

**Włodzimierz Szkutnik**

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

# **SYSTEM EKONOMICZNY A SAMOORGANIZACJA – ZRÓŻNICOWANIA W KONTEKŚCIE TEORII SYSTEMU, STABILNOŚCI, ROZMAITOŚCI I KRYZYSU**

## **Wprowadzenie**

Wiedza o systemach ekonomicznych i finansowych jest częścią ogólnej teorii systemów, w związku z tym w pracy na jej tle zostaną zaprezentowane tematy łączące w całość wiele na pozór różnych dziedzin oraz dyscyplin naukowych i praktycznych. Głównymi obszarami wiedzy, w których będą prowadzone rozważania jest samoorganizacja z uwzględnieniem jej fizycznych odniesień, stabilność ze zwróceniem głównej uwagi na podstawowe segmenty stabilności, typologii istotnej dla stabilności, złożoności stabilności. Kierunek rozważań zostanie zwrócony na makroewolucyjne i systemowe projekcje zglobalizowanych układów oraz mechanizmów stabilności materialnych systemów.

Prezentowane w pracy spojrzenie na samoorganizację ma odniesienie do układów regionalnych na tle globalnego rozwoju, z czego wynika, że nie może być pominięty wątek współczesnego informacyjnego przeobrażenia technologii i stosunków społecznych. Ten aspekt w rozwoju myśli i materii był uwzględniany przez różnych uczonych, m.in. w teorii Ackoffa oraz różnorodności wizjonerskich antycypacji właściwej dla wiedzy o systemach. Umożliwia to zunifikowanie tych różnorodności i ich adaptacji w dostarczaniu odpowiedzi na podejmowane praktyczne kwestie, w tym wieloznaczności zewnętrznych warunków mających wpływ na systemowe ujęcie, strategie proveniencji systemów z cechami wieloznaczności.

Osobliwy wniosek o znaczeniu teoretycznym i praktycznym, określający warunki zróżnicowania regionalnego rozwoju globalnego, będzie się odnosić do specyfiki kryzysów.

## Kryzys – aspekt finansowy i antycypacja stanu edukacji i zatrudnienia

Kryzys jako stan systemu zostanie rozpatrzony w aspekcie deflacji finansowo-ekonomicznej mającej dla współczesnej gospodarki znaczenie fundamentalne.

Przy całej złożoności kryzysu, antycypacji i rozstrzygnięcia wymaga egzystencjonalna wizja rozwoju społecznego eliminującego przyszłe stany ekonomii różnych regionów świata, w których pojawiają się zjawiska ekstremalne. Są nimi głównie głód i wykluczenie społeczne. Te dwa bieguny problemów przyszłości łączą się z badaniami nierówności jakości edukacji w układzie międzykulturowym i w szkolnictwie wyższym oraz związaną z tym praktyką niedostosowania rynku pracy do zmieniającego się otoczenia w niekorzystnych uwarunkowaniach demograficznych. Dla sytuacji generujących kryzys istotne jest także aktywne starzenie się na rynku pracy i w edukacji z włączeniem do tego układu niepełnosprawności. Tematy, takie jak jakość a nierówność w edukacji i na rynku pracy nie mogą pozostać niewzględnione w analizie kryzysów. Wydają się one nie związane z kryzysem w aspekcie finansowym, lecz jednak są i to istotnie silnie wyrażone. Praktyczne programy rozwiązania takich semi-problemów projektowane w różnych badaniach dotyczą: edukacji dla społeczeństwa obywatelskiego, uczenia się przez całe życie w relacji do zatrudnienia, asymilacji cudzoziemców na lokalnych rynkach pracy, dziedziczenia nierówności społecznych w edukacji i na rynku pracy, przyjaznych rodzinie warunków pracy, międzypokoleniowego uczenia się w relacji do zatrudnienia.

W tym kontekście można postrzegać zjawisko wywoływania i powstawania kryzysów, w tym eliminację interesów określonych kręgów finansowych i ekonomicznego establishmentu. Ich samoistość jest bowiem niekonieczna dla rozwoju, lecz zaporowa dla przemian prospołecznych w postrzeganiu całości problematyki rozwoju. Nieliczne grono głównych posiadaczy zasobów kapitałowych w proporcji do reszty ludzkości nie jest motorycznym czynnikiem przeobrażeń systemowych.

Dla oceny tej problematyki będą wprowadzone określenie, klasyfikacja i właściwości kryzysu. Nie będą natomiast podjęte w rozważaniach tematy odnoszące się do diagnostyki i polaryzacji jako elementów charakterystycznych dla kryzysu. Istotna jest też ocena prognozowania i planowania kryzysów, która to tematyka wymaga jednak szczególnego skupienia i szerszego rozwinięcia, co mija się z celem tej pracy.

## Kryzysy i ich znaczenie dla rozwoju

Głównym przesłaniem artykułu na tle obecnego kryzysu finansowego jest próba rozstrzygnięcia, czy kryzysy stymulują twórczą aktywność, a może także innowacyjność zdeprecjonowaną, przez niewłaściwe rozumienie tego pojęcia. Należy jednak wyraźnie stwierdzić, że praca w jej obecnym kształcie nie претенduje do wyjaśnienia istoty kryzysów ekonomicznych, a jedynym jej celem jest

usytuowanie zjawiska kryzysów w ogólnej zjawiskowo obserwowalnej zmienności. W zmienności, w której pojawiają się zjawiska ekstremalnie odstające od typowych, mogące być określane stymulatorami kryzysu.

Kryzys to nie tylko, tak jak w gospodarce, stan stagnacji i cofania istotnych makroekonomicznych stymulatorów rozwoju, wywołujących dekonstrukcję, lecz także współwystępowanie konwergencji i łączenie systemów gospodarczych ze splotem sprzecznych ideologii politycznych mających znaczenie w rozwiniętym systemie gospodarki rynkowej. Kryzys szczególnie z lat 90. XX w. po czasie rewolty gospodarczej, a obecnie finansowej nie jest unikalny na przestrzeni dziejów. Kryzysy są czymś zwykłym w koniunkturalnym układzie gospodarczym systemu kapitalistycznego i jego postkapitalistycznej odmianie w oprawie globalistycznej, łączącej groteskowe formy politycznych systemów w zarządzaniu państwem – od ich form demokratycznych w rozumieniu państw Zachodu, poprzez starające się im dorównać państwa dawnego układu realnego socjalizmu aż do współistniejących systemów zarządzanych autorytarnie. „Zwykłość” kryzysów w koniunkturalnym układzie zglobalizowanej gospodarki oraz ich cykliczność przyjęły jednak obecnie nieco inne formy. Są one ponadto postrzegane przez polityczny establishment jako okres uśpienia gospodarczego. Odbywa się to w warunkach ekspresji społecznej, niewystępującej w dawnych czasach. Zinformatyzowanie form przekazu wywołuje nasilenie zmienności i siły reakcji całego układu gospodarczego, finansowego i społecznego. Złożoność tego splotu okoliczności nie jest łatwe do opanowania. Tym bardziej, że w przeciwieństwie do minionych dziejów nie są możliwe rozwiązania eliminujące takie stany poprzez wojny imperialne, niekiedy długotrwałe, lecz zdecydowanie wyniszczające całe populacje.

Stan kryzysu, na którym została skupiona uwaga, jest być może nieprecyzyjnie zidentyfikowany, sprzyja jednak notowaniu określonych prawidłowości – w takim okresie można nie tylko wszechstronnie testować teorię, ale także na jego podstawie tworzyć nową, konstruować algorytmy, modele umożliwiające uzyskiwanie rozwiązań wyprowadzających gospodarkę i układy społeczne ze stanu kryzysu. Pozwala to także na tworzenie nietrywialnie sformułowanych hipotez w antycypacji wpływu stanu aktualnego na okresy przyszłe, niełatwe do przewidzenia na gruncie naukowej precyzji.

W analizowanym obszarze badawczym jaki formują kryzysy najbardziej adekwatnym określeniem jest nazwanie tej tematyki **ewolucjoniką**. Określenie to mieści się w problematyce analizowanej i formułowanej przez ogólną teorię systemów, a jednocześnie jest odróżnialne od nieprzystającego do takiej sytuacji paralelnego określenia **ewolucja** lub ewolucjonizm. Tak jest w wypadku ogólnej teorii systemów, a szczególnie w proponowanym w pracy ujęciu tematyki samoorganizacji, która wynika głównie z obserwacji sfery realnych współcześnie zjawisk.

## Cele, determinanty i uwikłania problematyki ogólnej teorii systemów

Czynnikiem umożliwiającym opis dowolnej materialnej lub teoretycznie sformułowanej działalności jest w ogólnej teorii systemów graniczna uniwersalność. Ograniczeniem w takim podejściu do realnej sfery są też wyniki o charakterze ogólnym niepretendujące do uzyskania specyficznego wyniku szczegółowego.

Współczesne teorie systemów są rozwijane przez różnych autorów. Nie ma natomiast wiodącej teorii. Rozwijają ją z powodzeniem uczeni rosyjscy i amerykańscy. Prowadzone są w kierunku syntetycznej ewolucji ekologii, ewolucji geosfer, termodynamicznej teorii struktury, stabilności i fluktuacji, teorii informacji i niezawodności związków, statystycznej fizyki, ogólnej organizacji nauki, geografii, biologicznej różnorodności lasów, teorii katastrof, ergoentropii, samoorganizacji w nierównoważnych systemach stabilności i złożoności w matematycznej ekologii, ewolucjoniki, systemowej analizie ekonomicznej informacji, metod syntetycznej geografii, entropijnego świata oraz cybernetyki, która łączy te podejścia i aplikacje.

Przy wyprowadzaniu szczegółowych wniosków z obserwacji ogólnych prawidłowości należy zwrócić uwagę na konieczność stworzenia teoretycznego łącznika w postaci systemowych teorii powstałych na użytek regionalny. Przykładowo, teorią taką może być cybernetyka, termodynamika lub teoria informacji. W niniejszej pracy starano się wykazać jaki jest wkład i jak funkcjonuje idea systemów na poziomie regionalnych teorii: samoorganizacji, stabilności, różnorodności i kryzysów. Są to teorie jak najbardziej aktualne i na które istnieje zapotrzebowanie, ale jak dotąd niedostatecznie rozwinięte.

Należy zatem uściślić, co w teorii systemów jest do wyjaśnienia. Nie jest to niestety takie oczywiste i proste zadanie. Bardzo lakonicznie wyrażając odpowiedź na tę kwestię, można by filozoficznie ująć to w wyrażeniu – *co jest, co może być, a czego nie może być nigdy*. Parafrazując mieści się to w triadzie słów: niepewność, antycypacja i ryzyko, niemożność. Ujawnia się w tym ogromna praktyczna właściwość teorii systemowego formułowania problemów fizycznych, wyidealizowanych i egzystencjalnych. W przekazie sformułowanym bardziej prozaicznie można próbować to porównać z drogą prowadzącą przez zaułki, a wyznaczoną przez teorię ograniczoną „ścianami” obiektywnych praw, których znajomość pozwala na zaufanie intuicji. Istotne jest by droga ta prowadziła do celu, w zamian za poszukiwanie innego sposobu, co wymaga jednak wniesienia pewnej energii i straty czasu, by dojść do celu przez ścianę. Ma to znaczenie, gdyż często prezentowane teorie są przydatne nie tylko dla specjalistów – uczonych szerokiego kręgu specjalistycznych dyscyplin, ale także dla analityków, biznesmenów lub menedżerów działających w dużych systemach. Tak jest np. w wypadku aplikacji ogólnej teorii systemów w formalnym wykładzie z zakresu ekologii, co może wydawać się dość nieoczekiwane, szczególnie na podstawie tego co już tu stwierdzono, przede wszystkim w kontekście kryzysu.

Zdarza się to jednak często, gdy następuje wprowadzenie do konkretnego interesującego nas zagadnienia z wyższego pułapu postrzegania złożonej problematyki, która nas szczególnie interesuje. Wydaje się przez to, że autor odchodzi od sedna sprawy, że rozważania mają niespójny charakter. Złożoność jako forma nieskończoności jest jeszcze równoważona jej dwiema innymi formami, a mianowicie nieskończonością małości (świat cząstek elementarnych) oraz nieskończonością wielkości (wszechświat), której częścią jest człowiek. Jest to stanowisko de Chardina tłumaczącego racjonalistycznie miejsce człowieka we wszechświecie.

W dalszych podrozdziałach dążono do tego, by część teorii została doprowadzona do postaci konkretnych formuł i algorytmów oraz aby zostały rozpatrzone praktyczne kwestie i interpretacje podanych wyników. Umożliwi to zastosowanie tej teorii w badaniu oraz monitorowaniu realnych systemów – przyrodniczych, socjalnych i ekonomicznych.

Na zakończenie tych wstępnych uwag należy wyjaśnić, jaki jest cel takiej nieco uwikłanej formy wprowadzenia do tematyki mającej opisać istotę kryzysu w znaczeniu systemowym, ale w odniesieniu do gospodarki. Wynika to ze stanowiska przyjmowanego w pracy, a dotyczącego spojrzenia na kryzys z innej pozycji, z innego stanowiska niż jest przyjmowane w pracach klasyków ekonomii. Wyższy punkt obserwacji rzeczywistości i abstrakcji w jej postrzeganiu, jaki umożliwia ogólna teoria systemów, może być podstawą do wypracowania zasady mającej zastosowanie przy konstruowaniu szczególnych teorii – prostych, logicznych, pełnych i niesprzecznych. Z racji tego, że poznawczy potencjał nauki o systemach jest w pryncypiach nieograniczony, może teoretycy przyjmą ten sposób jako wygodny i przydatny.

## 1. Model samoorganizacji

Model jako wzór naśladowany różne relacje rzeczywistości materialnej i ideowej jest tym, czym posługujemy się w życiu codziennym oraz co dla teoretyków myśli jest podstawą formułowania sądów, a dla analityków potwierdzenia hipotez i uzyskania antycypacji wartości realnych, takich jak ceny surowców, walorów na rynku kapitałowym, oceny stopnia zagrożenia czymś niepożądanym, a zatem oceny ryzyka itp. Prowadząc rozważania, np. o sensie istnienia, egzystencji, prawach historycznych, ekonomicznych posługiwano się swoistym rodzajem modelu będącym wyobrażeniem bytu, idei i materii, co stanowiło dla uczonych w dawnych wiekach, a także obecnie podstawę do snucia dywagacji mających swe źródła w doświadczeniu oraz obserwacji świata realnego i własnych doznań, a często wizji. Mnogość koncepcji wypracowanych na przestrzeni dziejów dotyczyła bytów realnych, np. prawa Archimedes, Pitagorasa, Platona czy Kopernika oraz idei o naturze filozoficznej.

„Materia z samej swej natury podlega **wielkiemu biologicznemu prawu złożoności**” [Horgan, 1999]. Stwierdzenie to, sformułowane przez Pierre Teilharda de Chardina w pierwszej połowie XX w., jest w intencji pracy nad kryzysem społecznym i gospodarczym, myślą przewodnią dalszych rozważań, w których będą istotne takie pojęcia, jak: samoorganizacja, stabilność, różnorodność oraz kryzys. Myśl de Chardina może być potraktowana jako epigraf całej pracy. Jest tak niezależnie od tego, że może być w wielu aspektach nieprzystawalna i buntownicza względem współczesnego naukowego światopoglądu. Można przyjąć, że de Chardin był twórcą „prawa złożoności i świadomości” oraz wyrażał przez to związek przyrostu złożoności i ewolucji biologicznej. Według tego prawa ma się ujawniać skłonność materii do tworzenia coraz bardziej złożonych form uporządkowania. Agregaty te składają się z form mniej złożonych, co wyraża tzw. prawo kompleksyfikacji, które jest antytezą symplifikacji (uproszczenia). Racjonalizm w jego podejściu do myśli i materii, przejawiający się w twierdzeniu, że człowiek pojawił się we wszechświecie jako efekt jednej z mutacji, tłumaczy też miejsce człowieka w liniowo ułożonej materii świata – od wielkości najniższych, średnich, gdzie znajduje się człowiek, do sfery najwyższej, wyrażającej złożoność w znaczeniu jej nieskończoności jako formy równowagi między małością a wielkością. Są to jednak stwierdzenia przedstawiające jego myśl dość mistycznie.

Przyjmijmy pogląd, że oddzielne systemy, z reguły biologiczne, są bardziej przystosowane do samoorganizacji i szybciej stosują się do wyłączenia ich z ogólnego prawa globalnego wzrostu entropii, które bezwarunkowo obejmuje całą nieożywioną materię, a także ożywione obiekty na określonym stadium ich rozwoju. Wtedy należy także przyjąć a priori, że porządek może pojawić się z chaosu, ale tylko przy określonym splocie zewnętrznych warunków, zakres których określa w ostateczności jego stabilność. Światowymi procesami rządzi II zasada termodynamiki – to prawo w samej rzeczy o samoorganizacji „materii w ogólności”, a przede wszystkim nieorganicznej, co w tych warunkach jest w mniejszym stopniu nieupoważnione. Entropię w jej pierwotnym określeniu można rozumieć jako termodynamiczną funkcję stanu. Określa ona kierunek przebiegu procesów spontanicznych (samorzutnych) w odosobnionym układzie termodynamicznym. Entropia jest miarą stopnia nieuporządkowania układu. Jest to wielkość ekstensywna, która zgodnie z II zasadą termodynamiki zawsze rośnie, gdy układ termodynamiczny przechodzi od jednego stanu równowagi do drugiego, bez udziału czynników zewnętrznych (a więc spontanicznie). Pojęcie entropii wprowadził niemiecki uczoney Rudolf Clausius. W latach 60. węgierski matematyk Alfred Renyi uogólnił pojęcie entropii do zbioru funkcji, za pomocą których można opisać ilościowo **różnorodność, niepewność** czy **losowość systemu**. Miara ta od jego nazwiska jest nazywana entropią Renyiego.

Entropię można interpretować jako niepewność wystąpienia danego zdarzenia elementarnego w następnej chwili. Jeżeli zdarzenie występuje z prawdopo-

dobieństwem równym 1, to jego entropia wynosi 0, gdyż z góry wiadomo, co się stanie – nie ma niepewności. Entropia ma pewne właściwe jej własności nadające niepewności pewien wymierny efekt. Własności entropii:

- jest nieujemna,
- jest maksymalna, gdy prawdopodobieństwa zajść zdarzeń są takie same,
- jest równa 0, gdy stany systemu przyjmują wartości tylko 0 albo tylko 1,
- własność superpozycji – gdy dwa systemy są niezależne, to entropia sumy systemów równa się sumie entropii,
- jeśli ze źródła danych są pobierane  $k$ -literowe ciągi, wówczas entropia wynosi:

$$H(x^{(k)}) = k \cdot H(x).$$

Definicja informacyjna była pierwotnie próbą ujęcia tradycyjnego pojęcia entropii (wprowadzonego w fizyce jeszcze w XIX w.). Okazało się jednak, że definicja ta jest przydatna w ramach samej teorii informacji [Haken, 2000]. Pojęcie entropii jest bardzo pomocne np. w dziedzinie kompresji danych. Entropię zerowego rzędu można obliczyć znając histogram ciągu symboli. Jest to iloczyn entropii i liczby znaków w ciągu. W literaturze rozwijającej ten aspekt pojmowania entropii, tzw. osiągi kodowania Huffmana są często zbliżone do tej granicy, jednak lepszą efektywnością charakteryzuje się kodowanie arytmetyczne. Przyjęcie modelu, w którym uwzględnia się kontekst znaku, pozwala zwykle na bardzo duże obniżenie entropii.

Taki jest w ogólnym zarysie współczesny aspekt postrzegania tego, co nieczęsto jest przez nas formułowane w analitycznym ujęciu lub co jest tylko efektem rozmyślań twórczo wykalkulowanych ocen w różnych dziedzinach nauki, a także sztuki. W dalszej części pracy nie będziemy już nawiązywać do wątków z pogranicza filozoficznego tłumaczenia naszego pojmowania różnych procesów rządzących materią i postawami człowieka w jego egzystencji przejawiającej się w całym jego splocie związków z materią.

## Problemy z samoorganizacją

Spójrzmy teraz na problemy od strony ich genezy, stawiając sobie na początku kilka oczywistych pytań.

**Pierwsza kwestia** – na ile jest uniwersalne prawo wszechobecnego wzrostu entropii?

Prowadząc rozważania z punktu widzenia procesów analogicznych do fizycznych widoczne jest, że nie można w sposób nieograniczony czerpać z możliwości kreatywnej myśli człowieka (II zasada), inaczej mówiąc możliwości twórczej innowacyjności są ograniczone. W pewnym momencie układ społeczny nie reaguje

na zmiany, staje się jałowy (równowaga). Następuje wymiana i są wytwarzane twory materialne i myślowe niedające skutecznych sposobów rozwiązania sytuacji, czyli nie ma możliwości dojścia do stanu równowagi akceptowalnej. Obserwujemy taki stan w rozwoju społecznym od tysiącleci, chociaż wydaje się to kompletnie niepojęte, gdyż zmieniają się warunki, otoczenie i potrzeby człowieka. Zgodnie z zasadą podstawową (I zasada), która obowiązuje w układach odosobnionych, i tak z reguły przyjmują ekonomiści, zachowuje się układ równowagi, w którym niejednokrotnie jest burzony porządek, jaki powinien istnieć w otoczeniu społecznym i gospodarczym, a układ wraca do stanu równowagi. Twierdzenie z zasady II jest zatem zgodne z zasadą I, ale nie istnieje niewyczerpalny zasób prorozwojowy. Nie można więc bez uzupełnienia układu społecznego i gospodarczego wkładem zmian rewolucyjnych w rozwoju społecznym przechodzić do wyższych poziomów stanów społecznie twórczych przy zachowaniu status quo pewnych istniejących relacji w całym układzie. Oznacza to, że perpetuum mobile II rodzaju nie istnieje.

Prowadzi to do dalszego wniosku – nie da się w pełni kontrolować procesów społecznych, np. nie można czerpać twórczej energii z przypadkowych zachowań jednostek lub całych grup społecznych. Z II zasady wynika bowiem, że układ globalny i duże jego segmenty po pewnym czasie też zaczną się zachowywać przypadkowo, a więc staną się bezużyteczne w znaczeniu równowagi społecznej. Miarą tej przypadkowości jest właśnie entropia. Aby czerpać z myśli człowieka skupionej w układzie globalnym, należy dysponować czymś bardziej zdystansowanym do tego układu. W innym przypadku nie osiągniemy postępującego rozwoju, a jedynie niesformalizowaną zmianę nieprzynoszącą obiektywnych korzyści wnoszących autentyczny a nie pozorny postęp. Powtarzalność błędów popełnianych przez społeczne grupy i ich elity na przestrzeni dziejów jest oczywistym tego uzasadnieniem.

Wydaje się uzasadnionym oczekiwanie dotyczące prawdziwości hipotezy o swoistym unicestwieniu dotychczas obserwowanego społecznego zachowania; odnosząc taki pogląd do II zasady w układzie globalnym doszłoby do stanu równowagi rozwoju społecznego i ekonomicznego. W każdym jednostkowym wymiarze stosunki społeczne byłyby zrównane, entropia osiągnęłaby stan zerowy. Zanikłaby wtedy wymiana myśli, kreatywne procesy oraz innowacyjność nie prowadziłyby do skutecznego odwracania niekorzystnego przebiegu procesów finansowych i gospodarczych. Czy zatem może dojść do takiej sytuacji? Byłaby to swoista nadinterpretacja II zasady, wynikająca z przeniesienia punktu rozważań spekulacyjnego postrzegania takiej sytuacji pochodzącego z fenomenologicznego ich ujęcia w dziedzinę przekraczającą zakres jej stosowalności, a mianowicie do kosmologii. Jest tak, bowiem II zasada odnosi się do globalnego układu, czy podukładów globalnego świata, będących w określonym stanie równowagi, także zupełnej i nie ma zastosowania ze względu na procesy przemian genetycznych przyrody żywej,



a być może także w kontekście nierozstrzygniętych jeszcze układów mikrocząstek i makrootoczenia Ziemi, jej usytuowania we wszechświecie.

### **Paradoks nieodwracalności**

Z interpretacją II zasady jest też związany swoisty paradoks. Z jednej strony wynika z niej, że wiele zjawisk obserwowanych w skali makroekonomicznej i społecznej może być nieodwracalnych. Z drugiej strony obserwacja statystyczna, z której ta zasada się wywodzi, zakłada, że każde jednostkowe zjawisko w skali mikroekonomicznej i społecznej, czyli w skali pojedynczych konsumentów i interakcji jest odwracalne. Mimo że wszystkie zjawiska makroekonomiczne są sumą odwracalnych zjawisk w mikroskali, przyjmuje się jednak – wbrew zdrowemu rozsądkowi – możliwość ich nieodwracalności. Procesy nierównowagowe z powodu tego paradoksu stały się przyczyną początkowego odrzucenia równania Boltzmana, które opisywało te procesy.

Paradoks ten ma ścisły związek między teorią a miarą, a więc z reguły pewnym abstrakcyjnym modelem w ekonomii. Interpretacja pomiaru układów zbiorowych jest oparta na teoriach tworzonych dla układów makroekonomicznych. Można powiedzieć, że pomiary te dotyczą sum uśrednionych zjawisk mikroskopowych. Dla takich pomiarów koncepcja entropii jako miary niepewności jest niezbędna teoretycznie. Gdyby jednak dało się w jakiś sposób przejść do pomiaru tych zjawisk na poziomie pojedynczych jednostek (konsument, przedsiębiorstwo), koncepcja entropii przestałaby być potrzebna. Liczba jednostek w rzeczywistych, makroskalowych układach doświadczalnych jest jednak bardzo duża (rzędu stałej Avogadra) i dlatego pomiar większości zjawisk ekonomicznych oraz fizycznych na poziomie mikroskalowym jeszcze długo pozostanie poza zasięgiem ekonomii, a nawet fizyki.

Z powyższych dywagacji wynika oczywista odpowiedź na sformułowaną pierwszą kwestię. Odpowiedź jest przecząca, gdyż II zasada odnosi się tylko do układu, co prawda nawet globalnego, ale izolowanego, który w życiu społecznym wymaga jeszcze oczywistych dalszych poszukiwań. Być może tak się kiedyś stanie. W wielu dysputach na niwie ekonomii, chociaż odniesienia tu prowadzone mają proveniencję fizyczną, dochodzi się do konsensusu, że realne systemy, nawet nieożywione, można traktować jako izolowane tylko z pewnym marginesem dopuszczalności. II zasada pozostaje jednak niezachwiana, jest uogólniona na układy nieizolowane.

**Druga kwestia** – skąd z punktu widzenia II zasady biorą się te przedmioty, które następnie są narażone na zgubny (szkodliwy) wpływ entropii?

Nie ma odpowiedzi i nie będzie, ponieważ kolejne zastosowanie prawa ogólnego wzrostu entropii prowadzi do idei Twórcy i określenia degradacji rzeczy, co jest możliwe dopiero wtedy, gdy rzecz ta istnieje. Powstaje pytanie skąd ją wziąć w świecie, w którym we wszystkich procesach entropia  $S$  wzrasta. W zapisie różniczkowym:

$$\frac{dS}{dt} > 0.$$

Pomimo tego, prowadzi to do ograniczenia uniwersalności II zasady i sugeruje przypuszczenia, że nie wszystkie procesy w tym świecie są „entropijne”, tzn. spełniają zasadę wzrostu entropii. Poszczególne z nich mogą nawet ulegać zasadzie zmniejszania się entropii.

W wyniku tego można twierdzić, że otrzymuje się ekonomiczno-społeczny taksonomiczny obraz globalnej gospodarki, który istnieje w chwili obecnej – jedno ogólne prawo, z dopuszczalnym niezliczonym zbiorem wyjątków. „Mapa” ta może się wydawać trochę paradoksalna, szczególnie dla niewtajemniczonego osobnika, ale także badacza skłonного uwierzyć w to, że np. zwykłe drzewo lub kamień to dyssypatywny układ, tj. taki, którego energia zmniejsza się rozpraszając w inne rodzaje energii lub któremu odpowiada lokalna anomalia entropii.

Takie rozmyślenia podnoszą poziom abstrakcji wywodów i umożliwiają głębsze badania fenomenu samoorganizacji. Przy czym określenie głębsze nie całkiem oddaje istotę rzeczy, bardziej adekwatnym jest rozszerzenie. W samej rzeczy – czym w istocie jest samoorganizacja, w najbardziej ogólnym rozumieniu tego słowa?

W aspekcie postrzegania organizacji społecznej i ekonomicznej instytucji, samoorganizację należałoby pojmować jako zespół samoistnych procesów, podążających ścieżką zmniejszającej się niewiedzy (entropii). Dla celów modelu samoorganizacji, należy wyjaśnić wreszcie explicite, czym jest entropia.

### Entropia w specyficznym znaczeniu wprowadzenia do samoorganizacji

W pewnym uproszczeniu entropia jest odpowiednikiem samoorganizacji jako samoistnego procesu, w którym w wyniku jego przemiany z prostej idei lub materii powstaje wytwór bardziej złożony. Jeśli wydaje się, że określenie to nie jest dostatecznie formalne, można wyjaśniając tę wątpliwość bardziej przekonująco wyjść z wyrażenia:  $a + b = c$ , gdzie  $a + b < c$ . Sprzecznie, ale za to dokładnie – całość jest większa od sumy części, co było rozpoznawane jeszcze w starożytności. Nie bacząc na pozorną trywialność, w określeniu tym istnieje niewątpliwa nadrzędność praw natury nad logiką formy zapisu – opisuje ono **wszystkie** znane i nieznanne procesy samoorganizacji, i to dotyczy bodajże także tych, którzy pojmują samoorganizację w innym znaczeniu.

Konsekwencje takiego ujęcia nieokreśloności, bo tego w istocie dotyczy entropia, jako odnośnik do pojęcia samoorganizacji, można formułować bardzo prozaicznie lub patrząc na tę kwestię z ogólnego poziomu abstrakcyjnego postrzegania procesów otaczającego nas świata. Warto pochylić się nad tą filozoficznie pojmowaną kwestią np. przez pryzmat dyssypatywności struktur, przykładowo o charakterze układów mechanicznego lub elektrycznego, których energia zmniejsza się w wyniku rozpraszania na zewnątrz, w wyniku zamiany na inne postacie energii, np. energii cieplnej albo jądrowej w wyniku promieniotwórczego charakteru ciężkich atomów. Sytuację taką spotykamy także w przypadku koherentności niektórych miar np. ryzyka, gdy suma ryzyk nie jest równa całkowitemu ryzyku jako efektowi ich oddziaływania.

Podobnie jest z negentropią rozważaną w teorii systemów i cybernetyce, gdy występuje negatywna lub ujemna entropia, przyjmowana jako miara stopnia organizacji. W takim aspekcie stanowi ona różnicę pomiędzy maksymalną możliwą wartością entropii, przy której występuje całkowita dezorganizacja systemu a jej bieżącą wartością. Przy dezorganizacji systemu negentropia maleje, podczas gdy entropia wzrasta – i na odwrót – wzrostowi organizacji odpowiada zawsze wzrost negentropii. W trakcie badań nad funkcjonowaniem organizmów żywych przez pojęcie negentropii opisywano zjawisko „eksportowania” entropii na zewnątrz przez żywe organizmy i złożone urządzenia techniczne (systemy) w celu utrzymania niskiego poziomu własnej, wewnętrznej entropii. W 1943 r., Erwin Schrödinger użył pojęcia **ujemnej entropii** w popularnonaukowej książce pt. *What is life? (Czym jest życie?)*, aby zjawisko to zilustrować w bardziej „pozytywny” sposób: organizm (system) importuje z zewnątrz negatywną entropię i składa ją wewnątrz. Jednakże w tym ujęciu jest to tylko alternatywny sposób opisu zjawiska mogącego być opisanym przy użyciu znanych wielkości – entropii i energii swobodnej. Leon Brillouin zastąpił z kolei termin: negatywna entropia pojedynczym słowem: **negentropia**. W 1974 r., Albert Szent-Györgyi zaproponował zastąpienie terminu negentropia słowem syntropia. Nie znalazło ono jednak większego uznania i negentropia jest nadal najczęściej używanym określeniem. Warto dla podniesienia podjętego ujęcia samoorganizacji jako samoistnego procesu wspomnieć jeszcze o hipercyklach i lokalnych skupieniach negentropii.

Obecnie pojęcie negentropii praktycznie nie jest używane w termodynamice i w teoriach wyjaśniających funkcjonowanie organizmów żywych. Termodynamiczna interpretacja zjawisk zachodzących w organizmach żywych została całkowicie opracowana i wyjaśniona z pomocą występujących w termodynamice pojęć, głównie dzięki fundamentalnym pracom Larsa Onsagera z termodynamiki procesów nieodwracalnych i Ilyi Prigogine’a z teorii procesów nierównowagowych, a szczególnie teorii struktur dyssypatywnych.

Problem pozornego naruszenia drugiej zasady termodynamiki został wytłumaczony. Przykładowo, w opublikowanej w 1982 r. książce *Principles of Biochemistry* amerykański biochemik Albert Lehninger argumentuje, że wytwarzaniu porządku w komórkach towarzyszy wzrost nieporządku w otoczeniu, który kompensuje, a nawet przewyższa wzrost porządku w komórkach. Według Lehningera: „Organizmy żywe utrzymują swój wewnętrzny porządek przez pobieranie z otoczenia energii swobodnej w formie pożywienia lub światła, a oddają do otoczenia równoważną ilość energii jako ciepło wraz z towarzyszącą mu entropią” [Lane, Talalay, 1986].

### Negentropia w teorii informacji i statystyce

W teorii informacji i statystyce negentropia jest miarą odległości rozkładu zmiennej, np. wartości cechy lub sygnału od rozkładu normalnego, i jest to jedna z miar koncentracji. Podstawą porównania jest rozkład normalny, ponieważ zmienna podlegająca temu rozkładowi charakteryzuje się największą entropią. Negentropia jest zawsze nieujemna, niezmienna względem dowolnego liniowego przekształcenia współrzędnych i równa zeru tylko, gdy zmienna ma rozkład normalny. Negentropia jest definiowana jako:

$$J(p_x) = S(\emptyset_x) - S(p_x),$$

gdzie  $S(\emptyset_x)$  jest entropią różnicową rozkładu Gaussa o takiej samej średniej i wariancji jak rozkładu,  $p_x$ , a  $S(p_x)$  jest entropią różnicową tego rozkładu. Entropia różnicowa jest zdefiniowana wzorem:

$$S(p_x) = - \int p_x(u) \log p_x(u) du .$$

Negentropię stosuje się także w przetwarzaniu sygnałów do analizy składowych niezależnych.

### Niezupełność Gödla

Twierdzenia matematyczne sięgają głęboko w myśl ludzkiej logiki stwarzającej podstawy do rozstrzygnięcia także samoorganizacji jako procesu mającego odniesienia nie tylko fizyczne. Wiele teorii, w tym ekonomicznych, są w podstawach określone nie tylko na obserwacji produkcji, popytu i podaży, a prawa sformułowane o równowadze gospodarczej ściśle łączą się z jej fizycznymi odniesieniami do teorii fizycznych. Udowodnione przez Gödla słynne twierdzenie o niezupełności jest tego przykładem i wykazaniem niepełności każdej teorii. Opublikowana w 1931 r. praca *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme. I* zawierała to, co dla myśli formuło-

wanych w innych naukach wywoływało, czy też powinno wywoływać, refleksje dotyczące egzystencji materialnej i duchowej, a więc odnoszące się do teorii fizycznych, ekonomicznych, społecznych i ogólnych filozoficznych już uznanych i tych, które będą dopiero powstawać. Wykazał w tej pracy, że w aksjomatycznej niesprzecznej teorii matematycznej zawierającej pojęcie liczb naturalnych, a więc to, co towarzyszy ludzkości od pojawienia się u niej myśli twórczej, a więc i świadomej pracy, da się sformułować takie zdanie, którego w ramach tej teorii nie da się ani udowodnić, ani obalić. Zakończyło to definitywnie wiele lat prób aksjomatyzowania całej matematyki, gdyż z twierdzenia Gödla wynika wprost, że jest to zadanie niewykonalne. Z twierdzenia tego wynika też, że matematyka nie jest i nie może być nauką zamkniętą i zakończoną, jak niektórzy do tego czasu sądzili.

W szczególności wynika z niego również, że żadnego **komputera** nie da się zaprogramować tak, by zdołał on rozstrzygnąć wszystkie problemy matematyczne i jest to stwierdzenie o kluczowym znaczeniu dla informatyki.

Gödel po emigracji do USA uzyskał obywatelstwo amerykańskie. Przy zdawaniu „egzaminu” ze znajomości konstytucji Stanów Zjednoczonych uznał, że sama konstytucja jest wewnętrznie sprzeczna logicznie, co usiłował udowodnić przed komisją egzaminacyjną. Na jego szczęście obecni przy tym przyjaciele matematyka (m.in. Albert Einstein) nie pozwolili mu na to. Gödel zajmował się również problemami ogólnej teorii względności – m.in. wyprowadził rozwiązania równania Einsteina dopuszczające podróżowanie w czasie. W tamtym okresie uważano to za poważną wadę teorii. Einstein twierdził później, że wiedział o istnieniu takich rozwiązań od samego początku, ale ukrywał to, gdyż słusznie uważał, że inni fizycy nie zaakceptują teorii pozwalającej na podróże w czasie.

Podjęmowane wyjaśnienia terminu samoorganizacja są w aspekcie powyższej zasady zupełności ściśle odpowiadające pojęciom grawitacji, elektromagnetycznym siłom, silnego i słabego wzajemnego oddziaływania, różnym potencjałom i chemicznemu środowisku. Są to terminy, za pomocą których wyjaśnia się przyczyny samoorganizacji obiektów materialnych. Czy dotyczy to także wzajemnych relacji wielkości ekonomicznych, finansowych inwestycji, w tym kapitałowych uwzględniających niepewność i ryzyko? Jak wyżej napisano, Gödel w swym twierdzeniu wykazał w istocie, że dla zbudowania teorii opartej na  $n$  aksjomatach potrzebny jest  $n + 1$  aksjomat, który z nich nie wynika. W XIX w. prawa termodynamiki nie mogły by być wyprowadzone z wyjaśniającej „wszystko” mechaniki Newtona, gdyby nie wprowadzono nowego „aksjomatu” – entropii, co było rozpoczęciem całego rozwoju fizyki i w konsekwencji w dalszym etapie teorii kwantowej rozwijającej zasadę zachowania energii i jej przemiany. Dokładnie to samo dotyczy wszystkich wymienionych wyżej „sił” – w istocie aksjomatów, umożliwiających w obszarze swojego przedmiotu skonstruowanie niesprzecznego modelu wyjaśniającego zjawiska nie tylko świata materialnego, ale także sformułowanie praw ekonomii, biologii, ewolucji Darwina i innych. Te wszystkie

niewyprowadzane znikąd aksjomaty, bynajmniej z żadnych teoretycznych przetworzeń, stawiały sobie wymóg postulatów, którym należy wierzyć, gdyż mają one w pełni pewną praktycznie weryfikowalną prawdziwość. Podstawą ich sformułowania były dopiero inne, nowe poznawcze modele. Główna ich wartość to praktyczne znaczenie dla tworzenia nowych technologii wytwórczych i nowych obiektów świata materialnego, które stały się podstawą twórców idei, teorii wyjaśniających relacje międzyludzkie, gospodarcze, będących podstawą wyjaśniania działań na takich obiektach jak rynki ekonomiczne itp.

Postulat właściwości jaką jest praktyczność ma pierwszorzędne znaczenie. Wracając do znaczenia modelu i jego praktyczności ważne jest czy wyjaśnia on na danym etapie konkretne fakty czy zjawiska. Przykładowo Platon nie znał teorii Van der Waalsa wzajemnego oddziaływania elektrostatycznego pomiędzy dipolami cząsteczkowymi i innych jego poznawczych odkryć dotyczących oddziaływania bliskiego zasięgu (do 0,5 nm), występującego w kryształach wszelkiego typu (dominujących w kryształach molekularnych), ponadto mających duże znaczenie m.in. w zjawiskach: absorpcji, skraplania gazów, solwolizy i innych. Mimo tego w swoich *Dialogach* wyjaśnił przyczynę deszczu, przypisując chmurom właściwość „deszczowości”. Rozwiązywało to przebogato wszystkie naukowe i gospodarcze pytania tych dni, pozostawiając potomnym tylko podziwianie zdumiewających zdolności dawnych umysłów i ich dostosowawczą umiejętność do uogólnień.

W związku z tym pojawia się ostatnie na tym etapie pytanie – czy nie będzie uzasadnione w praktycznym aspekcie uogólnienie wszystkich znanych „środków” i „sił” w jedyne pojęcie ogólnego, **systemowego pokrewieństwa (powinowactwa, środowiska)**, aby przeciwstawić go globalnemu paradygmatowi entropii? Umożliwiłoby to opisanie, przynajmniej w pewnej części, otaczającego świata bardziej symetrycznie (nie tak bezalternatywnie) i pomogło w rozszerzeniu określonych wyżej sprzeczności.

Właściwym wyjściem do dalszej analizy jest stwierdzenie stopnia praktyczności takiego założenia. Przydatne w takiej ocenie jest przesunięcie wszystkich przyczyn i mechanizmów samoorganizacji poza zakres jej podstawowych określeń, w tym silnych i słabych wzajemnych oddziaływań jądrowej fizyki, grawitację – do kosmogologii, pierwotne biostruktury – do synergetyki. Odwrócimy zatem problem i będziemy rozstrzygać nie o tym dlaczego są realizowane procesy samoorganizacji, ale co i w jaki sposób przy tym się dzieje lub powinno zachodzić. Podstawowe w tym problemie jest przyjęcie założenia o istnieniu samoorganizacji. Wtedy właściwym działaniem będzie konstrukcja modelu samoorganizacji, który da podstawy do abstrakcyjnej aproksymacji zbadania kierunków potencjalnych możliwości procesów. Umożliwi to odpowiedź na pytania „co jest, co może być, a czego nie może być nigdy”. Właśnie w takim schemacie termodynamika wykorzystuje pojęcie entropii, co w swoim czasie stało się podstawą do skonstruowania całego rozdziału współczesnej nauki i pozwoliło rozwiązać zestawy aplikacyjnych zadań, w tym

ekonomicznych, społecznych i z pogranicza fizjologii człowieka. Podłożem tego były dostrzeżone umiejętności postrzegania i przyjmowania odpowiednich względem otoczenia postaw umożliwiających racjonalne podejmowanie decyzji, także w aspekcie teorii racjonalnych oczekiwań, będącej podstawą w określeniu zasad i prawidłowości rządzących światem produktów, wymiany, popytu konsumpcji i podaży. Taka koncepcja zastosowana względem samoorganizacji jest zgodna i praktyczna, gdyż nawet w wypadku całkowitej opozycji do przytoczonej argumentacji nie można zaprzeczyć, że możliwy jest także inny aspekt tego problemu, wywodzący się chociażby tylko z „gry rozumu”. Można na tej płaszczyźnie rozważać i rozwijać następne idee i wywody prowadzące w końcu do istoty zjawiska kryzysów.

Na zakończenie tej wstępnej części artykułu dotyczącej pojęcia samoorganizacji, chociaż znanego i we wcześniejszych publikacjach z mniejszym lub większym skutkiem wdrażanego, należy wyraźnie zaakcentować, że obecne ujęcie nie jest całkowicie inne, lecz zawiera jednak pewien profil dystansujący go od wdrażanych wcześniej w ogólnonaukowych zasadach. Jest oczywiste, że jej głębia tkwi w starożytnej wschodniej filozofii, a w nowszych czasach była prezentowana, o czym wspominaliśmy wcześniej w innym kontekście, w pracach W. I. Wernackiego (1975), P. Teilharda de Chardena (1987), J. Lovelocka (1989) i całej listy innych myślicieli. W niniejszej pracy, mającej charakter wyboru fragmentów z ujęcia zaproponowanego przez W.W. Artiukowa (2009) i autorских koncepcji o proveniencji ekonomicznej, nie ma praktycznie styczności z tymi pracami, chociaż ogólne koncepcje bez wątpienia są zauważone. Ważny jest drugi kontekst – „idea unosi się w powietrzu”, a to znaczy, że jest dostatecznie dojrzała i można ją w pełni zrozumieć. W pewnym sensie jest tak jak z zupełnym układem aksjomatów teorii matematycznej. Realizacja postawionego wyżej celu wymusza uzmysłowienie jej w prowadzonym wywodzie, ale dla tego będzie potrzebne dokonanie nieco złożonego dla pierwotnego przedsięwzięcia, ale skrajnie konieczne dla zrealizowania w całości postawionego celu pewne odejście od podstawowego tematu jakim jest samoorganizacja.

## 2. Wprowadzenie do ogólnej teorii systemów

Dla zrealizowania celu pracy, dotyczącego określenia czym są kryzysy i jaka jest ich istotna treść, w dalszych rozważaniach będzie przydatne przedstawienie pewnych aspektów teorii systemów. W tym przypadku patrząc szerzej na zagadnienie samoorganizacji i w celu wprowadzenia w istotę kryzysów będzie potrzebne ogólne scharakteryzowanie teorii systemów. W dalszej części będą także pomocne pojęcia stabilności i różnorodności w swoistym rozumieniu tego pojęcia.

## Istota ogólnej teorii systemów

Potrzeba wprowadzenia do ogólnej teorii systemów wynika z samego postawienia zadania – badanie samoorganizacji w najbardziej ogólnym przybliżeniu jest możliwe tylko z zastosowaniem instrumentów abstrakcyjnych, spojrzenie na to pojęcie z odpowiedniego poziomu ogólności. W przeciwnym przypadku wynik będzie ograniczony od momentu jego inicjacji przez konkretne przedmiotowe ramy. Ogólna teoria systemów (OTS) jest predysponowana dla rozstrzygnięcia tego i innych problemów z samej jej istoty; jest to swoiście pojmowana filozofia, której podlegają wszystkie istnienia, ale napisana współczesnym matematycznym językiem. Znaczenia wyrażonych w tym języku wyników są trudne do przecenienia. Teorie te rozwijało liczne grono uczonych znanych z różnorodności postrzegania tego samego przedmiotu analiz. Znane i interesujące jest ujęcie OTS niewynikające z aksjomatycznych podstaw, a wyprowadzone z formalno-logicznego rozumowania z kilku podstawowych filozoficznych pojęć – kategorii: Istnienia, Zbioru obiektów, Jednoznaczności, Jedności, Dostateczności. Tym samym niekonieczne jest przyjmowanie jako pewników wyjściowych postulatów typu: „każdy obiekt jest opisany funkcją” lub „użyteczność jest wpisana w naturę człowieka i nie znika”. Wystarczy sprawdzić, że „istnieje zbiór obiektów”, że wśród nich „istnieje jedność” itd. Przesłanki są na tyle oczywiste, że ich nieprzyjęcie jest niemożliwe, a przyjmując je jesteśmy zmuszeni zaakceptować wszystkie pozostałe następstwa, które zostały przedstawione w dalszej kolejności.

## Podstawy uczenia

Podstawą uczenia jest opisanie dowolnego obiektu przez otaczające go realne warunki jako obiektu-systemu.

**OBIEKT-SYSTEM** – jest to złożenie lub jedność, skonstruowana względem relacji (w szczególnym przypadku wzajemnych oddziaływań)  $r$  zbioru relacji  $\{R\}$  i ograniczającym te relacje warunków z zbioru  $\{Z\}$ , „pierwotnych” elementów  $m$  zbioru  $\{M\}$ , wyodrębnionego względem zasad  $a$  zbioru zasad  $\{A\}$  z uniwersum  $U$ . Przy tym zbiory  $\{A\}$ ,  $\{R\}$  i  $\{Z\}$  zarówno z osobna, jak i razem, mogą być puste lub zawierać 1, 2, ... nieskończoną ilość jednakowych lub różnych elementów.

Nie bacząc na pozorną złożoność w percepcji, określenie to jest ściśle i jego sprawdzenie dostatecznie proste. W samej rzeczy – system jest deklarowany jako jakaś jedność, a nie „dowolny zestaw zmiennych” [Eshbi, 2009], co w pełni odpowiada ogólnie przyjętym intuicyjnym prezentacjom. W systemie zakłada się relacje między jej „pierwotnymi” (niepodzielnymi na danym poziomie rozważań) elementami, co można odnieść do analogii na poziomie regionalnym. One z kolei są wyodrębniane nie w dowolny sposób, a tylko względem w pełni określonych zasad. Same zaś relacje są przy tym ograniczone przez pewne warunki (prawa kompozycji), co zabezpiecza nieokreśloność na etapie ich ustanawiania.



## Podejmowanie decyzji jako przykładowy system

Przykładem systemu, którym może być dowolny materialny obiekt lub wyidealizowana działalność, może być podejmowanie decyzji przez zarząd pewnej korporacji. Pierwotnymi (niepodzielnymi) elementami są w tym przypadku decyzje możliwe do podjęcia i członkowie zarządu  $\{m\}$ , między którymi istnieją określone relacje  $\{r\}$ . Relacje nie mogą być dowolne, są one ograniczone określonymi warunkami lub prawami (zasadami) podejmowania decyzji  $\{z\}$ , co odróżnia podejmowanie decyzji w danej korporacji od podejmowania decyzji w każdej innej instytucji. Pozostaje jeszcze zidentyfikować konkretnych członków zarządu, decyzje, reguły – i system zostaje w pełni opisany. W istocie nie jest to już tak złożone. Analogicznie mogą być wyodrębnione w jednoznaczny sposób dowolne inne systemy i w każdym z nich nieodzownym jest ujawnienie kształtu systemu wyrażonego przez atrybuty  $\{m\}$ ,  $\{r\}$  i  $\{z\}$ . Nawet w takim przypadku jak gra w karty, gdzie pierwotne elementy są utworzone z talii kart i graczy  $\{m\}$ , między którymi to elementami istnieją określone relacje  $\{r\}$  ograniczone regułami gry  $\{z\}$ . Uściślenie graczy, kart i reguł w pełni opisuje system.

W zdefiniowanym ogólnie **obiekcie-systemie** w teorii systemów wyprowadzonej w tej konwencji, a pochodzącej od J.A. Urmiacewa [2009] wymaga się jeszcze wprowadzania jednego fundamentalnego pojęcia, pomijanego we wcześniej określanych teoriach systemów. Jest nim: **SYSTEM OBIEKTÓW DANEGO RODZAJU** – będący w realnym kształcie, ujęty w pewne ramy zbiorem obiektów – systemów jednego i tego samego rodzaju. Przy czym określenie „jednego i tego samego rodzaju” znaczy, że każdy obiekt-system jest wyposażony w ogólne, rodowe cechy (z jedną i tą samą jakością), a właśnie: każdy z nich jest skonstruowany ze wszystkich lub tylko części ustalonych „pierwotnych” elementów w odpowiedności do części lub do wszystkich ustalonych relacji, praw kompozycji, realizowanymi w rozpatrywanym systemie obiektów danego rodzaju.

## Taksonomiczna kategoria systemu – obiektów danego rodzaju

Wprowadzenie pojęcia systemu obiektów danego rodzaju daje możliwość oceny nie tylko poszczególnych obiektów lub abstrakcyjnych zbiorów, ale także umożliwia taksonomiczną identyfikację w aspekcie wielocechowego otoczenia. W przykładzie zostanie wskazana istota tego pojęcia i jego znaczenie w rozszerzeniu rozumienia OTS, co wpływa na jego zastosowanie w praktyce. Dla przykładu rozpatrzmy homologiczny szereg zbiorowości osób o rosnącym wieku  $W$ : 1, 2, ... itd. oraz poziom  $U$  udziału PKB przypadającego na 1 osobę w zbiorowości w wieku  $n$ , jeśli podział PKB jest proporcjonalny do udziału danej grupy wiekowej w całej zbiorowości. Jest to system obiektów tego samego rodzaju – wszystkie są „utworzone” z tych samych „pierwotnych przyczyn” elementów  $W$  i  $U$  w relacji z jednym i tym samym sposobem kompozycji środka demograficznego

i ekonomicznego  $\frac{U_{PKB \cdot u_n}}{l_n}$ . Jeśli np. udział  $u_{10}$  osób w wieku 10 lat wynosi 8% ogółu populacji liczącej  $l_{10} = 50$  tys., a PKB wytworzony w tej populacji – 100 000 jdn. pieniężnych, wtedy  $W_{10} = 10$  oraz  $U_{10} = \frac{100\,000 \cdot 0,08}{50} = \frac{8\,000}{50} = 1600$  jdn. pieniężnych na 1 tys. dziesięciolatek. Kompozycja  $W_{10}, \frac{U_{PKB \cdot u_{10}}}{l_{10}}$ , ogranicza i konkretyzuje zatem te relacje. W tym przypadku osnową dla wydzielenia obiektów – systemów w systemie obiektów danego rodzaju jest ich przynależność do grupy dziesięciolatek. Jeśli zmienimy chociażby prawo kompozycji, np. na  $W_n, \frac{U_{PKB \cdot u_{\leq 10}}}{l_{<10}}$ , gdzie  $u_{\leq 10}$  udział w populacji co najmniej dziesięciolatek, a  $l_{<10}$  liczebnością grupy co najmniej dziesięciolatek, to  $\frac{U_{PKB \cdot u_{\leq 10}}}{l_{<10}}$  jest liczoną per capita w grupie co najmniej dziesięciolatek i otrzymamy klasę wiekową co najmniej dziesięciolatek z charakterystyką PKB per capita właściwą dla tej grupy wiekowej, a więc inną grupę podobnie do poprzedniej wyspecyfikowaną.

Należy zauważyć, że w praktyce prawa kompozycji w jawnej postaci mogą być wyrażone nie tylko w matematycznej formule, ale także w różnej formie tablic, grafów itd., nie wykluczając werbalnego opisu. Wprowadzenie pojęcia systemu obiektów jednego i tego samego rodzaju daje podstawy do określenia abstrakcyjnego systemu.

**SYSTEM** – zbiór obiektów-systemów zbudowany względem relacji  $r$  zbioru relacji  $\{R\}$ , praw kompozycji z zbioru praw kompozycji  $\{Z\}$  z „pierwotnych” elementów  $m$  zbioru  $\{M\}$ , wyodrębnionego na podstawie  $a$  zbioru osnow  $\{A\}$  z uniwersum  $U$ . Przy tym zbiory  $\{Z\}$ ,  $\{Z\}$  i  $\{R\}$ ,  $\{Z\}$  i  $\{R\}$  i  $\{M\}$  mogą być nawet puste.

To podsumowujące określenie OTC, syntetyzujące w sobie pojęcia obiektu-systemu i systemu jednego i tego samego rodzaju, jest wyjściowym, bazowym pojęciem dla kontynuacji rozwoju teoretycznych konstrukcji.

## Reguły uczenia

W ramach tego uczenia opracowano wiele reguł: założeń, praw, algorytmów, kategorii, mających niewątpliwą wartość tak ze światopoglądowych, jak i z praktycznych stanowisk. Najważniejsze w aspekcie ogólnego postrzegania podjętego tematu są następujące założenia:

**Założenie 1.** Dowolny obiekt jest obiektem-systemem.

**Założenie 2.** PRAWO SYSTEMOWOŚCI: Dowolny obiekt jest obiektem-systemem i dowolny obiekt-system przynależy chociażby do jednego systemu obiektów tego samego rodzaju.

Z prawem systemowości jest związany tzw. ALGORYTM KONSTRUKCJI SYSTEMU OBIEKTÓW DANEGO RODZAJU, na który składają się cztery podstawowe etapy:

- wybór względem jedynej zasady pewnej zbiorowości „pierwotnych” elementów;
- wprowadzenie w zbiorze „pierwotnych” elementów określonych relacji zgodności (jednolitości) i ukształtowanie dzięki temu, względem zasady kompozycji, zbioru obiektów-systemów (kompozycji);
- taka zmiana kompozycji i takie wyprowadzenie (zgodnie ze zbiorami  $\{R\}$  i  $\{Z\}$ ) innych kompozycji, przy których te kompozycje okazują się być konstruowane z części lub wszystkich „pierwotnych” elementów wyłoniętego w pierwszym kroku zbioru;
- wyprowadzenie wszystkich (dla danych  $\{A\}$ ,  $\{R\}$ ,  $\{Z\}$ ) systemów lub systemów – obiektów danego rodzaju.

Dzięki temu algorytmowi **OTS(Y)** nie tylko wymaga się zobrazowania wszelkiego obiektu jako obiektu-systemu w systemie obiektów tego samego rodzaju, ale i umożliwia realizowanie tej konstrukcji w praktyce.

**Założenie 3.** PODSTAWOWE PRAWO OTS. Istnieją tylko cztery podstawowe przekształcenia obiektów-systemów w ramach systemu obiektów jednego i tego samego rodzaju, w mianowicie: tożsamościowe (**T**), ilościowe (**II**), jakościowe (**Jk**), relacyjne (**R**) lub coś w rodzaju przekształcenia w siebie, ilości, jakości, relacji „pierwotnych” elementów.

W tej teorii na podstawie tego prawa z uwzględnieniem nie tylko podstawowych, ale także dowolnych przekształceń otrzymano CENTRALNĄ HIPOTEZĘ OTS (Podstawowe prawo systemowych przeobrażeń): obiekt-system w ramach systemu obiektów tego samego rodzaju dzięki swojemu istnieniu przechodzi zgodnie z prawem kompozycji a) albo w siebie – za pośrednictwem tożsamościowego przekształcenia, b) albo w inne obiekty – systemy za pośrednictwem jednego ze wzorów – źródeł i tylko wzorów – źródeł, różnych przekształceń.

Są to zmiany:

1. Ilości (**II**)
2. Jakości (**Jk**)
3. Relacji (**R**)
4. Ilości i jakości (**II Jk**)
5. Ilości i relacji (**II R**)
6. Jakości i relacji (**Jk R**)
7. Ilości, jakości i relacji (**II Jk R**)

– wszystkich lub części jego pierwotnych elementów.

Centralna hipoteza OTS wyjaśnia odpowiedź na pytanie o liczbie i postaci sposobów generowania (przekształcania) obiektów otaczającej rzeczywistości, którego do tej pory przez naukę w jawnej postaci nie postawiono, abstrahując od

tego, co ma podstawowe znaczenie – przecież właśnie tymi siedmioma sposobami, i żadnymi innymi, jest tworzona żywa i nieożywiona przyroda i społeczeństwo ze swoimi obiektami-systemami. Morfogeneza np. zapytuje tylko o sprowadzenie do zwielokrotnienia lub zmniejszenia liczby komórek i ich rozmiarów, tj. dotyczy to (1) i (2) sposobu przekształcenia i nie uwzględnia w żadnym przypadku ostatnich pięciu sposobów, co świadczy o konieczności uzupełnienia tego uczenia przynajmniej o 5/7.

Interesującymi hipotezami teorii OTS(Y) z listy Urmiancewa są dwie następujące o numerach z oryginału 7 i 9.

**Założenie 7. DRUGIE PRAWO PRZEKSZTAŁCANIA OBIEKTÓW–SYSTEMÓW:** W podsystemach systemu obiektów *i*-tego rodzaju, odpowiadającym warunkom 1), 4), 5), 7) Centralnej hipotezy OTS zachodzi albo dodawanie, albo odejmowanie, albo dodawanie i odejmowanie „pierwotnych” elementów.

Znaczy to, że tylko trzema sposobami – dodawaniem (+), odejmowaniem (-), dodawaniem i odejmowaniem (+ -) można zmienić liczbę „pierwotnych” przyczyn.

**Założenie 9. PRAWO WYSTARCZALNOŚCI ZAPOCZĄTKOWANIA (UZASADNIENIA, OPARCIA) PRZEKSZTAŁCENŃ KOMPOZYCJI SYSTEMU OBIEKTÓW DANEGO RODZAJU:** Przekształcenia jednych obiektów-systemów w inne lub w siebie w systemie obiektów jednego i tego samego rodzaju poprzez każdy z ośmiu poniższych sposobów, możliwe jest do urzeczywistnienia tylko w obecności koniecznych i wystarczających do tego podstaw – za pośrednictwem przyłączenia (dodania) i/lub odjęcia ruchomej materii lub inaczej: za pomocą transformacji wprost lub odwrotnych przejść:

1.  $II \leftrightarrow T$
2.  $II \leftrightarrow II$
3.  $II \leftrightarrow Jk$
4.  $II \leftrightarrow R$
5.  $II \leftrightarrow II + Jk$
6.  $II \leftrightarrow II + R$
7.  $II \leftrightarrow Jk + R$
8.  $II \leftrightarrow II + Jk + R$

– wszystkich lub części „pierwotnych” elementów.

Wszystkie te prawa mają swoje odniesienie w stosunkach przyrodniczych i jednoznacznie odpowiada im podstawowy sposób przekształcenia materialnych systemów – powiększenie i/lub odjęcie ruchomej materii i zadają one podstawowe formy tych przekształceń. Nie ma potrzeby podkreślać światopoglądowych i praktycznych odniesień Hipotezy 9. Przejście ilości w tożsamość mogłoby wydawać się niezbyt oczywiste, ale wyjaśnia go łatwo przykład funkcjonowa-

nia żywych organizmów, które w kontekście podstawowych form powyższych przekształceń urzeczywistniają wymianę ze środowiskiem, ukierunkowaną na zachowanie swojej wewnętrznej struktury.

### **Systemowy izomorfizm i algorytm przewidywania podobieństw**

W OTS istotne jest pojęcie systemowego izomorfizmu dla formułowania podobieństw. Można tu sparafrazować podobieństwo w powiedzeniu: „Podobne nie zawsze jest podobne względem przyczyny pokrewieństwa lub jednakowych warunków istnienia lub z powodu tego i innego”. Pojęcie systemowego izomorfizmu wyraża głęboką wewnętrzną wzajemność procesów i zjawisk otoczenia oraz jest centralne dla ujawnienia nietrywialnych podobieństw we wszechświecie. Nazywał to L.S. Berg [1987] „znany jedynym obrazem praw przyrody”. Właśnie to wyrażone w pojęciu systemowego podobieństwa jest podstawą do poszukiwania i ujawnienia najbardziej ogólnych własności i cech w systemach obiektów jako jednego i tego samego rodzaju, jak i różnych rodzajów. Dlatego w OTS(Y) opracowano algorytm przewidywania podobieństw (APP), zgodnie z którym dla znalezienia nowych podobieństw koniecznym jest:

1. Ustanowienie zasadniczych osobliwości obiektu-systemu lub systemu obiektów danego rodzaju.
2. Skonstruowanie abstrakcyjnego modelu, izomorficznego względem tych osobliwości do oryginału.
3. Dobranie z już znanych nauce obiektów-systemów lub systemów obiektów tego samego rodzaju, izomorficzne do danego modelu.
4. Ustanowienie izomorfizmu wyjściowego obiektu-systemu lub systemu obiektów tego samego rodzaju dobranym do obiektów-systemów lub systemów obiektów danego rodzaju.

### **Uogólniona samoorganizacja a abstrakcyjny model przewidywania podobieństw i metodologiczne niedostosowanie do syntezy**

Uogólniona samoorganizacja jest, co łatwo zauważyć, wyrażona w dwóch pierwszych krokach algorytmu (APP), a zatem jej abstrakcyjnym modelem.

Algorytm przewidywania podobieństw jest formalnym sposobem dla konstrukcji uogólnień. We współczesnych czasach została utracona sposobność do głębokich uogólnień, która była właściwa dawnym pokoleniom uczonych. Obecnie wyedukowani przy praktycznie zupełnym braku syntetyzujących dyscyplin potrafimy analizować (literalnie – rozdrabniać na części), ale zupełnie nie zostaliśmy nauczeni z sensem syntetyzować, uogólniać, zbierać całość z części. Wydaje się więc, że z tego wynikają te poważne metodologiczne trudności w opisie samoorganizacji poprzez entropię. Sama jako taka synergetyka wywodząca się

od „wspólnego działania” jest interdyscyplinarnym kierunkiem naukowym, mającym na celu opis procesów samoorganizacji układów dynamicznych, w których lokalnie występuje zjawisko wzrostu miary wewnętrznej organizacji, czyli zmniejszanie się ich entropii. Nazwę wprowadził Herman Haken, a jest to dziedzina zintegrowana z podstawowymi naukami i naukami technicznymi, której celem głównym jest wyjaśnienie zjawisk spontanicznego formowania się złożonych, zdolnych do samoreprodukcji związków organicznych, a w konsekwencji procesów powstania życia. Zatem nic nie powinno dziwić, gdyż cel jest trudny – opis syntezy w terminach analizy.

Z pełnego wykładu OTS [Urmiancew, 2009] wykorzystaliśmy jedynie niezbędne wątki. Dla celów objaśnienia trudności w postrzeganiu samoorganizacji z pozycji wybranych części OTS jest to wystarczające. Dla opisu procesu samoorganizacji właściwym byłoby omówienie systemowego środowiska i podanie przykładowego modelu samoorganizacji. Uzupełnieniem tej tematyki byłoby wprowadzenie do fenomenologicznej synergetyki oraz powrót do omawianego już tematu środowiska i entropii w aspekcie termodynamiki samoorganizacji. Chociaż wydaje się to niezbyt oczywiste, potem należałoby omówić stabilność i różnorodność, co dla istnienia zakładanego w ogólnej teorii systemów jest bardzo istotne ze względu na to, że aby istnieć system powinien być stabilny niezależnie od stopnia uogólnienia tego pojęcia.

Głównym celem dalszych rozważań będzie jednak zjawisko kryzysu. Pojęcie to, różnie postrzegane w zależności od dyscypliny i obszaru odniesienia, rozwinęliśmy na tle systemów i OTS.

### 3. Kryzys w tle OTS

Z kryzysem kojarzą się skoki i zmiany. Właściwie nie powinniśmy zauważać skoków w zjawiskach, gdzie one są, gdyż zjawiska takie składają się tylko ze skoków. Tak jest w przyrodzie, gospodarce i w finansach oraz inwestycjach kapitałowych. Są one jednak przedmiotem badań i przewidywań, co jest niezmiernie trudne dla badaczy. Wyjaśnienia wymaga samo pojęcie kryzysu i tym zajmiemy się w tej części artykułu. W kontekście rozważań prowadzonych w pierwszej części należałoby zauważyć, że procesy w których samoorganizacja jest czymś naturalnym, zjawisko kryzysów „rozwiązuje się samoistnie”. Tak jednak nie jest, jeśli powrót ma nastąpić na dawną przedkryzysową ścieżkę. W dalszej części mówiąc o kryzysie będziemy starali odwoływać się do gospodarki, lecz nie zawsze będzie to mogło być dosłownie tak rozumiane, gdyż kontekst kryzysu nie zawsze odnosi się do systemu gospodarczego.

Chcąc określić kryzys, należałoby przyjąć czym jest status quo dla sytuacji niekryzysowej. Przyjmując, że zmiana jednego „schematu rozwoju” na drugi jest jakościowym przeobrażeniem w rozwoju systemu, status quo dla sytuacji niekryzysowej jest utrzymanie się danego „schematu rozwoju” w dynamicznie zmieniającym otoczeniu. Kryzysem jest zatem zmiana. Należy jednak zadać pytanie, czy każda zmiana i czy w każdym układzie? Oczywiście z gospodarczego i finansowego punktu widzenia zmiana jakościowa wywołująca kryzys musi prowadzić do schematu rozwoju przyjmowanego jako niepożądany. Dwie następujące po sobie zmiany jakościowe mogą prowadzić ze stanu kryzysu w inny stan kryzysu. Jednakże w OTS(Y) znane są cztery podstawowe sposoby przeobrażenia obiektów-systemów (**T**, **II**, **Jk**, **R**) i jeśli jest rozważany nie tylko rozwój, a w ogólności kryzys, to na ile słusznym jest w określeniu kryzysu ograniczenie tylko jakościowymi przeobrażeniami? Aby to uzasadnić, spojrzymy najpierw na zjawisko zachodzenia kryzysów w aspekcie OTS(Y).

### 3.1. Dynamiczny charakter kryzysu

Uwzględniając określenie kryzysu zamieszczone we wstępie artykułu i zauważając jego niedostatki, należy stwierdzić, że kryzys to okres, kiedy w rozwoju systemu dokonały się jakieś poważne zmiany. Dlatego dla zrozumienia własności, osobliwości i cech kryzysów należy najpierw rozważyć zmiany i generowane przez nie procesy.

Oczywistym jest samo pojęcie zmiany. Jest to różnica między dwoma stanami systemu. W języku OTS, zgodnie z pojęciem ewolucjoniki wspomnianym we wstępie artykułu, elementarna zmiana występuje wraz z „pierwotnym elementem” procesu bardziej wysokiego poziomu – rozwoju [Urmiancew, 1988a]. Rozwój to także jest system, nie taki fizycznie dotykalny, ale także realny, jak np. gra w piłkę lub system produkcji określa się go nie czym innym, jak przez ciąg zmian. Ten ciąg ustanawia relacje **{R}** między elementarnymi zmianami **{M}** w czasie i charakteryzuje się przez odpowiednie prawo kompozycji, będącej w tym znaczeniu swojego rodzaju „schematem procesu” **{Z}**. Właśnie według tego schematu wyraża się sądy o procesach rozwoju, przyporządkowując im kategorie wartościujące „szybko-wolno”, „progresywny-regresywny”, „cykliczny” itd.

Istotne jest, że „pierwotnymi elementami” **{M}** są przy tym same zmiany (według określenia względne wielkości), a nie ich materialne nośniki, jak np. określony wyrób, którego wielkość produkcji jest podstawą oceny zmian. Dlatego według tego samego schematu mogą rozwijać się zasadniczo różne systemy. Według rozwoju progresywnego mogą np. być realizowane procesy naukowo-techniczne, ludnościowe, socjalne, kulturowe itd. – niezależnie od charakteru obiektów ten rodzaj rozwoju ma jedne i te same osobliwości. Właśnie te systemowe właściwości, odpowiednio do zasad Algorytmu przewidywania zmian, mogą być z po-

wodzeniem stosowane dla oceny i monitorowania takich trudno poddających się sformalizowaniu wskaźników, jak np. socjalny nacisk (np. grup pracowniczych na zmiany płacowe).

Jeśli teraz, naśladując OTC, zostanie przedstawiony sam rozwój jako „pierwotny element” pewnego dynamicznego systemu, to otrzymuje się swego rodzaju „superrozwoj”, w znaczeniu odpowiednim do pojęcia ewolucji. Charakterystyczną jego osobliwością będzie zmiana różnych rodzajów rozwoju  $\{M_R\}$ , zadawanych odpowiednimi „schematami”, zgodnie z pewnym ogólnym prawem  $\{Z_R\}$ . Istnienie tego prawa wynika bezpośrednio z zasady systemowości OTC(Y), zgodnie z którym dowolny obiekt, w tym proces ewolucji, jest systemem i powinien składać się z:

- pierwotnych elementów (w rozpatrywanym przypadku, rodzajów rozwoju),
- relacji (ich zmian w czasie),
- określających relacje reguł (tego samego prawa zmiany typów rozwoju  $\{Z_R\}$ ).

Istnienie ogólnego prawa  $Z_R$  świadczy o tym, że dowolny rozwój nie nosi bynajmniej losowego charakteru – obiektywnie istnieją prawidłowości, wspólne dla procesów przekształcenia i rozwoju systemów o dowolnej naturze.

Jedną z takich prawidłowości wynika bezpośrednio z pojęcia „superrozwoju”. Zmiana jednego „schematu” procesu na drugi jest w istocie poważną **jakościową** transformacją w systemie, która w każdym aspekcie (w znaczeniu wszystkich cech) wyraża **kryzys**. Przykładem takiej zmiany „schematu” rozwoju Polski jest transformacja z 1990 r.

## Konieczność zmian – obiektywne prawo

Konieczność schematów procesu rozwoju jest założona w samym pojęciu „superrozwoju”, konsekwencją czego jest uznanie, że bezkryzysowy rozwój nie istnieje – wcześniej lub później nastąpi moment, kiedy w systemie dla przedłużenia ewolucji konieczne będzie dokonanie zmian typu rozwoju, inaczej ewolucja nie zrealizuje się. Kryzys to konieczny i naturalny etap w rozwoju wszelkich systemów. Wielowiekowe doświadczenie pokazuje, że ewolucja przyrody i społeczeństwa to uszeregowanie kryzysów, przeplatanych względnie długimi etapami spokojnego rozwoju.

Kryzys należy zatem rozpatrywać nie jako następstwo omyłek w zarządzaniu lub fatalnego zbiegu okoliczności. Kryzys w modelu OTS(Y) pojawia się jako naturalna prawidłowość w rozwoju systemu oraz jest przewidziany przez jego właściwości i historię rozwoju. Konkretnie warunki mogą pojawić się wraz z „zajściem mechanizmów” kryzysu, ale nigdy nie są jego podstawową przyczyną.



## Klasyfikacja kryzysów

Wychodząc z przedstawionej przez Urmiancewa [2009] hierarchii form ruchu: zmiana – rozwój – ewolucja, można dokonać następującej klasyfikacji kryzysów: kryzys jako zmiana; kryzys rozwoju i ewolucyjny kryzys.

Kryzys jako **zmiana** (elementarna forma) – np. zmiana społecznego ustroju, stworzenie konstrukcji samolotowej, przerwanie trwania korporacji grup wytwórczych itd. W tym sensie pokrywa się z ogólnym pojmowaniem kryzysu jako zdarzającego się w systemie jakościowego przewartościowania.

Kryzys **rozwaju** – przewartościowanie zmian (porządku, kolejności, intensywności lub kierunków). Oznacza to albo wstrzymanie zmian (stagnacja), albo pojawienie nowych (coś dotychczas niezmiennie nagle zaczyna się zmieniać). Zazwyczaj najbardziej jawnie dostrzega się drugi przypadek – nagle zostaje zaobserwowany wzrost (spadek) dotąd stabilnych cen, zauważa się wzrost (upadek) produkcji, przyspiesza tempo inflacji itd. Należy jednakże zauważyć, że także wstrzymanie zmian jest w danym przypadku kryzysem rozwoju. Zwykle ten rodzaj kryzysów nazywa się stabilizacją i często stabilność o cel, do którego się zmierza, niejawnie rozumiejąc przez to, że stabilne znaczy będące w równowadze. W wielu teoriach, w tym ekonomicznych stabilność w kontekście rozwoju to jednak przede wszystkim stagnacja, ustalenie stanu systemu, odcinająca jej drogi dalszego rozwoju.

## Ryzyko programów stabilizacji w układach gospodarczych

Można zatem stwierdzić, jako wniosek z określenia kryzysu rozwoju, że uwzględniając i opracowując te lub inne „programy stabilizacji”, należy mieć na uwadze nie tylko bieżące, ale także możliwe (oczekiwane) przyszłe stany systemu. Jeśli nie będzie się tego uwzględniać, wystąpi **ryzyko** utrwalania (stabilizacji) jednych wielkości, wprowadzając w stagnację drugi. Należy także uwzględniać elementy hierarchii systemowej, gdyż istnieje możliwość wpływu planowanych zmian w jakimś z podsystemów na system jako całości. W przeciwnym przypadku osiągnięcie stabilizacji w którymś z podsystemów może pozbawić cały system możliwości dalszego rozwoju. Taka sytuacja może być zilustrowana, chociaż w dużym uproszczeniu, bieżącymi problemami gospodarczymi i finansowymi niektórych krajów UE, w których UE usiłowała wprowadzić programy stabilizacyjne. Takim przykładem jest też „żelazna stabilizacja” dochodów, otrzymywanych przez pracowników sfery budżetowej, która doprowadza do określonych procesów hamujących rozwój w całym systemie gospodarczym Polski.

**Ewolucyjny** kryzys – w tym przypadku przejawia się istota właściwego rozwoju. Jest to pojęcie przydatne przy dużej ogólności rozważań, obejmujące znacznej wielkości odcinki czasu. Na przykład dla ludzkości (jako socjalno-ekonomicznego systemu) pierwszym kryzysem tego typu była tzw. paleontolo-

giczna rewolucja – przejście od drogi rozwoju w ramach przeżywania małych wspólnot („pierwotne stado”) w epoce starego kamienia do rozwoju na rachunek maksymalizacji ekstensywnego wykorzystywania dostępnych zasobów i ekspansji w celu ich uzyskania. Prostszy przykładem jest przemysłowa rewolucja w Europie XIX w., czy informatyczna z ostatnich kilku dekad.

Z przytoczonych trzech form rewolucji wyłania się obraz kryzysu jako naturalnego etapu w każdym normalnym systemie, przystosowanym do zmian. Bez-kryzysowy rozwój nie istnieje. Bez-kryzysowa może być tylko stagnacja. Tak jest w systemach o dowolnej naturze – biologicznych, fizycznych, ekonomicznych, czy socjalnych.

### 3.2. Określenie, klasyfikacja, właściwości

Właściwym określeniem kryzysu systemu, co przejawia się w systemowym postrzeganiu praktycznie każdego rodzaju egzystencji otaczającej nas rzeczywistości, włącznie z samym człowiekiem i jego działalnością, co syntetycznie zostało uchwycone w założeniach OTS w szczególności OTS(Y), jest nazwanie go nie w zwykły sposób zmianą, a zmienieniem jednego lub kilku systemotwórczych atrybutów ( $m, r, z$ ), przy których dotychczasowy system przechodzi w inny, przede wszystkim jakościowo odmienny rodzaj systemu. To właśnie jest główną cechą tego, że system uległ zmianom kryzysowym. Przykładowo nota nadawana instytucji po przeprowadzeniu audytu może oznaczać, że instytucja ta uległa zmianom kryzysowym (AAB  $\rightarrow$  ACC).

Zmienność systemotwórczych atrybutów może być kryterium klasyfikacji kryzysów. Następnym podstawowego określenia obiektu systemu są typy kryzysów:

- $m$  – kryzysy, wywołane przekształceniem „pierwotnych” elementów (np. zniknięciem jednej z grup elementów);
- $r$  – kryzysy, wywołane przestrojeniem charakterystycznych dla systemu relacji;
- $z$  – kryzysy, wywołane zmianą warunków, determinujących te relacje.

Możliwe są także złożenia  $mr$ -,  $mz$ -,  $mrz$ -kryzysów generowane jednoczesną transformacją systemowych atrybutów.

W najbardziej złożonym przypadku właściwa jest zatem następująca definicja kryzysu:

**Kryzysem** systemu nazwiemy taki jego stan, w którym wszystkie lub część „pierwotnych elementów” i (lub) wszystkie lub część relacji, i (lub) wszystkie lub część reguł kompozycji systemu zostały przewartościowane jakościowo (lub złożone przekształcenia, zawierające zmiany jakościowe).

Powyższa definicja z pozoru nie różni się od tradycyjnej. Otóż w tradycyjnych definicjach kryzysu *implicite* wyraża się ideę pogorszenia jakichkolwiek ilościowych wskaźników, w istocie mających sens subiektywny. Wprowadzenie takiego pojęcia wymaga ustalenia progowej skali (poniżej której jest kryzys, a powyżej której jeszcze go nie ma), a także wypracowania jedynych kryteriów porównawczych (komu jest gorzej – lekarzom, górnikom, nauczycielom itp.) i rozwiązywania wielu jeszcze nie dość jednoznacznych zadań. Jak wskazuje empiria, wszystkie te zadania nie umożliwiają wypracowania racjonalnego praktycznego rozwiązania, dlatego każdy rozwiązuje je w sposób dla siebie właściwy.

Określenie kryzysu jako jakościowego przekształcenia jest jednoznaczne i obiektywne, gdyż nie jest odniesione do problemu formułowania kryteriów „pogorszony-polepszony”. Jeśli w systemie zarejestrowano zasadnicze przekształcenie (co było, ale zanikło, a potem nagle pojawiło się coś pryncypialnie nowego) – wtedy jest to punkt kryzysowy. W tym przypadku nie może być dwóch poglądów.

### Kryzys a zjawisko katastroficzne

Z powyższych względów określenie kryzysu w przyjętym znaczeniu pokrywa się z matematycznym pojęciem katastrofy. Punkt nieciągłości funkcji zachowującej się regularnie według reguł różniczkowych jest odpowiednim jakościowym przekształceniem [Arnold, 2009]. To co tradycyjnie jest rozumiane jako kryzys w znaczeniu nie tylko OTS, ale i nauk podstawowych jest nazywane stresem, przez co rozumie się jednocześnie pogorszenie większości charakterystyk systemu. Bezwarunkowo stres z dużym prawdopodobieństwem jest w strefie przechodzenia w kryzys, ale nie musi to nastąpić.

Należy zwrócić uwagę na przypadek, gdy przekształcenia w systemie mają charakter nie (-Jk), lecz (+Jk). Wtedy w myśl przyjętej definicji także mamy kryzys. Taka sytuacja dotyczy fazy recesji, gdy system gospodarczy jest na ścieżce wzrostu, ale to jest spowodowane podjętymi restrykcyjnymi działaniami w sferze zatrudnienia, co jest utożsamiane z kryzysem społecznym. Należy zatem przyjąć, że pojawienie się czegokolwiek nowego jest także kryzysem. Oczywiście jest, że pierwszy rodzaj kryzysu (-Jk) jest destrukcyjny, a drugi (+Jk) konstruktywny. Przykładem konstruktywnego kryzysu jest dowolna ewolucja ilości w jakość. Tak jest np. gdy jest formowane w systemie coś zasadniczo innego (dział nauki, waluta, gałąź produkcji itd.), wtedy należy przyjmować, że jest to równoznaczne z tym, że zarządzany system sztucznie wchodzi w kryzys. W takim przypadku konieczne jest nie tylko przestudiowanie wszystkich następstw tej sytuacji, ale także ogólnych prawidłowości przebiegu kryzysowych procesów.

### 3.3. Kryzys a stabilność

Oczywistym jest, że kryzys to utrata stabilności. Aby wyjaśnić bliżej to zjawisko, należy zwrócić uwagę na samo pojęcie stabilności.

**Stabilność** to właściwość systemu  $S$  odpowiadania sobie względem cech  $\{\Pi\}$ , do i po zmianach  $\{I\}$ , wywołanych działaniem czynników  $\{\Phi\}$ .

Pełny zestaw podstawowych postaci stabilności systemów według ich mechanizmów, które są rozpatrywane w OTS jest efektem rozpatrzenia wielu specjalnych ujęć i sformułowań. Poniżej przedstawiono tylko ich grupową specyfikację:

1. **Widoczna (urojona) stabilność** – zabezpieczona stałością części cech otoczenia (środowiska).
2. **Buforowość (bezwładność)** – realizuje się w przypadku małej liczby oddziaływań zewnętrznych i wewnętrznych czynników (stabilność według Lapunowa).
3. **Symetria** – szczególna klasa stabilności, przejawiającej się na zewnątrz jakiegoś związku z wpływem zewnętrznych lub wewnętrznych czynników.
4. **Rzeczywista stabilność** – jest zakładana obecność w systemie mechanizmów, kompensujących wpływ i powrót jego parametrów (cechy) do wyjściowego stanu (stabilność według Lagrange'a).

Jak należało się spodziewać, stabilność nie jest w istocie jedyna dla wszystkich istniejących systemów, a przedstawia dowolnie złożony i wielowymiarowy fenomen. Z drugiej strony, jej wszelka wielowymiarowość da się sprowadzić do czterech obszernych klas. Podstawowym celem wszelkiej klasyfikacji jest jednak podanie systematycznego, bardziej sformalizowanego poglądu na istotę rzeczy. Celem podanej klasyfikacji stabilności nie jest wykluczenie, a zastosowanie dla teoretycznych i praktycznych potrzeb zabezpieczających bardziej precyzyjne wywody o przedmiocie oraz metodzie konkretnego badania, co na pewno będzie motywować do pojawiania się niestandardowych idei i nowych stosowanych teorii.

#### Klasyfikacja stabilnych (istniejących) systemów

Podstawowe postaci stabilności umożliwiają skierowanie uwagi ku systemom, w których stabilność ta się realizuje i skonstruowanie „perpendykularnej klasyfikacji” przewidującej grupowanie systemów według cech stabilności.

W OTS wszystkie istniejące systemy obiektywnie dzieli się na siedem podstawowych klas:

1. **M** – **systemy mechaniczne** (zachowuje się tylko elementy, **R** i **Z** są zmienne).
2. **R** – **systemy relatywne** (zachowują się tylko relacje, **M** i **Z** są zmienne).
3. **Z** – **systemy teleologiczne** (zachowują się tylko kompozycje, **M** i **R** są zmienne).
4. **RZ** – **systemy szkieletowe** (zmieniają się tylko elementy).
5. **MR** – **systemy statystyczne** (zmieniają się tylko prawa kompozycji).
6. **MZ** – **systemy adaptacyjne** (zmieniają się tylko relacje).

7. **MRZ – systemy deterministyczne** (zachowują się wszystkie systemowe atrybuty, nic się nie zmienia).

Z wymienionych powyżej omówimy szerzej tylko system statystyczny.

### **MR – system statystyczny**

Jest to jedyny system, w którym niezmiennie są **M** i **R**. Czyni to je w pełni różnymi i niezależnymi formacjami. Realnie istniejące pierwotne elementy są łączone przez zadane relacje, ale w ich obszarze prawa kompozycji (lub prawidłowości określające te relacje) mogą się dowolnie zmieniać, co określa główną wyróżniającą osobliwość **MR** – systemów – ich pseudolosowy, probabilistyczny charakter.

Do statystycznych systemów odnoszą się np. wszystkie probabilistyczne gry (karciane, komputerowe), w których jedne i te same osobniki są połączone wcześniej zadanymi relacjami, ale treść gry za każdym razem układa się inaczej. Niewystępowanie praw kompozycji określa względną niezależność poszczególnych elementów, a niezależność zdarzeń to podstawowa zasada teorii prawdopodobieństwa. Dlatego do statystycznych systemów odnoszą się wszystkie systemy, dla których opisu adekwatne jest probabilistyczne podejście.

Główna różnica statystycznych systemów od mechanicznych (mieszanin) polega na występowaniu między elementami określonych relacji (np. statystycznych prawidłowości), dzięki którym ich zachowania nie można nazwać losowym (i z określoną dokładnością można nawet oszacować). Dlatego jedna z podstawowych postaci stabilności dla nich w tym kontekście, a mianowicie kompozycyjna stabilność jest taka sama jak w **R** – systemach (kompozycyjne materiały), których przykładem są relacje towarowo-pieniężne, relacje konkurencji, synergizmu, przynależności, inwestycji, równoważności itp. Od mechanicznych systemów naśladują buforowość, widoczną stabilność – idealne naśladowanie **R** przy braku zewnętrznych oddziaływań. Dlatego nie jest dziwne, że cała statystyczna fizyka zaczęła się od badania modeli idealnego gazu w izolowanym systemie – w tym przypadku łatwiej od wszystkiego można poznać właściwości relacji (statystyczne prawidłowości), ponieważ pozostają one jedyne oddziałującymi czynnikami.

## **4. Stabilność a różnorodność**

Przedstawiona wyżej klasyfikacja jest istotna w analizie kryzysów, którą obecnie zaprezentujemy w aspekcie prognozowania i planowania kryzysów.

Przed wszystkim sformułujemy kilka uwag o odpowiedniości realnej istotności modeli, opisujących strategie różnorodności.

## Różnorodność

Różnorodność jest jedną z najbardziej podstawowych systemowych własności. Jest ściśle związana ze stabilnością i czyni świat stabilnym. Zwrócimy tu tylko uwagę na kwestię ilościowej teorii różnorodności i jej związków ze stabilnością systemów. Nie wnikając w systemowe szczegóły powiemy jedynie, jak ważny jest podstawowy wywód – jeśli w systemie istnieje zbiór elementarnych mechanizmów i wszystkie one są różne, to wśród nich znajdują się przydatne dla konstrukcji kombinacje, kompensujące zachodzące zmiany. To jest problem różnorodności i jej związku ze stabilnością systemu, z całą oczywistością przejawiający się nawet w granicznym abstrakcyjnym przybliżeniu, innymi słowy, różnorodność to ogólnie systemowa kategoria.

Pojmowanie roli różnorodności w zabezpieczeniu stabilności systemów jest dostrzegane w obecnym czasie. Niekiedy brakuje jednak uporządkowanej teorii różnorodności – dla ilościowej oceny tego fenomenu zwykle stosuje się formułę entropii Shannona [1948] i jeszcze kilka analitycznych wyrażeń, zapożyczonych z teorii informacji. Z drugiej strony „(...) teoria informacji – to teoria więzi i komunikacji, ma ona związek z przetwarzaniem, a nie z powstawaniem informacji” [Eigen, Schuster, 1982], dlatego bezpośrednio przystosowanie metod teorii informacji dla opisu systemów, będących ze swej natury samoorganizującymi się, z praktycznego punktu widzenia wydaje się całkiem wątpliwe.

Co więcej, w teorii informacji sama informacja jest traktowana jako miara zmniejszonej nieokreśloności, a nieokreśloność lub informacyjna entropia jako różnorodność stanów. Stwierdza się zatem, że różnorodność to entropia. Nawet przy braku ilościowych metod opisu, często intuicyjnie przez różnorodność rozumie się jednakże wcale nie entropię, a coś innego. Mianowicie zestaw pewnych unikalnych właściwości, cechujących obiekty, a w istocie właśnie informację.

W samej rzeczy stosowanie metod teorii informacji w zadaniach oceny różnorodności i stabilności nie jest niczym nagannym. Pokazuje, że ta sama formuła entropii Shannona ma określone praktyczne wytłumaczenie.

W rozwinięciu należy powiedzieć, że głównym celem tego, co zostało stwierdzone, nie była krytyka stosowanych metod (stosujemy to, co jest), lecz demonstracja braku takowych. Obecnie nie ma ani teorii, ani metod, które umożliwiłyby złożenie różnorodności i stabilności w system. Przyjmujemy stanowisko, że należy określić samą różnorodność.

Różnorodność to ogólnie systemowa kategoria pojawiająca się już na samym szczycie abstrakcji. Z punktu widzenia OTS jest to system, którego cechują elementy różnorodności  $\{m\}$ , relacje między elementami  $\{r\}$  oraz warunkujące te relacje prawa kompozycji  $\{z\}$ .

Definicja ta jest zatem analogiczna do ogólnej definicji systemu. Informacyjne traktowanie różnorodności jako „liczby różnych elementów” jest granicznie zredukowanym wariantem tego określenia, w którym wszystkie potencjalne różności relacji między elementami różnorodności ograniczono prostszym żądaniem

przeliczenia ich pod szereg. Podejście to jest dostatecznie szeroko stosowane umownie, dlatego jest nazywane obliczeniowym lub numerycznym, wychodząc z podstawowych zasad jego sformułowania.

Co dotyczy zaś właśnie różnorodności jako systemu, to w zastosowaniu do konkretnych obiektów-systemów, zgodnie z OTS, obiektywnie wydziela się analogicznie, jak wcześniej, klasy  $M$ ,  $R$ ,  $Z$ , a także pochodne od podstawowych  $MR$ -,  $MZ$ -,  $RZ$ - i  $MRZ$ -różnorodności. W podobny sposób wprowadza się kryteria ilościowe i jakościowe.

## Modele stabilnego stanu systemu z różnorodnością

### *II – różnorodność ilościowa*

Ta postać różnorodności zakłada, że jedyna różnica między elementami tkwi w ich ilości. Jest to forma najprostsza, w której rozważa się ocenę maksymalnej liczby różnorodności, mogącej stworzyć  $n$  jednakowych elementów. Wszystkie elementy są jednakowe i jedyne, więc to, co może doprowadzić do pojawienia się jakiejś różnorodności, to ich skojarzenia po **1**, po **2**, ... , po  $n$  elementów. Przy tym maksymalnie możliwa różnorodność w systemie w znaczeniu liczby różnych odmiennych skojarzeń będzie możliwa do zrealizowania w tym przypadku, gdy są w nim obecne jednocześnie wszystkie kombinacje, na których stworzenie (konstrukcję) wystarczyło elementów (liczba ich z założenia jest ograniczona). Koniecznym i wystarczającym warunkiem jest przy tym obecność chociażby jednego skojarzenia danej postaci, ponieważ istnienie dwóch, trzech itd. jednakowych kombinacji nie zwiększy różnorodności.

Zadanie tak sformułowane ma rozwiązanie wynikające z poszukiwania ekstremalnej liczby  $C$ , która nie przewyższa różnicy między ogólną liczbą elementów  $n$  a sumą wszystkich poprzednich członów rozmaitości. Korzystając ze wzoru dla sumy wyrazów arytmetycznego ciągu, otrzymuje się równanie kwadratowe, którego jedynym dodatnim pierwiastkiem jest wielkość:

$$C = INT\left(\sqrt{2n + \frac{1}{4}} - \frac{1}{2}\right). \quad (1)$$

Maksymalnie możliwą liczbę skojarzeń  $C$  określa się wyliczając wyrażenie w nawiasach i pozbywając się części ułamkowej. Zatem  $INT$  jest to część całkowita tej liczby (inaczej wartość entier).

Przykładowo, dla  $n = 4$  możliwie maksymalna różnorodność równa jest dwóm:  $A + AA$ , dla  $n = 14$  wynosi cztery:  $A + AA + AAA + AAAA$ . Jak wynika z postaci zależności, związek ogólnej liczby elementów z różnorodnością jest nieliniowy, przy czym różnorodność (liczba kombinacji) rośnie wolniej niż liczba elementów. Fakt ten jest wystarczająco wart zauważenia w tym względzie, że dany mechanizm jest jedynym, i umożliwia z jednakowego uczynić różne, z wyjątkiem podziału cało-

ści na nierówne części. Tym samym stworzenie różnorodności drogo kosztuje, przy czym im większa jest stworzona różnorodność, tym są większe koszty.

Związek ten ma postać kwadratową:

$$n = (C^2 + C)/2. \quad (2)$$

Formuła (2) jest podobna do przypadku dotyczącego związku „wszystkich z wszystkimi”, w którym ogólna liczba związków  $m$  zależy od liczby elementów w systemie  $n$  i ma postać:

$$m = n(n-1)/2.$$

Jest to absolutnie skrajny przypadek, gdy w systemie są realizowane wszystkie potencjalnie możliwe więzi między jego elementami.

Należy stwierdzić, że różność z jednakowości jest znacznie trudniej wytworzyć niż różność z różności.

### ***Jk – różnorodność jakościowa***

W tym przypadku z  $n$  elementów o unikalnej naturze można utworzyć różnorodność o maksymalnej liczbie elementów równej:

$$C = 2^n - 1. \quad (3)$$

I tak z trzech elementów  $A, B, C, n = 3$ , można potencjalnie utworzyć siedem rozmaitych elementów:  $A, B, C, AB, AC, BC, ABC$ .

Przy tworzeniu różnorodności jakościowej jej związek z ogólną liczbą elementów także jest nieliniowy, jednakże w przeciwieństwie do różnorodności liczbowej, wzrost różnorodności wynikający ze wzrostu ogólnej liczby elementów jest w tym przypadku lawinowy i może być z dobrym przybliżeniem aproksymowany wykładniczo.

Strategia zwielokrotnienia różnorodności okazuje się o wiele bardziej stosowna od poprzedniej. Zwiększenie nawet o jeden element zbioru tworzącego kombinacje wywołuje istotny skok w ich różnorodności. Stąd wynika, że naturalne jest szerokie rozpowszechnienie różnorodności wszystkiego ożywionego i nieożywionego w otaczającym nas świecie.

### ***Różne z różnego – ewidentnie efektywna strategia stworzenia różnorodności***

W rzeczywistości strategia ta w „czystej postaci” nie jest spotykana aż na zbyt często. Z reguły jest realizowany w tworzeniu różnorodności przypadek mieszany: strategii ilościowej i jakościowej. Wtedy nowa forma materialna czy też idea jest tworzona nie tylko z różnych, lecz i z jednakowych elementów. Przykładem tego są atomy, których przeważająca większość zawiera po kilka protonów, neutronów, elektronów. To jest najbardziej realny przypadek, którego jednak nie



będziemy tu szerzej rozwijać. Zajmiemy się natomiast pokrótce trzecim rodzajem elementarnej różnorodności – różnorodnością relacji.

### ***RR – różnorodność relacji***

Relacje są tym na czym opiera się cały system. Relacje są najbardziej systemotwórczym atrybutem. Nie bacząc na to, są one nie tyle „uzmysławiane” lub „materialne”, jak ilościowe i jakościowe charakterystyki obiektu-systemu. W systemie, zawierającym  $n$  różnych elementów, pełna różnorodność relacji między elementami będzie równa liczbie niepowtarzających się przestawień tych elementów. Zatem dla systemu złożonego z elementów  $A, B, C$  mamy sześć różnych relacji:  $ABC, ACB, BAC, BCA, CAB, CBA$ . W ogólnym przypadku model różnorodności unikalnych relacji w systemie z  $n$  elementami może ich zawierać:

$$C = n! \quad (4)$$

Realnymi przykładami realizacji różnorodności relacji są jądrowe i chemiczne izomery, mające podobny zestaw, ale różniący się między sobą strukturą (kolejnością połączeń elementów). Właśnie różnice w strukturze czynią, że te identyczne względem zestawu materii mają różne fizyczne i chemiczne właściwości. Nie oznacza to jednak, że w przyrodzie występuje pełna ich liczba według wzoru (4) – w przyrodzie z reguły realnie istniejących izomerów jest znacząco mniej. Taka jest istota różnorodności relacji – nie jest to oderwana abstrakcja, a swoisty fenomen, przejawiający się realnie i w pełni fizycznie.

Różnorodność relacji według określenia, właściwa jest dla stabilnych, sformułowanych systemów, w których są zachowane i ilościowe i jakościowe cechy. **RR** – różnorodności nie mają natomiast odniesienia do procesów pochodzenia (genezy) i ewolucji różnorodności. Tutaj dochodzi się bezpośrednio do problemu stabilności i tej roli jaką pełni w niej różnorodność. Wyrażenie (4) wyznacza **potencjalną** różnorodność wszystkich w zasadzie możliwych stanów dla połączenia danego zestawu. Z drugiej strony, normalne ciśnienie atmosferyczne i temperatura pokojowa nie stanowią potencjalnego spektrum warunków, w których może istnieć materia, a tylko ich wąski zakres, który zwykle nazywa się „normalnymi warunkami”. Wynika z tego, że gdyby człowiek mógł żyć w innych warunkach, to wtedy dostrzegłby właściwe dla nich formy materii, które w normalnych warunkach nie występują.

Należy także zwrócić uwagę na fakt, że na wszelkie połączenia mają wpływ nie tylko warunki fizyczne, ale także chemiczne. Tak jest np. w przemyśle, w zjawisku izometryzacji, czyli chemicznym przeobrażeniu jednych izomerów w drugie, np. przy podwyższaniu liczby oktanowej benzyny. Chemiczne działania wpływają więc na zmianę struktury.

Dla pełnego wyjaśnienia znaczenia różnorodności należałoby szerzej wejść jeszcze w tematykę różnorodności i adaptacji.

## Wpływ różnorodności systemu na stabilność a adaptacja

Analogicznie do dywersyfikacji obserwowanej w portfelach aktywów wpływającej na zmniejszenie ryzyka w portfelu, także w systemach ogólnych zauważa się pryncypialny wpływ różnorodności systemu na jego stabilność, a więc w zależności od tego, jaki jest charakter stabilności, może to być także równoważne ograniczaniu ryzyka w systemie, co przy szerokim pojmowaniu ryzyka może odpowiadać realnym warunkom stabilizowania systemu.

Dla rozpatrzenia tego zagadnienia wprowadzimy najpierw proste modele systemów z różnorodnością i bez różnorodności, następnie porównamy ich kształtowanie się przy zmianach zewnętrznych warunków. Zbadamy przy tym czy podstawowy mechanizm dostosowania się systemów do nowych warunków, jakim jest adaptacja, wpływa na przebudowę wewnętrznej struktury systemu.

W ogólnym ujęciu modele, które wprowadzimy mają charakter granicznie abstrakcyjny i odpowiada im interpretacja fizyczna z stosowaniem pojęć materia-energia, co umożliwi lepiej pojąć „fizyczny sens” i istotnie uprościć szukanie realnych analogii w otaczającej nas rzeczywistości.

## Modele systemów realnego środowiska z różnymi zewnętrznymi oddziaływaniami

Niech dane są dwa różne systemy, połączone z otoczeniem dwoma różniącymi się zewnętrznymi strumieniami – strumień ( $a$ ), reagujący (także negatywnie) na elementy postaci  $A$ , i strumień ( $b$ ), będący w reakcji z elementami postaci  $B$ . Pierwszy system ma minimalną różnorodność i składa się tylko z dwóch postaci elementów  $\{A, B\}$ , a drugi – tylko z jednej postaci  $\{A\}$ , a więc zupełnie nie ma cechy żadnej różnorodności. Taka sytuacja może być zilustrowana dwoma portfelami akcji  $A, B$  w procesie inwestycji kapitałowych.

Rozpatrzmy najpierw najbardziej realny przypadek, kiedy różne systemy mogą być zespolone tylko z jednym i tym samym strumieniem, ale rozmaicie ( $II$  – różnorodność). Dla przykładu, jeśli jeden z systemów dwa razy więcej od drugiego reaguje ze strumieniem  $A$ , to fakt ten będziemy przedstawiać podwojeniem odpowiedniej litery:  $2a = AA$ . I tak, jeśli  $A$  jest to „wielkość minimum egzystencji (przeżycia)”, wtedy  $AA$  będzie oznaczać „dwa minima egzystencji”, sens czego jest oczywisty. Wszystkich następnym modelom nie należy zatem postrzegać jako oderwaną od realnego otoczenia „grę z literami”, gdyż te ciągi symboli oznaczają w pełni realne, prosto interpretowane i mierzalne treści.

Porównamy teraz kształtowanie się tych systemów w najbardziej niesprzyjającym przypadku – redukcji intensywności (energii) oddziaływania zespolonego strumienia ( $a$ ), kiedy już go nie wystarcza dla podtrzymania danej w systemie struktury. Dla uproszczenia porównania dopuścimy, że systemy składają się z jednakowej liczby elementów – pięciu. Można także dopuścić, że elementy  $A$  i  $B$

mają tej samej wielkości (są identyczne) zasób odpowiadający reagującym z nimi potencjałami strumieni ( $a$ ) i ( $b$ ). Wtedy będziemy przyjmować, że te dwa systemy będą absolutnie zbieżne, nie dające się odróżnić.

W wyjściowym stanie mamy następującą pięcioelementową strukturę:

1. *AAAAB*

2. *AAAAA*

Obecność zaledwie jednego elementu  $B$  w pierwszym systemie jest majoryzującym warunkiem, czyniącym rozróżnienie systemów granicznie minimalnym – jeśli nawet przy tak nieelastycznych (twardych) warunkach będą odkryte jakiegokolwiek prawidłowości, to będą one świadomie zauważalne w systemach, posiadających bardziej wysoką różnorodność.

Równoważny stan określa się przez zewnętrzne strumienie – w danym przypadku przez strumień ( $a$ ) jest wystarczający dla podtrzymania stabilnego systemu z pięciu elementów  $A$ . Zmniejszenie intensywności ( $a$ ) prowadzi do rozpoczęcia degradacji – w przypadku jeśli intensywność jego jest wystarczająca na podtrzymanie tylko czterech elementów, struktura systemów zmieni się w następujący sposób:

1'. *AAAAB*

2'. *AAAA*

W drugim (jednorodnym) systemie rozpoczął się bezwarunkowy proces degradacji, pierwszy nie doznał przy tym żadnych zmian – przy warunku strumienia ( $a$ ) dostatecznego dla podtrzymania czterech elementów. Jednakże, zmniejszenie intensywności ( $a$ ) wywoła zmianę relacji strumieni, dlatego zmniejszenie „parcia” ( $a$ ), to jest względne zwiększenie udziału ( $b$ ) może doprowadzić do tego, że stan ten będzie miał postać:

1''. *AAABB*

2''. *AAAA*

W danym modelu rozpatrujemy zmianę tylko jednego strumienia ( $a$ ), nie czyniąc względem ( $b$ ) żadnych przypuszczeń, dlatego ostatnia struktura być może nie zostanie zrealizowana, a ten przypadek rozpatruje się wyłącznie ze względu na ukazanie takiej możliwości struktury systemu. Dalsze obniżenie intensywności oddziaływania pierwszego strumienia prowadzi do konieczności zmiany struktury:

1'''. *AAABB* lub *AABBB*

2'''. *AAA*

Drugi system tak jak wcześniej degraduje się, a w pierwszym zmienia się tylko stosunek między elementami. Zmniejszenie ogólnej liczby elementów w pierwszym systemie nastąpi tylko w tym przypadku, gdy intensywność strumienia ( $b$ ) nie będzie wystarczająca dla podtrzymania koniecznej liczby elementów  $B$ , a przy sprzyjających warunkach tendencja zachowa się aż do stanu:

1'''''. *ABBBB*

2'''''. *A*

Dalsza strukturalna przebudowa pierwszego systemu (do stanu *BBBBB*) jest związana z pojawieniem krytycznego punktu w jej rozwoju, w którym zachodzą jakościowe zmiany – zniknięcie elementu  $A$ , obniżenie z tego powodu różnorodności i utrata przystosowania systemu do strukturalnych zmian. Jeśli chodzi o drugi system, to w tej sytuacji nastąpi jego zniknięcie.

Tak więc, nawet prostszy system z różnorodnością określoną zaledwie przez dwa elementy demonstruje jawne zalety w sensie stabilności z niesprzyjającym działaniem wobec systemu, prowadzącym do pozbawienia różnorodności systemu. Podstawowy mechanizm obserwowany przy tym dotyczy adaptacji do zmieniających się warunków poprzez przeformułowanie wewnętrznej struktury. System bez różnorodności jest pozbawiony takich mechanizmów i zmuszony reagować na skrócenie strumienia tylko ilościową degradacją. System z różnorodnością dysponuje istotnie dużą liczbą stopni swobody i nawet w zupełnie niesprzyjającym przypadku (degradacja do  $AB$ ) w zasadzie zachowuje funkcjonowanie.

Można zatem stwierdzić, że wiodąca rola różnorodności polega w istocie na istnieniu w jej strukturze załączków różnych strategii rozwoju (które system zawsze ma „na zapas” na wypadek nieprzewidzianych sytuacji), a ich kombinacja to całe spektrum potencjalnych możliwych stanów systemu. Szersze wyjaśnienie tej problematyki wymaga omówienia adaptacyjnej stabilności.

W tym aspekcie stwierdzimy tylko, że przy badaniu adaptacyjnych systemów na podstawie formalnych modeli, podstawowym mechanizmem jest poszukiwanie obliczeniowej zależności liczby możliwych kombinacji od stosunku  $m/n$ , gdzie  $n$  – ogólna liczba elementów w systemie,  $m$  – liczba typologicznych różnorodnych grup (numeryczna różnorodność). Dla przykładu dla systemu  $AABCDDE$ ,  $n = 7$ ,  $m = 5$ . Zatem na wszystkich graficznych wykresach na osi rzędnych występuje liczba adaptacyjnych kombinacji, obliczona według odpowiednich formuł, a na osi odciętych – zmiany struktury modelu od granicznie monotonicznej ( $m = 1$ ) do granicznie różnorodnej ( $m = n$ ). Pozwala to ujawnić atraktory, tj. struktury z maksymalną adaptacyjnością, do których będzie zmierzać system przy naturalnym rozwoju. Są to więc struktury najbardziej stabilne w danych warunkach rozwoju.

### Strategie kształtowania systemu z różnorodnością

Dla pełniejszego wywodu doprowadzającego do podsumowania zjawiska kryzysu z pozycji prognozowania i planowania konieczne jest zaprezentowanie strategii kształtowania systemów.

*A – strategia* ( $n, m = \text{const}$ )

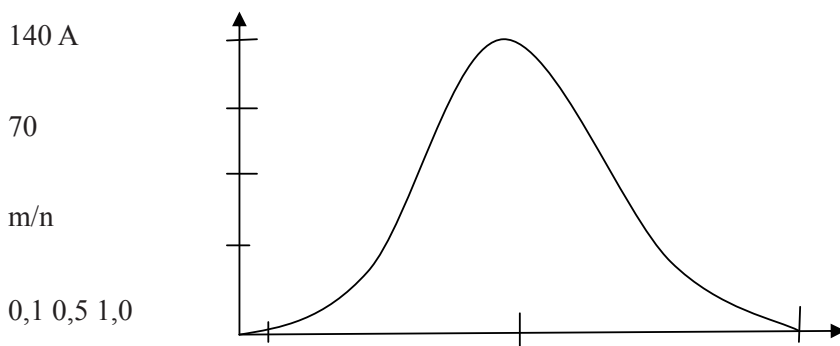
W tym przypadku wszystkich strategii jest:

$$C = \frac{(n-1)!}{(n-m)!(m-1)!}$$

Warunki modelu są granicznie nieelastyczne – nie zmienia się ani ogólna liczba elementów, ani liczba różnych grup. Jednak i w tym przypadku system zachowuje swoje adaptacyjne własności przez potencjalne zastąpienie elementu, który nie może być utrzymywany przez zredukowany strumień, na inny, wyko-

rzystujący inny zewnętrzny strumień. Na przykład struktura *AABC* przy redukcji strumienia (*a*) może transponować do stanów *ABBC* i *ABCC*. Przy tym zachowany jest tak rozmiar systemu, jak i jego zestaw.

Zależność adaptacyjności podobnych systemów od ich struktury (stosunku  $m/n$ ) jest przedstawiona na rys. 1.



Rys. 1. Adaptacyjny A – system

Najbardziej adaptacyjną stabilność mają systemy ze średnią różnorodnością: atraktorem jest stan  $m = n/2$ , wokół którego grupują się systemy ze stabilną strukturą – jądrem. Tak różnorodne ( $m/n \approx 1$ ), jak i monotoniczne ( $m/n \approx 0$ ) systemy mają zaniżoną adaptacyjność i odnoszą się do peryferyjnych. Dlatego przy zewnętrznych warunkach, sprzyjających realizacji A – strategii, selektywnym pierwszeństwem będą włączyć systemy ze strukturą bliską jądrowej, a peryferyjne będą względnie rzadkie.

Istotne jest przy tym, że graniczne warunki modeli czynią ich kształtowanie się silnie zależnymi od zmienności zewnętrznego środowiska (strumieni). Wychodząc od adaptacyjnego mechanizmu, warunki modeli są naruszone, jeśli zaistnieje jednocześnie osłabienie intensywności wpływu wszystkich lub większej części zewnętrznych strumieni, tak, że system nie będzie w stanie uzupełnić straty jednego elementu drugim. Bezwarunkowe naruszenie granicznych warunków zaistnieje i przy pełnym zaniknięciu jednego ze strumieni, co doprowadzi do straty odpowiedniej grupy. Podobne zmiany środowiska można odnieść do silnych, a te, które spełniają warunki modelu – do naturalnych, wywołanych fluktuacją środowiska. Tym samym A-strategia jest najbardziej wygodną adaptacyjną strategią w warunkach fluktuacyjnego, statystycznego środowiska, która wyklucza takie unikalne zdarzenia, jak jednoczesne obniżenie intensywności większości strumieni lub zaniknięcie chociaż jednego z nich.

Sensowne jest, że tym warunkom ( $n, m = \text{const}$ ) czyni zadość, równoważny, zbalansowany stan – wszystkie potencjalne nisze tak względem ilości, jak i względem jakości są zajęte, w systemie jest realizowana ustalona dynamiczna

równowaga, która jest naruszona naturalnymi fluktuacjami zewnętrznego środowiska. Wysoka adaptacyjność w tych warunkach – cecha przystosowania do efektywnego funkcjonowania w równoważnych warunkach.

*N* – strategia ( $m = \text{const}$ ,  $n \neq \text{const}$ )

Ocena możliwości:

$$C = \frac{n!}{(n - m)! m!}$$

W tym przypadku warunki umożliwiają ilościowe zmiany – wzrost lub zmniejszenie systemu bez zmiany jego zestawu.

Wprowadzone A-strategie i N-strategie są podstawą w rozwinięciu tematu nierozpatrywanego w artykule, a dotyczącego istotnej kwestii prognozowania kryzysów i ich planowania.

## Podsumowanie

Podjęta w artykule tematyka jest niezwykle inspirująca do dalszych badań. Próba wszechstronnego ujęcia w aspekcie OTS problematyki kryzysu przekracza jednak możliwości niniejszego artykułu. Istotnym zagadnieniem wartym rozważenia jest prognozowanie i planowanie kryzysów. Warte zainteresowania jest także omówione tu tylko pokrótce zagadnienie stabilności i różnorodności systemów oraz próba uściślenia ich związków. Szczególne znaczenie ma podjęty w artykule wątek adaptacji systemów oraz zasygnalizowanie tematyki strategii rozwoju systemu.

## Literatura

- Arnold W.I., 1990: *Teoria katastrof*. Wyd. Nauka, Moskwa.  
 Berg L.S., 1987: *Trudy po teorii ewolucji*. Wyd. Nauka, Moskwa.  
 Eigen M., Schuster P., 1982: *Hipercykle*. Wyd. MIR, Moskwa.  
 Eshbi U.R., 2009: *Wprowadzenie do cybernetyki*. Wyd. Librom, URSS.  
 Haken H., 2000: *Information and Selforganization*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.  
 Horgan J., 1999: *Koniec nauki*. Prószyński i S-ka, Warszawa.  
 Lane M.D., Talalay P., 1986: *Albert Lester Lehninger*. „Journal of Membrane Biology”, 91.  
 Shannon C.E., 1998: *A Mathematical Theory of Communication*. „Bell System Technical Journal”, Vol. 27.  
 Urmiancew J.A., 2009: *Symetria przyrody i przyroda symetrii*. Wyd. KomKniga, URSS.

## **THE ECONOMIC SYSTEM AND SELF-ORGANIZATION – THE DIVERSIFICATION IN THE CONTEXT OF SYSTEM THEORY, STABILITY, DIVERSITY AND CRISIS**

### **Summary**

Made in the article is an attempt to subject matter in the context of a comprehensive approach crisis OTS issues. Another important issue discussed topics is developing forecasting and planning crises. Discusses the issue of stability and diversity of systems and discusses an attempt to clarify their relationships. Of particular importance is taken in the article topic adaptation subject to signal systems and system development strategy.