

Józef Andrzej Stuchliński

O MODELOWANIU FORMALNYM CZYNNIKÓW I MECHANIZMÓW EWOLUCJI

STRESZCZENIE

Obok powszechnie znanej odmiany formalnego modelowania zjawisk biologicznych, szczególnie ewolucyjnych, rozwijanej w postaci matematycznej, warto byłoby podjąć także próby modelowania formalnego zjawisk organicznych przy użyciu współczesnej logiki. Dotyczy to w szczególności kolektywnego (w mereologii) lub dystrybutywnego (w teorii mnogości) rozumienia klas lub zbiorów wielu przedmiotów, np. organizmów żywych, ich populacji i gatunków, a także składników organicznych właściwych poszczególnym organizmom (molekuły, komórki, organy). Ujęcie kolektywne odnosiłoby się do stanu owych zbiorów lub klasy, o ile są one warunkowane obiektywnie w samej przyrodzie. Natomiast ujęcie dystrybutywne dotyczyłoby językowo–badawczego przybliżania się wiedzy biologicznej do adekwatnego ujmowania owych zależności przyrodniczych.

Słowa kluczowe: czynniki i mechanizmy ewolucji, modelowanie matematyczne, modelowanie logiczne, klasy i zbiory kolektywne, klasy i zbiory dystrybutywne.

1. Modelowanie formalne zjawisk realnych polega na wykorzystywaniu osiągnięć formalnych nauk dedukcyjnych, logiki i matematyki do tworzenia obrazów strukturalnych i operacyjnych dla złożonych zjawisk realnych, w pierwszym rzędzie zjawisk fizycznych. W rozpatrywanym tu przypadku chodzić będzie o zjawiska organiczne w jednym z ich najbardziej charakterystycznych wymiarów: ewolucyjnym.

2. Istotną cechą charakterystyczną procesów ewolucyjnych w świecie zjawisk organicznych jest ich charakter zbiorowy. Podmiotem właściwym zależności i procesów ewolucyjnych w świecie organicznym są zbiorowości i grupy organizmów: populacje, gatunki, gromady itd. Czynniki i mechanizmy ewolucyjne warunkowane są wprost przez zależności charakterystyczne owych zbiorowości i grup organizmów.

3. Od ponad stu lat znane są próby ujmowania mechanizmów ewolucji organicznej w sposób ilościowy.¹ Nie udało się dotychczas sformułować peł-

¹ Por. L. Kuźnicki, A. Urbanek *Zasady nauki o ewolucji*, tom II, Warszawa 1970, s. 166 i n.

nej, ilościowej teorii ewolucji. Dotychczas udaje się uzyskać tylko różne opracowania fragmentaryczne; większość zjawisk rozwoju świata organicznego pozostaje poza analizą matematyczną typu ilościowego. I tak np. przy ustabilizowanych warunkach zewnętrznych każda populacja jak i tworzące ją osobniki znajduje się w stanie równowagi przystosowawczej względem swego środowiska. W matematycznych modelach ewolucji niektórzy uczeni próbują ilościowo określić ten stan jako stopień zmian przystosowania pod wpływem czynników ewolucji takich jak mutacja, dobór naturalny, migracja czyli izolacja i dryft genetyczny. Zjawiska te są analizowane z punktu widzenia zmiany względnie stabilizacji, stanu równowagi, co do częstości albo frekwencji genów w populacji.

Co do metod zaś, to autorzy matematycznych modeli ewolucji na ogół przyjmują, że każda zmiana przystosowawcza populacji, traktowanej całościowo, jest procesem deterministycznym. Zmiana jednak poszczególnych genów–alleli jest rozpatrywana jako proces probabilistyczny czy stochastyczny. Jak się okazuje, nie jest to sprzeczne z pierwszą tezą – wszystkie bowiem czynniki ewolucji, z wyjątkiem doboru, są jedynie przypadkowymi zdarzeniami. Procesy stochastyczne obejmują zaś również zjawiska deterministyczne. W analizie matematycznej odpowiada to przemianom zachodzącym pod kontrolą doboru – działanie doboru jest bowiem również zjawiskiem statystycznym. Ujęcia ilościowe udało się zarysować odnośnie takich zależności, które np. dotyczą mutacji i doboru naturalnego w odniesieniu do równowagi genetycznej populacji, czy stopnia wzrostu przystosowania pod wpływem doboru.

Mechanizm regulacyjny elementarnych procesów ewolucyjnych analizowany jest formalnie pod kątem zastosowania pewnych zasad informatyki. Próbuje się np. określić wartość terminu „informacja dziedziczna”; rozważa się biogenezę jako pewien rodzaj regulatora; próbuje się ujmować organizację, przekaz i zmienność materiału dziedzicznego w terminach teorii informacji; próbuje się określić sposób pomiaru informacji dziedzicznej zawartej w zygocie, czyli w osobniku; próbuje się ocenić ilość informacji zwrotnej w fenotypie osobnika i jej stosunek do ilości informacji dziedzicznej; dąży się do określenia ilości informacji wnoszonej przez mutacje do populacji; bada się entropię kodu dziedziczności i fenotypu; itp.

4. Warto byłoby jednak rozważyć także pewne bardziej ogólne metody formalne, nie–ilościowe, szczególnie znacznie bardziej ogólnego typu logicznego. W podstawach logicznych matematyki współczesnej badane są formalne prawa ogólne zależności występujących między zbiorowościami przedmiotów. Czynione jest to w sposób dwojaki, jakkolwiek wzajemnie skorelowany. Zbiorowiska przedmiotów mogą być traktowane bowiem, w pierwszym rzędzie jako *kolekcje* konkretnych rzeczy, np. organizmów żywych i ich składników: komórek, tkanek, organów; a więc po prostu jako składniki przyrody. Tak pojmowane klasy i zbiory przedmiotów realnych

same są także złożonymi przedmiotami realnymi, występującymi w przestrzeni i czasie, zupełnie niezależnie od języka i czynności poznawczych człowieka. Formalną teorią takich kolekcji jest *mereologia*, jako teoria części przedmiotów i złożonych z nich całości².

Klasy i zbiory przedmiotów mogą jednak być także rozważane od strony pojęć ogólnych, wyznaczających je w toku ludzkiego poznania. Tak pojmowane klasy i zbiory czegokolwiek są rozumiane w sposób *dystrybutywny*, jako zakresy pojęć ogólnych określanych przez użycie takich samych nazw ogólnych. Tak pojmowane klasy i zbiory przedmiotów realnych same nie są już żadnymi złożonymi przedmiotami realnymi, występującymi w przestrzeni i czasie, zupełnie niezależnie od języka i czynności poznawczych człowieka. Wprost przeciwnie, to język jako narzędzie podstawowe poznania ludzkiego, wyznacza je niejako przez występujące w nim terminy ogólne. Formalną teorią takich kolekcji jest *teoria mnogości*, jako teoria jednakowo określanych grup przedmiotów.³

Ujmowanie *dystrybutywne* klas i zbiorów przedmiotów oparte jest wprawdzie na ich ujmowaniu *kolektywnym*, ale tylko o tyle, o ile owe kolekcje są wyróżnione przez wspólne *nazwy* ogólne, nadawane przedmiotom będącym ich elementami. Ujęcie kolektywne jest więc zawsze ujęciem czysto *przedmiotowym*, odpowiada więc samodzielnemu statusowi tych przedmiotów jako składników przyrody. Ujęcie zaś dystrybutywne ma w istotnej mierze charakter *podmiotowy*, jest składnikiem istotnym ujmowania i wyrażania wiedzy ludzkiej. W istocie, poznanie ludzkie jest swego rodzaju „grą poznawczą”, polegającą na takim nieograniczonym rozszerzaniu klas i zbiorów dystrybutywnych czegokolwiek, by pokryły się one ostatecznie z rzeczywistymi kolekcjami w przyrodzie. Biologiczna teoria ewolucji jest zaś jedną z najważniejszych odmian takiej „gry poznawczej” mającej na zrównanie dystrybucji czyli rozkładu nazw ogólnych na grupy przedmiotów tak, aby pokryło się to z ich naturalnymi kolekcjami w przyrodzie.

5. Sprawa nie przedstawia się jednak prosto. Występują wprawdzie istotne podobieństwa, ale także i zachodzą niemniej istotne różnice między czysto obiektywnymi, przyrodniczymi kolekcjami przedmiotów, a dystrybucjami nazw ogólnych, nadawanych grupom przedmiotów, i to zarówno w poznaniu potocznym jak też naukowym.

5a. Do podobieństw istotnych kolekcji i dystrybucji należy ich podleganie na równi prawom algebry logiki. A to oznacza, że są one wzajemnie powiązane na poziomie najbardziej ogólnym, ale przez to także najbardziej abstrakcyjnym, zarówno w odniesieniu do bytu samego, do istnienia czegokolwiek, jak i do wiedzy o bycie.

² Por. S. Leśniewski *O podstawach matematyki*, Wstęp i XI rozdziałów zamieszczonych w Przeglądzie Filozoficznym, w rocznikach 30–34, 1927–1931.

³ Por. K. Kuratowski, A. Mostowski *Teoria mnogości*, Warszawa 1966 i wyd. późniejsze.

Takie operacje algebraiczne jak dodawanie, odejmowanie i mnożenie kolekcji, z jednej, a, z drugiej strony, dystrybucje są formalnie ze sobą identyczne; takie same są też równości i nierówności łączące wyniki owych ogólno–abstrakcyjnych operacji w dziedzinie zarówno kolekcji jak też dystrybucji.

Jeśli symbole „ a ”, „ b ” i „ c ” potraktujemy jako reprezentacje określeń realnych kolekcji przedmiotów w przyrodzie lub jako reprezentacje stosownych pojęć ogólnych, wyznaczających dystrybucje nazw na owe przedmioty, to następujące prawa algebraiczne będą w obu przypadkach takie same (\oplus = abstrakcyjne dodawanie; \ominus = abstrakcyjne odejmowanie; \otimes = abstrakcyjne mnożenie; \ominus = abstrakcyjna równość):

$$[A1] \quad a \oplus b \ominus b \oplus a,$$

$$[A2] \quad a \otimes b \ominus b \otimes a,$$

$$[A3] \quad a \oplus (b \oplus c) \ominus (a \oplus b) \oplus c,$$

$$[A4] \quad a \otimes (b \otimes c) \ominus (a \otimes b) \otimes c,$$

$$[A5] \quad a \oplus (b \otimes c) \ominus (a \oplus b) \otimes (a \oplus c),$$

$$[A6] \quad a \otimes (b \oplus c) \ominus (a \otimes b) \oplus (a \otimes c),$$

$$[A7] \quad a \oplus 0 \ominus a,$$

$$[A8] \quad a \otimes 1 \ominus a,$$

$$[A9] \quad a \oplus \ominus a \ominus 1,$$

$$[A10] \quad a \otimes \ominus a \ominus 0.$$

5b. Niemniej istotne są jednak różnice formalne między wspomnianymi kolekcjami i dystrybucjami; a to z kolei oznacza, że są one wzajemnie rozłączne na poziomie najbardziej ogólnym, ale przez to także najbardziej abstrakcyjnym, tj. w zakresie relacji podstawowych, wiążących wiedzę o bycie w odniesieniu do bytu samego, do istnienia czegokolwiek.

Tak więc np. klasy i zbiory dowolnych elementów, ujmowane jako kolekcje realne, są własnymi elementami, podzbiarami lub częściami niewłaściwymi. Natomiast dystrybucje pojęć ogólnych na przedmioty nie pozwalają ujmować i traktować odpowiednio wyznaczanych przez nie klas i zbiorów jako swych własnych elementów. W efekcie, w rozumieniu kolektywnym możliwe jest określenie klasy jako kolekcji wszystkich przedmiotów w ogóle, czyli Wszechświata; natomiast w ujęciu dystrybucyjnym jest to niemożliwe, ponieważ nie jesteśmy w stanie nazwać wszystkiego za pomocą takich samych określeń, musiałoby ich być nieograniczenie wiele, czyli nieskończona liczba. Z kolei, w rozumieniu dystrybucyjnym możliwe jest określenie zbioru lub klasy pustej jako dystrybucji nazw ogólnych nie dotyczących niczego w żadnym dowolnym rodzaju przedmiotów, natomiast w ujęciu kolektywnym jest to niemożliwe, bowiem pojęcie kolekcji realnej nie złożonej z niczego nie ma w ogóle żadnego sensu. A przecież, ogólnie biorąc, dystrybucje nazw ogólnych na zbiorowości przedmiotów powinny mieć za cel nadrzędny objęcie swym zasięgiem poznawczym, w granicy ostatecznej, całości wszystkich w ogóle kolekcji realnych.

6. Jak zatem radzić sobie z taką wręcz „ziewającą przepaścią” między poznaniem bytu, które w naszym ludzkim wykonaniu jest zawsze skończone, a samym bytem w ogóle, co do którego mamy prawo podejrzewać, że jest

nieskończony? A jak sobie z takim zagadnieniem radzić w szczególności w przypadku poznania tak ważnych procesów organicznych, które składają się na ewolucję świata ożywionego? Na to ostatnie pytanie odpowiedzieć trzeba chyba następująco: musimy cierpliwie, a z pewnością po wielokroć nawet mozolnie, konstruować formalne modele „gry poznawczej” między tymi ujęciami dystrybutywnymi, które są dla nas każdorazowo aktualnie osiągalne, dążąc do objęcia nimi jak najwięcej z realnych kolekcji, które są przedmiotem naszego poznania.

W interesującym nas tu aktualnie aspekcie ewolucyjno–organicznym, chodzić będzie o to — ujmując rzecz obrazowo — jak zobrazować formalnie „grę poznawczą” ograniczonych z ludzkiej natury dystrybucji z przyrodniczo nieograniczonymi kolekcjami w przypadku czynników i mechanizmów ewolucji. A więc, np. jak ująć w sposób badawczo owocny zmierzanie poznawcze dystrybucji do objęcia całych kolekcji tych zbiorowości organicznych, które zaangażowane są w mutacjach, w doborze naturalnym, w izolujących migracjach, w dryfcie genetycznym itd.?

Krok następny w owym ciągu pytań powinien by już należeć do konkretnych rozwinięć formalnych obu typów, tj. mnogościowego i mereologicznego, w ich wzajemnym współgraniu. To jest już temat odrębny dla właściwych, konkretnie—”modelarskich” ujęć formalnych.

ON FORMAL MODELS OF FACTORS AND MECHANISMS OF ORGANIC EVOLUTION

ABSTRACT

Two formal types of models of living processes, especially evolutionary ones, may be distinguished: the well-known mathematical type and the less-known logical one. The latter applies the terms “class” or “set”; both the terms are understood either in a collective sense (in mereology) or in a distributive sense (in set theory). These formal terms may be used among others to such organic multiplicities as populations or species of organisms, and to organic constituents (molecules, cells, organs) of living organism. Collective concepts refer to objects existing in nature, whereas distributive concepts refer to the linguistic and research constructions of models of natural objects, developed to cognitively grasp natural regularities.

Keywords: factors and mechanisms of evolution, mathematical model, logical model, classes and sets understood collectively, classes and sets understood distributively.

O AUTORZE — emerytowany profesor UW, Instytut Filozofii UW, ul. Krakowskie Przedmieście 3, Warszawa.

E-mail: pelnomocnik@wszechnicapolska.home.pl