Anna Lemańska

Matematyczność czy matematyzowalność przyrody?

Studia Philosophiae Christianae 49/3, 5-24

2013

A R T Y K U Ł Y

Studia Philosophiae Christianae
UKSW
49(2013)3

ANNA LEMAŃSKA
Instytut Filozofii UKSW, Warszawa

MATEMATYCZNOŚĆ CZY MATEMATYZOWALNOŚĆ PRZYRODY?[1]

Streszczenie. W kontekście prób wyjaśnienia skuteczności matematyki w opisie świata pojawiają się określenia „matematyczność" i „matematyzowalność" przyrody, traktowane jako cechy przypisywane rzeczywistości fizycznej. Czy jednak przyroda jest matematyczna? Warunkiem zastosowania matematyki jest dokonanie idealizacji bądź abstrakcji danego fragmentu rzeczywistości przyrodniczej. Czy zatem teorie matematyczne stosowane w fizyce ujmują strukturę świata, czy też tylko nasz wyidealizowany obraz świata? Co więcej, w fizyce wykorzystuje się powszechnie analizę matematyczną. Jej zastosowanie wymaga założenia ciągłości czasu i przestrzeni. W teoriach matematycznych wykorzystywanych w fizyce pojawiają się też różnego rodzaju nieskończoności. Powstaje zatem problem: czy świat materialny ma rzeczywiście naturę ciągłą i czy istnieją w nim nieskończoności, czy też „narzucamy" przyrodzie pewne własności tak, by wykorzystać, wygodny do opisu zjawisk, aparat matematyczny? Czy matematyka jest tylko użytecznym narzędziem, czy też odzwierciedla rzeczywistość przyrodniczą? Czy zatem przyroda jest matematyczna, czy tylko matematyzowalna? W artykule zostanie pokazane, że matematyczność przyrody jest tylko metafizyczną hipotezą.

Słowa kluczowe: przyroda, matematyka, nauki przyrodnicze, matematyczność przyrody, matematyzowalność przyrody

---

[1] Artykuł jest rozbudowaną i zmienioną wersją referatu *Przyroda a matematyka* wygłoszonego 18 września 2012 r. na posiedzeniu sekcji filozofii przyrody IX Polskiego Zjazdu Filozoficznego w Wiśle.

1. WPROWADZENIE

Truizmem jest stwierdzenie, że matematyka jest z powodzeniem wykorzystywana w naukach przyrodniczych, zwłaszcza w fizyce, w której teorie z reguły mają postać podobną do teorii matematycznych, tak że trudno obecnie dostrzec granicę, gdzie kończy się formalizm matematyczny, a zaczyna fizyka rozumiana jako opis zjawisk przyrodniczych. Również inne nauki przyrodnicze, choć niezmatematyzowane w tym stopniu co fizyka, korzystają z rozmaitych modeli i teorii matematycznych. W tym sensie można mówić, że przyroda jest matematyzowalna, czyli posiada własność umożliwiającą stosowanie formalizmu matematycznego w teoriach nauk przyrodniczych.

Wyjaśnienie matematyzowalności przyrody jest niebanalne. Mamy bowiem do czynienia z jednej strony ze światem fizycznym, materialnym, rzeczywistością przestrzenno-czasową, z drugiej zaś z obiektami matematycznymi, które, abstrahując od kwestii ich istoty, na pewno nie są przedmiotami materialnymi, zanurzonymi w czasie i przestrzeni. Dlaczego zatem nauka o takich obiektach – matematyka – służy do opisu i wyjaśniania świata odmiennych co do natury przedmiotów fizycznych? Odpowiedzi na to pytanie jest bardzo wiele i, jak łatwo zauważyć, zależą one w istotny sposób od rozumienia zarówno istoty matematyki, jak i relacji między teorią przyrodniczą a światem materialnym, co wprowadza w obszary kontrowersji z zakresu filozofii matematyki i filozofii nauki. W artykule nie podejmę dyskusji z rozmaitymi poglądami w tym zakresie. Przyjrzę się tylko jednemu zagadnieniu, które pojawia się w kontekście pytania o matematyzowalność przyrody. Mianowicie, w niektórych wyjaśnieniach skuteczności matematyki w badaniach przyrody przyjmuje się hipotezę o „matematyczności przyrody”, rozumiejąc przez to istnienie odpowiedniości między strukturami matematycznymi a przyrodniczymi. Jeżeli przyroda jest matematyczna, to wyjaśnienie faktu „niepojętej skuteczności matematyki”[2] staje się trywialne. Czy jednak przyroda jest w swej istocie matematyczna? W artykule wskażę na pewne trudności przyjęcia pozytywnej odpowiedzi na to pytanie.

---

[2] P. Wigner, *The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences*, Communications in Pure and Applied Mathematics 13(1960)1, 1–14.

2. POJĘCIE „MATEMATYCZNOŚĆ PRZYRODY"

W literaturze nie funkcjonuje tylko jedno rozumienie terminu „matematyczność przyrody". Większość autorów, zajmujących się relacjami między matematyką a światem materialnym, tworzy własne określenia tego terminu, często uzależnione od uprawianej przez siebie dyscypliny naukowej. Mamy zatem do czynienia z całą paletą stanowisk, od umiarkowanych, które nieomal redukują matematyczność przyrody do jej matematyzowalności, aż po skrajne, które łączą matematyczność przyrody z platonizmem matematycznym[3]. Wspólnym jądrem tych rozmaitych koncepcji jest przekonanie, że matematyczność jest cechą rzeczywistości fizycznej, polegającą na tym, że, jak pisze Józef Życiński, „zachodzi zagadkowa korespondencja między zjawiskami przyrody a ich deskrypcją matematyczną, która nie ogranicza się bynajmniej do uogólnień zarejestrowanych obserwacji, lecz zawiera naddatek informacji"[4]. Dzięki temu „świat tak chętnie ulega zmatematyzowanym badaniom"[5]. Zagadnienie, czy przyroda jest matematyczna, sprowadza się zatem do ustalenia, czy istnieje i na czym miałaby polegać odpowiedniość między obiektami przyrodniczymi a matematycznymi. Małgorzata Czarnocka wymienia następujące interpretacje stanowiska przyjmującego, że przyroda jest matematyczna (te rozumienia zakładają realizm epistemologiczny): „jako podobieństwo przedmiotowych uniwersów matematycznych i przyrodniczych lub ich podzakresów, jako gen-identyczność (uniwersa miałyby być takie same, lecz nie te same) lub prawie gen-identyczność, jako identyczność struktur przyrody i struktur matematycznych, jako swoiście

---

[3] Różne spojrzenia na problem matematyczności przyrody można znaleźć w pracy zbiorowej: *Matematyczność przyrody*, red. M. Heller, J. Życiński, A. Michalik, OBI, Kraków 1992[2], zawierającej referaty wygłoszone na sympozjum *Dlaczego przyroda jest matematyczna?*, zorganizowanym przez Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych przy Wydziale Filozoficznym Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie.

[4] J. Życiński, *Jak rozumieć matematyczność przyrody*, w: *Matematyczność przyrody*, dz. cyt., 39.

[5] M. Heller, *Co to znaczy, że przyroda jest matematyczna?*, w: *Matematyczność przyrody*, dz. cyt., 14–15.

precyzowaną odpowiedniość pomiędzy uniwersum obiektów matematycznych i obiektów przyrodniczych, jako przynależność bytów matematycznych do przyrody, to jest jako empiryczny charakter bytów matematycznych, jako matematyczny ontyczny charakter samej przyrody (miałaby się składać z bytów matematycznych i takich też struktur albo z obiektów od matematycznych nieodróżnialnych)”[6].

Argumenty za potwierdzeniem hipotezy o matematyczności przyrody[7] można znaleźć zarówno w historii matematyki i nauk przyrodniczych, jak i w praktyce badawczej przyrodników. Przytoczę trzy przykłady przemawiające za tą hipotezą.

Pierwszy przykład nawiązuje do historii fizyki. Na przełomie XIX i XX wieku Max Planck, aby podać wzór na promieniowanie ciała doskonale czarnego, wprowadził pojęcie elementarnego kwantu działania. Było to pojęcie wzięte, jak pisze Grzegorz Białkowski, „niemal z powietrza”[8]. Planck próbował włączyć to pojęcie do fizyki klasycznej, ale było ono, jak stwierdził sam Planck, „krnąbrne i oporne”[9]. Jak pokazał dalszy rozwój fizyki, pojęcie kwantu działania okazało się niezwykle płodne i stało się fundamentem teorii kwantów. W tym sensie można powiedzieć, że otworzyło nowe i nieoczekiwane perspektywy przed fizyką. Idea kwantu działania przyniosła znacznie więcej niż oczekiwał po niej sam Planck. Tego typu pojęcia Planck uznał za tzw. elementy absolutne. Są one trwałymi elementami teorii fizyki i zostają zachowane nawet wtedy, gdy zmianie ulega cała teoria[10]. Obok kwan-

---

[6] M. Czarnocka, *Matematyczność przyrody w uwikłaniu epistemologicznym*, w: *Nauka w filozofii. Oblicza obecności*, red. S. Butryn, M. Czarnocka, W. Ługowski, A. Michalska, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2011, 270.

[7] Na to, że teza o matematyczności przyrody jest metafizyczną hipotezą, zwraca uwagę Stanisław Wszołek, *Matematyka i metafizyka. Krótki komentarz na temat hipotezy matematyczności świata*, Studia Philosophiae Christianae 46(2010)1, 25–36.

[8] G. Białkowski, *Stare i nowe drogi fizyki. Fizyka XX wieku*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1982, 24.

[9] Tamże.

[10] M. Planck, *Nowe drogi poznania fizycznego a filozofia*, wybrał, przedmową i przypisami opatrzył S. Butryn, tłum. K. Napiórkowski, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2003, 194, 249.

tu działania Planck za elementy absolutne uznaje zasady zachowania energii, pędu, zasadę najmniejszego działania[11]. Te elementy absolutne były dla Plancka „znakami" realnego świata fizycznego, „przyroda (...) objawiła pewien absolut, pewną rzeczywiście niezmienną jednostkę"[12]. We współczesnej fizyce takimi elementami absolutnymi są, jak pokazuje Magdalena Filipek, zasady symetrii, które odgrywają istotną rolę we współczesnej fizyce[13]. Elementy absolutne są identyfikowane na poziomie teorii fizyki. Mają one jednocześnie odniesienie do rzeczywistości przyrodniczej. Toteż można stąd wyciągnąć wniosek, że istnieje odpowiedniość między strukturami przyrody a matematycznymi formułami ujmującymi elementy absolutne w sensie Plancka.

Drugi przykład jest związany z historią przytoczoną przez Olafa Pedersena. Jako młody nauczyciel fizyki uczył dzieci m.in. o ciężarze właściwym ciał. „Tradycyjny" sposób wprowadzenia tego pojęcia od jego definicji do eksperymentalnego ustalania ciężaru właściwego metali nie wzbudził jednak szczególnego zainteresowania uczniów. Pedersen wpadł zatem na pomysł, by zacząć od pomiarów ciężaru i objętości różnych kawałków ołowiu. Uczniowie otrzymali dwie kolumny liczb. Następnie Pedersen zaproponował im, by zrobili coś z tymi liczbami. Po bezowocnych próbach ich dodawania i mnożenia, uczniowie zaczęli je dzielić. „I oto, stał się cud – po dokonaniu operacji każda para liczb dawała prawie ten sam wynik. Nigdy nie zapomnę milczenia – pisze Pedersen – które nagle zapadło w klasie"[14]. Przyroda przez matematyczną formułę ujawniła jedną ze swych własności. To doświadczenie uczniów można rozszerzyć na doświadczenie naukowców sty-

---

[11] Tamże, 104, 162,

[12] Tamże, 181.

[13] M. Filipek: *Elementy absolutne w fizyce w kontekście koncepcji trzech światów Maxa Plancka*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 20, red. A. Lemańska, M. Lubański, A. Świeżyński, Wyd. UKSW, Warszawa 2011, 402–433; Tenże, *Elementy absolutne w fizyce w kontekście filozofii Maxa Plancka*, Studia Philosophiae Christianae 44(2008)2, 230–237.

[14] O. Pedersen, *Wiara chrześcijańska i przemożny urok nauki*, tłum. z ang. T. Sierotowicz, w: *Stwórca – Wszechświat – Człowiek*, t. 1, red. T. Sierotowicz, OBI/Biblos, Tarnów 2006, 78.

kających się z użytecznością matematyki w badaniu świata. Pewien wzorzec matematyczny odsłania rzeczywistość fizyczną, ujawnia interesujące aspekty świata fizycznego.

Trzeci przykład ukazuje szczególne powiązanie między światem doświadczenia fizycznego a matematyką. W matematyce tworzy się tzw. algorytmy kwantowe, które mogą posłużyć do dowodzenia tez matematycznych przez wykonanie eksperymentu kwantowego. Takim algorytmem jest na przykład algorytm P. Shora rozkładu liczby na czynniki pierwsze. Dzięki niemu, gdyby udało się zbudować komputer kwantowy, można byłoby szybko rozłożyć każdą liczbę na czynniki pierwsze[15]. Zatem tradycyjne dowody mogą zostać zastąpione doświadczeniami fizycznymi. Istnienie algorytmów kwantowych może więc stanowić przesłankę argumentu za związkiem między matematycznymi strukturami a rzeczywistością przyrodniczą.

Powyższe przykłady pokazują, że w przyrodzie istnieją wzorce, które można ujmować za pomocą formuł matematycznych. Jednak jest to rozumienie matematyczności przyrody w najsłabszym sensie. W dalszym ciągu też nie ma wyjaśnienia, dlaczego takie wzorce w przyrodzie istnieją. Wyjaśnieniem matematyzowalności przyrody jest znacznie mocniejsza hipoteza o matematyczności przyrody połączona z platonizmem matematycznym. Taką skrajną wersję matematyczności przyrody przyjmują Michał Heller i Józef Życiński. Według nich fundament rzeczywistości przyrodniczej stanowią struktury matematyczne, które są pierwotne bytowo w stosunku do świata materialnego. Jak stwierdza Heller: „Jeżeli na przykład dwie cząstki elementarne zderzają się i produkują kaskadę innych cząstek, to dzieje się tak nie dlatego, że cząstki te są wyposażone w jakąś tajemniczą moc i tylko tak się akurat szczęśliwie złożyło, że jakiś matematyczny model trafnie (…) to zjawisko opisuje, lecz dlatego, że cząstki są reali-

[15] K. Wójtowicz, *Teoria obliczeń kwantowych – argument w sporze o aprioryczny status matematyki?*, Studia Philosophiae Christianae 45(2009)1, 71–91; Tenże, *Empiryczne aspekty dowodów matematycznych*, w: *Światy matematyki. Tworzenie czy odkrywanie?*, red. I. Bondecka-Krzykowska, J. Pogonowski, Wyd. Naukowe UAM, Poznań 2010, 341–365. Warto dodać, że „zwykły" algorytm rozkładu liczby na czynniki pierwsze jest niezwykle czasochłonny.

zacją pewnej matematycznej struktury (…) i wykonują dokładnie to, co w tej strukturze jest zakodowane. Gdyby nie było matematycznej struktury, nie byłoby cząstek”[16]. Według Życińskiego podstawowego poziomu świata fizycznego nie stanowią konkrety postrzegane przez nas, ale relacyjne struktury formalne[17]; „materialne cząstki uległy dematerializacji, stając się przejawem nieobserwowalnych bezpośrednio pól, których struktura i oddziaływania określone są przez matematyczny formalizm teorii”[18]. Życiński przyjmuje zatem „ontyczny prymat relacji i struktur nad ich konkretyzacją fizyczno-biologiczną”[19]. Za konkretnymi, postrzegalnymi zmysłowo obiektami kryje się rzeczywistość platońska leżąca u podstaw procesów fizycznych[20]. Tę platońską rzeczywistość Życiński określa jako „pole racjonalności”. Stanowi ono „osnowę” rzeczywistości przyrodniczej.

3. TRUDNOŚCI HIPOTEZY O MATEMATYCZNOŚCI PRZYRODY

Za słabszą wersją hipotezy o matematyczności przyrody można podać szereg argumentów. Czy jednak te argumenty przemawiają za wersją przyjmowaną m.in. przez Hellera i Życińskiego? Czy istnieją jakieś dane wskazujące na to, że rzeczywiście obiekty przyrodnicze są ukonkretnieniem struktur matematycznych? Warunkiem zastosowania matematyki jest dokonanie idealizacji bądź abstrakcji danego

[16] M. Heller, *Fizyka i meta-fizyka*, w: *Ponad demarkacją*, red. W. Kowalski, S. Wszołek, Biblos, Tarnów 2008, 100.

[17] „Z rozwojem wiedzy rzeczywistość obserwowanego substratu i cząstek jawi się jako wtórna, natomiast podstawową i pierwotną rzeczywistością zdaje się być sieć relacji i struktur opisywanych w języku matematyki. Struktury te mogą posiadać różnorodne konkretyzacje fizyczne, co nie zmienia jednak faktu, iż bardziej podstawowym od nich poziomem bytu pozostaje poziom symetrii, inwariantów i związków formalnych”. J. Życiński, *Teizm i filozofia analityczna*, t. II, Wyd. Znak, Kraków 1988, 67.

[18] Tamże, 60.

[19] M. Heller, J. Życiński, *Wszechświat i filozofia. Szkice z filozofii i historii nauki*, Polskie Towarzystwo Teologiczne, Kraków 1980, 66.

[20] J. Życiński, *The rationality field and the laws of nature*, w: *Wyzwania racjonalności. Księdzu Michałowi Hellerowi współpracownicy i uczniowie*, red. S. Wszołek, R. Janusz, Wyd. WAM, OBI, Kraków 2006, 92.

fragmentu rzeczywistości przyrodniczej. Czy zatem teorie matematyczne stosowane w fizyce ujmują strukturę świata, czy też tylko nasz wyidealizowany obraz świata? Czy matematyka jest tylko użytecznym narzędziem, czy też jej teorie odzwierciedlają rzeczywistość przyrodniczą? Czy zatem przyroda jest matematyczna, czy tylko matematyzowalna? Istnienie algorytmów kwantowych można wykorzystywać w argumentacji za matematycznością przyrody w „słabszym" sensie, bez przyjmowania platonizmu. Jednak matematyczność przyrody pozostaje w takim ujęciu czymś tajemniczym. Hipoteza matematyczności przyrody w swej skrajnej wersji wyjaśnia, dlaczego struktury przyrody i struktury matematyczne pasują do siebie. Jest jednak poglądem, który stwarza więcej problemów niż przynosi wyjaśnień.

3.1. PROBLEM WYBORU TEORII MATEMATYCZNEJ PRZEZ PRZYRODNIKA

Przyrodnik, tworząc teorię przyrodniczą, albo spostrzega, że jakaś teoria matematyczna „pasuje" do opisu sytuacji fizycznej, czyli wybiera potrzebną mu teorię ze znanych teorii matematycznych, albo tworzy nowy formalizm matematyczny, czasem bez dostatecznego początkowo uzasadnienia na gruncie matematyki (tak było w przypadku delty Diraca) i na jego podstawie formułuje teorię przyrodniczą.

Wydaje się, że przyrodnik, wybierając teorię matematyczną, ma dość dużą swobodę. Zdarza się bowiem, że te same zjawiska mogą być ujęte za pomocą różnych formalizmów matematycznych. Miało to miejsce na przykład przy tworzeniu teorii mikroświata. W tym przypadku istnieją różne formalizmy matematyczne, choć „przekładalne" na siebie. Trudno jednak w tej sytuacji określić, która z ontologii teorii matematycznych odpowiada strukturze przyrody. Podejmowane są też próby budowania teorii fizyki na gruncie odmiennych formalizmów matematycznych niż powszechnie używane w fizyce, czy wręcz wyeliminowania pojęć matematycznych z teorii fizyki[21]. Wprawdzie tego

[21] Np. Paweł Zeidler pokazuje możliwości, jakie dla fizyki stwarza tzw. alternatywna teoria mnogości czy analiza niestandardowa. Teorie te wyznaczają inne „ontologie" teorii fizycznych. P. Zeidler, *Spór o status poznawczy teorii. W obronie antyrealistycznego wizerunku nauki*, Wyd. Naukowe IF UAM, Poznań 1993, 86–103. Natomiast najbardziej znaną próbą wyeliminowania abstrakcyjnych pojęć matematycznych z fi-

typu „zabiegi" są czynione raczej przez filozofów niż fizyków czynnie zajmujących się rozwijaniem fizyki, niemniej pokazują one, że wybór przez przyrodnika teorii matematycznej nie jest w pełni zdeterminowany. Czy zatem fizyk odkrywa pewną strukturę matematyczną „wcieloną" w przyrodę, czy też narzuca przyrodzie swoją własną strukturę pojęciową, dzięki której może prowadzić dialog z przyrodą? Wydaje się, że nie istnieje jednoznaczna odpowiedź na tak postawione pytanie. Niewątpliwie pewne zjawiska niejako narzucają sposób ich matematycznego ujęcia, ale nie dotyczy to wszystkich zjawisk.

Co więcej, aby zastosować jakąś teorię matematyczną w fizyce, z reguły trzeba najpierw „uprościć" badaną rzeczywistość. Na przykład w kosmologii przyjmuje się założenie o jednorodnym rozkładzie materii, o izotropowości przestrzeni, o obowiązywaniu w całym Wszechświecie tych samych praw fizyki, co na Ziemi. Te założenia umożliwiają rozwiązanie równań ogólnej teorii względności zastosowanych do całego wszechświata i skonstruowanie modelu kosmologicznego.

Do pewnego stopnia z kwestią wyboru formalizmu matematycznego wiążą się problemy dotyczące pomiaru i jednostek służących do mierzenia rozmaitych wielkości. Z jednej strony wydaje się, że przyrodnik ma zupełną dowolność wyboru jednostek pomiaru, z drugiej, jak zwraca uwagę Grzegorz Białkowski, wybór ten jest uwarunkowany łatwością wykonywania obliczeń oraz tym, by inni badacze mogli sprawdzić wyniki pomiarów[22]. Pewne jednostki są zatem wygodniej-

zyki jest nominalizm (fikcjonalizm) Hartry'ego Fielda, który stara się pokazać, że matematyka nie jest niezbędna dla fizyki (Field w ten sposób próbuje obalić drugie założenie argumentu Quine'a–Putnama za realizmem matematyki). Według Fielda wykorzystywanie matematyki w fizyce jest spowodowane wygodą – teorie stają się wtedy prostsze. Field formułuje w szczególności teorię grawitacji Newtona jako teorię nominalistyczną. H. Field, *Science without Numbers*, Basil Blackwell, Oxford 1980.

[22] „Oczywiście każdy badacz mógłby wyrażać wyniki swoich pomiarów w dowolnych jednostkach, na przykład długość we własnych stopach. Gdyby jednak tak było, uzyskane przez niego wyniki nie mogłyby być sprawdzane przez innych badaczy. Co więcej, jednostki należące do układu takiego jak np. cal (grubość kciuka), stopa, łokieć, mila itd. pozostają w skomplikowanych stosunkach arytmetycznych, co utrudnia efektywne posługiwanie się nimi. Jest chyba oczywiste, że dziesiętny układ metryczny najlepiej służy sprawie kilku zasad przyjmowanych w fizyce, do których należy zali-

sze niż inne. Mimo wszystko nie przemawia to na korzyść tezy o matematyczności przyrody. Wybór jednostek pomiaru jest w znacznej mierze konwencjonalny.

Przed zastosowaniem jakiejś teorii matematycznej z reguły przyrodnik dokonuje idealizacji bądź abstrakcji badanych aspektów rzeczywistości przyrodniczej. W konsekwencji teorie przyrodoznawstwa ujmują własności idealnych, w rzeczywistości przyrodniczej nieistniejących obiektów, jak na przykład punkt materialny, gaz doskonały, ciało doskonale czarne. W mechanice Newtona i w szczególnej teorii względności przyjmuje się, że istnieją inercjalne układy odniesienia, obejmujące swym zasięgiem całą przestrzeń. Pozwoliło to stworzyć użyteczne teorie dotyczące ruchu punktów materialnych, choć w przyrodzie takich globalnych układów nie ma. Bez tego założenia jednak próby stworzenia teorii ruchu, która pozwalałaby na uzyskiwanie trafnych przewidywań, kończyły się niepowodzeniem[23]. Jak zauważa Jarosław Mrozek, analizując w tym zakresie poglądy Einsteina, mamy do czynienia z trójczłonowym związkiem: świat przyrody – teorie fizyki – matematyka[24]. W tym ujęciu między strukturami przyrody a matematyki znajdują się teorie nauk przyrodniczych. Toteż struktury matematyczne tworzą fundament wyidealizowanych, abstrakcyjnych modeli pewnych aspektów rzeczywistości, będących przedmiotem teorii. Czy te modele jednak ujmują adekwatnie strukturę przyrody? Czy odzwierciedlają strukturę świata? Aby pozytywnie odpowiedzieć na to pytanie, należałoby stwierdzić, że abstrakcja i idealizacja zbytnio nie upraszczają rzeczywistości, a tym samym nie „wypaczają" struktur fizycznych, co ściśle łączy się z koniecznością przyjęcia realistycznej interpretacji teorii przyrodniczych.

---

czyć intersubiektywność wyników oraz wygodę w posługiwaniu się aparatem rachunkowym". G. Białkowski, *Ciągłość i nieciągłość w fizyce*, Delta (1977)8 (http//www.wiw.pl/delta/ciaglosc.asp [dostęp: 19.08.2012]).

[23] Jak pisze Jerzy Kowalski-Glikman: „za pomocą matematyki możemy opisywać jedynie procesy wyidealizowane, na tyle proste, by ich model matematyczny można było efektywnie wykorzystać w celu uzyskania przewidywań przebiegu tego procesu". J. Kowalski-Glikman, *Cena matematyki*, w: *Nauka w filozofii. Oblicza obecności*, dz. cyt., 224.

[24] J. Mrozek, *Czy Einstein głosił matematyczność przyrody?*, w: *Nauka w filozofii. Oblicza obecności*, dz. cyt., 266.

Nierozstrzygniętym problemem pozostaje, czy da się matematycznie ująć, bez abstrahowania, rzeczywisty proces, na który wpływają czynniki niemożliwe do zidentyfikowania. Trudności zmatematyzowania skomplikowanych procesów szczególnie jaskrawo uwidaczniają się w naukach biologicznych, które z trudem poddają się matematyzacji. Jak stwierdza Izrael Gelfand, parafrazując tytuł artykułu Wignera, „niepojęta jest nieskuteczność matematyki w naukach biologicznych”[25]. Zgodnie z tezą o matematyczności przyrody strukturom przyrodniczym odpowiadają struktury matematyczne. Wydaje się jednak, że istnieje odpowiedniość tylko między strukturami pojawiającymi się w modelach fizykalnych a strukturami matematycznymi.

3.2. MATEMATYCZNOŚĆ PRZYRODY A CHAOS DETERMINISTYCZNY

Problemy związane z dopasowaniem struktur matematycznych i przyrodniczych są szczególnie widoczne w badaniach zjawisk, w których pojawia się chaos deterministyczny. Jeżeli bowiem rzeczywiście zjawisko jest zdeterminowane, ale jego przebieg jest wrażliwy na zmianę warunków początkowych, to nie ma praktycznie możliwości, by na podstawie danych doświadczalnych odróżnić, która konkretna funkcja modeluje dane zjawisko. Możemy wybierać tylko między klasami rozmaitych funkcji i to też tylko w sposób niedokładny. Jak stwierdza Ian Stewart: „dla danej klasy uniwersalności każda teoria jest dobra”[26]. Nie ma zatem możliwości wyboru jednego konkretnego modelu opisującego zjawisko: modele o różnych parametrach, a nawet zgoła odmienne modele mogą w granicach błędów pomiarowych w określonym odcinku czasu równie dobrze albo równie źle modelować dany proces. Nie potrafimy też odróżnić sytuacji, w której narosły wykładniczo błędy pomiaru i model przestał z tego powodu działać,

---

[25] L. Sokołowski, *Parę uwag o matematyczności przyrody*, w: *Nauka w filozofii. Oblicza obecności*, dz. cyt., 212. Na różnice między możliwościami zmatematyzowania procesów w przyrodzie nieożywionej a ożywionej zwraca również uwagę M. Czarnocka, art. cyt., 273.

[26] I. Stewart, *Czy Bóg gra w kości? Nowa matematyka chaosu*, tłum. z ang. M. Tempczyk, W. Komar, WN PWN, Warszawa 1994, 244.

od złego wyboru modelu, czy wręcz złego rozpoznania zjawiska jako przebiegającego zgodnie z deterministyczną prawidłowością.

Co więcej, pewne procesy mogą być albo ujmowane za pomocą modeli deterministycznych, albo opisywane za pomocą metod statystycznych. Oba te podejścia mogą być równie dobre, gdy chodzi o przewidywania. Czasem ujęcie statystyczne i potraktowanie przebiegu danego zjawiska jako losowego może być wygodniejsze czy prostsze matematycznie. Istnienie chaosu deterministycznego sprawia zatem, że w praktyce nie jesteśmy w stanie odróżnić procesu deterministycznego (z chaosem deterministycznym) od procesu losowego. Wykorzystanie matematyki, utworzenie modelu matematycznego ujmującego przebieg danego procesu nie pozwala na rozstrzygnięcie jednej z fundamentalnych kwestii dotyczących rzeczywistości materialnej, a mianowicie problemu jej zdeterminowania. Albo więc to my nie potrafimy odkryć właściwych struktur matematycznych leżących u podstaw przyrody, albo takich struktur jednoznacznie określonych nie ma. Toteż, jak się wydaje, odkrycie chaosu deterministycznego stawia pod znakiem zapytania matematyczność przyrody.

3.3. PROBLEM CIĄGŁOŚCI I NIESKOŃCZONOŚCI W PRZYRODZIE

Kolejny problem jest związany z istnieniem w matematyce pewnych pojęć, dla których nie jest możliwe sprawdzenie, czy w rzeczywistości przyrodniczej coś im odpowiada. Przyjrzę się dwóm takim pojęciom matematycznym: ciągłości i nieskończoności. W teoriach fizyki mianowicie „sceną”, na której zachodzą zdarzenia, są rozmaite przestrzenie matematyczne. Użytecznym narzędziem do badania różnego typu zmian zachodzących w tych przestrzeniach jest analiza matematyczna, której wykorzystanie zakłada ciągłość (zupełność) danej przestrzeni i czasu. Zdefiniowanie bowiem pojęcia pochodnej, które jest kluczowe dla badania zmian, jest możliwe dla funkcji ciągłych określonych na przestrzeniach zupełnych[27].

---

[27] Jak pisze G. Białkowski: „Przyspieszenie jest pochodną prędkości względem czasu. Pochodne, jak wiadomo, można obliczać tylko w tym obszarze argumentów, w którym funkcja różniczkowana jest ciągła. Znaczy to, że zakładamy, mniej lub bar-

Zadając pytanie o ciągłość w przyrodzie, ograniczę się do przypadku przemieszczania się ciał w przestrzeni fizycznej. Teoriami opisującymi ruch są mechanika Newtona, szczególna i ogólna teoria względności. W tych teoriach sceną, na której zachodzą zdarzenia, są odpowiednio: przestrzeń euklidesowa, czasoprzestrzeń Minkowskiego i czasoprzestrzeń pseudoriemanowska. Wszystkie te przestrzenie są zupełne – ciągłe w potocznym rozumieniu, ciągły jest też czas. Czy jednak przestrzeń fizyczna i czas są ciągłe? Czy to tylko zastosowanie analizy matematycznej do badania zmian w przyrodzie wymaga „uciąglenia" przestrzeni i czasu? Na pytanie o ciągłość przestrzeni i czasu ani nasze potoczne doświadczenie, ani nauki przyrodnicze nie mogą udzielić odpowiedzi. Jak zauważa G. Białkowski: „Na pierwszy rzut oka można by sądzić, że ciągłość przestrzeni i czasu przeżywamy bezpośrednio w doświadczeniu, czy to zmysłowym, czy też introspekcyjnym. (...) Jednakże, jak świadczy przykład kina, wniosek taki nie jest uprawniony, gdyż nasz układ nerwowy samodzielnie łączy bliskie chwile i bliskie punkty w ciągłe całości. Co więcej, badania nad tym układem (np. nad wzrokiem i widzeniem) wskazują, że w ogóle nie może on odbierać i przekazywać informacji w sposób ciągły. Informacja taka w nerwie jest pewną salwą wyładowań elektrycznych, do której dochodzi tylko wtedy, gdy bodziec jest dostatecznie silny. (...) Tak więc, mimo bezpośredniego przeżycia ciągłości, widzimy, że nie ma ona nic wspólnego z tym, co jest »naprawdę«"[28]. Również doświadczenie naukowe nie pozwala nam na rozstrzygnięcie tego problemu. Nie mamy bowiem odpowiednich narzędzi pomiarowych, które pozwalałyby stwierdzić, czy rzeczywiście przestrzeń i czas są ciągłe. Ze względu na błędy pomiarowe i „bezwładność" urządzeń możemy mierzyć tylko „rozciągłe" fragmenty przestrzeni i czasu. Nie potrafimy zatem odróżnić zmiany ciągłej od skokowej, odbywającej się w bardzo małym odcinku czasu. Co więcej, jak pokazuje mechanika kwantowa, nie można „zejść" z pomiarami poniżej tzw. progu Plancka. Przyjęcie

---

dziej milcząco, że prędkość jest funkcją ciągłą czasu. Na jakiej podstawie czynimy to założenie?". G. Białkowski, *Ciągłość i nieciągłość w fizyce*, art. cyt.

[28] Tamże.

ciągłości czasu i przestrzeni stanowi warunek wykorzystania analizy matematycznej. Jest zatem raczej podyktowane rodzajem teorii matematycznej użytej w fizyce, a nie odkryciem prawdziwej natury czasu i przestrzeni. Czy więc zupełna (ciągła) przestrzeń matematyczna ujmuje naturę rzeczywistości przyrodniczej, czy tylko jest jej przybliżeniem, dzięki któremu możemy opisywać pewne zjawiska?

Fizycy posługują się funkcjami ciągłymi, ma to jednak związek ze stosowanym formalizmem matematycznym, a nie z „prawdziwą" naturą zjawisk w przyrodzie. Wprawdzie Białkowski stwierdza, że posługiwanie się funkcjami ciągłymi znajduje swe uzasadnienie we własnościach przyrody, gdyż to, „co w aparacie teoretycznym fizyki zapewnia nam ciągłość prędkości", to bezwładność materii, czyli pewien sprzeciw materii „względem wprowadzanych do jej stanu zmian". „Wydaje się więc, że w samej materii tkwią mechanizmy »uciąglające«, które nie dopuszczają do skokowych zmian pewnych wielkości fizycznych"[29]. Niemniej problem ciągłości przestrzeni, czasu i zmian zachodzących w przyrodzie pozostaje. Zastosowanie formalizmu matematycznego, w którym przyjmuje się ciągłość, nie świadczy jeszcze o tym, że taka sama jest istota rzeczywistości przyrodniczej. Czy zatem elementarny poziom świata tworzą struktury matematyczne, czy tylko jesteśmy skazani na to, by za ich pomocą przybliżyć rzeczywistą strukturę przyrody.

Przy badaniu własności czasu i przestrzeni stawia się pytanie nie tylko o ich ciągłość, ale o związaną z nią możliwość dzielenia przestrzeni i czasu na coraz drobniejsze kawałki. W tym kontekście pojawia się następne istotne dla matematyki pojęcie, a mianowicie pojęcie nieskończoności. I znowu można zadać pytania: czy odcinki przestrzeni i czasu dają się dzielić, choćby tylko potencjalnie, w nieskończoność, czy w przyrodzie istnieją jakieś nieskończone wielkości, czy Wszechświat jest nieskończony przestrzennie bądź czasowo, czy pewne czynności można wykonywać nieskończenie wiele razy, czy czas i przestrzeń składają się z nieskończenie wielu punktów, czy możemy wykonać jakąś czynność momentalnie? Próby odpowiedzi na te pyta-

[29] Tamże.

nia prowadziły do rozmaitych paradoksów. Już w starożytności Zenon z Elei sformułował kilka aporii, w których pojawia się nieskończoność w kontekście natury *continuum*, a od jego czasów sformułowano wiele rozmaitych paradoksów dotyczących nieskończoności. Warto podkreślić, że nie ma łatwych rozwiązań tych paradoksów, wyjaśniających wszystkie wątpliwości. Paradoksy pokazują zatem, że nieskończoność stwarza problemy. Skłaniało to do uznania, że nieskończoność, zwłaszcza aktualna, jest pojęciem sprzecznym. Sytuacja zmieniła się wraz z rozwojem teorii mnogości i w XX w. w matematyce nieskończoność aktualna znalazła swe miejsce.

Czy jednak nieskończoność możemy odkryć w przyrodzie? Poznanie potoczne pozwala co najwyżej doświadczać nieskończoności w sensie potencjalnym. Również doświadczenie naukowe nie stwarza możliwości bezpośredniego oglądu czegoś, co jest nieskończone aktualnie. Gdy dokonujemy pomiarów, to zawsze mierzymy skończone wartości parametrów – nie mamy odpowiednich narzędzi, by zmierzyć wielkość nieskończoną. Warto jednak dodać, że przyroda ożywiona „wynalazła" potencjalną nieskończoność. Powielanie struktur, np. DNA, i rozmnażanie organizmów przedłużają życie potencjalnie w nieskończoność, pod warunkiem istnienia w przyrodzie niewyczerpywalnych źródeł energii.

Czy zatem w przyrodzie jest nieskończoność, skoro doświadczamy tego, co jest skończone, a nawet nieskończoność potencjalna jawi się jako abstrakcja z czegoś, co choć jest bardzo duże i dla nas praktycznie nieosiągalne, to jest skończone? Nasze potoczne i naukowe poznanie nie pozwalają na udzielenie odpowiedzi na to pytanie. Jakie może to mieć znaczenie dla zagadnienia matematyczności przyrody? Z jednej strony założenie o ciągłości przestrzeni i czasu, i z tym związana ich nieskończona podzielność, jest niezbędne, aby wykorzystać teorie matematyczne (zwłaszcza równania różniczkowe i całkowe) do opisu niektórych zjawisk przyrodniczych. Z drugiej − wydaje się, że w przyrodzie nieskończoność aktualna nie istnieje, a w każdym razie nie możemy tego stwierdzić. Co więcej, pojawiające się w teoriach fizyki nieskończoności sprawiają fizykom kłopoty, gdyż z reguły trudno jest je zinterpretować fizycznie.

Na przykład problemy z nieskończonością ma kosmologia. W tzw. standardowym modelu kosmologicznym pojawia się osobliwość, w której gęstość materii, ciśnienie, temperatura przyjmują nieskończone wartości, co z fizycznego punktu widzenia nie ma sensu. Zgodnie z tym modelem Wszechświat (obserwowalny) jest czasowo i przestrzennie ograniczony, ale „rozpoczyna się" od osobliwości, o której teorie fizyki nic nam powiedzieć nie mogą. Toteż wysiłki kosmologów zmierzają do usunięcia nieskończoności z modelu Wszechświata, zwłaszcza nieskończoności dotyczących parametrów fizycznych. Są one bowiem zawsze oznaką załamywania się teorii. Podejmowane są próby połączenia teorii grawitacji z teorią kwantów, gdyż pozwoliłoby to opisać osobliwość początkową. Ale w powstających rozmaitych koncepcjach również przyjmuje się istnienie nieskończoności, na przykład nieskończonej ilości wszechświatów, odwieczności jakiegoś substratu, z którego wyłonił się nasz Wszechświat, odwiecznego trwania próżni kwantowej itp., choć nie można wykazać istnienia tych nieskończoności.

W teorii kwantów też pojawiają się nieskończoności, na przykład nieskończenie wielowymiarowe przestrzenie Hilberta, których teoria stanowi podstawę formalizmu matematycznego tej teorii. Również w modelu atomu mamy do czynienia z nieskończonością. Idea kwantowania energii, zastosowana do atomu, prowadzi bowiem do modelu, w którym elektron może znajdować się jednocześnie w nieskończenie wielu miejscach i zajmować nieskończoną liczbę różnych stanów energetycznych.

W kwantowych teoriach pola – elektrodynamice kwantowej i chromodynamice kwantowej – również pojawiają się „niewygodne" nieskończoności. Aby się ich pozbyć z teorii zastosowano formalną „sztuczkę" nazwaną renormalizacją. Jednak jest to procedura *ad hoc*, niemająca głębszego uzasadnienia fizycznego.

Powstaje zatem pewne napięcie między naszymi możliwościami poznawczymi a modelami teoretycznymi, w których istnieją nieskończoności. Toteż fizycy nie lubią nieskończoności. Zarazem nieskończoność pojawia się w sposób naturalny wraz z aparatem matematycznym. Matematycy obecnie nie unikają nieskończoności, można powiedzieć, że w pewien sposób ją oswoili. Mamy zatem do czynienia z następującą sytuacją: nieskończoność (dotycząca różnych aspektów przyrody) jest niezbędna, by zastosować matematykę do badania przyrody, zarazem pokazanie jej istnienia w przyrodzie napotyka na trudności, jak na razie, nieprzezwyciężalne. Niektóre z nieskończoności nie tyle są zakładane przez formalizm matematyczny, co pojawiają się w rozwiązaniach równań teorii. Tego typu nieskończoności z reguły stwarzają kłopoty, jak osobliwość w modelu kosmologicznym. Cóż to bowiem jest za stan „materii", który charakteryzuje się nieskończoną gęstością i temperaturą?

Wydaje się, że można akceptować w przyrodzie potencjalne nieskończoności, natomiast istnienie w przyrodzie nieskończoności aktualnej jest kwestią otwartą i stanowi problem raczej filozoficzny niż przyrodniczy: nieskończoności aktualnej nie możemy bowiem zaobserwować, a jej pojawienie się w teorii stwarza kłopoty[30].

Skoro są uzasadnione wątpliwości co do ciągłości przestrzeni i czasu oraz co do istnienia nieskończoności w przyrodzie, to czy rzeczywiście istnieje odpowiedniość między strukturami przyrody a strukturami matematycznymi? Warto jeszcze dodać, że przy rozpatrywaniu tych problemów należy zdać sobie sprawę z tego, że nieskończoność może pojawiać się na dwóch poziomach: w teoriach i modelach, a więc naszej, ludzkiej konstrukcji teoretycznej, oraz w rzeczywistości fizycznej, która istnieje niezależnie od nas, a którą próbujemy zrozumieć, tworząc teorie naukowe. Pojawienie się nieskończoności w modelu nie musi automatycznie oznaczać, że we Wszechświecie również istnieją jakiegoś typu nieskończoności – przestrzeni, czasu, materii, temperatury, gęstości materii itp.

4. PODSUMOWANIE

Jak się wydaje, teza o matematyczności przyrody jest założeniem ontologicznym dotyczącym natury rzeczywistości przyrodniczej i nie

[30] Szerzej na temat nieskończoności w przyrodzie zob. A. Lemańska, *Problem nieskończoności w przyrodzie*, w druku.

wynika z samego faktu wykorzystywania matematyki w fizyce. Aby uzasadnić przyjęcie tego założenia, należałoby wykazać, że matematyka ujmuje rzeczywistą strukturę świata zarówno w skali makro, jak i mikro, a nie tylko wyidealizowany obraz świata przyrody, oraz że istnieje odpowiedniość między strukturami przyrodniczymi i matematycznymi. Pokazanie tego nie jest jednak możliwe. Matematyczność przyrody jest wyjaśnieniem skuteczności zastosowania teorii matematycznych w fizyce, ale ta hipoteza sama stwarza nowe problemy. Co więcej, przyjęcie hipotezy o matematyczności przyrody łączy się z założeniami ontologicznymi co do natury matematyki i teorii fizyki. Te założenia również budzą rozmaite zastrzeżenia. Niewątpliwie przyroda jest matematyzowalna i idealizowalna, matematyczna jednak być nie musi. Toteż skuteczność matematyki w badaniach przyrody ciągle pozostaje problemem do wyjaśnienia.

BIBLIOGRAFIA

Białkowski G., *Ciągłość i nieciągłość w fizyce*, Delta (1977)8 (http//www.wiw.pl/delta/ciaglosc.asp [dostęp: 19.08.2012]).

Białkowski G., *Stare i nowe drogi fizyki. Fizyka XX wieku*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1982.

Czarnocka M., *Matematyczność przyrody w uwikłaniu epistemologicznym*, w: *Nauka w filozofii. Oblicza obecności*, red. S. Butryn, M. Czarnocka, W. Ługowski, A. Michalska, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2011, 270–286.

Field H., *Science without Numbers*, Basil Blackwell, Oxford 1980.

Filipek M., *Elementy absolutne w fizyce w kontekście filozofii Maxa Plancka*, Studia Philosophiae Christianae 44(2008)2, 223–237.

Filipek M., *Elementy absolutne w fizyce w kontekście koncepcji trzech światów Maxa Plancka*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 20, red. A. Lemańska, M. Lubański, A. Świeżyński, Wyd. UKSW, Warszawa 2011, 239–439.

Heller M., *Co to znaczy, że przyroda jest matematyczna?*, w: *Matematyczność przyrody*, red. M. Heller, J. Życiński, A. Michalik, OBI, Kraków 1992[2], 9–22.

Heller M., *Fizyka i meta-fizyka*, w: *Ponad demarkacją*, red. W. Kowalski, S. Wszołek, Biblos, Tarnów 2008, 93–101.

Heller M., Życiński J., *Wszechświat i filozofia. Szkice z filozofii i historii nauki*, Polskie Towarzystwo Teologiczne, Kraków 1980.

Kowalski-Glikman J., *Cena matematyki*, w: *Nauka w filozofii. Oblicza obecności*, red. S. Butryn, M. Czarnocka, W. Ługowski, A. Michalska, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2011, 221–226.

Lemańska A., *Problem nieskończoności w przyrodzie*, w druku.

Matematyczność przyrody, red. M. Heller, J. Życiński, A. Michalik, OBI, Kraków 1992[2].

Mrozek J., *Czy Einstein głosił matematyczność przyrody?*, w: *Nauka w filozofii. Oblicza obecności*, red. S. Butryn, M. Czarnocka, W. Ługowski, A. Michalska, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2011, 263–269.

Pedersen O., *Wiara chrześcijańska i przemożny urok nauki*, tłum. z ang. T. Sierotowicz, w: *Stwórca – Wszechświat – Człowiek*, t. 1, red. T. Sierotowicz, OBI/Biblos, Tarnów 2006, 68–90.

Planck M., *Nowe drogi poznania fizycznego a filozofia*, wybrał, przedmową i przypisami opatrzył S. Butryn, tłum. K. Napiórkowski, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2003.

Sokołowski L., *Parę uwag o matematyczności przyrody*, w: *Nauka w filozofii. Oblicza obecności*, red. S. Butryn, M. Czarnocka, W. Ługowski, A. Michalska, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2011, 209–220.

Stewart I., *Czy Bóg gra w kości? Nowa matematyka chaosu*, tłum. z ang. M. Tempczyk, W. Komar, WN PWN, Warszawa 1994.

Wigner P., *The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences*, Communications in Pure and Applied Mathematics 13(1960)1, 1–14.

Wójtowicz K., *Empiryczne aspekty dowodów matematycznych*, w: *Światy matematyki. Tworzenie czy odkrywanie?*, red. I. Bondecka-Krzykowska, J. Pogonowski, Wyd. Naukowe UAM, Poznań 2010, 341–365.

Wójtowicz K., *Teoria obliczeń kwantowych – argument w sporze o aprioryczny status matematyki?*, Studia Philosophiae Christianae 45(2009)1, 71–91.

Wszołek S., *Matematyka i metafizyka. Krótki komentarz na temat hipotezy matematyczności świata*, Studia Philosophiae Christianae 46(2010)1, 25–36.

Zeidler P., *Spór o status poznawczy teorii. W obronie antyrealistycznego wizerunku nauki*, Wyd. Naukowe IF UAM, Poznań 1993.

Życiński J., *Jak rozumieć matematyczność przyrody*, w: *Matematyczność przyrody*, red. M. Heller, J. Życiński, A. Michalik, OBI, Kraków 1992², 23–42.

Życiński J., *Teizm i filozofia analityczna*, t. II, Wyd. Znak, Kraków 1988.

Życiński J., *The rationality field and the laws of nature*, w: *Wyzwania racjonalności. Księdzu Michałowi Hellerowi współpracownicy i uczniowie*, red. S. Wszołek, R. Janusz, Wyd. WAM, OBI, Kraków 2006, 87–101.

MATHEMATICALNESS OR MATHEMATICABILITY OF NATURE?

Abstract. The notions of “mathematicalness” and “mathematicability” of nature appear in the context of attempts at explaining the effectiveness of mathematics in the description of the world. Mathematicalness of nature means that structures of the world are mathematical. But is this true? Is nature mathematical? In the paper some reasons for mathematicalness of nature are considered. However, a condition for the application of mathematics is idealization or abstraction of reality. So, do mathematical theories used in physics grasp the structure of the world, or an idealized image of the world? Mathematical analysis is widely used in physics. Its application requires continuity of time and space. There are also different kinds of infinity in the mathematical theories used in physics. This raises the issue: whether the material world is continuous or we “impose” on nature certain properties in order to use convenient mathematical tools. Is mathematics a useful tool, or does it reflect nature? So, is nature mathematical or only mathematicable? The article shows that mathematicalness of nature is only a metaphysical hypothesis.

Keywords: nature, mathematics, science, mathematicalness of nature, mathematicability of nature