



ISSN 2299-0356

Filozoficzne Aspekty Genezy — 2021, t. 18


Philosophical Aspects of Origin


s. 1–8



<https://doi.org/10.53763/fag.2021.18.3>

RECENZJA / BOOK REVIEW

Andrzej Łukasik 

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie 

Czy w nauce jest miejsce na kategorię piękna?

Sabine HOSSENFELDER, **Zagubione w matematyce. Fizyka w pułapce piękna**, przeł. Tomasz Miller, Copernicus Center Press, Kraków 2019, s. 384.

Received: September 14, 2021. Accepted: October 2, 2021. Published online: February 25, 2022.

„Piękno to zdradliwy przewodnik, który już wielokrotnie wyprowadził fizyków na manowce”

— Sabine Hossenfelder

Książka Sabine Hossenfelder **Zagubione w matematyce. Fizyka w pułapce piękna** (2019) wywołała żywy odzew w społeczności fizyków i filozofów nauki na całym świecie. Organizowano nawet specjalne seminaria i konferencje, na których dyskutowano z postawionymi przez autorkę tezami. W Polsce na przykład na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu w 2019 roku odbyło się specjalne seminarium na temat tez zawartych w książce, w którym wzięli udział zarówno fizycy, jak i filozofowie.

Hossenfelder jest fizykiem cząstek elementarnych; w swej książce analizuje zagadnienie estetycznych kryteriów oceny i akceptacji teorii naukowych. Fakt, że poza dość oczywistym kryterium zgodności z doświadczeniem fizycy stosują również w pracy rozmaite kryteria o charakterze pozaempirycznym, jest znany już od dość dawna. Na temat roli piękna, prostoty, symetrii czy elegancji teorii fizycznych napisano wiele prac zarówno o charakterze popularnonaukowym, jak i głęb-



szych interdyscyplinarnych studiów z pogranicza fizyki i estetyki.¹ W literaturze popularnonaukowej znajdujemy zwykle wyrazy zachwytu na temat piękna fundamentalnych teorii fizycznych, głównie teorii względności i mechaniki kwantowej (choć tę ostatnią uznaje się za wysoce nieintuicyjną), znacznie rzadziej natomiast krytyczną analizę.

Stanowisko Hossenfelder jest zapewne dla wielu uczonych wręcz obrazoburcze. Autorka skupia się na roli kryteriów o charakterze estetycznym w pracy fizyków i stawia tezę, że nasze „subiektywne poczucie estetyki” (s. 9), w szczególności zaś uznanie piękna, a także elegancji, prostoty i naturalności za „wyznaczniki prawdziwości” teorii, wiedzie — zgodnie z bardziej dosłownym tłumaczeniem podtytułu pracy — fizykę „na manowce”. Zdaniem autorki właśnie zbytne przywiązywanie fizyków cząstek elementarnych do estetycznych aspektów formułowanych teorii — piękna struktur matematycznych — jest przyczyną kryzysu w fizyce fundamentalnej od niemal pół wieku. Miliardy dolarów wydane na budowę LHC,² sond kosmicznych i podziemnych detektorów nie doprowadziły do empirycznego potwierdzenia istnienia cząstek supersymetrycznych, dodatkowych wymiarów przestrzeni czy poznania natury ciemnej materii. „W naszych poszukiwaniach nowych idei — czytamy — piękno odgrywa wiele ról. Jest przewodnikiem, nagrodą, motywacją. A także źródłem błędów” (s. 24).

Autorka skupia się na tej ostatniej kwestii. Otóż zbytne poleganie na wartościach estetycznych jest — zdaniem Hossenfelder — zaprzeczeniem idei obiek-

¹ Oto reprezentatywne przykłady prac poruszających kwestię piękna w nauce: James W. McALLISTER, *Beauty and Revolution in Science*, Cornell University Press, Ithaca — London 1996; Brian GREENE, *Piękno Wszechświata. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwanie teorii ostatecznej*, przeł. Ewa L. Łokas i Bogumił Bieniok, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001; Ian STEWART, *Dlaczego prawda jest piękna. O symetrii w matematyce i fizyce*, przeł. Tomasz Krzysztoń, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2012; Giovanni VIGNALE, *The Beautiful Invisible: Creativity, Imagination, and Theoretical Physics*, Oxford University Press, Oxford 2011; Subrahmanyan CHANDRASEKHAR, *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*, przeł. Piotr Amsterdamski, *Klasyki Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999; Fernando CORBALÁN, *Złota proporcja. Matematyczny język piękna*, przeł. Wiktor Bartol, *Świat Jest Matematyczny*, Wydawnictwo RBA 2012; Antonio J. DURÁN, *Poezja liczb. Znaczenie piękna w matematyce*, przeł. Anna Kozłowska, *Świat Jest Matematyczny*, Wydawnictwo RBA 2012; Graham FARMELO, *It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science*, Granta Publications, London 2002; Bryan GAENSLER, *Potęga i piękno. Ekstremalne zjawiska w kosmosie*, przeł. Sebastian Szymański, *Wiedza i Życie — Orbity Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2013.

² Large Hadron Collider (Wielki Zderzacz Hadronów) — największy akcelerator cząstek elementarnych na świecie w CERN pod Genewą.

tywności poznania naukowego. „Nie poszukujemy teorii, aby wywoływać emocje, poszukujemy wyjaśnień naszych obserwacji. [...] W nauce nie chodzi o emocje — chodzi o liczby i równania, dane i wykresy, fakty i logikę” (s. 16). „Wątpię, by moje wycucie piękna było wiarygodnym przewodnikiem w poszukiwaniach fundamentalnych praw przyrody, praw dyktujących zachowanie bytów, do których moje zmysły nie mają, nigdy nie miały i nigdy nie będą mieć bezpośredniego dostępu” — pisze Hossenfelder (s. 15).

Problem jednak polega na tym, że bywają w nauce okresy, kiedy niewystarczająca ilość danych obserwacyjnych uniemożliwia rozstrzygnięcie na korzyść jednej z konkurujących teorii. Znakomitym przykładem historycznym jest sytuacja w kosmologii w latach trzydziestych dwudziestego wieku, kiedy wysuwano alternatywne teorie wobec teorii rozszerzającego się Wszechświata opartej na einsteinowskiej ogólnej teorii względności (na przykład zaproponowana przez Edwarda Milne'a kinematyczna teoria względności, teoria stanu stacjonarnego opracowana przez Hermanna Bondiego, Thomasa Golda i Freda Hoyle'a czy model Richarda Tolmana). Dane empiryczne nie faworyzowały wówczas żadnego z proponowanych modeli kosmologicznych i uczeni sięgali po argumenty o charakterze estetycznym, takie jak piękno, elegancja czy prostota teorii.³ Dopiero odkrycie przez Hubble'a ucieczki galaktyk, a następnie odkrycie mikrofalowego promieniowania tła (Arno Penzias i Robert Wilson) dało argumenty na rzecz poprawności teorii Wielkiego Wybuchu. Otóż podobna sytuacja ma miejsce we współczesnej fizyce cząstek elementarnych. Model standardowy fizyki cząstek elementarnych funkcjonuje dobrze i został potwierdzony odkryciem bozonu Higgsa w LHC w 2012 roku, którego istnienie przewidziano jeszcze w latach sześćdziesiątych dwudziestego wieku. Zdaniem fizyków jest on jednak niekompletny, ponieważ opisuje trzy z czterech fundamentalnych oddziaływań i w ogóle nie uwzględnia grawitacji. Grawitację opisuje einsteinowska ogólna teoria względności, która jest jednak teorią klasyczną, czyli nie uwzględnia mechaniki kwantowej.

Fizycy podejmują zatem próby sformułowania teorii wykraczających poza model standardowy, które stanowiłyby unifikację mechaniki kwantowej i ogólnej teorii względności. To „Święty Graal” fizyki współczesnej. Problem polega na tym, że formułowane, niezmiernie wyrafinowane pod względem matematycznym, teorie, takie jak supersymetria, superstruny czy teorie wieloświata, nie mają jak do-

³ Por. Dariusz DĄBEK, *Pozaempiryczne kryteria oceny teorii w kosmologicznej praktyce badawczej*, Wydawnictwo KUL, Lublin 2018, s. 18–28.

ład żadnego potwierdzenia empirycznego, a ze względu na wymagane w tym celu wysokie energie, niedostępne dla dzisiejszych akceleratorów, w perspektywie nawet kilkudziesięciu lat mogą okazać się empirycznie nietestowalne. Fizycy teoretycy muszą jednak rozwijać swoje teorie, a wobec braku świadectw empirycznych jako kryteria oceny i akceptacji teorii stosują kryteria pozaempiryczne — estetyczne, w tym piękno, na które składają się głównie prostota, naturalność i elegancja (s. 131–139). Empiryczne potwierdzenie teorii w fizyce jest niezbędne, lecz dla teorii obejmujących coraz szerszy zakres doświadczenia staje się ono coraz trudniejsze. „Od zapostulowania istnienia neutrina do jego detekcji upłynęło dwadzieścia pięć lat, na potwierdzenie istnienia bozonu Higgsa musieliśmy czekać prawie pół wieku, a na bezpośrednią detekcję fal grawitacyjnych — aż sto lat. Obecnie czas potrzebny na przetestowanie nowego fundamentalnego prawa przyrody może być dłuższy niż przeciętny czas trwania kariery naukowej. Ten stan rzeczy zmusza teoretyków do sięgania po pozaempiryczne kryteria decydowania, które ścieżki badań realizować. Kryterium estetyczne jest jednym z nich” (s. 24). Co więcej, eksperymenty we współczesnej fizyce cząstek elementarnych są niezmiernie kosztowne, a budowa odpowiednich urządzeń kosztowna i czasochłonna. Fizycy teoretycy muszą zatem zdecydować, nad którą teorią pracować, by można było ją poddać testowi empirycznemu, opierając się w ocenie teorii na innych kryteriach niż empiryczne.

Fizycy są przekonani, że spełnienie kryteriów estetycznych jest „wskaźnikiem prawdziwości” teorii. Przekonanie to dobrze wyraża metafora sformułowana przez Stevena Weinberga. Porównuje on fizyka mówiącego o pięknie teorii do trenera koni wyścigowych, który stwierdzając „ten koń jest piękny”, ma równocześnie na myśli, że ten koń będzie wygrywać wyścigi.⁴ Fizyk, orzekając o pięknie teorii, wyraża tym samym przekonanie o jej obiektywnej, przynajmniej przybliżonej prawdziwości, a chociażby przekonanie, że teoria taka przyczyni się do postępu w naszym rozumieniu przyrody.

Rozważania Hossenfelder dotyczące aktualnego stanu fizyki fundamentalnej uzupełniane są wywiadami z czołowymi fizykami cząstek elementarnych z całego świata. Okazuje się, że „najbardziej popularne” pozaempiryczne kryteria stosowane w fizyce, takie jak prostota, naturalność i elegancja, nigdzie nie są definiowane (s. 131) i są zapewne niedefiniowalne w kategoriach matematycznych (s. 139),

⁴ Por. Steven WEINBERG, *Sen o teorii ostatecznej*, przeł. Piotr Amsterdamski, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Warszawa 1994, s. 110.

a mimo to wśród fizyków panuje zadziwiająca zgoda co do oceny poszczególnych teorii w kategoriach estetycznych. Interesujące jest przy tym, że znakomita większość fizyków ocenia odnoszący od niemal pół wieku sukcesy model standardowy fizyki cząstek elementarnych jako „brzydki” — głównie z powodu występowania wielu parametrów liczbowych, które nie posiadają głębszego uzasadnienia. „Jeszcze nie spotkałam nikogo — pisze Hossenfelder — komu model standardowy by się podobał” (s. 105).

Czy istotnie znaczący byłoby to, że w fizyce teoretycznej piękno stało się kryterium prawdy? Tak twierdziło wielu uczonych, między innymi Henri Poincaré, Albert Einstein, Hermann Weyl, Paul Dirac, Werner Heisenberg, Steven Weinberg czy Roger Penrose. Fizycy, mówiąc o pięknie teorii naukowej, nawiązują zwykle (świadomie lub nieświadomie) do tradycji pitagorejsko-platońskiej, zwanej przez Władysława Tatarkiewicza „Wielką Teorią”, wiążącej piękno z właściwą proporcją części i harmonijnym ich układem, która to teoria ma charakter obiektywistyczny. Szczególne znaczenie ma w fizyce pojęcie symetrii, którego zastosowanie przyczyniło się do wielu odkryć naukowych — na przykład odkrycia antymaterii przez Paula Diraca, sformułowania kwarkowej struktury hadronów przez Murraya Gell-Manna czy koncepcji fal materii Louisa Victora de Broglie’a.

Hossenfelder argumentuje jednak, że pojęcia prostoty, naturalności i elegancji (zatem również piękna) „bez uzasadnienia płynącego z doświadczenia” (s. 46) zawierają nieuchronnie element subiektywizmu (s. 136) i arbitralności (s. 345). Są elementami pozaracjonalnymi. Zastosowanie określonych (zwykle dawniejszych) kanonów piękna do oceny teorii naukowej może stanowić i często stanowiło przeszkodę epistemologiczną w rozumieniu Gastona Bachelarda (Hossenfelder pisze po prostu o stereotypach społecznych i błędach poznawczych — s. 347). Historycznymi przykładami tego, że niejednokrotnie „piękno wiodło fizykę na manowce”, może być przekonanie o kołowym charakterze orbit planetarnych i odrzucanie przez Johannes Keplera orbit eliptycznych, wynikających z jego obserwacji i obliczeń, oraz próby dopasowania orbit planet do brył platońskich, czy też przekonanie Einsteina o statycznym charakterze Wszechświata, chociaż z jego ogólnej teorii względności wyłaniał się obraz Wszechświata ekspandującego. Kepler uznał ostatecznie eliptyczne orbity planet, chociaż z najwyższą niechęcią, a Einstein uznał wprowadzenie stałej kosmologicznej za „największy błąd swego życia”. Jednak w obydwu przypadkach uczeni musieli przewyciężyć swoje estetycz-

ne poglądy na to, „jaki świat powinien być”. Stosowanie dawnych kanonów estetycznych do oceny nowych teorii naukowych może hamować rozwój nauki.

Hossenfelder, nawiązując do pracy Jamesa McAllistera **Beauty and Revolution in Science** [Piękno i rewolucja w nauce],⁵ utrzymuje, że w rewolucjach naukowych dokonuje się między innymi zmiana kanonów piękna, które wyznają uczeni. Jako przykłady podaje się rewolucję kopernikańską — zaproponowanie systemu heliocentrycznego nie wiązało się z nowymi danymi empirycznymi — czy wprowadzenie przez Isaaca Newtona pojęcia siły działającej na odległość, odrzucanego przez zwolenników fizyki Kartezjusza jako „nieeleganckie” (s. 187). Autorka przekonuje również, że „fizyka teoretyczna zafiksowała się na przebrzmiałych ideałach piękna” (s. 332) i to stanowi główny powód kryzysu współczesnej fizyki cząstek elementarnych.

Książka **Zagubione w matematyce** nie zawiera wprawdzie recepty na wyjście z sytuacji kryzysowej w fizyce fundamentalnej, Hossenfelder podkreśla jednak, że pozaempiryczne, a w szczególności estetyczne kryteria oceny teorii naukowych należy traktować bardzo ostrożnie i że nigdy nie zastąpią one empirycznego testu teorii (s. 335). Kryteria estetyczne są również historycznie zmienne i nie ma żadnej gwarancji, że estetyczne preferencje uczonych, które prowadziły do odkryć w przeszłości, nie staną się pułapką dla fizyki przyszłości.

Książka Hossenfelder zawiera również, wprawdzie jedynie jako temat poboczny, rozważania nad relacją między nauką a filozofią. Temat sam w sobie jest niezmiernie interesujący — nie jest bowiem jasne, czy mamy współcześnie do czynienia z konfliktem czy też z symbiozą nauki i filozofii. Często mówi się o dualizmie „dwóch kultur”. W pracach z filozofii nauki filozoficzne poglądy fizyków często określane są jako „naiwne”, a ich wiedzę na temat historii nauki jako „wymyślanie historii wstecz”.⁶ Wielu fizyków współczesnych natomiast odnosi się co najmniej sceptycznie do rozważań filozofów nad nauką — Stephen Hawking twierdzi na przykład, że „filozofia jest martwa”,⁷ Steven Weinberg pisze o „niezro-

⁵ Por. McALLISTER, **Beauty and Revolution in Science...**

⁶ Por. Wojciech SADY, **Struktura rewolucji relatywistycznej i kwantowej w fizyce**, Universitas, Kraków 2020, s. 11.

⁷ Stephen HAWKING i Leonard MŁODINOV, **Wielki projekt**, przeł. Jarosław Włodarczyk, Wydawnictwo Albatros, Warszawa 2017, s. 9.

zumiałej nieskuteczności filozofii”,⁸ Richard Feynman również wyraża przekonanie, że filozofowie nie rozumieją współczesnej nauki i nie powinni próbować pouczać naukowców, jak mają uprawiać naukę.⁹ Jednak należy zauważyć, że intuicje estetyczne, znajdujące wyraz w ocenach teorii jako pięknych, eleganckich, naturalnych i tym podobne, bazują ostatecznie na założeniach o charakterze filozoficznym. „W związku z tym — pisze Hossenfelder — potrzebujemy filozofów, aby pomogli nam zrozumieć, jak możemy uczynić nasze intuicje bardziej naukowymi” (s. 335).

Bardziej naukowymi, czyli jakimi? Pytanie o to, „czym jest to, co zwiemy nauką?”, a więc pytanie o kryterium demarkacji między nauką i nienauką oraz nauką i metafizyką, stanowiło jedno z ważniejszych problemów filozofii nauki dwudziestego wieku. Jak wiadomo, zaproponowano wiele wykluczających się stanowisk — od weryfikacjonizmu (Koło Wiedeńskie), poprzez falsyfikacjonizm (Karl R. Popper), metodologię naukowych programów badawczych (Imre Lakatos), koncepcję rewolucji naukowych (Thomas S. Kuhn) po anarchizm metodologiczny (Paul Feyerabend). Larry Laudan ogłosił zaś „zgon problemu demarkacji”. Wydaje się jednak, że pytanie o kryterium naukowości powraca w fizyce fundamentalnej, choćby z tego powodu, że na przykład próby empirycznego testowania kwantowej teorii grawitacji wymagałyby „zderzacza cząstek mniej więcej rozmiarów Drogi Mlecznej” (s. 255). Na budowę takiego urządzenia raczej trudno liczyć, nie tylko w najbliższej przyszłości. „W związku z tym wielu fizyków jest pesymistami, gdy mowa o szansach doświadczalnego testowania grawitacji kwantowej, a to prowadzi do pytania natury filozoficznej: skoro nie możemy jej testować, to czy leży ona w obrębie nauki?” (s. 255). Formułowane zaś przez niektórych uczonych idee „fizyki postempirycznej” (s. 215), zgodnie z którymi znaczenie empirycznego testowania teorii naukowych należałoby znacznie ograniczyć, byłoby cofnięciem się o setki lat.

Zagubione w matematyce jest książką wielowątkową, porusza nie tylko tytułową kwestię piękna, ale i innych wartości estetycznych używanych przez uczonych jako pozaempiryczne kryteria oceny teorii naukowych. Warto ją polecić zarówno fizykom, jak i filozofom, a także wszystkim zainteresowanym współczesny-

⁸ WEINBERG, *Sen o teorii ostatecznej...*, s. 135.

⁹ Por. Richard P. FEYNMAN, *Charakter praw fizycznych*, przeł. Piotr Amsterdamski, Prószyński i S-ka, Warszawa 2020, s. 156.

mi problemami fizyki fundamentalnej i zagadnieniem dość złożonych relacji między fizyką a filozofią.

Andrzej Łukasik

Bibliografia

CHANDRASEKHAR Subrahmanyan, **Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce**, przeł. Piotr Amsterdamski, *Klasyki Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.

CORBALÁN Fernando, **Złota proporcja. Matematyczny język piękna**, przeł. Wiktor Bartol, *Świat Jest Matematyczny*, Wydawnictwo RBA 2012.

DĄBEK Dariusz, **Pozaempiryczne kryteria oceny teorii w kosmologicznej praktyce badawczej**, Wydawnictwo KUL, Lublin 2018.

DURÁN Antonio J., **Poezja liczb. Znaczenie piękna w matematyce**, przeł. Anna Kozłowska, *Świat Jest Matematyczny*, Wydawnictwo RBA 2012.

FARMELO Graham, **It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science**, Granta Publications, London 2002.

FEYNMAN Richard P., **Charakter praw fizycznych**, przeł. Piotr Amsterdamski, Prószyński i S-ka, Warszawa 2020.

GAENSLER Bryan, **Potęga i piękno. Ekstremalne zjawiska w kosmosie**, przeł. Sebastian Szymański, *Wiedza i Życie — Orbity Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2013.

GREENE Brian, **Piękno Wszechświata. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwanie teorii ostatecznej**, przeł. Ewa L. Łokas i Bogumił Bieniok, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001.

HAWKING Stephen i MŁODINOV Leonard, **Wielki projekt**, przeł. Jarosław Włodarczyk, Wydawnictwo Albatros, Warszawa 2017.

MCALLISTER James W., **Beauty and Revolution in Science**, Cornell University Press, Ithaca — London 1996.

SADY Wojciech, **Struktura rewolucji relatywistycznej i kwantowej w fizyce**, Universitas, Kraków 2020.

STEWART Ian, **Dlaczego prawda jest piękna. O symetrii w matematyce i fizyce**, przeł. Tomasz Krzysztoń, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2012.

VIGNALE Giovanni, **The Beautiful Invisible: Creativity, Imagination, and Theoretical Physics**, Oxford University Press, Oxford 2011.

WEINBERG Steven, **Sen o teorii ostatecznej**, przeł. Piotr Amsterdamski, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Warszawa 1994.