

Dlaczego niekiedy trudno zrozumieć przyrodę?

*Ludzie o wiele częściej waliliby się młotkiem w palec,
gdyby ból występował dopiero po roku.*

[Nicolás Gómez Dávila]

W kolejnych rozważaniach przyjrzymy się filozoficznym kwestiom związanym z ogólnymi problemami ochrony przyrody. Pokażemy, że pewna grupa takich problemów wynika z natury naszej teoretycznej wiedzy o świecie. Przyjrzymy się w tych rozważaniach pewnej specyficznej sytuacji teoretycznej, która często pojawia się w ochronie przyrody, i która prowadzi w nieunikniony sposób do problemów praktycznych. Omówimy w tym celu pewien mechanizm, który ze swej istoty prowadzi często do nieprzewidywalnych (chaotycznych) zachowań, a następnie pokażemy uogólnienie tego mechanizmu.

Dwa źródła problemów poznania przyrody

Każdy, kto zajmował się jakkolwiek działalnością praktyczną, zetknął się z sytuacją, w której jego działania nie przyniosły oczekiwanych skutków. Z takim przypadkiem spotykamy się również na gruncie ochrony przyrody (nie jest to jednakże odpowiednie miejsce na wyliczanie chybionych inicjatyw w tej dziedzinie). Z filozoficznego punktu widzenia bardziej interesujące jest pytanie, dlaczego niekiedy próby praktycznej ochrony przyrody są nieskuteczne. Z grubsza rzecz biorąc, można wymienić następujące grupy odpowiedzi (zestawienie to nie rości sobie w żadnej mierze pretensji do zupełności).

Po pierwsze, niektóre działania są ze swej natury niemożliwe do zrealizowania. Chodzi tu o niemożliwość natury logicznej, która niweczy u podstaw pomysłowość takich prób. W sposób oczywisty odnosi się to również do wszelkich koncepcji ochrony przyrody.

Drugim, blisko związanym z poprzednim, powodem niepowodzenia praktycznych prób jest brak możliwości „technicznych”. Jest wiele pomysłów, które są w zasadzie realizowalne, ale wiemy, że nie będziemy mogli nigdy stworzyć konkretnych możliwości ich urzeczywistnienia lub wynik procesu pojawi się na tyle późno, że nie będzie dla nikogo interesujący (np. czas realizacji będzie dłuższy od czasu istnienia układu słonecznego).

Trzecim źródłem niepowodzenia może być przypadek – jakiś niekorzystny, nieprzewidywalny zbieg okoliczności, który niweczy wszelkie nasze zamierzenia. Jako przykład można podać przytoczoną przez Richarda Leakeya historię losów programu odbudowy populacji podgatunku cietrzewia preriowego *Tympanuchus cupido cupido*.

Seria nieszczęśliwych zbiegów okoliczności, takich jak: pożar, ciężka zima i wreszcie zaraza drobiu, doprowadziły do zniweczenia początkowo dobrze zapowiadającego się programu.

Czwartym, i ostatnim, z rozważanych tu źródeł problemu jest błąd w pomyśle, jak praktycznie działać. Fiasko działań ochronnych może wynikać zatem z naszych błędnych poglądów na temat chronionego środowiska – można powiedzieć, że zawiodły nasze teorie. Ten czwarty rodzaj problemów jest najbardziej interesujący z tego powodu, że wszystkie poprzednie były w jakiś sposób od nas niezależne, niepoddające się kontroli, ten zaś wynika jedynie z naszej teoretycznej wiedzy o świecie. Najczęściej jest ona niepełna i nazbyt uproszczona, co skutkuje niepowodzeniem działań praktycznych opartych na tych teoriach. Wniosek, który się nasuwa, jest wręcz oczywisty – do skutecznej ochrony przyrody potrzebujemy jak najlepszych teorii opisujących funkcjonowanie świata – potrzebujemy zrozumieć przyrodę, aby nie działać po omacku. Zauważmy, że zrozumienie przyrody zostało tu utożsamione z jej poznaniem teoretycznym – jest to bardzo ważne, milcząco przyjmowane założenie ochrony przyrody¹.

Spróbujmy zastanowić się nad źródłami naszych kłopotów z teoretycznym poznaniem świata przyrody. Problemy te mogą mieć generalnie dwa źródła: albo wynikają one z naszych ograniczeń poznawczych (ograniczenia epistemologiczne), albo wynikają one z samej natury rzeczywistości (nazwijmy je problemami strukturalnymi). Druga grupa problemów odsyła do pytania, czy jest coś w rzeczywistości, co może istotnie ograniczać nasze próby poznania świata. Udzielenie dokładnej odpowiedzi na pytanie, skąd biorą się obie grupy problemów i jak uzasadnić ich istnienie, przekracza znacznie ramy tego opracowania – filozofia wypracowała w tej kwestii wiele stanowisk. Spróbujmy jednak przyrzeć się przykładom, które pokażą źródła niektórych problemów strukturalnych skutkujących problemami z teoretycznym ujęciem rzeczywistości.

Jak poznajemy świat w naukach empirycznych?

Na wstępie spróbujmy przybliżyć nieco podstawowe cechy teorii naukowych, aby pokazać, co rozumiemy tu pod pojęciem teoretycznego badania rzeczywistości. Teorie naukowe powinny dawać w miarę prosty opis złożonej rzeczywistości, to znaczy powinny ujmować złożoność świata i różnorodność zjawisk za pomocą niewielkiej liczby prostych logicznie praw. Teorie powinny przedstawiać więc w pewnym sensie „skompresowany” obraz rzeczywistości – nie są one nigdy wiernym opisem wszelkich możliwych obserwacji – ujmują one raczej to, co wspólne i powtarzalne dla pewnej klasy zjawisk, i zapisują to w matematycznej formie, dzięki czemu potrzeba niewiele informacji, aby zapisać teorię, która daje szeroki obraz świata. Gdyby ten warunek nie był spełniony, mielibyśmy jedynie do dyspozycji ogromne opisy zjawisk w konkretnych przypadkach, które byłyby praktycznie bezwartościowe. Co więcej, od teorii wymagamy jeszcze, aby

¹ W uzasadnianiu działań ochronnych odwołujemy się do różnych teorii. Dzisiaj raczej nikt nie próbuje uzasadniać tych działań przez świadome odwoływanie się do własnych intuicji, przesądów czy mitów.

były one bezwyjątkowe i powszechnie obowiązujące (każdy wyjątek od reguły traktowany jest jako wada reguły). Poza tym teorie naukowe, jak wspomniano, posiadają pewną strukturę matematyczną (funkcje, relacje), która modeluje („naśladuje”) pewien aspekt rzeczywistości, dzięki temu możemy skutecznie przewidywać nowe zjawiska, co ma zasadnicze znaczenie dla omawianej tu problematyki.

Jaki świat byłoby nam najprościej zrozumieć za pomocą metody teoretycznej? Trudno dać znowu wyczerpującą listę cech, filozofia nauki wskazuje jednak na kilka z nich, które zadecydowały o sukcesie metody matematyczno-empirycznej. Po pierwsze, jest to możliwość stosowania idealizacji, czyli możliwość dokonywania pewnych uproszczeń sytuacji rzeczywistych, które nie wpływają znacząco na jakość opisu. Po drugie, jest to możliwość dokonywania izolacji badanego obiektu, czyli ustalenia takich warunków, w których jesteśmy w stanie jednoznacznie określić, że obserwowane zmiany są wynikiem zmian wyłącznie jednego parametru (który możemy w jakiś sposób kontrolować). Po trzecie, jest to możliwość redukcji, czyli możliwości reprezentacji całości, jako sumy części składowych. Zrozumienie całości jest wówczas równoznaczne zrozumieniu działania poszczególnych części i związków między nimi.

Wiadomo, że wymienione cechy odgrywają istotną rolę dla badań teoretycznych i przyczyniają się do spektakularnych sukcesów metody naukowej. Świadczy o tym dobitnie historia nauki, która pokazuje, że powstanie i sukcesy nowożytnej nauki wiązały się właśnie z przyjęciem przedstawionych powyżej założeń. Wiadomo również, że powyższe założenia nie są powszechnie obowiązujące – już Arystoteles w traktacie *O duszy* zauważył, że przy badaniu organizmów żywych metoda redukcyjna nie jest odpowiednia, bo rozkład organizmu na części powoduje utratę istotnych własności – na przykład własności życia. Widzimy więc już, że świat przyrody ożywionej z pewnością nie jest światem najprostszym do ujęcia teoretycznego, gdyż metoda redukcji napotyka tam na poważne problemy – do dziś toczy się debata nad rolą metod redukcyjnych i holistycznych (czyli ujmujących rzeczywistość całościowo) w biologii. Świat najprostszy do zrozumienia dzięki metodzie naukowej miał być opisywany przez fizykę klasyczną. Jednakże nowsze badania na gruncie fizyki (np. prace Ilji Prigogine’a) pokazały, że rzeczywistość fizyczna również nie spełnia często powyższych założeń.

Pewien szczególny mechanizm sprawiający trudności

Zajmijmy się teraz pewnym szczególnym mechanizmem, który pojawia się na gruncie różnych nauk: fizyki, biologii, ekonomii. Zaczniemy od podania kilku przykładów występowania takiego mechanizmu. Z interesującej nas dziedziny można pokazać na zależność między fragmentacją środowisk a wymieraniem, które dokonuje się wiele pokoleń później. Między przyczyną a skutkiem może często upłynąć nawet znaczny okres. Zrozumienie złożonego działania takich układów jest niekiedy bardzo trudne, a rezultaty często zaskakują nas negatywnie. David Tilman obrazowo nazwał taką sytuację „długiem z odroczonym terminem płatności”.

Innym przykładem jest rozprzestrzenianie się wirusa w pewnej populacji, który powoduje powstanie choroby zakaźnej i prowadzi do kolejnych zarażeń po upływie pewnego czasu (m.in. gra tu rolę czas inkubacji). Rozprzestrzenianie się choroby nie jest natychmiastowe, występują opóźnienia między kolejnymi etapami rozprzestrzeniania się choroby. Są one niekiedy źródłem bardzo poważnych trudności w teoretycznym przewidywaniu rozwoju epidemii.

Podobna sytuacja występuje również na gruncie badań naukowych. Nowo powstała teoria naukowa lub nowa idea oddziałuje na społeczność uczonych po upływie pewnego czasu (m.in. czas na przeczytanie i zrozumienie pracy). W praktyce trudno przewidzieć, jak dokładnie będzie rozwijało się zainteresowanie pewnym pomysłem (koncepcją, teorią), kiedy przypadnie apogeum zainteresowania, a jak wiadomo, są to kwestie bardzo ważne na przykład dla planowania przyszłych badań naukowych.

Skąd biorą się problemy takiego typu, jak zarysowane powyżej? Czy mają one źródło tylko w problemach z naszą intuicją, która nie jest w tych przypadkach adekwatna? Trzeba przyznać, że owszem, mamy duże trudności w intuicyjnym uchwyceniu zależności skutków od przyczyn, jeżeli dzieli je duży odstęp czasowy. Okazuje się, że problemy naszej intuicji nie wynikają tylko z naszej ludzkiej niedoskonałości. Mają one interesujące podłoże. Główny problem, który występuje w sytuacjach podobnych do opisanych powyżej, wynika bowiem ze złożonego i nieprzewidywalnego działania układów, często występującego w systemach, w których przyczyna oddalona w czasie jest od skutków.

Układy takie są obiektem zainteresowania teorii chaosu deterministycznego. Bada ona różne układy dynamiczne, które charakteryzują się właśnie złożonym i nieprzewidywalnym zachowaniem wynikającym w ścisły sposób ze struktury badanych układów. Dzięki matematycznej analizie struktury modeli opisujących takie systemy udało się wyjaśnić źródło trudności w opisie takich sytuacji.

Zaprezentowane powyżej przykłady mają analogiczną formę, którą można opisać pewnym ogólnym modelem dynamicznym, zwanym układem z „opóźnionym parametrem” (ang. *time-lag*). Przedstawia się on wraz z interpretacją następująco (poniżej wzoru podano słowną interpretację pozwalającą intuicyjnie uchwycić znaczenie podanego wzoru):

$$\frac{dx(t)}{dt} = F(t, x(t), x(t-T)), T \geq 0 \quad (1)$$

zmiana parametru w chwili obecnej

zależy od...

upływu czasu

obecnego stanu

przeszłego stanu (odległego o czas T)

Różniczka po lewej stronie równania reprezentuje zmianę wartości parametru x . Jak widać, zmiana ta ściśle zależy od pewnej funkcji F . Przyjrzyjmy się teraz pewnemu przypadkowi szczególnemu tej funkcji F z równania (1):

(2)

$$\frac{dx(t)}{dt} = \alpha x(t-T) - \beta x^2(t), \quad T \geq 0 \quad (\alpha \neq 0, \beta \neq 0)$$

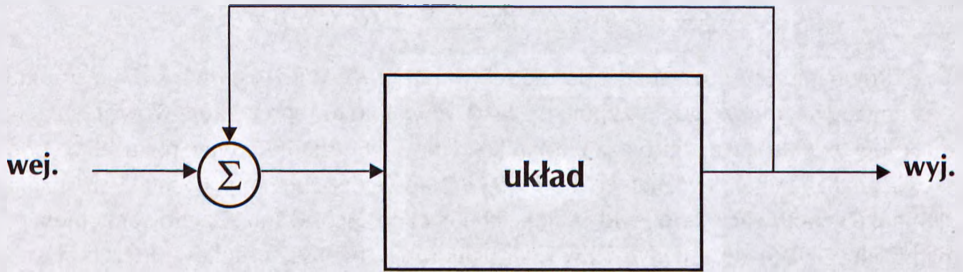
Równanie (2) może służyć do modelowania procesu wzrostu w warunkach ograniczeń (zauważmy, że gdy przyjmiemy $T=0$, równanie to reprezentuje wówczas znaną z ekologii tzw. krzywą logistyczną). Marek Szydłowski i Adam Krawiec pokazali na podstawie analizy matematycznej, że dla $T > 0$ (występuje opóźnienie) nawet taki prosty model może generować nieprzewidywalne i chaotyczne zachowania. Zachowanie nieprzewidywalne wiąże się z nadwrażliwością układu na zmiany warunków początkowych. Okazuje się, że przy pewnych kombinacjach wartości parametrów α , β i T dowolnie mała zmiana warunków początkowych daje w efekcie nieproporcjonalną zmianę przebiegu procesu – proces taki nazywamy niestabilnym i chaotycznym. Ponieważ nigdy nie możemy zmierzyć żadnej wielkości z nieskończoną dokładnością, zatem nie jesteśmy w stanie nigdy przewidzieć na dłuższą metę, jak dokładnie potoczy się taki proces startujący od jakiejś zmierzonej wartości (mimo iż dokładnie znamy precyzyjny „przepis” na ten proces!). W takiej sytuacji mówimy o nieprzewidywalności układu, choć wiemy, że rządzi nim ściśle deterministyczne prawa (ujęte wzorem matematycznym).

Układy z opóźnionym parametrem charakteryzują się z reguły złożonym zachowaniem (choć posiadają, jak widzieliśmy, prosty „przepis”), niekiedy wykazują one zachowania nieprzewidywalne (są niestabilne). Jak pokazaliśmy, główną rolę odgrywają tu problemy natury empirycznej – decydują one o niemożliwości przewidywania ewolucji układu. Problem ten ma też inny aspekt – utrudniona jest w nim empiryczna identyfikacja układu, której nie można przeprowadzić tak prosto jak w modelach fizyki klasycznej. Okazało się, że konieczne w tym celu było zbudowanie odpowiednich, zaawansowanych metod matematycznych. Niestabilność strukturalna procesu wynikająca z jego struktury matematycznej prowadzi do zachowań chaotycznych, te zaś są niezwykle trudne do zrozumienia, jeśli skądinąd nie znamy natury wywołującego je procesu. Jeśli badany proces miałby strukturę analogiczną do prezentowanego tu modelu (2), to łatwo zauważyć, że sytuacja byłaby „złożliwa” dla badacza – pod niezwykle złożonymi, chaotycznymi zachowaniami kryłaby się niezwykle prosta struktura.

Mechanizm bardziej ogólny

Pewnym bardziej ogólnym przykładem układów, o których mówiliśmy, są układy ze sprzężeniem zwrotnym. Spotyka się je szczególnie często w naukach biologicznych (choćby w zagadnieniu homeostazy). Z definicji sprzężenie zwrotne polega na oddziaływaniu sygnałów stanu końcowego (wyjściowego) na sygnały referencyjne (wejścio-

we). Poniższy schemat reprezentuje graficznie układ ze sprzężeniem zwrotnym. Jeżeli w punkcie sumacyjnym (Σ) następuje sumowanie sygnałów wejściowych z informacją zwrotną (z wyjścia), to mamy do czynienia z dodatnim sprzężeniem zwrotnym (DSZ), a jeżeli występuje tam odejmowanie sygnału zwrotnego od wejściowego, to mówimy że układ posiada ujemne sprzężenie zwrotne (USZ).



Układy ze sprzężeniami zwrotnymi odgrywają dużą rolę w różnych dziedzinach badawczych. Opisują one procesy samoregulacji oraz procesy ewolucyjne. Bernard Korzeniewski, wykorzystując pojęcie sprzężenia zwrotnego, podał tzw. cybernetyczną definicję życia, natomiast Karl R. Popper pokazał, że sprzężenie zwrotne występuje również na gruncie epistemologii.

Główną rolę w omawianych problemach spełniają układy z nieliniową pętlą sprzężenia zwrotnego lub pętlą, w której występują opóźnienia². Okazuje się, że sprawiają one duże trudności teoretyczne (matematyczne) przy ich analizie oraz często występuje w nich niestabilność, która prowadzi do nieprzewidywalności. Jak pokazał w swych pionierskich pracach Ilia Prigogine, to właśnie dzięki takim mechanizmom możliwe jest powstawanie nowych struktur w przyrodzie. Wy tłumaczył on m.in., jak na gruncie tego podejścia można wyjaśnić powstawanie struktur biologicznych i jak rozwiązać fizyczny problem zmniejszania się entropii przy zwiększaniu uporządkowania (co pozornie przeczy II zasadzie termodynamiki).

Podsumowanie

Jak pokazaliśmy, źródłem naszych problemów w skutecznym działaniu są często problemy z adekwatnym poznawaniem świata. Problemy w teoretycznym badaniu rzeczywistości mają różne źródła, ale w przypadku świata ożywionego często wynikają one ze specyfiki procesów, wykazujących złożone zachowanie. Wśród tych procesów wiele jest takich, które charakteryzują się niestabilnością i chaotycznym zachowaniem.

Możemy w tym kontekście zauważyć, że wiele niepowodzeń na gruncie ochrony przyrody może brać się ze specyfiki zachowań samej przyrody ożywionej. W związku z takim „złośliwym” (tj. niestabilnym i chaotycznym) charakterem niektórych procesów

² Omawiane wcześniej przykłady należą do tej grupy problemów – w każdym z nich występuje m.in. opóźniony wpływ obecnego stanu układu na jego dalszą ewolucję.

występujących w ekosystemach i w populacjach można zidentyfikować istotne źródło problemów ochrony przyrody – omawiane układy będą sprawiać poważne trudności teoretyczne przy przewidywaniu skutków oddziaływań, utrudniona będzie identyfikacja przyczyn badanych zjawisk. Co gorsza, wydaje się, że omawiana sytuacja nie jest łatwa do przewyciężenia, bo domaga się zmian w stosowanej przez nas metodzie teoretycznej. Tym bardziej więc należy przyrzeć się bliżej mechanizmom występujących w chronionych systemach, aby określić potencjalne źródła trudności. Rozwój metod matematycznych pozwalających skutecznie opisywać procesy nieliniowe daje też nadzieję na znalezienie ścisłych rozwiązań podobnych problemów w przyszłości i dzięki temu pozwala oczekiwać zwiększenia skuteczności ochrony przyrody.

Zagadnienia/pytania problemowe

- Skąd biorą się problemy w działalności praktycznej? Dlaczego problemy teoretyczne są najbardziej interesujące?
- Jakie są cechy naukowego opisu świata?
- Jaki świat najłatwiej opisać metodą matematyczno-empiryczną?
- Dlaczego układy z opóźnieniem są trudne do kontrolowania? Skąd wynikają te problemy?
- Skąd biorą się problemy przy analizie układów nieliniowych? Jakie interesujące aspekty tłumaczą układy nieliniowe?
- Na jakich płaszczyznach filozofia styka się z ochroną przyrody? Czy potrafisz wskazać jakieś konkretne przykłady oddziaływań filozofii na znane ci działania ochrony przyrody?

Literatura polecana

Prace filozoficzne

- Heller M., Życkiński J. 1996. *Dylematy ewolucji*. Biblos, Tarnów (zwłaszcza rozdz. 19).
- Prigogine I., Stengen I. 1990. *Z chaosu ku porządkowi*. PIW, Warszawa.
- Szydłowski M., Krawiec A. 1998. *Złożone zachowanie prostych układów dynamicznych*. Filozofia Nauki, VI: 77–93.
- Tempczyk M. 1998. *Teoria chaosu a filozofia*. CiS, Warszawa.

Prace popularnonaukowe

- Coveney P., Highfield R. 1997. *Granice złożoności. Poszukiwania porządku w chaotycznym świecie*, Prószyński i S-ka, Warszawa. (książka prezentuje problemy i interesujące aspekty pojawiające się przy badaniu złożoności)
- Leakey R., Lewin R. 1999. *Szósta katastrofa. Historia życia a przyszłość ludzkości*. Prószyński i S-ka, Warszawa (interesująca analiza źródeł problemów w ochronie przyrody z teoretycznego i praktycznego punktu widzenia).
- Prigogine I. 2000. *Kres pewności*. W.A.B. i CiS, Warszawa (praca ukazuje w popularny sposób wiele intrygujących aspektów związanych z nieliniowymi modelami teoretycznymi i wiążące się z nimi implikacje filozoficzne).