieje, ponieważ zbiór wszystkich charakteryzujących je parametrów jest wówczas również skończony i razem wzięte stanowią one zbiór parametrów stanu. Nie jest to oczywiście wystarczającą rękojmą naszego optymizmu poznawczego, skoro nie możemy wykluczyć, iż pewne parametry stanu pozostaną dla nas na zawsze nieuchwytnie.

Zajmowaliśmy się dotychczas wyłącznie światem mereologicznych atomów, a przecież otaczające nas przedmioty, również te, które są przedmiotem badań eksperymentalnych w nauce, nie są atomami, lecz *agregatami*. Tymczasem determinizm panujący w świecie atomów rozciąga się rzekomo na świat agregatów. Jakie założenia ontologiczne leżą u podstaw takiej doktryny?

Każda wersja zasady determinizmu zakłada, że istnieje pewien ontologicznie wyróżniony, co najwyżej przeliczalny zbiór parametrów charakteryzujących indywidua. Jeśli wśród indywiduów są agregaty, to przynajmniej niektóre z tych parametrów powinny stosować się do agregatów, chociaż niekoniecznie do wszystkich. Agregatom przypisuje się zazwyczaj strukturę hierarchiczną, co pozwala

wyróżniać ich części bezpośrednio i pośrednio. Rzecznicy zasady determinizmu powszechnego zakładają, że każdy z owych ontologicznie wyróżnionych parametrów odnoszący się do pewnego rodzaju agregatów daje się zredukować do parametrów charakteryzujących jego części bezpośrednio, a w szczególności – o czym się często zapomina – do relacji między częściami¹². Prowadzi to do wniosku, że ostatecznie wszystkie parametry redukują się do parametrów charakteryzujących atomy, te zaś do parametrów stanu. Mamy tu do czynienia z zasadą mikroredukcjonizmu, której zapewne można nadać postać bardziej dyskursywną, ale zabieg taki nie zmienia faktu, że – podobnie jak odwołująca się do niej zasada powszechnego determinizmu – jest ona co najwyżej płodną zasadą heurystyczną opartą na dość arbitralnych i niesprawdzalnych założeniach.

Przedstawione tu dociekania prowadzą do wniosku, że aczkolwiek zasadzie determinizmu można nadać całkiem ściśle sformułowanie, to jednak opiera się ona na licznych założeniach ontologicznych, zazwyczaj nie w pełni uświadamianych przez jej wyznawców. Są to – można powiedzieć – *ukryte założenia ontologiczne nauki*.

Nasuwa się oczywiście pytanie, czy przedstawione tu założenia są ontologicznymi założeniami nauki współczesnej. Zapewne nie, a przynajmniej nie wszystkie. W miarę aktualne wydaje się założenie o istnieniu mereologicznych atomów. Towarzyszy ono niemal całej nauce nowożytnej mimo różnic w kwestii, czym są owe atomy, ile ich jest i jakie mają własności. Tu przyjęliśmy punkt widzenia mechanistycznego atomizmu dziewiętnastowiecznego. Stąd założenie, że pełny zbiór atomów jest co najwyżej przeliczalny. Pogląd ten utracił aktualność z chwilą, gdy pewne odkrycia skłoniły uczonych do przyznania realności fizycznej również przestrzeni jako nośnikowi pól fizycznych. W sytuacji gdy pole staje się obiektem fizycznym na równi z cząstkami (lub zamiast nich), status mereologicznych atomów należy przypisać punktom przestrzeni, a tym samym zbiór atomów staje się nieprzeliczalny. Tego wariantu nie uwzględniliśmy, a wymaga on, aby problem determinizmu rozważyć na nowo. Na gruncie teorii względności status atomów mają punkty czasoprzestrzeni, a czas jest tylko jednym z jej wymiarów. W konsekwencji porządek zdarzeń i długość interwałów między nimi wymagają relatywizacji do układu odniesienia. Stwarza to oczywiście pewne problemy dodatkowe. Najwięcej problemów nastęrcza mechanika kwantowa, której ontologia odbiega

¹² Przeciwnicy redukcjonizmu często posługują się mętnym sloganem „całość nie jest sumą swoich części”. Otóż całość (agregat) *jest* sumą (mereologiczną) swoich części, z czego jednakże nie wynika, że całości utworzone z *takich samych*, a nawet z *tych samych* części, nie różnią się od siebie (części mogą pozostawać względem siebie w różnych relacjach, co sprawia, że całości utworzone z tych samych części mogą się różnić). Również nie wynika stąd, że całość nie może mieć własności, które nie przysługują częściom. Teza, że całości miewają własności „emergentne”, nieredukowalne do własności ich części (i zachodzących między nimi relacji), jest trywialnie prawdziwa, o ile nie zostanie zrelatywizowana do z góry ustalonego *rodzaju własności*.

od wielu tradycyjnych założeń i jest mocno niejasna¹³, by nie powiedzieć: sprzeczna. Mechanika kwantowa stała się – jak wiadomo – koronnym argumentem przeciwko zasadzie determinizmu, ale nie można stanowczo utrzymywać, że zasadę tę obaliła. Jej obrońca zawsze można posłużyć się kontrargumentem, że parametry, którymi mechanika kwantowa operuje, nie odzwierciedlają „esencjalnej” struktury rzeczywistości. Mechanika kwantowa może jedynie do zasady determinizmu zniechęcić. Zasada determinizmu jednoznacznego, podobnie jak przeciwstawne wobec niej zasady indeterminizmu lub determinizmu statystycznego nie są – wbrew temu, co się często głosi – wnioskami, do których nas zmuszają konkretne teorie naukowe. Są to zasady ontologiczne, których związek z nauką polega na tym, że w pewien sposób wpływają na kierunek badań i postać teorii naukowych¹⁴. Ich produktem ubocznym – czego zasada determinizmu jest przykładem – bywa niekiedy niepokój o naszą kondycję egzystencjalną; niepokój tym większy, że jego przyczynę rzekomo potwierdza (lub potwierdzała) nauka.

Zasady ontologiczne rzadko bywają formułowane w sposób precyzyjny. Zazwyczaj korzystają z wyrażen, które musimy interpretować metaforycznie, czego tu staraliśmy się uniknąć. Jeżeli nasza analiza zasady determinizmu jest adekwatna, to jest przykładem tego, jak korzystając z prostych narzędzi formalnych, można zasady ontologiczne precyzować, ujawniając zarazem ich liczne ukryte założenia¹⁵.

¹³ Przyznają to niekiedy fizycy. Na przykład Artur Szczepański w postłowie do trzeciego tomu *Sporu o istnienie świata* Romana Ingardena, gdzie o mikroobjektach w ujęciu mechaniki kwantowej czytamy: „Teoria daje nam informacje tylko o uposażeniu materialnym badanych obiektów. Ich forma jest jednak nie wypracowana, co więcej, dotychczasowe próby przypisania mikroobjektom formy przedmiotu trwającego w czasie (korpuskuły) bądź procesu (fali) nie zostały uwieńczone powodzeniem. Mikroobjekty są bowiem tak dziwnymi przedmiotami, że ich materia nie daje się pogodzić, jak się dotychczas wydaje, ani z pierwszą, ani z drugą ze wspomnianych form kategoriálních”. R. Ingarden, *Spór o istnienie świata*, t. III, PWN, Warszawa 1981, s. 426.

¹⁴ Wypada w tym miejscu przypomnieć, że podobny pogląd przedstawiła Helena Eilstein w referacie wygłoszonym w 1964 r. na konferencji pn. *Teoria i doświadczenie*. Utrzymuje ona, że istnieje „ontologia naukowa”, na którą składają się hipotezy mające status „zasad regulatywnych”. Ich rola wobec nauki polega na tym, że stanowią one podstawę „uniwersalnych programów heurystycznych”; podstawę w tym sensie, że prawdziwość zasad ma być warunkiem skutecznej realizacji programu. Hipotezy ontologiczne podlegają kontroli „doświadczenia epistemo-logicznego”, które polega na empirycznym testowaniu teorii utworzonych zgodnie z regułami programu heurystycznego ufundowanego na danej hipotezie. Autorka wyraźnie odgranicza hipotezy składające się na teorie naukowe od hipotez ontologii naukowej. Zwraca też uwagę na to, że programy heurystyczne odwołujące się do określonych hipotez ontologicznych nie wskazują jednoznacznie teorii zgodnej z programem, lecz jedynie pewne charakterystyczne własności takiej teorii. Pełny tekst wspomnianego tu referatu zamieszczony jest w książce: H. Eilstein, M. Przełęcki (red.), *Teoria i doświadczenie*, PWN, Warszawa 1966, s. 223–245.

¹⁵ Fragmenty tego artykułu przedstawiłem w formie referatu na zebraniu pracowników Katedry Logiki i Metodologii Nauk Uniwersytetu Łódzkiego. Uczestnikom tego zebrania, a szczególnie dr. Markowi Nowakowi, który zechciał zapoznać się z pełnym tekstem artykułu, pragnę podziękować za krytyczne i konstruktywne uwagi.

DODATEK

Wykażemy, że formuła (VIII) wynika z formuły (VI), dowodząc pierwszą na podstawie drugiej. Formułę (VI) można przedstawić w postaci:

$$(1) \forall_Y \{ \exists_Z (|Z|_{sp} = |X|_{sp} \wedge |Z|_h = |Y|_h) \wedge \exists_Z (|D(Z)|_h = |D(X)|_h \wedge |Z|_h = |Y|_h) \Rightarrow |Y|_h = |X|_h \},$$

natomiast formułę (VIII) w postaci:

$$(2) \forall_Y \exists_Z (|D(Z)|_h = |D(X)|_h \wedge |Z|_h = |Y|_h) \Rightarrow \forall_Y (|Y|_{sp} = |X|_{sp} \Rightarrow |Y|_h = |X|_h).$$

Zastosujemy dowód niewprost, przyjmując poprzednik implikacji (2) jako założenie:

$$(3) \forall_Y \exists_Z (|D(Z)|_h = |D(X)|_h \wedge |Z|_h = |Y|_h)$$

i negację jej następnika:

$$(4) \exists_Y (|Y|_{sp} = |X|_{sp} \wedge |Y|_h \neq |X|_h)$$

jako założenie dowodu niewprost.

Opuszczając w (3) kwantyfikator $\forall$ wiążący zmienną Y oraz kwantyfikator $\exists$ wiążący zmienną Z i podstawiając jednocześnie za Z stałą A , otrzymamy:

$$(5) |D(A)|_h = |D(X)|_h \wedge |A|_h = |Y|_h.$$

Opuszczając w (4) kwantyfikator $\exists$ i podstawiając za Y stałą B , otrzymamy:

$$(6) |B|_{sp} = |X|_{sp} \wedge |B|_h \neq |X|_h.$$

Podstawiając w (5) za Y stałą B , możemy otrzymać równość:

$$(7) |A|_h = |B|_h.$$

Opuszczając w (1) kwantyfikator $\forall$ wiążący zmienną Y i podstawiając za Y stałą B , otrzymamy:

$$(8) \exists_Z (|Z|_{sp} = |X|_{sp} \wedge |Z|_h = |B|_h) \wedge \exists_Z (|D(Z)|_h = |D(X)|_h \wedge |Z|_h = |B|_h) \Rightarrow |B|_h = |X|_h.$$

Następnik tej implikacji jest sprzeczny z (6), zatem zakładamy negację jej poprzednika, z której wynika:

$$(9) \forall_Z (|Z|_{sp} \neq |X|_{sp} \vee |Z|_h \neq |B|_h) \vee \forall_Z (|D(Z)|_h \neq |D(X)|_h \vee |Z|_h \neq |B|_h).$$

Tu dowód rozgałęzia się. Założmy wprawdzie pierwszy człon alternatywy (9). Opuszczając w nim kwantyfikator $\forall$ i podstawiając za Z stałą B , otrzymamy alternatywę:

$$(10') |B|_{sp} \neq |X|_{sp} \vee |B|_h \neq |B|_h.$$

Jej pierwszy człon jest sprzeczny z (6), drugi zaś jest sprzeczny wewnętrznie. Załóżmy z kolei drugi człon alternatywy (9). Opuszczając w nim kwantyfikator $\forall$ i podstawiając za $\underline{Z}$ stałą A, otrzymamy alternatywę:

$$(10'') \mid D(A) \mid_H \neq \mid D(\underline{X}) \mid_H \vee \mid A \mid_H \neq \mid B \mid_H.$$

Teraz pierwszy człon jest sprzeczny z (5), a drugi z (7). Ponieważ otrzymaliśmy sprzeczność w obu gałęziach dowodu, dowód niewprost formuły (VIII) na podstawie formuły (VI) został zakończony.

What Does the Principle of Determinism Say about the World?

The thesis of determinism (as well as indeterminism) is not a logical consequence of any scientific theory. It is an ontological principle, and as such it has to be expressed in very general and formal terms. The author proposes to define determinism by the following formula: *In every isolated system its initial state determines its full history.* The concepts of *initial state*, *history*, *determinacy* and *isolation* are all made clear in a well known set-theoretic fashion. As a result a precise formulation of determinism can be obtained. A further analysis has shown that the principle of determinism rests on several ontological assumptions which may or may not be compatible with old or contemporary scientific theories. Though it is not very probable that the thesis of determinism is true, it is still a very valuable heuristic instrument.