Przestrzeń i świadomość
Lectiones & Acroases Philosophicae
VIII, 2 (2015)

Barry Smith
Narodowe Centrum Badań Ontologicznych
Uniwersytet w Buffalo

PODSTAWOWE POJĘCIA ONTOLOGII FORMALNEJ[1]

1. Krótka historia ontologii formalnej

Ideę ontologii formalnej zawdzięczamy filozofowi Edmundowi Husserlowi, który w *Badaniach logicznych*[2] dokonał rozróżnienia na *logikę formalną* i *formalną ontologię*. Przedmiotem pierwszej są wzajemne związki pomiędzy prawdami (lub znaczeniami zdań w ogólności) — relacje wynikania, niesprzeczność, dowód i obowiązywalność. Przedmiotem drugiej są natomiast wzajemne związki pomiędzy rzeczami — przedmiotami i własnościami, częściami i całościami, relacjami i kolektywami. Tak jak logika formalna zajmuje się własnościami wynikania, które są formalne w tym sensie, że stosują się do poszczególnych przypadków wynikania jedynie ze względu na ich formę, tak ontologia formalna zajmuje się własnościami przedmiotów, które są formalne w tym sensie, że ich przykładami, co do za-

[1] Tekst oryginału: B. Smith, *Basic Concepts of Formal Ontology*, [w:] *Formal Ontology in Information Systems*, N. Guarino (ed.), Amsterdam–Berlin–Oxford–Tokyo–Washington 1998, s. 19–28. Przekład i publikacja za zgodą autora [przyp. tłum.].

[2] E. Husserl, *Logische Untersuchungen*, Halle 1900–1901; wszystkie cytaty za wydaniem polskim: E. Husserl, *Badania logiczne*, t. II, tłum. J. Sidorek, Warszawa 2000.

sady, mogą być przedmioty wszystkich materialnych sfer czy dziedzin rzeczywistości[3].

Ontologia formalna Husserla opiera się na mereologii, teorii zależności i topologii. Trzecie badanie logiczne zatytułowane jest „Z nauki o całościach i częściach" i obejmuje dwa rozdziały: „Rozróżnienie przedmiotów samodzielnych i niesamodzielnych" oraz „Tezy do teorii czystych form całości i części". W odróżnieniu od dobrze znanych „ekstensjonalnych" teorii całości i części zaproponowanych przez Leśniewskiego (na którego wpływ wywarł Husserl) oraz Leonarda i Goodmana[4], teoria Husserla nie zajmuje się wyłącznie tym, o czym możemy myśleć jako o pionowych relacjach pomiędzy częściami a kolejno obejmującymi je w coraz wyższym zakresie całościami, lecz także poziomymi relacjami pomiędzy współistniejącymi częściami, relacjami, dzięki którym całości uzyskują jedność i integralność.

Najprościej mówiąc: niektóre części danej całości istnieją jedynie obok siebie i można je zniszczyć lub usunąć bez szkody dla reszty. Całość, której części przejawiają wyłącznie tego typu relacje „bycia obok", nazywa się stertą, agregatem lub — bardziej technicznie — całością czysto sumatywną. Jednak w wielu całościach — i można powiedzieć, że tyczy się to wszystkich całości, które cechuje jakiegokolwiek rodzaju jedność — pomiędzy niektórymi częściami zachodzą formalne relacje, które Husserl określił mianem *koniecznej* zależności (która czasami, choć nie zawsze, może być także konieczną *współzależnością*). Takie części, jak na przykład konkretny odcień, nasycenie i jasność jakiegoś koloru, nie mogą — na mocy konieczności — istnieć bez powiązania z dopełniającymi je częściami tego typu całości. Istnieje ogromna różnorodność takich poprzecznych relacji zależności, co owocuje odpowiednio dużą różnorodnością typów całości,

[3] Zob. B. Smith, *Logic and Formal Ontology*, [w:] J.N. Mohanty, W. McKenna (eds.), *Husserl's Phenomenology: A Textbook*, Lanham 1989, s. 29–67.

[4] Zob. P.M. Simons, *Parts. A Study in Ontology*, Oxford 1987.

których bardziej standardowe ujęcia ekstensjonalnych mereologii nie są w stanie wyróżnić[5].

Topologiczne źródła pracy Husserla wyczuwalne są już w jego teorii zależności[6]. Na pierwszy plan najwyraźniej wysuwają się one jednak w jego ujęciu pojęcia *stapiania* [*fusion*]: relacji zachodzącej między dwiema sąsiadującymi z sobą częściami jednej rozciągłej całości, pomiędzy którymi nie ma jakościowej nieciągłości[7]. Sąsiadujące pola szachownicy nie są w ten sposób stopione, lecz jeśli wyobrazimy sobie paletę kolorów przechodzących stopniowo od czerwonego, przez pomarańczowy do żółtego, wtedy każdy fragment tej palety stopiony jest z bezpośrednio sąsiadującymi z nim fragmentami. Wówczas w polu tego, co dane zmysłowo możemy rozróżniać:

> między treściami *naocznie* „wyodrębnionymi", „wyróżniającymi się" czy też „odstającymi" od tych, które są z nimi połączone, a treściami *stopionymi*, *przepływającymi* w siebie bez wyraźnej granicy[8].

To, że Husserl był przynajmniej *implicite* świadomy topologicznych aspektów swoich pomysłów — nawet jeśli ich tak nie nazywał — nie dziwi, zważywszy na to, że studiował u matematyka Weierstrassa w Berlinie, a także dlatego, że to Cantor — jego kolega z Halle, z okresu, w którym powstawały *Badania logiczne* — jako pierwszy zdefiniował fundamentalne pojęcia topologiczne: zbiór otwarty, domknięty, gęsty i doskonały, brzeg zbioru, punkt skupienia i tym podobne. Husserl świadomie korzystał z topologicznych pomysłów Cantora szczególnie w swoich pracach dotyczących ogólnej teorii (ekstensjonalnych i in-

[5] Zob. B. Smith (ed.), *Parts and Moments. Studies in Logic and Formal Ontology*, Munich 1982.

[6] Zob. K. Fine, *Part–Whole*, [w:] B. Smith, D.W. Smith (eds.), *The Cambridge Companion to Husserl*, Cambridge 1995, s. 463–485.

[7] Zob. R. Casati, *Fusion*, [w:] H. Burkhardt, B. Smith (eds.), *Handbook of Metaphysics and Ontology*, Munich–Hamden–Vienna 1991, s. 287–289.

[8] E. Husserl, *Badania logiczne*, s. 299–300.

tensjonalnych) wielkości, które stanowią jeden z początkowych etapów na drodze do ontologii formalnej *Badań logicznych*[9].

W dalszej części artykułu przedstawimy podstawowe pojęcia ontologii formalnej w rozumieniu Husserla, skupiając się na konkretnym przypadku świata codziennych ludzkich doświadczeń. Pokrywać się będzie to zatem częściowo z przedmiotem badań Patricka Hayesa i innych w dziedzinie „naiwnej fizyki"[10]. Ostatnimi czasy — dzięki dostrzeżeniu, że skoro kategorie ontologii formalnej są fundamentalne dla wielu różnych dziedzin, można je z pożytkiem wykorzystać jako ramy dla przekładów pomiędzy systemami wiedzy opartymi na rozbieżnych podstawach — ontologia formalna wykorzystywana jest jako narzędzie reprezentacji wiedzy[11].

2. Mereologia vs teoria mnogości

Kiedy współcześni filozofowie oraz badacze z dziedziny sztucznej inteligencji zwracają się ku ontologii, rozpoczynają zwykle nie od mereologii czy topologii, lecz od teoriomnogościowych narzędzi, które wykorzystuje się w standardowej semantyce teoriomodelowej.

Obstawanie przy mereologicznych, a nie teoriomnogościowych podstawach dla celów ontologii formalnej można uzasadnić następująco: świat codziennych ludzkich doświadczeń składa się z obiektów rozciągłych w przestrzeni, obiektów, które tym samym ujawniają pewnego rodzaju strukturę continuum z brzegami. Standardowe teoriomnogościowe ujęcie continuum — któremu początek dali Cantor i Dedekind, a które znaleźć można we wszystkich standardowych podręcznikach teorii mno-

[9] Zob. E. Husserl, *Studien zur Arithmetik und Geometrie. Texte aus dem Nachlass*, 1886–1901, The Hague 1983 (*Husserliana* XXI), s. 83 i n., 95, 415; E. Husserl, *Badania logiczne*, t. I, „Prolegomena", §22, §70.

[10] Zob. P.J. Hayes, *The Second Naive Physics Manifesto*, [w:] J.R. Hobbs, R.C. Moore (eds.), *Formal Theories of the Common-Sense World*, Norwood 1985, s. 1–36.

[11] Zob. N. Guarino, *Formal Ontology, Conceptual Analysis and Knowledge Representation*, „International Journal of Human and Computer Studies" 43 [5–6] (1995), s. 625–640.

gości — będzie nieadekwatne jako teoria tego codziennego „jakościowego" continuum co najmniej z następujących powodów:

1. Wykorzystanie teorii mnogości w jakiejś dziedzinie z góry zakłada wydzielenie pewnego podstawowego poziomu urelementów w taki sposób, że umożliwiają one — przy pomocy zbiorów coraz to wyższych typów — konstruowanie wszystkich struktur tej dziedziny pojawiających się na wyższych poziomach. Jeśli jednak — jak to ma miejsce w przypadku badań nad ontologią świata codziennych doświadczeń — mamy do czynienia z bytami mezoskopowymi oraz ich mezoskopowymi składowymi (te drugie są produktami bardziej lub mniej arbitralnie realnych lub wyobrażonych rozróżnień podług różnych linii podziału) wtedy nie istnieją urelementy, które mogłyby nam służyć za punkt wyjścia[12].

2. Doświadczane continua są w każdym przypadku konkretnymi, zmieniającymi się fenomenami, fenomenami istniejącymi w czasie; są całościami, które mogą zyskiwać i tracić części. Zbiory są zaś bytami abstrakcyjnymi, istniejącymi poza czasem, które definiowane są całkowicie — i raz na zawsze — poprzez wyszczególnienie ich elementów. Oczywiście, aby dobrze oddać zmieniające się relacje pomiędzy częściami i całościami w dziedzinie przedmiotów mezoskopowych, możemy wyobrazić sobie teorię analogiczną do teorii mnogości, która mogłaby być skonstruowana w oparciu o uczasowioną czy indeksowaną czasem relację należenia. W tym celu musielibyśmy jednak poświęcić ekstensjonalność oraz inne przydatne cechy, które pierwotnie uczyniły teorię mnogości atrakcyjnym narzędziem dla ontologii.

3. W obliczu braku punktów czy elementów nie wydaje się, aby doświadczane continuum mogło unieść takie konstrukcje liczb kardynalnych, jakie nakłada na nie podejście Cantora-Dedekinda. Innymi słowy, doświadczane continuum wydaje się

[12] Zob. A. Bochman, *Mereology as a Theory of Part–Whole*, „Logique et Analyse" 129–130 (1990), s. 75–101.

nie być izomorficzne z żadną strukturą liczb rzeczywistych. Rzeczywiście standardowe matematyczne opozycje — na przykład pomiędzy gęstymi a ciągłymi seriami — nie znajdują tutaj zastosowania. Już samo wykorzystanie teorii mnogości jako narzędzia ontologii pociąga za sobą nowe problemy, które są artefaktami samej teorii i które nie wydają się wynikać z cech pierwotnej dziedziny, do której ją stosujemy.

4. Większość teoriomnogościowych konstrukcji continuum opiera się na wysoce dyskusyjnej tezie, zgodnie z którą rozciągłą całość można w jakiś sposób skonstruować z nierozciągłych składowych[13]. Tymczasem doświadczane continuum nie jest zorganizowane w sposób umożliwiający jego konstrukcję z nierozciągłych punktów, lecz raczej tak, że całości, a w tym również przestrzenne medium, są dane przed częściami. Części te mogą się w tych całościach zawierać oraz można je wyróżnić w obrębie całości na różnych poziomach.

Oczywiście teoria mnogości to bardzo silna teoria matematyczna i żadne z wyżej wymienionych zastrzeżeń nie wyklucza możliwości rekonstruowania topologicznych czy innych teorii odpowiednich dla ontologicznych celów również w oparciu o teorię mnogości. Standardowe twierdzenia o reprezentacji implikują w istocie to, że dla każdej ściśle określonej teorii topologicznej niesformułowanej w terminach teoriomnogościowych, możemy znaleźć izomorficzny odpowiednik teoriomnogościowy. Mimo to, powyższe zastrzeżenia sugerują, że powstała w ten sposób struktura teoriomnogościowa może w najlepszym przypadku zaowocować nieco chwiejnym *modelem* doświadczanego continuum i podobnych struktur, nie zaś teorią samych tych struktur (ponieważ te drugie ostatecznie *nie są* zbiorami — w świetle wspomnianego w punkcie drugim kategorialnego rozróżnienia).

[13] Zob. F. Brentano, *Philosophical Investigation on Space, Time and the Continuum*, R.M. Chrisholm, S. Körner (eds.), Hamburg, przekład angielski: B. Smith, London 1988; F.G. Asenjo, *Continua without Sets*, „Logic and Logical Philosophy" 1 (1993), s. 95–128.

Sugestia jest zatem taka, że mereotopologia, czyli połączenie mereologii z topologią, pozwoli stworzyć stosowniejsze ramy, w obrębie których będzie można formułować formalnoontologiczne hipotezy w bezpośredni i prostszy sposób niż te formułowane przez formalnych ontologów ograniczających się do instrumentów teoriomnogościowych. Podejścia oparte na mereologii pozwalają zaczynać nie od domniemanych atomów lub punktów, lecz raczej od samych mezoskopowych przedmiotów, którymi otoczeni jesteśmy w ramach normalnych codziennych aktywności. Mereolog nie postrzega rzeczywistości jako zbudowanej z atomów z jednej strony i abstrakcyjnych (1- i n-argumentowych) „własności", „atrybutów" czy „światów" z drugiej, lecz raczej jako zbudowaną ze mnie i z ciebie, z twoich bólów głowy, moich kichnięć, z twoich bitew i moich wojen, czy, innymi słowy, z różnego rodzaju konkretnych indywiduów połączonych z sobą rozmaitymi relacjami, w tym relacjami mereologicznymi i topologicznymi oraz relacjami ontologicznej zależności.

3. Ontologia substancji i przypadłości

3.1. Substancje i przypadłości

Aby dać przykład zastosowania ontologii formalnej do określonej dziedziny, rozważmy dziedzinę mezoskopowej rzeczywistości, która dana jest w zwyczajnym ludzkim doświadczeniu. Rzeczywistość ta w naturalny sposób dzieli się na to, co za Arystotelesem nazywać będziemy „substancjami". Przykładami substancji są: zwierzęta (w tym ludzie), kłody, skały, ziemniaki i widelce. Substancje mają różne własności (jakości, cechy, atrybuty) i podlegają różnego rodzaju zmianom (procesom, zdarzeniom), dla których zarezerwujemy — również za Arystotelesem — pojęcie „przypadłość". Przypadłościami są na przykład: gwizdanie, rumienienie się, mówienie, bieganie, moja znajomość francuskiego, biel tego sera i ciepło tego kamienia. O innych mieszkańcach mezoskopowej rzeczywistości (na przykład o dziurach[14], regionach przestrzennych[15], niszach, w które wpasowują się mezoskopowe substancje, obiektach kulturowych i instytucjonalnych) nie będzie tutaj mowy, chociaż tego rodzaju obiekty – podobnie jak obiekty mezoskopowe, które w pewnym sensie funkcjonują jako podstawowy materiał mezoskopowej rzeczywistości — wymagają szerszego omówienia.

Przypadłości, tak jak substancje, to jednostkowi mieszkańcy rzeczywistości. Zarówno mój ból głowy, jak i moja kostka sera istnieją tu i teraz i przestaną istnieć w pewnym momencie przyszłości. Niemniej ontologiczna natura substancji i przypadłości jest radykalnie odmienna. Substancje mogą istnieć samodzielnie, natomiast przypadłości potrzebują dla swojego istnienia oparcia w substancjach. Substancje są *posiadaczami* czy *nośnikami* przypadłości, o przypadłościach zaś mówi się, że przysługują swoim substancjom[16]. Te relacje pomiędzy substancją i przypadłością zostaną ściślej zdefiniowane przy użyciu pojęcia *właściwej zależności*.

Substancje, choć pozostają numerycznie czymś jednym i tym samym, mogą w różnym czasie przyjmować wykluczające się przypadłości: czasem jestem głodny, czasem najedzony, czasem opalony, czasem blady. Substancje zatem trwają w czasie, natomiast istnienie przypadłości jest czasowo podzielone i istnieją one w pełni za każdym razem, kiedy w ogóle istnieją. Tak więc przypadłości mają czasowe części — na przykład pierwsze pięć minut mojego bólu głowy, pierwsze trzy gemy meczu — które jednak nie mają żadnego odpowiednika w świecie substancji: pierwsza, pięciominutowa faza mojego istnienia nie jest częścią mnie, lecz tej złożonej przypadłości, jaką jest moje życie. Substancje i przypadłości stanowią więc dwa różne, choć blisko z sobą związane porządki bycia.

---

[14] Zob. R. Casati, A. Varzi, *Holes and Other Superficialities*, Cambridge–Massachusetts–London 1994.

[15] Zob. R. Casati, A.C. Varzi, *The Structure of Spatial Location*, „Philosophical Studies" 82 (1996), s. 205–239.

[16] Zob. B. Smith, *On Substances, Accidents and Universals: In Defence of a Constituent Ontology*, „Philosophical Papers" 26 (1997), s. 105–127

3.2. Substancje, kolektywy, relacje

Substancje są jednościami. Przysługuje im pewna naturalna zwartość czy „kompletność" [*rounded-offness*], bycie ani za dużym, ani za małym — w przeciwieństwie do nieoddzielonych części substancji (moich rąk i nóg), stert lub agregatów oraz zespołów lub kolektywów substancji takich jak armie czy drużyny piłkarskie. Substancja zajmuje przestrzeń. Jest „rozciągłą przestrzenną wielkością", która zajmuje miejsce i która posiada przestrzenne części. Nie jest jedynie przestrzennie rozciągła, lecz posiada także (w przeciwieństwie do innych przestrzennie rozciągłych obiektów takich jak miejsca i obszary w przestrzeni) podzielną konkretność, co znaczy, że z zasady można ją podzielić na odrębne przestrzennie rozciągłe substancje. Materialna konkretność substancji oznacza również, że, w przeciwieństwie do cieni i dziur, substancje rywalizują o przestrzeń, ponieważ żadne dwie substancje nie mogą zajmować tego samego miejsca w przestrzeni równocześnie.

Substancje często łączą się z sobą w bardziej lub mniej złożone kolektywy — od rodzin i plemion po narody i imperia. Kolektywy są realnymi składowymi uposażenia świata, nie są jednak dodatkowymi składowymi — dodatkowymi w odniesieniu do substancji, które są ich częściami. Kolektywy dziedziczą niektóre, lecz nie wszystkie, z ontologicznych cech substancji. W różnym czasie mogą przyjmować wykluczające się przypadłości. Posiadają określoną jedność. Zajmują miejsce w przestrzeni i z zasady można je dzielić na odrębne, przestrzennie rozciągłe podkolektywy, tak jak, na przykład, orkiestrę można podzielić na tworzące ją grupy kameralne. Kolektywy mogą zyskiwać i tracić elementy, mogą także podlegać innym rodzajom zmian w czasie.

Przypadłości także mogą tworzyć kolektywy (na przykład muzyczny akord jest kolektywem pojedynczych tonów). W dziedzinie przypadłości możemy jednak dokonać jeszcze jednego rodzaju rozróżnienia, które odpowiada podziałowi na kolektywy i jednostkowe substancje w świecie substancji. Jest to rozróżnienie pomiędzy przypadłościami relacyjnymi z jednej strony oraz przypadłościami nierelacyjnymi (lub jednoargumentowymi) z drugiej. Przypadłości nierelacyjne są przywiązane, by tak rzec, do pojedynczego nośnika tak, jak myśl przywiązana jest do myślącego. Przypadłości relacyjne to te, które zależą od kilku nośników naraz i tym samym łączą te nośniki w złożone całości — trwające dłużej bądź krócej. Przykładami przypadłości relacyjnych są: pocałunek, uderzenie, taniec, rozmowa, umowa, bitwa, wojna. Zauważmy raz jeszcze, że przypadłości relacyjne, tak jak wszystkie przypadłości, nie są bytami abstrakcyjnymi: wszystkie wymienione przykłady zamieszkują rzeczywistość i są nie mniej jednostkowe, niż substancje, które pełnią rolę ich relatywów.

4. Mereologia i teoria zależności

4.1. MEREOLOGIA

Pojęcie „obiekt" używane będzie odtąd w bardzo ogólnym sensie na oznaczenie wszystkich substancji, przypadłości oraz wszystkich rozproszonych i nierozproszonych całości i ich części, w tym brzegów. Nasze podstawowe kategorie ontologiczne zostaną zdefiniowane przy pomocy pojęć pierwotnych: *jest częścią* (dla mereologii) oraz *jest z konieczności takie, że* (dla teorii zależności). „x *jest częścią* y", co będziemy oznaczać przez „$P(x, y)$", rozumieć należy tak, że zawiera się w tym przypadek graniczny, w którym x i y są identyczne. „$PP(x, y)$" oznaczać będzie „x *jest właściwą częścią* y", „$x + y$" mereologiczną sumę dwóch obiektów x i y, zaś „$x \times y$" ich mereologiczny produkt lub przekrój. Jeśli zdefiniujemy zachodzenie na siebie jako posiadanie wspólnych części:

DM1 $O(x, y) := \exists z(P(z, x) \wedge P(z, y))$ *zachodzenie na siebie*

wówczas aksjomaty dla standardowej (bezczasowej) mereologii można sformułować następująco[17]:

[17] Zob. P.M. Simons, *Parts*; B. Smith, *Mereotopology: A Theory of Parts and*

AM1 $P(x, x)$ *zwrotność*

AM2 $P(x, y) \wedge P(y, x) \to x = y$ *antysymetryczność*

AM3 $P(x, y) \wedge P(y, z) \to P(x, z)$ *przechodniość*

AM4 $\forall z(P(z, x) \to O(z, y)) \to P(x, y)$ *ekstensjonalność*

AM5 $\exists x(\varphi x) \to \exists y \forall z(O(y, z) \leftrightarrow \exists x(\varphi x \wedge O(x, z)))$ *stopienie*

(W tym oraz w pozostałych miejscach kwantyfikatory ogólne są pomijane).

Relacja bycia częścią jest zwrotna, antysymetryczna i przechodnia, jest częściowym porządkiem. Dodatkowo **AM4** zapewnia, że bycie częścią jest ekstensjonalne (żadne dwie różne rzeczy nie posiadają tych samych części), podczas gdy **AM5** gwarantuje, że dla każdej spełnionej własności lub warunku φ istnieje taki obiekt, suma czy stopienie, składający się dokładnie z wszystkich φ-ów. Obiekt ten oznaczany będzie przez „$\sigma x(\varphi x)$", a zdefiniowany jest następująco:

DM2 $\sigma x(\varphi x) := \iota y \forall z(O(y, z) \leftrightarrow \exists x(\varphi x \wedge O(x, z)))$

Gdzie operator deskrypcji określnej 'ι' podlega zwykłej russellowskiej logice. Z pomocą operatora stapiania definiujemy inne użyteczne pojęcia:

DM3 $x + y := \sigma z(P(z, x) \vee P(z, y))$ *stopienie*

DM4 $x \times y := \sigma z(P(z, x) \wedge P(z, y))$ *produkt*

DM5 $x - y := \sigma z(P(z, x) \wedge \neg O(z, y))$ *różnica*

DM6 $-x := \sigma z \neg O(z, x)$ *dopełnienie*

Boundaries, „Data and Knowledge Engineering" 20 (1996), s. 287–303; A.C. Varzi, *Parts, Wholes, and Part-Whole Relations: The Prospects of Mereotopology*, „Data and Knowledge Engineering" 20 [3] (1996), s. 259–286.

Dopełnieniem obiektu x jest obiekt, który otrzymamy, gdy wyobrazimy sobie, że x zostaje usunięte z całości, jaką jest wszechświat.

4.2. Właściwa zależność

Jak widzieliśmy, można mereologicznie łączyć z sobą substancje i przypadłości, otrzymując w ten sposób różne rodzaje całości większych od całości wyjściowych. Jednak same substancje i przypadłości nie są mereologicznie powiązane: substancja nie jest całością składającą się z przypadłości jako swoich części. Raczej obie formalnie wiąże właściwa zależność, którą można zdefiniować następująco[18]:

DD1 $SD(x,y) := \neg O(x,y) \wedge \sim_x (\exists! x \to \exists! y)$ *właściwa zależność*

gdzie '$\sim_x$' oznacza operator konieczności *de re*: *„x jest z konieczności takie, że"*[19], natomiast '$E!$' jest predykatem istnienia definiowanym w zwykły sposób przy użyciu kwantyfikatora szczegółowego: $E!x := \exists y(y = x)$ Powiedzieć więc, że x właściwie zależy od y, to powiedzieć, że x i y nie zachodzą na siebie oraz że x jest z konieczności takie, że jeśli x istnieje, to y także istnieje.

W łatwy sposób możemy teraz zdefiniować wzajemną oraz jednostronną właściwą zależność:

DD2 $MSD(x,y) := SD(x,y) \wedge SD(y,x)$ *wzajemna właściwa zależność*

DD3 $OSD(x,y) := SD(x,y) \wedge \neg MSD(x,y)$ *jednostronna właściwa zależność*

Mój ból głowy na przykład zależy ode mnie w sensie właściwej zależności jednostronnej. W ogóle przypadłości z sub-

[18] Zob. także K. Fine, *Part–Whole*; por. z omówieniem „pojęciowej" zależności w: P.M. Simons, *Parts*....

[19] Zob. B. Smith, *Boundaries: An Essay in Mereotopology*, [w:] L.H. Hahn (ed.), *The Philosophy of Roderick Chisholm*, Chicago–LaSalle 1997, s. 534–561.

stancjami jako ich nośnikami formalnie wiąże wyłącznie jednostronna właściwa zależność. Przypadki, w których obiekty związane są z sobą *wzajemną* właściwą zależnością, obejmują na przykład relację pomiędzy północnym i południowym biegunem magnesu lub pomiędzy wspomnianą wcześniej jednostkową barwą, nasyceniem i jasnością. Podobnie, istnieją przypadki, w których obiekt znajduje się w relacji właściwej zależności z więcej niż jednym obiektem. Są to przypadki — takie jak pocałunki i uderzenia — które nazwaliśmy wcześniej relacyjnymi przypadłościami i które równocześnie zależą od kilku substancji.

4.3. Oddzielność

Kolejnym formalnym związkiem, w pewnym sensie przeciwieństwem właściwej zależności, jest relacja oddzielności. Definiujemy:

DD4 $MS(x,y,z) := P(x,z) \wedge P(y,z) \wedge \neg O(x,y) \rightarrow \neg \sim_x \exists w P(w,y) \wedge \neg \sim_y \exists w P(w,x)$ *wzajemna oddzielność*

x i y są niezachodzącymi na siebie częściami z, zaś x nie jest koniecznie takie, że którakolwiek część y istnieje, a y nie jest z konieczności takie, że istnieje którakolwiek część x. Na przykład x i y mogą być kamieniami, zaś z ich parą.

Oddzielność również może być jednostronna:

DD5 $OS(x,y) := PP(x,y) \wedge \exists w(P(w,y) \wedge \neg O(w,x) \wedge SD(w,x)) \wedge \neg \exists w(P(w,y) \wedge \neg O(w,x) \wedge SD(x,w))$ *jednostronna oddzielność*

(1) x jest właściwą częścią y, oraz (2) pewna część y różna od x jest właściwie zależna od x, oraz (3) x nie jest właściwie zależne od żadnej części y różnej od x. Na przykład x jest człowiekiem, a y sumą x i jednej z jego myśli bądź x jest przewodnikiem prądu, a y tym przewodnikiem wraz z jego chwilowym ładunkiem elektrycznym.

5. Topologia

5.1. Substancja i topologia

Intuicyjnie substancja jest obiektem, który nie pozostaje z niczym w relacji właściwej zależności i który nie posiada dających się oddzielić części. Oczywiście możemy oderwać rękę lub nogę od substancji, jednak rezultatem takiego oderwania będą nowe obiekty, różniące się od swych poprzedników (*przyłączonej* ręki lub nogi) posiadaniem zwartych brzegów. Oderwana ręka sama jest substancją. Substancje na ogół różnią się od przyłączonych do siebie właściwych części składowych tym, że posiadają zwarte brzegi — dwuwymiarowe powierzchnie stawiające czoło, by tak rzec, otaczającej rzeczywistości.

5.2. Pojęcie przekształcenia

Aby uczynić zadość tym ideom, musimy wzbogacić nasze formalnoontologiczne instrumentarium o narzędzia topologiczne. Standardowe wprowadzenia do podstawowych pojęć topologii wychodzą od pojęcia *przekształcenia*. Przestrzenne ciało, takie jak kawałek gumy, możemy przekształcać na różne sposoby nie przecinając go, ani nie rwąc. Możemy je odwrócić, rozciągnąć lub ścisnąć, przesunąć, zgiąć, skręcić czy jeszcze w inny sposób urobić jego kształt. Pewne własności ciała generalnie nie będą się zmieniać w takich przekształceniach — w tych, które są neutralne w odniesieniu do kształtu, rozmiaru, ruchu i położenia. Przekształcenia te można zdefiniować także jako te, które nie mają wpływu na możliwość połączenia linią ciągłą dwóch punktów na powierzchni bądź wewnątrz ciała. Te z przestrzennych własności ciał, które są niezmienne ze względu na te przekształcenia (szerzej: na te przekształcenia, które nie wpływają na integralność ciała — lub innego rodzaju struktury przestrzennej — od którego rozpoczęliśmy rozważania), nazywać będziemy „topologicznymi własnościami przestrzennymi”. Własności te nie będą zatem niezmienne ze względu na bardziej radykalne przekształcenia — nie tylko te, które wiążą się z cięciem lub rwaniem, lecz także te, które wiążą się ze sklejaniem części lub wierceniem dziur w ciele.

Własność bycia (pojedynczym, spójnym) ciałem jest topologiczną własnością przestrzenną, podobnie jak pewne własności związane z posiadaniem dziur (dokładniej: własności związane z posiadaniem tuneli i wewnętrznych otworów). Topologicznymi własnościami przestrzennymi są także własność bycia *kolekcją* ciał oraz własność bycia *nieoddzieloną* częścią ciała. Topologiczną własnością przestrzenną talii kart do gry jest to, że składa się ona z określonej liczby *odrębnych* kart, topologiczną zaś własnością przestrzenną mojej ręki jest to, że jest *połączona* z moim ciałem.

Pojęcie własności topologicznej oczywiście może zostać uogólnione tak, by wykraczało poza przypadek przestrzeni. Klasa zjawisk ustrukturyzowanych topologicznymi własnościami przestrzennymi jest w istocie szersza niż klasa zjawisk, do których stosuje się, na przykład, geometria euklidesowa z jej ściśle określoną metryką. Topologiczne własności przestrzenne przysługują zatem również umysłowym obrazom przestrzennie rozciągłych ciał. Topologiczne własności przestrzenne można także dostrzec w dziedzinie czasu: są one tymi własnościami struktur czasowych, które są niezmienne ze względu na takie przekształcenia jak (na przykład) rozciąganie (spowalnianie, przyspieszanie) czy przemieszczanie się w czasie. W tym temporalnym sensie można uznać, że interwały czasu, melodie, proste i złożone zdarzenia, działania i procesy posiadają topologiczne własności. Ruch odbijającej się piłki może być topologicznie izomorficzny z innym, wolniejszym lub szybszym ruchem na przykład pstrąga w jeziorze lub dziecka skaczącego na drążku pogo.

5.3. Zależność brzegowa

Zapoznaliśmy się z wprowadzeniem do podstawowych pojęć topologii, rozpoczynającym się od kategorii przekształcenia topologicznego. Alternatywnie można rozpocząć od pojęcia brzegu. Brzegi są również bytami zależnymi, chociaż natura ich zależności jest różna od właściwej zależności przypadłości od substancji. Aby zobaczyć, dlaczego tak jest, rozważmy relacje pomiędzy powierzchnią jabłka a całym jabłkiem. Jabłko jest nośnikiem swojej powierzchni, niewątpliwie jest ona zatem od niego zależna. Mimo to powierzchnia jabłka może przetrwać zniszczenie nawet znacznej jego części, pod warunkiem, że zniszczenia ograniczą się do jego wnętrza. Zgodnie z ontologią brzegów[20], brzeg x jest związany z nośnikiem y w następujący sposób: (1) x jest właściwą częścią y i (2) x jest koniecznie takie, że albo istnieje y, albo istnieje jakaś część y, w której właściwie zawiera się x i (3) każda część x spełnia (2). Symbolicznie:

DB1 $BD(x,y) := PP(x,y) \wedge \sim_x (E!y \vee \exists w(P(w,y) \wedge P(x,w) \wedge x \neq w)) \wedge \forall z(z \leq x \rightarrow \sim_z (E!y \vee \exists w(P(w,y) \wedge P(z,w) \wedge z \neq w))$
zależność brzegowa

Warunek (2) służy uchwyceniu topologicznego pojęcia otoczenia. Z grubsza biorąc, brzeg określonego wymiaru nie może nigdy istnieć sam, lecz istnieje zawsze jako część jakiegoś rozciągłego otoczenia wyższego wymiaru. Nie istnieją we wszechświecie takie punkty, linie czy powierzchnie, które nie są brzegami materialnych rzeczy wyższego wymiaru. Warunek (3) służy wykluczeniu z kategorii brzegów obiektów powstałych przez połączenie brzegów z obiektami nie-brzegowymi (czyli na przykład jabłka w połączeniu z cienkim włoskiem wyrastającym z jego powierzchni).

Relacja zależności brzegowej zachodzi zarówno pomiędzy brzegiem i substancją, którą ogranicza, jak i pomiędzy samymi brzegami. Tak więc zerowymiarowe przestrzenne brzegi (punkty) pozostają w relacji zależności brzegowej zarówno z jedno- oraz dwuwymiarowymi brzegami (liniami i powierzchniami), a także z trójwymiarowymi substancjami, które są ich ostatecznymi nośnikami. Należy zauważyć, że relacja zależności brzegowej nie zachodzi pomiędzy przypadłością a jej substancjalnym

[20] Zarysowaną w B. Smith, *Boundaries…*

nośnikiem. Z pewnością moja aktualna myśl spełnia warunek, zgodnie z którym nie może istnieć, jeśli nie istnieję ja lub jakaś wystarczająco duża cześć mnie. I z pewnością każda cześć mojej aktualnej myśli także spełnia ten warunek. Jednak moja aktualna myśl zależy ode mnie właściwie i tym samym, z definicji właściwej zależności, nie jest częścią mnie.

5.4. Pojęcie domknięcia

Oba zarysowane powyżej podejścia do topologii można połączyć w jeden system przy pomocy pojęcia *domknięcia*, o którym możemy myśleć jako o tego rodzaju operacji, która zastosowana do obiektu x, daje w rezultacie całość obejmującą zarówno x, jak i jego brzegi. Za podstawę naszej definicji domknięcia służą zarysowane powyżej pojęcia mereologiczne, dzięki którym zaksjomatyzujemy topologię, która jest mereologicznym odpowiednikiem klasycznej topologii[21].

Operacja *domknięcia* (c) definiowana jest tak, aby spełniała następujące aksjomaty:

AC1 $P(x, c(x))$ *rozszerzalność*
(każdy obiekt jest częścią swojego domknięcia)

AC2 $P(c(c(x)), c(x))$ *idempotencja*
(domknięcie domknięcia niczego nie dodaje do domknięcia obiektu)

AC3 $c(x + y) = c(x) + c(y)$ *addytywność*
(domknięcie sumy dwóch obiektów jest równe sumie ich domknięć)

Aksjomaty te — tak zwane aksjomaty Kuratowskiego — definiują dobrze znany rodzaj struktury *algebry domknięć*, która

[21] Zob. B. Smith, *Mereotopology…*; A.C. Varzi, *On the Boundary between Mereology and Topology*, [w:] R. Casati, B. Smith, G. White (eds.), *Philosophy and the Cognitive Sciences*, Hölder-Pichler-Tempsky, Vienna 1994, s. 423–442; A.C. Varzi, *Parts...*

jest algebraicznym odpowiednikiem najprostszego rodzaju przestrzeni topologicznej[22].

5.5. POJĘCIE SPÓJNOŚCI

Korzystając z pojęcia domknięcia możemy zdefiniować standardowe topologiczne pojęcie (symetrycznego) brzegu $b(x)$, w następujący sposób:

DB2 $b(x) := c(x) \times c(-x)$ *brzeg*

Należy zauważyć, że trywialną konsekwencją tej definicji brzegu jest to, że brzeg obiektu jest w każdym przypadku także brzegiem dopełnienia tego obiektu.

W istocie asymetryczne pojęcie „granicy" można zdefiniować w standardowej topologicznej terminologii jako przekrój obiektu z domknięciem jego dopełnienia:

DB3 $b^{*} := x \times c(-x)$ *granica*

W rzeczywistości, podczas gdy aksjomaty Kuratowskiego zostały sformułowane przy pomocy pierwotnego topologicznego pojęcia domknięcia, Zarycki pokazał[23], że zestaw aksjomatów równoważnych aksjomatom Kuratowskiego, można sformułować także w przy pomocy pierwotnego pojęcia granicy. To samo tyczy się także pojęć wnętrza i brzegu. Bardziej ambitnym projektem jest wypracowanie alternatywnych topologii, które uwzględniłyby brzegi prawdziwie asymetryczne, to znaczy takie, jakie zdają się występować na przykład w postrzeżeniach wzrokowych struktur typu obiekt-tło. Tutaj brzeg figury doświadczany jest jako jej część i jednocześnie nie jako brzeg tła, które doświadczane jest jako przebiegające za figurą. Coś podobnego stosuje się także do dziedziny czasu: początek i koniec

[22] Zob. K. Kuratowski, *Sur l'opération A de l'analysis situs*, „Fundamenta Mathematica" 3 (1922), s. 182–199.

[23] Zob. M. Zarycki, *Quelques notions fondamentales de l'Analysis Situs aux point du vue de'Algèbre de la Logique*, „Fundamenta Mathematica" 9 (1927), s. 3–15.

wyścigu, na przykład, nie są w tym samym sensie brzegami żadnych bytów dopełniających (całego czasu przed i po wyścigu), w jakim są brzegami samego wyścigu[24].

Pojęcie wnętrza definiowane jest następująco:

DB4 $i(x) := x - b(x)$ *wnętrze*

Obiekt domknięty możemy zdefiniować jako obiekt, który jest *identyczny z własnym domknięciem*. Podobnie *obiekt otwarty* to obiekt, który jest identyczny ze swoim wnętrzem. Dopełnienie domkniętego obiektu jest zatem otwarte, zaś dopełnienie obiektu otwartego jest domknięte. Niektóre obiekty będą częściowo otwarte, a częściowo domknięte (na przykład półotwarty przedział $(0, 1]$, który składa się z wszystkich liczb rzeczywistych x, które są większe od 0 i mniejsze lub równe 1). Pojęcia te można wykorzystać w celu połączenia dwóch wyróżnionych powyżej podejść do topologii w taki sposób: topologicznymi *przekształceniami* są te, które obiekty otwarte odwzorowują na obiekty otwarte.

Intuicyjnie, obiekt domknięty jest niezależny — jest obiektem, który może istnieć samodzielnie i nie wymaga żadnego innego obiektu, który pełniłby funkcję jego nośnika. Obiekt domknięty nie musi być jednak *spójny* w tym sensie, że można wyznaczyć ciągłą drogę z dowolnego punktu w jego obrębie do każdego innego, nie wykraczając poza sam obiekt. Pojęcie *spójności* również jest pojęciem topologicznym, które można zdefiniować następująco:

DCn1 $Cn(x) := \forall yz(x = y + z \rightarrow (\exists w\Big(P(w, x) \wedge P(w, c(y))\Big) \vee \exists w\Big(P(w, c(x)) \wedge P(w, y))\Big)$ *spójność*

[24] Na temat użyteczności tego typu odmiennych, nieklasycznych topologii dla ontologii formalnej zob. B. Smith, *Boundaries…*; B. Smith, *On Drawing Lines on a Map*, [w:] A. U. Frank, W. Kuhn (eds.), *Spatial Information Theory. A Theoretical Basis for GIS*, Berlin–Heidelberg–New York 1995, s. 475–484; B. Smith, A.C. Varzi, *Fiat and Bona Fide Boundaries: Towards an Ontology of Spatially Extended Objects*, [w:] *COSIT'97: Conference on Spatial Information Theory*, Berlin–Heidelberg–New York 1997, s. 103–120.

(gdy podzielimy obiekt spójny w dowolny sposób na dwie części x i y, to albo x zachodzi na domknięcie y, albo y zachodzi na domknięcie x).

Żadne z tych pojęć nie jest jednak satysfakcjonujące. Przy głębszym rozważeniu sprawy okazuje się, że całość złożona z dwóch sąsiadujących z sobą sfer, które — jeśli jest to w ogóle możliwe — zetkną się ze sobą na moment, spełniać będzie oba tak zdefiniowane warunki spójności. Użyteczne jest więc posłużenie się pojęciem *silnej spójności*, które wyklucza tego typu przypadki. Pojęcie to można zdefiniować następująco:

DCn2 $Scn(x) \coloneqq Cn(i(x))$ *silna spójność*
(obiekt jest silnie spójny, jeśli jego wnętrze jest spójne).

5.6. DEFINICJA SUBSTANCJI

Na tej podstawie możemy teraz zdefiniować substancję jako maksymalnie silnie spójny niezależny obiekt:

DCn4 $S(x) \coloneqq Scn(x) \land \forall y(P(x,y) \land Scn(y) \rightarrow x = y) \land \neg\exists z SD(x,z)$

Definicja ta nadal jest jednak dalece niekompletna. W ontologii dopuszczającej przestrzenne obszary ograniczenia narzucone przez silną spójność mogą nie wystarczyć do tego, aby oddzielić dwie substancje od obszarów przestrzennych, w których się znajdują[25]. Co więcej, istnieją przypadki pewnych problematycznych obiektów — na przykład płodu w łonie lub bliźniaków syjamskich — które nie są maksymalnie spójne, lecz które mimo to — ze względu na naturalną przyczynową lub dynamiczną integralność, którą wydają się posiadać — mogą zostać uznane za substancje. Substancje z istoty odznaczają także tym, że mogą zachować swą numeryczną identyczność w czasie, pomimo zmian

[25] Zob. R. Casati, A. Varzi, *Holes*…

jakim podlegają. Wyczerpująca analiza tego zagadnienia wymaga zatem uzupełnienia obecnego zarysu o ujęcie przestrzennego umiejscowienia, integralności przyczynowej oraz czasowej identyczności.

Z języka angielskiego przełożyli
Mateusz Kotowski i Bartłomiej Skowron

Basic Concepts of Formal Ontology

SUMMARY

The term 'formal ontology' was first used by the philosopher Edmund Husserl in his *Logical Investigations* to signify the study of those formal structures and relations – above all relations of part and whole – which are exemplified in the subject-matters of the different material sciences. We follow Husserl in presenting the basic concepts of formal ontology as falling into three groups: the theory of part and whole, the theory of dependence, and the theory of boundary, continuity and contact. These basic concepts are presented in relation to the problem of providing an account of the formal ontology of the mesoscopic realm of everyday experience, and specifically of providing an account of the concept of individual substance.