

Artykuły teoretyczne i historyczne

Теоретические и исторические статьи

Marek Sikora

Politechnika Wrocławska

Współczesny obraz zależności między nauką i techniką

Современный образ взаимосвязи между наукой и технологией

1. Nauka

Analizując proces rozwoju wiedzy naukowej w okresie nowożytnym i współczesnym, Thomas Kuhn zwrócił uwagę na dwie odmienne tradycje badawcze¹. Pierwsza z nich, określona mianem tradycji matematycznej, skupia te dyscypliny, które kształtowały się na podstawie idei matematyzacji nauk przyrodniczych. Druga obejmuje natomiast te dyscypliny, w obrębie których badacze koncentrowali swoją uwagę na prowadzeniu prac eksperymentalnych. Grupę tych dyscyplin Kuhn określił, od nazwiska ich inicjatora, mianem nauk baconowskich².

¹ Zob. T.S. Kuhn, *Tradycje matematyczne a tradycje eksperymentalne w rozwoju nauk fizycznych* [w:] T.S. Kuhn, *Dwa bieguny*, tłum. S. Amsaterdamski, PIW, Warszawa 1985, s. 67–112.

² Warto podkreślić, że Franciszek Bacon zmienił tradycyjny sposób rozumienia eksperymentu. Nie rozumiał go jako procedury, którą się przeprowadza po to, by potwierdzić albo podważyć daną teorię lub określić pewien szczegół w celu ewentualnego rozszerzenia teorii już istniejącej. W propozycji Bacona, którą podjęli i rozwijali następnie m.in. Rober Boyle i Robert Hook, eksperymenty miały zdecydowanie odmienny charakter. Były innowacyjne przede wszystkim pod względem zastosowania instrumentów badawczych. Wcześniej instrumenty te wykorzystywano jedynie do obserwacji astronomicznych. W XVII wieku obok lunet pojawiają się mikroskopy, termometry, barometry, pompy wodne i powietrzne oraz rozmaite inne urządzenia eksperymentalne. Badacze przyrody szybko przyswajają sobie coraz więcej aparatów chemicznych, które dotąd można było spotkać tylko w warsztatach rzemieślniczych i pracowniach alchemików. Zmienia się też rola i status eksperymentu. Ma on nie tyle potwierdzić coś, co było już znane, ile raczej ujawnić, jak zachowywać się będzie przyroda w dotychczas nie badanych okolicznościach. Ekspery-

Pamiętając o uwadze Kuhna, należy uznać, że zdecydowanie większy wpływ na rozwój nauk przyrodniczych wywarła tradycja matematyczna. Tradycja ta, zainspirowana w pracach Galileusza i następnie rozwijana przez Kartezjusza, Newtona i innych badaczy, ukształtowała w bardzo dużym stopniu nowożytny ideał nauki³. To ona doprowadziła do ugruntowania się przekonania, że podstawową jednostką strukturalną nauki jest teoria, ściślej, ta część teorii, w której kluczową rolę odgrywa matematyczny formalizm. Uczonych, którzy przyjmują takie podejście, określa się mianem teoretycyzmów. Teoretycyzm jest stanowiskiem, w ramach którego przyjmuje się, że podstawowym celem zmatematyzowanych nauk przyrodniczych jest dążenie do formułowania teorii, które mają charakter spójnych pojęciowo i metodologicznie zbiorów twierdzeń⁴.

Do lat 70. XX wieku teoretycyzm był powszechnie obowiązującym stanowiskiem wśród współczesnych filozofów nauki. Mimo występowania wielu różnic dotyczących statusu poznawczego teorii⁵, przedstawiciele teoretycyzmu zgodnie

menty mają, jak pisał Bacon, „chwycić byka za rogi” (*twist the lion's tail*). Dzięki eksperymentom „tworzymy nie tylko historię przyrody swobodnej i wolnej, (...) lecz także, i to w o wiele większym stopniu, historię przyrody skrupowanej i dręczonej, to jest kiedy sztuka i ręce ludzkie wytrącają ją z jej naturalnego stanu, kiedy się na nią wywiera nacisk i ją kształtuje”. F. Bacon, *Novum Organum*, tłum. J. Wikarjak, PWN, Warszawa 1955, s. 35–36.

³ Edmund Husserl uważa, że Galileusz wniósł do nowożytnego światopoglądu Zachodu zupełnie nowy styl pojmowania przyrody. Dowodził mianowicie, że należy ją traktować jak świat zewnętrzny wobec poznającego podmiotu, który może być przedstawiony za pomocą języka matematyki. Formuły tego języka mają umożliwić prawdziwy opis przyrody, tj. prawdziwy opis zewnętrznego świata „samego w sobie”. E. Husserl, *Kryzys nauk europejskich i fenomenologia transcendentna*, tłum. S. Walczevska, Wydawnictwo Rolewski, Toruń 1999, s. 23–24.

⁴ Zob. P. Zeidler, *Nowy eksperymentalizm a teoretycyzm. Spór o przedmiot i sposób uprawiania filozofii nauki* [w:] D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, Wyd. Naukowe IF UAM, Poznań 1994, s. 89.

⁵ Różnice te ujawniły się szczególnie wyraźnie podczas sporu o realizm naukowy. Podstawowym przedmiotem kontrowersji stał się status poznawczy przedmiotów nieobserwowalnych postulowanych przez teorie naukowe – na przykład elektronów. Zwolennicy realizmu naukowego przekonują, że te przedmioty istnieją w taki sposób, w jaki mówią o nich odpowiadające im teorie. Teorie takie mogą być oceniane pod względem prawdziwości bądź fałszywości. Krytycy realizmu naukowego przekonują natomiast, że teorie naukowe nie są czymś, co samo w sobie reprezentuje pozajęzykowe obiekty realne. Nie są też czymś, co może być prawdziwe lub fałszywe. Teorie, jak głosi jedna z odmian antyrealizmu naukowego – instrumentalizm, są raczej czymś w rodzaju narzędzi, instrumentów, dzięki którym można formułować przewidywania w stosunku do zachodzenia określonych zdarzeń opisywanych za pomocą terminów obserwacyjnych.

Wersją antyrealizmu, która wywołała szczególnie dużo dyskusji wśród filozofów nauki, jest zaproponowane przez Bassa C. van Fraassen'a stanowisko empiryzmu konstruktywnego (*constructive empiricism*). Głosi ono, że celem nauki nie jest, jak w przypadku realizmu naukowego, dostarczanie za pomocą teorii prawdziwego opisu świata, lecz formułowanie teorii, które są „empirycznie adekwatne”: a akceptacja teorii wymaga przeświadczenia o tym, że jest ona empirycznie adekwatna. Teoria jest empirycznie adekwatna, jeśli mówi prawdę o obserwowalnych przedmiotach

przyjmują, że rozwój nauk przyrodniczych polega przede wszystkim na budowaniu teorii, które spełniają ogólne kryterium pragmatyczne. Kryterium to uzależnia ocenę teorii od jej zdolności do poznawania otoczenia i formułowania przewidywań, które okazują się na tyle pewne, że nas nie zaskakują⁶. W ten sposób teoria staje się głównym parametrem poznania, poznanie zaś staje się głównym środkiem, po który sięgają nauki przyrodnicze w celu zdobywania klasycznie rozumianej wiedzy o świecie.

Wiążąc teorie naukowe z klasycznie rozumianą wiedzą, zwolennicy teoretycyzmu opowiadają się za czysto konceptualnymi czynnikami badania świata. Pomijają natomiast na ogół czynniki materialne. Uznają, że te ostatnie pozostają przede wszystkim w obszarze zainteresowania aktywności technicznej. Do tego obszaru zaliczają także te procedury badawcze, które mają charakter konkretnych działań praktycznych. Według zwolenników teoretycyzmu wiedza z zakresu nauk przyrodniczych jest zatem wiedzą o charakterze propozycjonalnym. Wiedza tak ujęta ma dostarczać abstrakcyjnych twierdzeń, które, zgodnie z formułą – „najpierw teoria, potem praktyka” – tworzą podstawę do formułowania reguł skutecznego działania praktycznego. Istotnym ograniczeniem takiego podejścia jest pominięcie wiedzy proceduralnej.

Zawężenie zakresu wiedzy nauk przyrodniczych jedynie do wiedzy o charakterze propozycjonalnym prowadzi do akceptacji aplikacyjnego modelu wiedzy naukowej, tj. takiego, w którym zakłada się ostro zarysowany podział na nauki podstawowe i nauki stosowane. Konsekwencją tego podziału jest wyraźne oddzielenie nauki od techniki. Wytwory techniki, traktuje się, przy takim ujęciu, jako jednostronny proces aplikacji wiedzy z obszaru nauk podstawowych. Punktem wyjścia tego procesu są badania podstawowe, w trakcie których zostaje wytworzona wiedza abstrakcyjna. Wiedzę tę próbuje się następnie zastosować. W tym celu miejsce nauki zajmuje technika, w efekcie czego powstają różnego rodzaju artefakty. Kolejnym etapem są prace badawczo-rozwojowe, w których dąży się do podniesienia wydajności artefaktu⁷.

Zwolennicy teoretycyzmu nie problematyzują procesu przekształcania teorii w wytwory techniki. Ich stanowisko, w ramach którego nauka i technika są od siebie oddzielone, trafnie ilustruje m.in. Evandro Agazzi. Stwierdza on wprost, że funkcje specyficzne obu dziedzin są zasadniczo odmienne. W przypadku nauki

i zdarzeniach. Właśnie przeświadczenie, że teoria jest empirycznie adekwatna, nie zaś, iż jest prawdziwa, pozwala nam ją zaakceptować. Żądanie od teorii, by wszystkie jej konsekwencje, tj. te, które dotyczą zarówno przedmiotów obserwowalnych, jak i nieobserwowalnych, były prawdziwe, to przejaw epistemologicznej „nadmiarowości” stanowiska realistycznego. Zob. B.C. van Fraassen, *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford 1980, s. 12 i n.

⁶ Zob. M. Hesse, *Theory and Values in the Social Science* [w:] idem, *Revolutions and Reconstructions in the Philosophy of Science*, The Harvester Press, Brighton 1980, s. 190.

⁷ Zob. Ł. Afeltowicz, *Laboratorium w działaniu. Innowacja technologiczna w świetle antropologii nauki*, Oficyna Naukowa, Warszawa 2011, s. 28–34.

taką funkcją jest zdobywanie wiedzy, w przypadku techniki taką funkcją jest natomiast realizacja pewnych procedur czy wytwarzanie pewnych produktów. Podobnie, pisze Agazzi, jest z podstawowymi celami. Celem podstawowym nauki jest poznanie, celem podstawowym techniki jest z kolei działanie. Choć włoski uczony przestrzega, by nie pomijać wielu czynników wspólnych, jakie występują między nauką i techniką, to ostatecznie stwierdza, że „nauka ze swej istoty jest poszukiwaniem prawdy; technika polega na robieniu czegoś użytecznego”⁸.

Podobny obraz zależności między nauką i techniką kreśli José Ortega y Gasset. Przecistawiając technikę prymitywizmowi, który przypisuje współczesnemu typowi masowego człowieka, nazywając go *Naturmench*, pisze, że „żyje się z techniką, ale nie z techniki. Ona sama ani nie oddycha, ani nie potrafi się wyżywić, nie jest *causa sui*, lecz praktycznym rezultatem wydawałoby się nikomu niepotrzebnych, teoretycznych rozważań”⁹. Gasset zgadza się z tezą, że technicyzm należy uznawać za jedną z głównych cech „nowoczesnej kultury”, tj. kultury zdominowanej przez ten rodzaj nauki, który rodzi korzyści materialne. Podkreśla jednak to, by w rozważaniach o technice nie zapominać, że „soki żywotne” czerpie ona z nauk teoretycznych. Rozwój dziedziny tych właśnie nauk „każdego dnia umożliwia stworzenie nowego wynalazku, z którego korzystają przeciętni ludzie. Każdego dnia powstaje za jej sprawą nowy środek przeciwbólowy czy nowa szczepionka, będąca dobrodziejstwem przeciętnego człowieka. (...) Bez fizyki i chemii nie można już wyżywić wszystkich mieszkańców naszej planety”¹⁰.

W kolejnych częściach tekstu przedstawię taką koncepcję współczesnej praktyki badawczej, w której podważa się aplikacyjny model wiedzy naukowej¹¹. Wcześniej jednak zwrócę uwagę na odmienne, nieco bardziej rozbudowane niż w propozycji Agazziego, sposoby ujęcia techniki.

2. Technika

W studiach nad nauką i techniką (*Sciences and Technology Studies*) wskazuje się na trzy aspekty znaczeniowe techniki. Po pierwsze, jest ona rozumiana jako konkretne artefakty, tj. przedmioty fizyczne, takie jak: rowery, samochody, za-

⁸ E. Agazzi, *Dobro, zło i nauka. Etyczny wymiar działalności naukowo-technicznej*, tłum. E. Kafużyńska, Oficyna Akademicka OAK, Warszawa 1997, s. 54.

⁹ J. Ortega y Gasset, *Bunt mas*, tłum. P. Niklewicz, Wyd. Replika, Zakrzewo 2016, s. 117.

¹⁰ *Ibidem*, s. 120–122. Gasset wskazuje na wyraźną różnicę między światem przyrody i światem cywilizacji. Uważa, że ten drugi, odmiennie niż pierwszy, nie jest czymś zastanym, lecz czymś, co człowiek tworzy. Technika wywiera ogromny wpływ na charakter tworzonego przez człowieka świata współczesnej cywilizacji.

¹¹ Szerszą charakterystykę aplikacyjnego modelu wiedzy można znaleźć m.in. w: M. Sikora, *Pytanie o jedność nauki*, Epigram, Bydgoszcz 2016, s. 155–160.

rówki, komputery itp. Po drugie, technika to tyle, co pewne procesy lub też działania, w wyniku których owe artefakty powstają. Po trzecie wreszcie, technikę odnosi się zarówno do ludzkiej wiedzy, jak i praktyki, na przykład *know-how* posługiwania się ultrasonografem¹².

Ważne pytanie o to, czym jest technika, ściślej, na czym polega jej istota, sformułował Martin Heidegger. W jego opinii technika jest nie tyle środkiem do stawianych sobie przez człowieka celów, lecz samym celem. Cywilizacja techniczna jest celem, który człowiek sam sobie narzuca. Ta cywilizacja daje bowiem poczucie, że człowiek może rozporządzać światem. „Istota techniki nie leży w postępie technicznym – lecz w takim związku człowieka i świata, w którym świat staje się materiałem do uporządkowania ze względu na człowieka, człowiek zaś – funkcjonariuszem takiego porządku”¹³.

Charakter nowoczesnego doświadczenia, pisze Heidegger, zaczął kształtować człowieka tak, że postrzega on dziś siebie głównie jako pana w świecie przyrody¹⁴. Stała obecność w tym świecie i chęć zapanowania nad jego zjawiskami w największym stopniu wyznaczają przestrzeń ludzkiej aktywności. Technika, która daje wyobrażenie uchwycenia obu czynników, staje się celem samym w sobie. Ściślej, nie tyle sama technika, ile jej istota. Heidegger dokonuje wyraźnego rozróżnienia między tymi dwoma kategoriami. „Technika, pisze, nie jest tym samym, co istota techniki”¹⁵.

¹² Zob. E. Bińczyk, *Technonauka w społeczeństwie ryzyka. Filozofia wobec niepożądanych następstw praktycznego sukcesu nauki*, Wyd. Naukowe UMK, Toruń 2012, s. 38–43. W swojej pracy Bińczyk przybliżyła najczęściej występujące w literaturze przedmiotu sposoby ujęcia „techniki”. Zgadając się z trzema wyróżnionymi aspektami znaczeniowymi tego pojęcia, dodaje, że i w podobnym znaczeniu często używa się pojęcia „technologii”. To ostatnie pojęcie Bińczyk odnosi jednak tylko do „wynalazków nowoczesnych, opartych na odkryciach nauk laboratoryjnych, które zaczęły się pojawiać mniej więcej w XIX stuleciu”.

¹³ K. Michalski, *Heidegger [w:] M. Heidegger, Budować, mieszkać, myśleć*, Czytelnik, Warszawa 1977, s. 18.

¹⁴ Heidegger bardzo mocno podkreśla, że w okresie nowożytnym relacja między człowiekiem i światem przyjmuje postać relacji między podmiotem i przedmiotem. Pisze wprost, że „uprzedmiotowienie bytu dokonuje się w przed-stawianiu (*Vor-stellen*), w którym zmierza się do tego, by wszelki byt ustawić przed sobą w taki sposób, aby rachujący człowiek mógł mieć pewność bytu, to znaczy być pewnym. (...) Byt został po raz pierwszy określony jako przedmiotowość przedstawienia, a prawda jako pewność w metafizyce Descartes’a. Tytuł jego głównego dzieła brzmi: *Meditationes de prima philosophia, Rozważania o pierwszej filozofii. Πρώτη φιλοσοφία* jest ukutym przez Arystotelesa terminem dla oznaczenia tego, co potem nazwano metafizyką. Cała nowożytna metafizyka, włącznie z Nietzschem, trzyma się zainicjowanej przez Descartes’a interpretacji bytu i prawdy”. M. Heidegger, *Czas światoobrazu*, tłum. K. Wolicki [w:] M. Heidegger, *Budować, mieszkać ...*, s. 140.

¹⁵ M. Heidegger, *Pytanie o technikę*, tłum. K. Wolicki [w:] M. Heidegger, *Budować, mieszkać ...*, s. 224.

Potocznie przyjmuje się, że technika jest środkiem do celów i ludzkim czynem. Obydwa określenia są współzależne. Heidegger nazywa je instrumentalnym i antropologicznym określeniem techniki. Twierdzi, że obydwie słusznie odnoszą się do techniki, ale nie oddają w ogóle jej istoty. Technika nie jest po prostu środkiem. Jest sposobem odkrywania. Na tym polega jej istota. Odkrywa to, co samo nie jest dane, wydobywa je i czyni jawnym. Ten, kto buduje dom, statek lub most odkrywa to, co ma być wydobyte. To, co rozstrzygające w procesie budowy, nie tkwi bynajmniej w stosowaniu środków czy podjętych czynnościach, lecz we wspomnianym odkrywaniu¹⁶. Odkrywanie, które panuje we współczesnej technice, jest wyzwaniem, które stawia przyrodzie żądanie, by dostarczała człowiekowi „zasob” (*Bestand*) w procesie produkcji i konsumpcji.

Tego wyzywającego ustanawiania przyrody, dzięki któremu następuje odkrywanie, dokonuje człowiek. Nie on sam jednak. Człowiek jest składnikiem pewnego szerszego „ze-stawu” (*Ge-stell*)¹⁷. Technika nie jest wyłącznie czynem ludzkim, ani tym bardziej środkiem w jego obrębie. Kluczowym elementem odpowiedzialnego za odkrywanie zestawu jest nowożytnie ściśle przyrodoznawstwo, które jako czysta teoria ustawia przyrodę tak, by się przedstawiała jako z góry obliczalny układ sił. Nowożytna fizykalna teoria przyrody toruje najpierw drogę nie technice, lecz istocie nowoczesnej techniki. Fizyka ta jest zwiastunem „ze-stawu”. Istota nowoczesnej techniki skrywa się na długo przed tym, kiedy wynaleziono silniki, wdrożono elektrotechnikę czy uruchomiono technikę atomową¹⁸.

Uznanie techniki za cel ludzkiej aktywności sprawia, że inne cele, na przykład sam człowiek, zostają zakryte. Rodzi to niebezpieczeństwo, przestrzega Heidegger, że człowiek już nigdzie nie spotka dziś samego siebie, tzn. swej istoty. Nie technika zatem jest tym, co niebezpieczne. Nie ma żadnej demoniczności w technice, jest natomiast tajemnica jej istoty. Niebezpieczeństwem jest istota techniki jako udział w odkrywaniu.

Andrew Pickering zwraca uwagę, że opisaną przez Heideggera „ontologię dualizującą” należy postrzegać jako coś, co tylko tematyzuje pewne stanowisko. Pickering uważa, że powinniśmy korzystać z osiągnięć nauki i techniki, ale w formie odmiennej niż ta, która prowadzi do dualizmu rzeczy i ludzi. Twierdzi, że Heidegger się mylił, kiedy pisał, iż „ze-staw” był jednolitym i wszystko obejmującym sposobem bycia. Pickering postuluje potrzebę przyjęcia zdecentralizowanej ontologii stawiania się, która ujawnia, że dualizm rzeczy i ludzi jest zaledwie jedną z taktyk bycia w świecie. Podstawą nowej ontologii, mają być nauki „nomadyczne”. Najbardziej spektakularną wśród nich jest cybernetyka, która, jak żadna inna dyscyplina nauki, pokazuje, że świat jest nadzwyczaj złożonym systemem, którego nie da się w pełni ani poznać, ani kontrolować. Opowiadając się za

¹⁶ Zob. *ibidem*, s. 232.

¹⁷ Zob. *ibidem*, s. 238.

¹⁸ Zob. *ibidem*, s. 240.

ideą zdecentralizowanej ontologii stawania się, Pickering zwraca uwagę na to, co nazywa perspektywą „polityki eksperymentowania”. Píše, że perspektywa ta otwiera się przed nami wtedy, kiedy porzucimy dualistyczne zerwanie z przyrodą i dominację nad nią. Przyznaje rację cybernetykom, którzy podkreślają, że w praktyce badawczej nie pozostaje nam nic innego, jak z wyobraźnią i krytycznie eksplorować niekończące się przestrzenie możliwości, jakie daje świat. Nurtem, w którym Pickering poszukuje inspiracji do tego, by te niekończące się przestrzenie możliwości badać, jest nowy eksperymentalizm¹⁹.

3. Nowy eksperymentalizm

Jak już wspominałem, do lat 70. ubiegłego wieku powszechnie obowiązującym podejściem wśród filozofów nauki był teoretycyzm. Później sytuacja stopniowo ulegała zmianie. Zaczęły się pojawiać głosy krytyczne wobec teoretycyzmu. Jednym z nich jest stanowisko określane mianem „nowego eksperymentalizmu”, które w sposób najbardziej systematyczny i spójny opracował Ian Hacking²⁰. Nawiazując w swojej głośnej pracy *Representing and Intervening* do takiego sposobu uprawiania nauki, który zapoczątkował Franciszek Bacon, kanadyjski filozof za punkt wyjścia naukowej praktyki badawczej uznał nie tyle teorię, ile eksperyment. Właśnie eksperymentowanie, zdaniem Hackinga, jest kluczową procedurą w obszarze aktywności badawczej współczesnych nauk empirycznych. Nowi eksperymentalisci przekonują, że koncentrując się na działalności teoretycznej, tradycyjna filozofia nauki kreśliła zbyt jednostronny obraz aktywności badawczej. Hacking działalność teoretyczną wiąże z podejmowaniem licznych prób reprezentowania świata, eksperymentowanie łączy natomiast interweniowaniem weń²¹.

Eksperymentowanie ma odpowiedzieć na pytanie, jak zachowa się przyroda we wcześniej niebadanej sytuacji. Dokonuje się w nim manipulacji składnikami świata w celu poznania jego tajemnic. „Eksperymentować to tyle, pisze Hacking, co kreować, oczyszczać i stabilizować zjawiska”²². Eksperymentatorzy wytwarzają zjawiska dzięki swojej pomysłowości oraz konstruowaniu rozmaitych urządzeń.

¹⁹ Zob. A. Pickering, *Nowe ontologie*, tłum. T. Marchewka [w:] E. Bińczyk, A. Derra (red.), *Studia nad nauką i technologią. Wybór tekstów*, Wyd. Naukowe UMK, Toruń 2014, s. 243–260.

²⁰ Krótką charakterystykę stanowisk, które zapoczątkowały krytykę koncepcji nauki zgodną z podstawowymi założeniami teoretycyzmu przedstawił Pickering w tekście, który jest wprowadzeniem do tomu *Science as Practice and Culture*. Zob. A. Pickering, *From Science as Knowledge to Science as Practice and Culture* [w:] A. Pickering (red.), *Science as Practice and Culture*, The University of Chicago Press, Chicago – London 1992, s. 1–26.

²¹ Zob. I. Hacking, *Representing and Intervening. Topics In the Philosophy of Natural Science*, Cambridge University Press, Cambridge 1983, s. 146.

²² *Ibidem*, s. 230.

Zjawiska takie są „kamieniami probierczymi fizyki, kluczami do natury (*the keys of nature*)”²³.

Procesami kreowania nowych obiektów i zjawisk zajmują się nauki laboratoryjne. Nauki te, pisze Hacking, charakteryzują się konstruowaniem określonego rodzaju aparatury przystosowanej do ingerowania w „czysty, przedludzki stan” (*a pure state before people*) przyrody po to, by izolować, oczyszczać istniejące zjawiska i tworzyć nowe. Rezultatem takich ingerencji jest dążenie do wywołowania zmian w świecie i coraz dokładniejsza kontrola zjawisk, które są wynikiem tych zmian²⁴.

Laboratoryjna praktyka badawcza obejmuje szereg czynników, które wchodzą ze sobą w różne relacje. Czynniki te Hacking dzieli na trzy grupy: 1) idee (*ideas*), 2) rzeczy (*things*) i 3) znaki (*marks*). W każdej z grup wyróżnia po pięć składników. W pierwszej grupie znajdują się rozmaite rodzaje pytań i teorii, składających się na intelektualną treść prowadzonych w laboratoriach prac. W grupie drugiej występują zarówno materialne substancje, które są badane lub z którymi przystępuje się do badań, jak i stosowane w badaniach przyrządy, urządzenia, przedmioty teoretyczne oraz sami eksperymetatorzy. Grupę trzecią wypełniają uzyskiwane w laboratoriach wyniki wraz z ich interpretacjami²⁵.

Wszystkie składniki laboratoryjnej praktyki badawczej są ze sobą ściśle splecione i wzajemnie się warunkują. W trakcie prac eksperymentalnych mogą zmieniać swój charakter. Dotyczy to także, wbrew temu, co sądzi na przykład Peter Galison²⁶, założeń teoretycznych. Założenia te są tak mocno powiązane we wszystkich trzech grupach taksonomii Hackinga z czynnikami technologicznymi, że wyraźnego podziału na nauki teoretyczne i nauki stosowane nie da się jednoznacznie utrzymać. Sytuację tę wyraźnie pokazuje opis sposobu ujęcia wykorzystywanych w trakcie eksperymentu hipotez lokalnych o charakterze fenomenologicznym. Mają one łączyć prawa ogólne systematycznej teorii ze zjawiskami empirycznymi. Połączenie staje się możliwe jedynie za pomocą całego zboru procedur modelowania formułowania przybliżeń.

²³ I. Hacking, *Eksperymentowanie a realizm naukowy*, tłum. D. Sobczyńska [w:] D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *op. cit.*, s. 10.

²⁴ Zob. I. Hacking, *The Self-Vindication of Laboratory Science* [w:] A. Pickering (red.), *op. cit.*, s. 33. Do nauk laboratoryjnych, mimo iż wykorzystuje się w tych naukach czynniki używane w laboratoriach, Hacking nie zaliczył paleontologii lub astrofizyki. Poza naukami laboratoryjnymi pozostają również m.in. ekonomia, socjologia i psychologia. Nauki, które są głównie naukami obserwacyjnymi, klasyfikującymi lub historycznymi, w ogóle nie znajdują się w polu zainteresowania Hackinga.

²⁵ Zob. *ibidem*, s. 44–50. Zob. też M. Sikora, *Problem interpretacji w metodologii nauk empirycznych*, Wyd. Naukowe IF UAM, Poznań 1996, s. 101–107.

²⁶ Zob. P. Galison, *Philosophy in the Laboratory*, „The Journal of Philosophy” 1988, vol. 85, s. 525.

Inny bardzo ważny aspekt zespolenia wymiaru teoretycznego z praktycznym dotyczy modelowania używanej w laboratorium aparatury badawczej. Polega ono na ustaleniu w oparciu o przyjęte założenia teoretyczne zarówno przebiegu działania tej aparatury, jak i określeniu jej współoddziaływania w stosunku do obiektów z którymi i na których pracują eksperymetatorzy.

Jedną z konsekwencji możliwości modyfikacji i wzajemnego dostosowywania się wszystkich elementów prac eksperymentalnych jest stabilność nauk laboratoryjnych. Działający w ramach tych nauk badacze, pisze Hacking, zmierzają do wytworzenia samouzasadniającej się struktury (*self-vindication structure*), która podtrzymuje swoją stabilność²⁷. Tezę o stabilności nauki Hacking określa jako rozbudowanie doktryny Duhema. Doktryna ta uwzględnia bowiem jedynie zagadnienie, twierdzi autor *Representing and Intervening*, jak dochodzi w ramach nauki do zmiany naszych idei o świecie, nie dostrzega natomiast zagadnienia, jak nauka zmienia świat. Doktryna Duhema, którą rozwinął Ouine, jest przywoływana zwykle, jako dowód na niezdeterminowanie wiedzy naukowej. Tymczasem Hacking uważa, że doktryna ta rozwijana konsekwentnie w sposób zgodny z jej zamierzeniami prowadzi do odmiennych efektów. Uświadamia mianowicie, że świat i nasza wiedza naukowa o nim wzajemnie się determinują. W rozwiniętych naukach laboratoryjnych założenia teoretyczne i wykorzystywana aparatura wzajemnie się uzasadniają (*mutally self-vindication*) w procesie interpretacji danych. Składniki praktyki laboratoryjnej tworzą swego rodzaju symbiozę ludzi, naukowej organizacji i przyrody²⁸. Konstituują to, co Hacking nazywa „stylem nauk laboratoryjnych”²⁹. W ramach tego stylu nauka jest interpretowana nie tyle jako wiedza (*science-as-knowledge*), ile jako praktyka (*science-as-practice*).

Jak rozumieć to, że definicja nauki raczej jako praktyki niż wiedzy odnosi się jedynie do „stylu nauk laboratoryjnych”? Sięgając do zaproponowanej przez Alistaira Crombiego koncepcji różnych „stylów myślenia”, Hacking wprowadza pojęcie „stylu naukowego rozumowania”³⁰. Podkreślając bardzo wyraźnie potrzebę odróżniania różnych stylów naukowego rozumowania, zestawia „Galileuszowy styl naukowego rozumowania”, który ukształtował tradycję teoretystyczną z badaniami, które prowadził zespół pracujący przez siedem lat nad identyfikacją większości materiału genetycznego odpowiadającego za mukowiscydozę. Badania te zawierały w sobie m.in. analizę genetycznego pokrewieństwa, elektroforezę pulsacyjną, wcześniej przez nikogo nie stosowaną metodę skoków chromosomowych, mapowanie wysycenia, rekombinację, oznaczanie białek zwierzęcych, tj. porównywanie izolowanych fragmentów DNA, by sprawdzić, czy są one tam

²⁷ Zob. I. Hacking, *The Self-Vindication ...*, s. 29–30.

²⁸ Zob. *ibidem*, s. 56 i n.

²⁹ I. Hacking, *Niejedności nauk*, tłum. M. Wróbel, „Studia Philosophica Wratislaviensia” 2008, vol. III, fasc. 1, s. 172.

³⁰ *Ibidem*.

również obecne, a jeśli tak, to suponuje się ich genetyczne znaczenie, potem następuje niekończąca się praca z kopiowaniem biblioteki DNA, w końcu – łańcuchowa reakcja polimerazy³¹.

Po wyliczeniu tych wszystkich praktyk, kanadyjski filozof pyta retorycznie o definicję jednoznacznej metody naukowej. Zdecydowanie broni tezy o odmiennych stylach poszukiwań. Twierdzi, że każdy z nich zawiera własne kanony myślenia, każdy wnosi nowe standardy rozumowania, nowe kryteria ustalania tego, co ma być prawdą i fałszem. Założenie o istnieniu różnych stylów rozumowania nie prowadzi jednak, zastrzega Hacking, do subiektywizmu ani relatywizmu, albowiem ono nie implikuje sądu, że pewne twierdzenie o treści niezależnej od określonego stylu może być uznane za prawdziwe lub fałszywe ze względu na sposób rozumowania, który akceptujemy. Ponadto twierdzenia przyjęte obiektywnie jako prawdziwe pozostają tak określone przez styl naukowego rozumowania, którego nie można uzasadnić z zewnątrz. „Styl – pisze kursywą Hacking – nie jest układem, który staje przed obliczem rzeczywistości”³². Odkrycia, które pojawiają się w naszej tradycji uprawiania nauki, stają się obiektywne dlatego, „że stosowane przez nas style rozumowania wyznaczają to, co zostaje uznane za obiektywność”³³. Każdy styl wprowadza specyficzną dla siebie klasę obiektów, takich na przykład jak abstrakcyjne obiekty matematyczne, nieobserwowalne byty teoretyczne lub klasyfikacje biologiczne. To wiąże się z wprowadzaniem nowych praw i nowych modalności. Wbrew takiemu realizmowi metafizycznemu, który zakłada jedność nauki, Hacking postuluje pluralizm różnorodnych, historycznie i społecznie ukształtowanych stylów naukowego rozumowania. Właśnie w pluralizmie, a nie w podążaniu za regułami logiki formalnej czy Popperowską wizją jednolitego królestwa prawdy, dostrzega szansę badaczy na rozwiązywanie problemów, ustalanie prawd czy opanowywanie rzeczy.

Podstawowym celem nauki nie jest, przekonuje Hacking, dążenie do formułowania prawdziwych teorii, lecz rozwiązywanie problemów, które powstają w trakcie eksperymentalnej praktyki badawczej³⁴. To właśnie ta praktyka, nie zaś

³¹ Zob. *ibidem*, s. 171.

³² I. Hacking, *Language, Truth, and Reason* [w:] idem, *Historical Ontology*, Harvard University Press, Cambridge – London – Massachusetts – England 2002, s. 175.

³³ *Ibidem*, s. 161–162. Można zatem mówić nie tyle o obiektywności w ogóle, ile „obiektywności lokalnej”, tj. takiej, która dotyczy określonego stylu naukowego rozumowania.

³⁴ Hacking nawiązuje w ten sposób do zapoczątkowanej przez amerykańskich pragmatystów myśl, że ludzka aktywność badawcza polega nie tyle na poznawaniu, ile na rozwiązywaniu sytuacji problemowych, a właściwie na ich przekształcaniu tak, by poprzez działanie zmienić warunki, w których to działanie zachodzi, wywołując tym samym nowe sytuacje problemowe. O nauce jako działaniu nastawionym na rozwiązywanie problemów bardzo wyraźnie pisał John Dewey, który w swojej filozofii kwestionuje klasyczne dychotomie między teorią a praktyką, myśleniem a działaniem lub reprezentowaniem a interweniowaniem i akcentuje znaczenie drugich składników wskazanych par. Zob. T. Burke, *Introduction* [w:] D.M. Hester, R.B. Talisse (red.), *John Dewey's*

rozważania teoretyczne, wyznacza kierunki rozwoju współczesnej nauki. Badacze koncentrują się na przedmiotach i działaniach, a nie na systemach pojęciowych, które te rzeczy i działania mają opisywać i wyjaśniać. Dzięki takiej postawie następuje wzrost wiedzy o przyrodzie, pełniejsze zrozumienie natury i coraz dokładniejsza jej kontrola.

Mimo że podczas eksperymentowania zjawiska zostają kreowane, a nie odkrywane, Hacking broni tezy, że zjawiska te są indyferentne wobec obserwatorów³⁵. W swojej charakterystyce nauk laboratoryjnych skupia się na eksperymentach, pomijając problematykę światopoglądu (*Weltanschauung*) eksperymentatorów. Interesują go w zasadzie wewnętrzne (*internal*), a nie zewnętrzne (*external*) elementy eksperymentu³⁶. Tych ostatnich jednak całkowicie nie pomija. Zwraca na przykład uwagę na rolę inspiracji militarnych w przypadku prac nad skonstruowaniem lasera³⁷.

Zewnętrzne elementy przeprowadzanych w laboratorium eksperymentów stały się przedmiotem zainteresowania badaczy skupionych wokół studiów nad nauką i technologią, jak też niektórych uczonych zajmujących się kognitywnymi studiami nad nauką. Ilustrują to wyraźnie m.in. prace Karin Knorr-Cetiny, Bruno Latoura, których określa się mianem konstruktywistów lub prace Nancy J. Nersessian. Autorzy ci, nie negując potrzeby badania samych eksperymentów laboratoryjnych, zwracają też uwagę na eksperymentatorów. W wizji nauki, którą proponują, kluczową rolę odgrywa kolektywny charakter laboratoryjnej praktyki badawczej oraz relacje eksperymentatorów z wieloma różnymi czynnikami ich materialnego środowiska występującego zarówno w laboratorium, jak i w jego otoczeniu. Co ważne, nie traktują uzyskiwanych w laboratorium wyników jedynie jako czysto społecznych artefaktów. Nie porzucają w swoich propozycjach, co często się im przypisuje, założeń realistycznych³⁸. Knorr Cetina, Latour lub Ner-

Essays in Experimental Logic, Southern Illinois University Press, Illinois 2007, s. XIII–XXXIII oraz P. Zeidler, *Models and Metaphors as Research Tools in Science*, LIT Verlag, Berlin – Münster – Wien – Zürich – London 2013, s. 119–138.

³⁵ Zob. I. Hacking, *The Social Construction of What?*, Harvard University Press, Cambridge 1999, s. 68–80.

³⁶ Zob. I. Hacking, *The Self-Vindication ...*, s. 51.

³⁷ Zob. I. Hacking, *The Social Construction ...*, s. 181.

³⁸ Knorr-Cetina wprost stwierdza, że „wszyscy my konstruktywiści jesteśmy realistami ontologicznymi. Zakładamy istnienie obiektywnego świata ‘tam na zewnątrz’ i jesteśmy przekonani, że stawia on nam opór, gdy na niego próbujemy wpływać. Nie możemy zrobić z nim wszystkiego. W tym sensie wszyscy konstruktywiści jesteśmy realistami”. K. Knorr-Cetina, *Wypowiedź w debacie na temat kontrowersji realizm – konstruktywizm* [w:] W. Callebaut (red.), *Talking the Naturalistic Turn. How Real Philosophy of Science is Done*, The University of Chicago Press, Chicago – London 1993, s. 169–189. Konstruktywiści, dodaje Knorr-Cetina, nie są natomiast realistami w znaczeniu epistemologicznym, zgodnie z którym wytwory pracy naukowej przybliżają nas w dłuższej perspektywie do obiektywnej rzeczywistości. Badaczom w laboratorium zależy nie tyle na poszukiwaniu prawdy, ile na sukcesie praktycznym, który mógłby być powtarzalny. Zob.

sessian, odmiennie od Hackinga, nie koncentrują się jedynie na analizach z zakresu fizyki. Obszarem swojego zainteresowania obejmują wiele innych dyscyplin naukowych.

Paweł Zeidler przekonuje, że opis laboratoryjnej praktyki badawczej, który Hacking stosuje do fizyki, staje się jeszcze bardziej przekonujący, kiedy zostanie odniesiony do nauk chemicznych. W laboratoriach chemicznych w proces kreacji nowych zjawisk jest zaangażowana, pisze Zeidler, wiedza o bardzo różnorodnym charakterze. Mieści się w tym procesie obok wiedzy teoretycznej również i taka, która w znacznej mierze zostaje „wytwarzana” w trakcie laboratoryjnej praktyki badawczej. Stąd podział na nauki podstawowe i stosowane traci swoje solidne podstawy. Co ważne, nie kwestionuje się go jedynie ze względu na powszechnie akceptowaną we współczesnej filozofii nauki tezę, że cała wiedza, przynajmniej w pewnym stopniu, ma charakter teoretyczny. Istotne jest natomiast to, że wiedza teoretyczna w dużym stopniu jest wytwarzana po to, by osiągać cele praktyczne. W miejsce tradycyjnego podziału na nauki teoretyczne i stosowane Zeidler proponuje rozróżnienie między wiedzą „wytworzoną” a wiedzą „stosowaną”. Pierwsza udziela odpowiedzi na określony problem badawczy, druga zaś ma ten problem rozwiązać. Do wiedzy stosowanej należy zatem, jak pisał Gilbert Ryle, zarówno tzw. wiedza teoretyczna („wiedza że”), jak i wiedza proceduralna („wiedza jak”)³⁹.

4. Wnioski

W pierwszej części artykułu wspominałem o aplikacyjnym modelu wiedzy naukowej. W świetle wniosków, jakie można wywieść z analizy laboratoryjnej praktyki badawczej, model ten nie wytrzymuje krytyki. W przypadku wielu współczesnych dyscyplin badawczych (szczególnie tych z zakresu fizyki, chemii, biotechnologii czy biomedycyny) związki między nauką i techniką mają raczej charakter sprzężenia zwrotnego niż aplikacji. Sprzężenie zwrotne jest jednym z zasadniczych pojęć cybernetyki. Kiedy przywołuje je w kontekście relacji, jakie występują między nauką a techniką, to chcę wyraźnie podkreślić, że obie te dziedziny wzajemnie na siebie wpływają. Pierwsza oddziałuje na drugą, druga zaś wywołuje zmiany w pierwszej.

W XX wieku tradycyjna nauka akademicka, która skupiała się na badaniach podstawowych, zaczęła stopniowo przekształcać się, jak pisze John Ziman,

K. Knorr-Cetina, *Laboratoru Studies. The Cultural Approach to the Study of Science* [w:] S. Jasanoff (red.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Sage Publications, London – New Delhi 1995, s. 151.

³⁹ Zob. P. Zeidler, *Czy alchemia była protochemią? Studium metodologiczno-historyczne* [w:] P. Zeidler, *Chemia w świetle filozofii*, Wyd. Naukowe IF UAM, Poznań 2011, s. 45 oraz G. Ryle, *Czym jest umysł*, tłum. W. Marciszewski, PWN, Warszawa 1970, s. 63 i 69.

w naukę postakademicką (*postacademic science*)⁴⁰. Ta ostatnia łącząc ze sobą elementy nauki akademickiej i przemysłowej, problematyzuje rozróżnienie na naukę i technikę. Laboratorium akademickie nie różni się w zasadzie od laboratorium w zakładzie przemysłowym. Jedno i drugie staje się miejscem, w którym ząbają się ze sobą wymiar materialny, poznawczy i społeczny, umożliwiając sukces praktyczny już nie tyle nauki i techniki ujmowanych osobno, ile technonauki (*technoscience*)⁴¹. Laboratorium, jak trafnie charakteryzuje je Knorr-Cetina, jest uwydatnionym środowiskiem (*enhanced environment*), w ramach którego porządek naturalny zostaje wzbogacony (*improved*) przez odniesienie go do porządku społecznego⁴². Rezultatem tego procesu jest „partykularny porządek laboratoryjny”, czyli to, co, jak sugerował Pickering, można by nazwać zdolnością „eksplorowania niekończących się przestrzeni możliwości, jakie daje świat”.

Przy takiej interpretacji laboratorium w pełni uzasadnionym staje się pytanie o społeczną odpowiedzialność jego wytworów. Nowe możliwości, jakie wiążą się z naukami laboratoryjnymi, mogą wywoływać zmiany w naturze ludzkiego działania i w konsekwencji wymagają rewizji tradycyjnej „zasady odpowiedzialności”. Piszą o tym m.in. Hans Jonas czy Jürgen Habermas. Uważają oni, że rewizja powinna dotyczyć głównie rozziwu pomiędzy ludzką zdolnością do przewidywania a fundowaną przez nauki laboratoryjne mocą działania. „Uderzająca wyższość tej ostatniej sprawia, że rozpoznanie tego, czego nie wiemy, staje się drugą stroną obowiązku wiedzy, a tym samym częścią etyki, która musi kierować coraz bardziej konieczną samokontrolą naszej nadmiernej potęgi. Żaden dawniejszy system etyczny nie musiał rozważać globalnych warunków życia ludzkiego i odległej przyszłości, a nawet egzystencji rodu ludzkiego. Skoro powstały tego typu kwestie, wymagają one, mówiąc krótko, nowego ujęcia praw i obowiązków, których zasad, a tym bardziej gotowej doktryny nie dostarczy nam dawniejsza etyka i metafizyka”⁴³. Problem społecznej odpowiedzialności nauk laboratoryjnych wymaga oczywiście osobnego omówienia. W tym miejscu chciałem jedynie zwrócić uwagę, że w filozoficznej refleksji nad współczesną nauką i techniką nie da się go pominąć.

[znaków 38 533]

⁴⁰ Zob. J. Ziman, *Real Science*, Cambridge University Press, Cambridge 2000, s. 116.

⁴¹ Zob. R.N. Giere, B. Moffatt, *Distributed Cognition: Where the Cognitive and the Social Merge*, „Social Studies of Science” 2003, nr 33(2), s. 1–10. Zob. także P.D. Magnus, *Distributed Cognition and the Task of Science*, „Social Studies of Science” 2007, 37(2), s. 297–310.

⁴² Zob. K. Knorr-Cetina, *The Couch, the Cathedral, and Laboratory: On Relationship between Experiment and Laboratory in Science* [w:] A. Pickering (red.), *op. cit.*, s. 135.

⁴³ H. Jonas, *Zasada odpowiedzialności*, tłum. M. Klimowicz, Wyd. Platan, Kraków 1997, s. 32. Zob. też J. Habermas, *Przyszłość natury ludzkiej. Czy wierzymy do eugeniki liberalnej?*, tłum. M. Łukasiewicz, Wyd. Naukowe Scholar, Warszawa 2003, s. 23–30.

Современный образ взаимосвязи между наукой и технологией

р е з ю м е

Статья посвящена изучению взаимных зависимостей, существующих между современной наукой и технологией. Автор указывает на существенное различие в подходе к этим корреляциям, принятым представителями теоретицизма с одной стороны, и сторонниками нового экспериментализма – с другой. Он утверждает, что теоретицизм опирается на прикладную модель научного знания с четким разделением на чистую науку и прикладную науку. Естественным следствием разделения является четкое разделение науки и технологии. Автор пытается показать, что прикладная модель научного знания во многих случаях порождает сильно упрощенную картину взаимоотношений между наукой и технологией, подразумевая, что главная цель науки это познание, а основной целью технологии является действие. Статья ставит своей целью бросить вызов этому утверждению, указывая на лабораторную исследовательскую практику в современных естественных науках.

ключевые слова: наука; технология; эксперимент; лаборатория

słowa kluczowe: nauka; technika; eksperyment; laboratorium

The Contemporary Image of the Relationship Between Science and Technology

a b s t r a c t

The article is devoted to the study of mutual dependences between contemporary science and technology. The author points out the significant difference in the approach to these correlations accepted by the representatives of theoreticism on the one hand, and by the proponents of the new experimentalism, on the other. He argues that theoreticism is based on the applied model of scientific knowledge with a clear division into pure science and applied science. The natural consequence of the separation is clear separation of science and technology. The author tries to show that the applied model of scientific knowledge in many cases generates a very simplified image of the relationship between science and technology, implying that the main goal of science is cognition, and the main goal of technology is action. The article aims to challenge this statement, pointing to laboratory research practice in modern natural sciences.

keywords: science; technology; experiment; laboratory

Bibliografia

- Afeltowicz Łukasz. 2011. *Laboratorium w działaniu. Innowacja technologiczna w świetle antropologii nauki*, Warszawa: Oficyna Naukowa.
- Agazzi Evandro. 1997. *Dobro, zło i nauka. Etyczny wymiar działalności naukowo-technicznej*, tłumaczenie Elżbieta Kałuszyńska. Warszawa: Oficyna Akademicka OAK.
- Bacon Francis. 1955. *Novum Organum*, tłumaczenie Jan Wikarjak. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Bińczyk Ewa. 2012. *Technonauka w społeczeństwie ryzyka. Filozofia wobec niepożądanych następstw praktycznego sukcesu nauki*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.

- Burke Tom. 2007. *Introduction*. W Micah D. Hester, Robert B. Talisse (red.), *John Dewey's Essays in Experimental Logic*, XIII–XXXIII. Illinois: Southern Illinois University Press.
- Galison Peter. 1988. "Philosophy in the Laboratory". *The Journal of Philosophy* 85: 525–527.
- Giere Ronald N., Moffatt Barton. 2003. "Distributed cognition: Where the cognitive and the social merge". *Social Studies of Science* 33(2): 1–10.
- Habermas Jürgen. 2003. *Przyszłość natury ludzkiej. Czy zmierzamy do eugeniki liberalnej?*, tłumaczenie Małgorzata Łukasiewicz. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Scholar.
- Hacking Ian. 1984. *Representing and Intervening. Topics In the Philosophy of Natural Science*. Cambridge University Press.
- Hacking Ian. 1992. "The Self-Vindication of Laboratory Science". W Andrew Pickering (red.), *Science as Practice and Culture*, 29–64. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Hacking Ian. 1993. "Eksperymentowanie a realizm naukowy", tłumaczenie Danuta Sobczyńska. W Danuta Sobczyńska, Paweł Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, 9–30. Poznań: Wydawnictwo Naukowe IF UAM.
- Hacking Ian. 1999. *The Social Construction of What?*. Cambridge: Harvard University Press.
- Hacking Ian. 2002. "Language, Truth, and Reason". W Ian Hacking, *Historical Ontology*, 159–177. Cambridge – London – Massachusetts – England: Harvard University Press.
- Hacking Ian. 2008. „Niejedności nauk”, tłumaczenie Michał Wróbel. *Studia Philosophica Wratislaviensia* III/1: 141–170.
- Heidegger Martin. 1977. „Czas światobrazu”, tłumaczenie Krzysztof Wolicki. W Martin Heidegger, *Budować, mieszkać, myśleć*, 128–167. Warszawa: Czytelnik.
- Heidegger Martin. 1977. „Pytanie o technikę”, tłumaczenie Krzysztof Wolicki. W Martin Heidegger, *Budować, mieszkać, myśleć*, 224–255. Warszawa: Czytelnik.
- Hesse Mary. 1980. „Theory and Values in the Social Science”. W Mary Hesse, *Revolutions and Reconstructions in the Philosophy of Science*. Brighton: The Harvester Press.
- Husserl Edmund. 1999. *Kryzys nauk europejskich i fenomenologia transcendentna*, tłumaczenie Sławomira Walczewska. Toruń: Wydawnictwo Rolewski.
- Jonas Hans. 1997. *Zasada odpowiedzialności*, tłumaczenie M. Klimowicz. Kraków: Wydawnictwo Platan.
- Knorr-Cetina Karin. 1992. "The Couch, the Cathedral, and Laboratory: On Relationship between Experiment and Laboratory in Science". W Andrew Pickering (red.), *Science as Practice and Culture*, 77–96. Chicago – London: The University of Chicago Press.
- Knorr-Cetina Karin. 1993. „Wypowiedź w debacie na temat kontrowersji: realizm-konstruktywizm”. W Wincent Callebaut (red.), *Talking the Naturalistic Turn. How Real Philosophy of Science is Done*, 169–189. Chicago – London: The University of Chicago Press.
- Knorr-Cetina Karin. 1995. "Laboratory Studies. The Cultural Approach to the Study of Science". W Sheila Jasanoff (red.), *Handbook of Science and Technology Studies*, 140–166. London, New Delhi: Sage Publications.
- Kuhn Thomas S. 1985. „Tradycje matematyczne a tradycje eksperymentalne w rozwoju nauk fizycznych”. W Thomas S. Kuhn, *Dwa bieguny*, tłumaczenie Stefan Amsterdamski, 67–112. Warszawa: Państwowy Instytut Wydawniczy.
- Magnus Paul D. 2007. "Distributed cognition and the task of science". *Social Studies of Science* 37 (2): 297–310.

- Michalski Krzysztof. 1977. „Heidegger”. W Martin Heidegger, *Budować, mieszkać, myśleć*, tłumaczenie Krzysztof Michalski i inni, 6–26. Warszawa: Czytelnik.
- Ortega y Gasset José. 2016. *Bunt mas*, tłumaczenie Piotr Niklewicz. Zakrzewo: Wydawnictwo Replika.
- Pickering Andrew. 1992. “From Science as Knowledge to Science as Practice and Culture”. W Andrew Pickering (red.), *Science as Practice and Culture*, 1–26. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Pickering Andrew. 2014. „Nowe ontologie”, tłumaczenie Tomasz Marchewka. W Ewa Bińczyk, Aleksandra Derra (red.), *Studia nad nauką i technologią. Wybór tekstów*, 243–260. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- Ryle Gilbert. 1996. *Czym jest umysł*, tłumaczenie Witold Marciszewski. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Sikora Marek. 1996. *Problem interpretacji w metodologii nauk empirycznych*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe IF UAM.
- Sikora Marek. 2016. *Pytanie o jedność nauki*. Bydgoszcz: Epigram.
- Van Fraassen Bastiaan Cornelis. 1980. *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press.
- Zeidler Paweł. 1994. „Nowy eksperymentalizm a teoretycyzm. Spór o przedmiot i sposób uprawiania filozofii nauki”. W Danuta Sobczyńska, Paweł Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, 87–107. Poznań: Wydawnictwo Naukowe IF UAM.
- Zeidler Paweł. 2011. „Czy alchemia była protochemią? Studium metodologiczno-historyczne”. W Paweł Zeidler, *Chemia w świetle filozofii*, 41–52. Poznań: Wydawnictwo Naukowe IF UAM.
- Zeidler Paweł. 2013. *Models and Metaphors as Research Tools in Science*. Berlin – Münster – Wien – Zürich – London: LIT Verlag.
- Ziman John. 2000. *Real Science*. Cambridge University Press.