

Проф. д-р ик. н. Камен Миркович

ПРОБЛЕМИ НА ИКОНОМИЧЕСКАТА СИНЕРГЕТИКА

Обоснована е необходимостта от разгърнато разработване на проблемите на икономическата синергетика, която се занимава с изследването и изучаването на синергетичните икономически системи и представлява методология на теорията за икономическите преходи. Обосновани са принципите на самоорганизацията на икономическите системи в условията на неустойчивост, неравновесие, нелинейност и необратимост на макроскопично равнище при наличието на стохастичност и кохерентност на микроскопично равнище. Във връзка с това са разгледани въпроси на икономическата еволюция, икономическата ентропия, ценностната динамика на икономическите системи, обратимостта и необратимостта на икономическите процеси, дисипативните икономически структури, механизма на динамичната икономическа устойчивост и неустойчивост, икономическата бифуркация и свързаните с нея форми на икономическия преход.

JEL: A12; B41

Пазарните трансформации, които се извършват в редица страни в съвременния свят, показват, че икономическите системи могат да се самоорганизират в условията на неустойчивост, неравновесие и необратимост, т.е. да извършват фазови преходи с нелинеен характер от хаотичност към организираност под въздействието на изработени от самите тях целенасочени импулси. Системи, които се отличават с такива свойства, са *синергетични икономически системи*. Те са предмет на изучаване от икономическата синергетика, която сега е в процес на възникване и е сравнително по-слабо позната в икономическите среди. Закономерностите на икономическата еволюция и на икономическите преходи могат задълбочено да бъдат разкрити именно чрез прилагането на принципите и методите на икономическата синергетика. От своя страна тя се основава върху методологията на по-общата наука синергетика.

Науката синергетика

Синергетиката е наука, която изследва самоорганизацията в системите при нелинейни фазови преходи в условията на неравновесност и необратимост. Понятието синергетика произлиза от гръцката дума *синергетикос* и буквално означава съвместен, действащ съгласувано. Според общовъзприетото схващане тя изучава връзките между елементите на структури, които се образуват в отворени нелинейни системи в резултат от интензивния обмен на вещество и енергия с околната среда при неравновесни условия. При такива системи се наблюдава съгласувано поведение помежду им и между техните подсистеми и елементи; те се самоорганизират, в резултат от което нараства степента на тяхната

подреденост и организираност и намалява съдържащата се в тях ентропия. В основата на синергетиката стоят термодинамиката на неравновесните процеси, теорията на случайните процеси, теорията на нелинейните колебания и вълни. Като научно понятие тя е въведена от Херман Хакен, професор в Щутгартския университет, а като наука възниква през 70-те години на XX век. Първоначално се разработва в областта на физиката и химията. Впоследствие се разпростира върху широк клас системи, вкл. и в биологията, социологията и икономиката.

През 1977 г. белгийският учен Иля Пригожин получава Нобелова награда за развитието на идеи в областта на неравновесните химични реакции (върху които започва усилено да се развива синергетиката). По такъв начин той създава нова, неklasическа термодинамика. Схващането на И. Пригожин е, че причината, за да възниква ред и порядък в системите, е тяхното неравновесно състояние. Нови структури се раждат извън границите на устойчивостта, в точките на бифуркация (последните са критични състояния, при които системата задължително трябва да намери нови решения за развитието си). Получава се така, че редът се ражда от безредието. В този процес възникват междинни неравновесни състояния, които са дисипативни (т.е. разсейващи се или още разпадащи се). Именно от тези състояния на дисипативните структури при определени условия възниква нова подреденост, която е по-голяма от предишната.¹

Едно от ключовите понятия в синергетиката е ентропията и без него не могат да бъдат разбрани спецификата и задачите на икономическата синергетика. То има няколко взаимосвързани интерпретации. *Първоначално*

¹ Според М. Рабинович "синергетиката е общата култура на съвременното научно мислене", а според М. Волкенщейн "синергетиката – това е нов възглед, различен от Нютоновия класицизъм". Г. Иванички пише, че "синергетиката е начин на мислене. В основата ѝ лежи проста идея: делението на различните науки е винаги условно, защото природата е единна." Много авторитетни учени смятат, че синергетиката ще бъде "Мис Наука" на бъдещето. Относно същността, принципите, проблемите и методите на синергетиката вж: *Пригожин, И.* От съществуващото к възникаващото. М., "Наука", 1985 [*Prigogine, I.* From Being to Becoming. San Francisco, W. H. Freeman and Company, 1980]; *Николус, Г., И. Пригожин.* Самоорганизация в неравновесных системах. М., "Мир", 1979 [*Nicolis, G., I. Prigogine.* Self-Organization in Nonequilibrium Systems. New York, Wiley, 1977]; *Керри, Дж.* Порядок и беспорядок в структуре материи. М., "Мир", 1985; *Эбелинг, В.* Образование структур при необратимых процессах (Введение в теорию диссипативных структур). М., "Мир", 1979; *Филлипов, А.* Многоликий солитон. М., "Наука", 1986; *Нелинейные волны. Самоорганизация.* М., "Наука", 1983; *Арнолд, В.* Теория катастроф. Издательство Московского государственного университета, 1983; *Синергетика* (сборник статей под редакцией *Б. Б. Коломиева*). М., "Мир", 1984; *Prigogine, I.* Introduction in Nonequilibrium Thermodynamics. New York, Wiley-Interscience, 1962; *Haken, H.* Synergetics: Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. Berlin – Heidelberg – New York, 1977. Вж също: *Миркович, К.* Математическа икономика. Първа част. С., УИ "Стопанство", С., 1991, с. 59; *Миркович, К.* Приветствие при откриването на международната юбилейна конференция по проблемите на сигурността, организирана от Университета за национално и световно стопанство. – В: Синергетична парадигма на националната сигурност. С., УИ "Стопанство", 2002, с. 15-16.

възниква като физично понятие в термодинамиката, с което се определя степента на необратимото разсейване на енергията. Въведено е от Р. Клаузиус, който доказва, че превръщането на топлината в работа е подчинено на втория закон на термодинамиката.² Той може да се формулира чрез ентропията като функция на състоянието на термодинамичната система при равновесни процеси. При извършването на квазистатичен (безкрайно бавен) цикличен процес в такава система последната получава малки количества топлина $\delta Q/T$ (T е абсолютното значение на температурата), които са подчинени на *равенството на Р. Клаузиус* $\oint (\delta Q)/T = 0$, т.е. за целия цикъл сумата им е равна на нула. От това следва, че ентропията е пълният диференциал на функцията S на състоянието на термодинамичната система при равновесен (необратим) процес $dS = \delta Q/T$, който е познат под наименованието *диференциално определение на ентропията*. Затова пък *интегралното определение на ентропията* се представя от разликата в

² *Термодинамиката* (thermodynamics) е наука, която изследва свойствата и закономерностите на системите на макроscopicно равнище, намиращи се в състояние на термодинамично равновесие, както и процесите на прехода между състоянията на равновесие. Нейните изводи се основават върху фундаментални принципи (наричани начала или още закони на термодинамиката), които имат универсален характер за природата. Основание за тези начала (закони) са закономерностите на движението на частиците на системите, т.е. на тяхното микроскопично равнище, което пък се изучава от статистическата физика. Според *първия закон на термодинамиката*, ако системата извършва термодинамичен цикъл (което в крайна сметка означава, че се връща към първоначалното си състояние), то топлината ΔQ , която получава от външната среда, е равна на извършената от системата работа ΔA над външната среда. Първият закон на термодинамиката е само друг израз на физичния закон за запазване на енергията. Ако системата не се връща в изходното си състояние, тогава разликата $\Delta Q - \Delta A \equiv \Delta U$ в общия случай не е равна на нула и тя представлява прираста на вътрешната енергия на системата. Първият закон на термодинамиката не е приложим към икономиката, която изучава движението на икономически потоци (ценностни и предметни ингреденти), които представляват само част от света и имат специфични закономерности. Теоретично ценността в икономическата система може вечно да се самовъзпроизвежда (но за сметка на неикономически ингреденти) и дори да нараства благодарение на ефекта на принадлежната ценност (принадена полезност и принадлежната стойност). Този ефект се дължи на свойството на работната сила да създава ценност, по-голяма от онази ценност, която е необходима, за да се възпроизведе изразходваната работна сила в същия размер. Първият закон забранява съществуването на вечен двигател от първи род. Но той не изключва възможността да бъде създаден вечен двигател от втори род. Последният е машина с непрекъснато действие, която е способна да превръща в полезна работа цялото количество от подадената ѝ топлина. Това се оказва невъзможно поради разсейването към околната среда на част от топлината. Според втория закон на термодинамиката е невъзможно построяването на вечен двигател от втори род. Една негова формулировка, направена през 1850 г. от Р. Клаузиус, е, че според *втория закон на термодинамиката* топлината не може самопроизволно да премине от система с по-малка температура към система с по-голяма температура. По-късно, през 1876 г. върху основата на анализа на ентропията Р. Клаузиус доказва, че изходната формулировка на втория закон на термодинамиката е напълно еквивалентна на следното твърдение: ентропията H е функция на състоянието на системата и нейният прираст при обратимо предаване на топлина на системата е равен на $dH = dQ:T$ (където T е температурата); при необратими адиабатни процеси ентропията нараства и достига своя максимум при състояние на равновесие на системата.

ентропията между две произволни състояния A и B , изразена в определения интеграл $S_A - S_B = \int_A^B \frac{\partial Q}{T}$. Състоянието на системата при неравновесен

(значи и необратим) процес се описва от *неравенството на Р. Клаузиус*

$\oint (\partial Q)/T < 0$, от което следва че $S_A - S_B > \int_A^B \frac{\partial Q}{T}$. Оттук се прави

заклучението, че *при неравновесни (необратими) процеси в изолирана адиабатна система ентропията може само да расте*. Това е *законът за нарастването на ентропията*. По-конкретно в адиабатната система са възможни само такива процеси, при които ентропията или остава постоянна (при обратими или равновесни процеси), или нараства (при необратими или неравновесни процеси). От този извод обаче не следва, че ентропията непременно расте във всички тела (подсистеми), които участват в разглеждания необратим процес: нараства само общата сума на ентропията на подсистемите, в които процесът е предизвикал съответните промени. Затова пък при термодинамичните равновесни процеси ентропията достига своя максимум (или няколко локални максимума, като при най-големия максимум на ентропията системата е абсолютно устойчива).

Друга интерпретация на ентропията е тази на статистическата физика. При нея ентропията се определя чрез логаритъма на статистическото тегло на дадено равновесно състояние на системата. За разлика от термодинамиката статистическата физика изследва частен клас от процеси, наречени флуктуации, при които дадената система преминава от повече вероятно към по-малко вероятно състояние. От това следва, че при флуктуирани системи законът за нарастването на ентропията действа само средно при достатъчно големи интервали от време.

Трета интерпретация е тази на информационната ентропия, която произтича от тази на статистическата физика. Информационната ентропия е мярка на неопределеността на информацията, която даден неин източник предава (излъчва). Информационният поток се описва от множество величини x_1, x_2, \dots, x_n , всяка една от които има вероятност p_1, p_2, \dots, p_n да се появи (да се осъществи). Върху тази основа се изгражда *формулата на К. Шенън* за количеството на информацията.

Икономическа синергетика

Икономическата синергетика е наука, която се занимава с изучаването, моделирането и изследването на същността, структурата и закономерностите на синергетичните икономически системи. Тя има предмет, близък с този на *теорията на икономическите преходи*. Разкрива и изучава закономерностите на прехода от икономическия хаос към икономическата организираност, най-вече като изследва съдържащите се в елементите на

една хаотична икономическа система свойства на подреденост, които при смяна на икономическия хомеостазис могат да се предават и привнасят в цялата система, превръщайки се в нейни свойства (свойствата на микроструктурата стават свойства на цялостност, на емерджентност на икономическата система). Икономическата система преминава от състояние на хаотичност към състояние на организираност, т.е. тя се самоорганизира.

Икономическата синергетика разширява и обогатява представите за икономическото развитие, в частност за самоорганизирането на отворените неравновесни икономически системи в условия на необратимост, за избора на насочеността на икономическата еволюция в точките на нейната бифуркация (точките на разклоняване на траекториите на системите), както и за важната роля, която случайните фактори играят в тези процеси. Тя изследва дисипативните нелинейни икономически системи, които се намират далеч от състоянието на икономическо равновесие, но затова пък преминават към подредени структури. Икономическата синергетика се намира в начален стадий на своето развитие. *Тя може да изиграе ролята на катализатор на икономическата теория*, както даде възможност да се разкрият нови аспекти и свойства на икономическите системи като системи от икономически отношения и да се използват нови подходи за анализ на общосистемните свойства на общественото производство.

По-нататък е направен опит да се свържат проблемите на икономическата ентропия, на устойчивостта на икономическите системи и на тяхната самоорганизация през призмата на икономическата синергетика, която изучава възникването на организирани икономически структури при фазови преходи в условията на неравновесие, неустойчивост, нелинейност и необратимост. Наблюденията показват, че в икономиката (например в пазарната икономика) *спонтанно възникват* нови структури в микроикономическите системи (в микроикономическата среда) без централизирано регулиране и намеса. С други думи, извършва се *икономическа самоорганизация*, при това без да се нарушава вторият закон на термодинамиката (защото икономическата ентропия вътре в тези системи продължава да нараства). В *отворени динамични икономически системи*, които постоянно получават от външната среда икономическа информация и обменят с нея икономическа ценност (ползност и стойност),³ могат да възникнат стационарни неравновесни състояния, но с висока степен на подреденост (на информационна наситеност) в условия на неустойчивост.

Неустойчивостта се оказва закономерност на икономическото развитие, тъй като мобилизира икономическите системи към компенсиращо стабилизиращо поведение. Освен това икономическото развитие е неустойчиво,

³ Относно моето становище за икономическата ценност (която е същностен икономически ингредиент и се проявява като ползност и като стойност) вж. *Миркович, К.* Ползност и стойност. С., "Тракия-М", 2005.

доказателство за което са бизнес-циклите и дългите вълни на Н. Кондратиев. Неустойчивостта е проявление на неопределеността на целите на развитието, на неговата насоченост и тенденции. Тя се характеризира с нестабилност на измененията в икономическото поведение и изобщо на икономическите процеси. Когато има засилване на неустойчивостта на икономическото развитие, то се проявява най-вече в неспособността на икономическите системи да погасяват както различните форми на икономическите колебания, така и различните прояви на икономическото неравновесие, което пък от своя страна нарушава нормалното протичане на възпроизводствените процеси. Появата на икономическата неустойчивост е резултат от вътрешните противоречия на икономическите системи, но впоследствие тя се засилва под въздействията на външната среда.

Синергетичен икономически процес и икономическа еволюция

Внимателният анализ показва, че предпоставка за спонтанното възникване на икономически структури е съвместното (синергичното) координирано (съгласувано, кохерентно) поведение (наричано още кооперативно) на елементите и подсистемите на икономическата система, което при определени условия може да възникне и далеч от състоянието на икономическо равновесие. И обратно, да се окаже, че състоянието на икономическо равновесие може да се характеризира с неподреденост (с висока степен на икономическа ентропия), т.е. че *икономическата система, намирайки се в неравновесие, проявява стремеж да се уравни по-средством постигането на по-висока степен на организираност*. Тъй като големите отклонения от икономическото равновесие се описват от нелинейни уравнения, е възможно да възникнат няколко решения на стационарност на икономическата система, а значи и на нейната устойчивост. Измежду няколкото решения на стационарност може да бъде изолирано онова, което е устойчиво по отношение на икономическите флуктуации (на икономическите колебания), т.е. да бъде намерено решението, което показва стабилното състояние на икономическата система. При останалите свои състояния тя се характеризира с нестабилност, като при тях има засилване на флуктуациите (засилване на икономическите колебания и нарастване на икономическата нестабилност) и именно тогава икономическата система проявява стремеж да премине (и при определени условия преминава) към друго стабилно състояние. Крайното ѝ състояние на стабилност обикновено притежава висока степен на организираност (и на информационна наситеност), но и твърде ниска икономическа симетрия. Такъв преход към стабилно стационарно състояние на икономическата система е *икономическа еволюция*, която обаче е извън порядъка на една апокалиптична икономическа катастрофа. Икономическата еволюция е частен случай на проявление на по-общия принцип на еволюцията на Пригожин – Гленсдорф.⁴

⁴ Пригожин, И. Цит. съч.; Николис, Г., И. Пригожин. Цит. съч.

В случай, че преминаването към крайни състояния на стабилност от подобен тип се извършва в икономически системи с големи структурни резерви на микрокопично равнище,⁵ тогава е налице икономическа самоорганизация на системите. Тя се предава и на макрокопичното равнище на икономическите системи, когато в структурите на техните подсистеми и елементи се извършват синергетични процеси. С други думи, извършва се микрокопична самоорганизация, която преминава в макрокопична.

Описаните промени в определен клас икономически системи могат да бъдат означени с понятието *синергетичен икономически процес*. Той се характеризира със следните моменти: постоянен приток на икономическа информация, осъществяван чрез обмена на икономическа ценност между системата и външната среда; големи отклонения от състоянието на икономическо равновесие; нелинейност на икономическите зависимости; координирано поведение на подсистемите и елементите на икономическата система; усилване на отклоненията (флуктуациите) при неустойчиви състояния на икономическата система; спонтанна самоорганизация на микрокопично и макрокопично равнище; икономическа еволюция.

Форми на икономическата ентропия

Ентропията е свойство, което е характерно за вероятностните системи, към които спадат и кибернетичните икономически системи. Вече беше пояснено, че съществуват *три определения* (интерпретации) на ентропията: термодинамично, статистическо и информационно (като понятие

⁵ Всяка икономическа система е цялостност от елементи. Но тя е и богата тоталност от аспекти, страни, равнища, разрези, характеристики, определения и т.н. Сред тях се открояват две основни равнища на определеност – макрокопично и микрокопично. Под *макрокопично равнище на икономическата система* разбираме определеността на системата в нейната цялост, т.е. като структура, вход, изход, характер, специфика, функциониране, свойства и поведение на икономическата система като цяло. Под *микрокопично равнище на икономическата система* разбираме определеността на системата като определеност на нейните елементи, т.е. като структура, вход, изход, характер, специфика, функциониране, свойства и поведение на елементите на икономическата система, което включва и взаимовръзките помежду им, т.е. определеността както на отделните елементи, така и на множеството от тях. Макрокопичното равнище не се свежда и не може да се отъждестви с микрокопичното, тъй като на макрокопично равнище възникват и се проявяват нови, общосистемни свойства, които не са присъщи на отделните елементи и дори на множеството от елементи. Това обаче не означава, че в крайна сметка то не може да бъде обяснено с микрокопичното, тъй като икономическата система е изградена именно и само от своите елементи. Разграничението, което се прави между макрокопичното и микрокопичното равнище на икономическата система, не трябва да се отъждествява с разграничението между макроикономическите и микроикономическите системи. Последните са разновидности на общото понятие за икономическа система и всяка от тях заема своето място в обективния икономически свят, идентифицира се според равнището на обобщеност на нейното конституиране и функциониране. Затова всяка от макроикономическите и микроикономическите системи съдържа както макрокопична, така и микрокопична определеност и следователно на всяка една от тях може да се направи макрокопичен и микрокопичен анализ.

термодинамичната ентропия във физиката, пренасяна в резултат от движението на топлинната енергия и на веществото, е въведена и определена от Р. Клаузиус още през 1864 г.). Според мен тези определения са приложими и към ентропията в икономическите системи, т.е. към *икономическата ентропия*, защото икономическите системи притежават всички общосистемни определения в природата и обществото, към които спада и определението на ентропията изобщо. *Затова въвеждам следните понятия*: първо, *ценностнодинамична икономическа ентропия* H_W , която е икономическият аналог на термодинамичната ентропия във физиката (ценностнодинамичната ентропия е свързана с и се пренася от обмена на икономическа ценност, т.е. на полезност и стойност, между системата и външната среда); второ, *статистическа икономическа ентропия* H_S ; трето, *информационна икономическа ентропия* H_I .

Като се приложи теорията на Л. Болцман и М. Планк, *статистическата икономическа ентропия* може да се определи като математическо очакване на неопределеността в поведението на икономическата система (в която се извършват случайни процеси) или просто като *математическо очакване на икономическата неопределеност*:

$$(1) \quad H_S = -k \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i,$$

където H_S е величината на статистическата икономическа ентропия в системата, p_i – вероятността да се осъществи i -ият вариант (състояние) на поведение (вариант на изхода) на системата; n – броят на вариантите на поведение (на вариантите на изхода или още на вариантите на състоянието на поведение) на системата; k – преобразувана константа на Л. Болцман.⁶

При равновероятни варианти на състоянието на поведение на икономическата система (което е важен частен случай) статистическата икономическа ентропия се определя по формулата $H_S = k \ln n$, т.е. тя е правопрпорционална на логаритъма от броя на възможните състояния на

⁶ Константата на Л. Болцман се отнася до физичните процеси и има значение, равно на $1,381 \cdot 10^{-23}$ Дж. К⁻¹. Определянето на аналогична константа, която да се отнася до икономиката и която тук условно наричам преобразувана константа на Л. Болцман, може да стане само с помощта на специални научни изследвания в областта на икономическата информация и икономическата ентропия, които се съдържат в полезността и в стойността на предметните икономически ingrediente, т.е. в икономическото богатство. Обоснованото по-нататък в изложението отъждествяване на ценностнодинамичната, статистическата и информационната ентропия показва обаче, че величината на икономическата ентропия може да се определи и само чрез изследвания върху природата и количеството на икономическата информация. В това отношение са интересни постановките на Ив. Николов (*Николов, Ив.* Глобалната икономика. Теория и реалност. С., "Сиела", 2003; Кибернетика и икономика. С., "Наука и изкуство", 1971) и информационните изследвания на К. К. Валтух (*Вальтух, К. К.* Информационная теория стоимости и законы неравновесной экономики. М., "Янус-К", 2001).

икономическата система. Статистическата ентропия представлява едновременно както мяра на неподредеността на икономическата система, така и мяра на нейната структурна неорганизираност. Важно е да се отбележи, че максимумът на статистическа икономическа ентропия (който се постига при равномерното разпределение на вероятностите на състоянията на системата) съответства на най-ниската степен на организираност на икономическата система.

Като се използва формулата на К. Шенън, *информационната икономическа ентропия* H_I може да се определи с формулата

$$(2) \quad H_I = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i.$$

Едновременно с това величината H_I е и мяра на количеството на онази информация, която ще се получи, след като даденото събитие се осъществи (когато се реализира даденото състояние на поведение на икономическата система, тъй като с неговото сбъждане се намалява със същата величина неопределеността в системата). При равновероятни варианти на състоянието на поведение на системата информационната икономическа ентропия се определя по формулата $H_I = \ln n$, т.е. тя е равна на логаритъма от броя на възможните състояния на икономическата система. *Сравнението между статистическата и информационната икономическа ентропия показва*, че тези две величини са правопрпорционални помежду си, т.е. че $H_S = kH_I$, като коефициентът на пропорционалност е равен на преобразуваната константа на Л. Болцман k .

По аналогия с формулите на Болцман и Гибс статистическата ентропия на икономическата система с непрекъснато множество от състояния (от изходи) $\{X\}$ може да бъде определена чрез израза

$$(3) \quad H_S = -k \int_{X \in \{X\}} \rho(X) \ln \rho(X) dX,$$

където $\rho(X)$ е плътността на вероятността на състоянията на икономическата система (тогава производението $\rho(X)dX$ представлява вероятността на състоянието X , което се намира в интервала dX).⁷ Прилагайки теорията на Дж. фон Нойман, се оказва, че статистическата икономическа ентропия може да се определи и с израза

$$(4) \quad H_S = -kH_{Wp}(\rho \ln \rho),$$

където H_{Wp} е *ценностнодинамичната икономическа ентропия*, а ρ е т.нар. статистически оператор, използван от квантовомеханичната статистика за характеризирание на състоянието на определена система.

⁷ Относно плътността на вероятностите в икономическата система вж. *Миркович, К. Макроекономика. С., "Тракия-М", 2001, гл. 22.*

Посочените три формули на статистическата икономическа ентропия притежават свойството на адитивност, от което следва, че при обединяване на две независими икономически системи ентропията на обединението е равна на сумата от ентропиите на двете изходни системи, т.е. че

$$(5) \quad H_S = H_{S1} + H_{S2},$$

където H_{S1} е статистическата икономическа ентропия на първата система, а H_{S2} – тази на втората система. Това дава основание да се отъждестви ценностнодинамичната икономическа ентропия H_W със статистическата икономическа ентропия H_S , т.е. че $H_W = H_S$. Такъв е и подходът на Л. Болцман във физиката.

Самата *ценностнодинамична икономическа ентропия* H_W може да се разглежда като екстензивна функция от три типа аргументи: *първо*, общата полезност U (респ. относителната обща полезност RU), която се носи от различните предметни ингредиенти в икономическата система; *второ*, общата стойност V (респ. относителната обща стойност RV) в тези ингредиенти, *трето*, броят на предметните ингредиенти M_i , които са в системата при различните нейни състояния $i = 1, 2, \dots, n$. Величината H_W е функцията

$$(6) \quad H_W = H_W(U, V, M_i).$$

При така въведените предпоставки ценностнодинамичната икономическа ентропия се отличава със следните свойства:

Първо, при разделяне на икономическата система на две подсистеми с ценностнодинамични ентропии H_{W1} и H_{W2} се изпълнява правилото за адитивност

$$(7) \quad H_W = H_{W1} + H_{W2}.$$

Второ, пълният диференциал dH_W на функцията H_W е сумата от елементи, които представят приноса на отделните фактори (аргументи) в промяната (прираста) на ценностнодинамичната икономическа ентропия:

$$(8) \quad dH_W = \frac{\partial H_W}{\partial U} dU + \frac{\partial H_W}{\partial V} dV - \sum_i \frac{\partial H_W}{\partial M_i} dM_i,$$

където:

$$\frac{\partial H_W}{\partial U} = MH_{WU} \text{ е пределната ценностнодинамична икономическа}$$

ентропия на полезността, която показва с колко единици нараства при постоянни други условия ценностнодинамичната икономическа ентропия, индуцирана от единица нарастване на общата полезност в икономическата система, което съотношение е определено при безкрайно малко нарастване

на общата полезност (при целочислени значения – индуцираното от последната единица полезност нарастване на ценностнодинамичната икономическа ентропия);

$$\frac{\partial H_w}{\partial U} dU = d_u H_w - \text{частта от прираста } dH_w \text{ на ценностно-}$$

динамичната икономическа ентропия, която се дължи на нарастването на общата полезност (респ. относителната обща полезност RU) в икономическата система, т.е. това е *полезностно-индуцираната ценностно-динамична икономическа ентропия*;

$$\frac{\partial H_w}{\partial V} = MH_{wv} - \text{пределната ценностнодинамична икономическа}$$

ентропия на стойността, която показва с колко единици нараства при постоянни други условия ценностнодинамичната икономическа ентропия, индуцирана от единица нарастване на общата стойност в икономическата система, което съотношение е определено при безкрайно малко нарастване на общата стойност (при целочислени значения – индуцираното от последната единица стойност нарастване на ценностнодинамичната икономическа ентропия);

$$\frac{\partial H_w}{\partial V} dV = d_v H_w - \text{частта от прираста } dH_w \text{ на ценностно-}$$

динамичната икономическа ентропия, която се дължи на нарастването на общата стойност (респ. относителната обща стойност) в икономическата система, т.е. това е *стойностно-индуцираната ценностнодинамична икономическа ентропия*;

$$\frac{\partial H_w}{\partial M_i} = MH_{wmi} - \text{величина, която показва с колко единици намалява}$$

при постоянни други условия ценностнодинамичната икономическа ентропия, което намаление е индуцирано от нарастване с единица на броя на предметните ingredienti при i -ото състояние на икономическата система;

$$\frac{\partial H_w}{\partial M_i} dV = d_{mi} H_w - \text{частта от прираста } dH_w \text{ на ценностно-}$$

динамичната икономическа ентропия (с отрицателен знак), която се дължи на нарастването на броя на предметните ingredienti при i -ото състояние на икономическата система.

Така че за прираста на ценностнодинамичната икономическа ентропия е валидно равенството

$$(9) \quad dH_w = d_u H_w + d_v H_w - \sum d_{mi} H_w .$$

Трето, при всяко изменение на състоянието на икономическата система породено от това изменение на нейната ценностнодинамична ентропия може да се разложи на две части:

$$(10) \quad dH_W = d_e H_W + d_i H_W,$$

където:

$d_e H_W$ е изменението на ценностнодинамичната икономическа ентропия на системата, което е породено от ценностния обмен (от обмена на полезност и стойност) на икономическата система с външната среда и което наричам *външноиндуцирана ценностнодинамична икономическа ентропия*;

$d_i H_W$ – изменението на ценностнодинамичната икономическа ентропия на системата, което е породено от ценностния обмен (или движение) на полезност и стойност и от тяхното производство, които се извършват вътре в икономическата система и което изменение наричам *вътрешноиндуцирана ценностнодинамична икономическа ентропия*.

Четвърто, винаги е валидно неравенството $d_i H_W \geq 0$, което означава, че вътрешноиндуцираната (произвежданата вътре в икономическата система) ценностнодинамична ентропия никога не може да намалява. В тези рамки при вътрешен *обратим икономически процес* е валидно $d_i H_W = 0$, т.е. не се създава нова ентропия, а при вътрешен *необратим икономически процес* (този икономически процес е реалният) е валидно $d_i H_W > 0$, т.е. създава се нова ентропия.

При затворени динамични икономически системи, т.е. такива, при които отсъства обмен на полезност и стойност (и изобщо на ценност) между системата и външната среда, външноиндуцираната ценностнодинамична икономическа ентропия е равна на нула (няма приток на ентропия към системата или отлив на ентропия от нея), т.е. $d_e H_W = 0$. Очевидно е, че тогава целият прираст на ентропията в икономическата система е равен на вътрешноиндуцираната ценностнодинамична икономическа ентропия, т.е. $dH_W \geq d_i H_W$. Изводът е, че ценностнодинамичната ентропия в затворени динамични системи никога не може да намалява (тя само може да остане същата или да нараства).

Разкритата аналогия между ценностнодинамичната, статистическата и информационната икономическа ентропия дава определени основания да се смята, че те са тъждествени помежду си, т.е. че $H_W = H_S = kH_I$.

Ценностнодинамично равновесие и ценностнодинамично неравновесие на икономическата система

При *ценностнодинамично равновесие на икономическата система* (или още – при *ценностнодинамично икономическо равновесие*) системата не произвежда нова ентропия - *ниतो положителна*, т.е. ентропията не нараства (при нарастване на ентропията $dH_W > 0$), *ниतो отрицателна* (наричана икономическа негентропия), т.е. ентропията не намалява (при

намаляване на ентропията $dH_W < 0$). При ценностнодинамичното равновесие $dH_W = 0$, т.е. е налице *ценностнодинамично равновесна икономическа система*. Оттук може да се направи и много важният извод, че *при ценностнодинамичното равновесие в системата ценностнодинамичната икономическа ентропия е възможно най-голямата, т.е. е максималната* [$H_W = H_W(U, V, M_i) = \max$, тъй като $dH_W = 0$]. *Наличието на максимална ентропия означава, че при зададените условия икономическата система се намира в състояние на възможно най-висока степен на неподреденост и в най-ниска степен на организираност и информационна наситеност при дадените условия*. От това следва и почти парадоксалният извод, че *когато икономическата система се намира в състояние на ценностнодинамично равновесие, тя е най-неподредена и най-неорганизирана в структурно отношение на микроскопично равнище*. Такова очевидно на пръв поглед противоречие с действителността (в действителността обикновено на икономически системи с висока степен на организираност отговаря ниска ентропия, но това е валидно при постоянни други условия на макроскопично равнище) се разрешава от икономическата синергетика и най-вече от съдържателята с в нея теория на дисипативните икономически структури.

Оттук следва и другият извод, че *когато икономическата система е високоорганизирана, тя трябва да бъде неравновесна от ценностнодинамична гледна точка*, т.е. да има *ценностнодинамично икономическо неравновесие* или да е налице *ценностнодинамично неравновесна икономическа система*. Този извод не противоречи на втория закон на термодинамиката - той продължава да действа, тъй като при неравновесно състояние остава валидно съотношението $d_i H_W > 0$ (при строго неравенство), но за това състояние е валидно и съотношението $H_W > H_W(\max)$, т.е. при неравновесното състояние на икономическата система има ценностнодинамична ентропия, но тя е по-малка от максималната. Ако ентропията достигне максималното си равнище, икономическата система става ценностнодинамично равновесна. Така че може да се направи по-общият извод, че *неравновесното състояние на икономическата система е по-високо организирано от нейното равновесно състояние*. Това е така, защото, намирайки се в неравновесно състояние, икономическата система се стреми да излезе от него и да постигне равновесие - този стремеж се реализира чрез координиране (съгласуване) на действията на нейните елементи, което повишава организираността на икономическата система и прави действията на елементите еднопосочни и целенасочени, което пък от своя страна означава, че намалява ценностнодинамичната ентропия и се увеличава наситеността на системата с икономическа информация.

В действителност в неравновесните икономически системи винаги има производство на положителна ендегенно-индуцирана ентропия $P = d_i H_W / dt > 0$, което е валидно за всички необратими икономически процеси. Но в процеса на уравнивяването това се съчетава с получаване на по-голяма по

абсолютния си размер *икономическа негентропия* (отрицателна ентропия) от външната среда. Така че преминаване към ново състояние на равновесие могат да постигнат само отворени (неизолирани) икономически системи, които обменят с външната среда икономическа (в случая – ценностна) субстанция (полезност и стойност). Ето защо затворените (изолираните) икономически системи са обречени в крайна сметка на ценностнодинамично неравновесие, като в тях едновременно с това ентропията (а значи и неорганизираността и неподредеността) ще продължават да нарастват.

Ценностна динамика на отворените икономически системи. Текущо икономическо равновесие

Изолирана или още *затворена икономическа система* е тази, която не обменя ценностни ingrediente (полезност и стойност) с външната среда. *Отворена икономическа система* пък е тази, която обменя ценностни ingrediente с външната среда. Този обменен процес наричам *ценностна динамика*. За отворените системи, както вече посочихме, е валидно равенството

$$(11) \quad dH_W = d_e H_W + d_i H_W,$$

където $d_i H_W \geq 0$, и то зависи от вътрешното състояние на системата. Сега трябва да се опитаме да разкрием какво отношение имат тези зависимости към формирането на структурата на икономическите системи и при какви условия ентропията на системата може да се намалява (т.е. да има $dH_W < 0$, но при $d_i H_W \geq 0$). За една произволна реална икономическа система, в която се извършват необратими икономически процеси, винаги $d_i H_W > 0$, т.е. вътрешният принос в изменението на общата ентропия H_W е винаги положителен. Изменението на общата ентропия за сметка на ценностнодинамичния обмен може да бъде както положително (тогава икономическата система поглъща положителна ентропия, т.е. отдава негентропия, с което увеличава общата си ентропия), така и отрицателно (тогава икономическата система поглъща отрицателна ентропия, т.е. поглъща негентропия и отдава ентропия, с което намалява общата си ентропия). В този смисъл ентропийният процес в отворените динамични икономически системи коренно се отличава от този в затворените. Затова в отворените икономически системи могат да се образуват нови структури (с което нараства подредеността и намалява общата ентропия), без да се нарушава вторият закон на термодинамиката, т.е. без да спира нарастването на вътрешната ентропия.

За по-пълното разбиране на този процес използвам и понятието *текущо ценностнодинамично икономическо равновесие*. Под това понятие разбирам стационарно (независещо от времето) ценностнодинамично равновесно състояние на отворената динамична икономическа система, което е устойчиво по отношение на малки отклонения. При текущото

равновесие има производство на положителна ентропия вътре в системата ($d_i H_W > 0$), което се компенсира от приток на отрицателна ентропия (негентропия) от външната среда ($d_e H_W < 0$), така че $d_e H_W = -d_i H_W < 0$. Текущото равновесие е частен случай на ценностнодинамичното, при което е налице крайно производство на икономическа ентропия ($d_i H_W > 0$), без то обаче да влияе на общия ентропиен баланс. При текущото равновесие абсолютното значение на потоците от ентропия и икономическа ценност са положителни величини. В общия случай на ценностнодинамично равновесие тези значения могат да бъдат и нулеви. Съдържанието на понятието за текущо икономическо равновесие се разнообразява и обогатява, когато части от икономическата ценност не участват в обменната динамика, но може да се разсейват (да дисипират) вътре в икономическата система.

Обратим и необратим ценностнодинамичен икономически процес

Икономическата еволюция е необратим икономически процес, тя е реализация на *икономическата необратимост*. Именно затова синергетичният икономически процес е също необратим. Противоположен на необратимостта е обратимият икономически процес, т.е. процесът, при който е налице *икономическа обратимост*. Те са частни случаи на по-общите понятия за необратимост и обратимост в природата и обществото.

Най-общо *обратимият ценностнодинамичен икономически процес* е преход от едно състояние на икономическата система към друго, при който е допустимо възвръщането ѝ към първоначалното състояние чрез същата последователност от междинни състояния (състояния на поведение на системата), но които преминават в обратен ред (следователно това е процес, протичащ в нестационарни икономически системи). Обратимият процес постоянно променя своето направление. Връщането на икономическата система в първоначалното ѝ състояние означава, че тя приема първоначалните (изходните) параметри, но към друг момент във времето. Така че икономическата система може да направи напълно затворено движение по нейната фазова плоскост, но не и в пълното фазово пространство, в което времето е самостоятелно измерение.

Теоретично обратимият икономически процес като промяна на ценностнодинамичните параметри трябва да се извършва толкова бавно, че да представлява (значи и да може да се представи) като непрекъснат ред (т.е. като ред от безброй много) състояния на ценностнодинамично икономическо равновесие - той е по-бавен от процеса на осъществяването (установяването) на ценностнодинамичното равновесие в системата. С други думи, ценностнодинамичното равновесие се установява по-бързо от промяната на ценностнодинамичните параметри, които трябва да се уравнишат. Затова при строга дефиниция за обратимия икономически процес е характерно безкрайно бавно изменение на ценностнодинамичните

параметри, които определят равновесието на икономическата система. Ето защо обратимите икономически процеси могат да бъдат определени като *квазистатични ценностнодинамични икономически процеси* или още като *квазиравновесни ценностнодинамични икономически процеси*. Обратимостта на квазистатичния или на квазиравновесния ценностнодинамичен икономически процес произтича (е причинена) от това, че всяко негово промеждутъчно състояние (на поведение на икономическата система) е ценностнодинамично равновесно и затова то е нечувствително (а значи и безразлично) към направлението на икономическия процес, т.е. към това дали той ще продължи на право (в досегашното си направление) или в обратното направление. От това може да се направи изводът, че обратимостта на обратимия икономически процес е само една възможност, която може да се реализира в резултат от допълнителни външни въздействия върху икономическата система.

В икономическата действителност обаче всички процеси се извършват с крайни скорости. Ето защо в крайна сметка те са необратими. Обратимият ценностнодинамичен икономически процес е приближено отражение на онези действителни процеси в икономиката, които имат толкова бавна ценностна динамика, че необратимите положения в нея практически (а в много случаи и теоретично) могат да бъдат пренебрегнати. Само в този смисъл обратимият икономически процес и икономическата обратимост са понятия на икономическата наука.

Трябва да се вземе под внимание и обстоятелството, че икономическата действителност се състои от множество голям брой взаимосвързани икономически процеси, в т.ч. обратими (например икономическия цикъл) и необратими (например икономическия растеж), и че във всеки следващ момент във времето се променя комбинирането помежду им. Следователно и в този смисъл трябва да се смята, че всички действителни икономически процеси в крайна сметка са необратими, че няма абсолютна и всеобща икономическа обратимост. Този извод обаче не отхвърля възможността, че поради различия във въздействията на външната среда едни икономически процеси могат след определено време да се възвърнат към същото равнище на тяхното състояние (т.е. те да са обратими), а други да се окажат на друго равнище (т.е. те да са необратими). Обратимият икономически процес може да се идентифицира като такъв само ако бъде абстрахиран от взаимозвисимостите му с необратимите икономически процеси. Затова разграничението в идентификацията на икономическата обратимост и необратимост има по-скоро принципен и научен смисъл и е израз на прилагането на системния подход в икономиката. Така че идентификацията на икономическата обратимост трябва да се схваща само относително.

Най-общо *необратимият ценностнодинамичен икономически процес* е процес (изменения в системата), който при отсъствието на резки странични (външни) пертурбационни въздействия самопроизволно протича само в едно направление (следователно това е процес, който се извършва в стационарни,

респ. в квазистационарни икономически системи). Необратими процеси са например тези на *икономическата дифузия*. Икономическа дифузия наричам проникването (преминаването) на елементите на една икономическа система, които имат дадена качествена определеност (специфика), в друга, чиито елементи са с друга качествена определеност (с друга специфика). Пример за икономическа дифузия е монополистичната конкуренция, при която в перфектната среда на системата на свършената конкуренция навлизат елементи от системата на монополистична конкуренция, като се извършва разширяваща се продуктова диференциация в досегашни свършени фирми. По такъв начин се появява система на смесена пазарна среда, която съдържа елементи както на свършена, така и на монополистична (разновидност на несвършена) конкуренция. Необратими са също такива процеси като непрекъснатото нарастване на населението, повишаването на производителността на производствените фактори и на обема на производството.

Необратимият икономически процес е неповторим, но в смисъл, че той има единствено направление на своето осъществяване и че в този смисъл не може да има две и повече от две състояния, които да се намират на едно и също равнище по определен параметър на икономическата система или че в по-общия смисъл не може да има две или повече от две еднакви състояния. Това, разбира се, не означава, че неповторимият икономически процес в определено място и време не може да се повтори на друго място или в друго време.

Необратимите икономически процеси са винаги *неравновесни икономически процеси* (в частност *неравновесни ценностнодинамични икономически процеси*), т.е. те се извършват при състояние на неравновесие на икономическата система. Необратимите процеси в затворените икономически системи се придружават от нарастване на ценностнодинамичната икономическа ентропия. При необратимите процеси в отворените икономически системи, които обменят ценностни икономически ингредиенти (полезност и стойност) с външната среда, икономическата ентропия може да остане същата или дори да намалява, което е за сметка на ценностнодинамичния обмен с външната среда. Но както в затворените, така и в отворените икономически системи при необратимите процеси винаги има производство на положителна икономическа ентропия вътре в системата.

Необратимите ценностнодинамични икономически процеси са понятие на *ценностната динамика на неравновесните икономически процеси*. Теорията за ценностната динамика на необратимите икономически процеси трябва да изследва при различните видове неравновесни процеси какво количество икономическа ентропия се произвежда в икономическата система при различни значения на параметрите на нейното неравновесие (на нейното неравновесно състояние). Тя трябва да създаде уравненията, които да описват изменението на тези параметри във времето, но които да са обвързани с ентропийните процеси.

Насоченост на необратимия икономически процес

Вече посочихме, че съществена характеристика на икономическата еволюция е нейната необратимост, т.е. че тя е необратим икономически процес. Икономическата необратимост се изразява в определена насоченост на измененията, които се извършват в икономическата система. Налице е *насоченост на необратимия икономически процес* (респ. *насоченост на необратимия ценностнодинамичен икономически процес*), т.е. *насоченост на икономическата еволюция*. Изследването и обяснението на това положение изисква да се отчита ролята на времето в протичането на икономическите процеси. Класическата икономическа теория се е основавала предимно върху представите за затворените икономически системи. Поради това е изследвала най-вече обратимите икономически процеси, заради което се е абстрахираща от ролята на времето като еволюционен фактор. В основата на този подход стои принципът на симетричността по отношение на времето, което означава, че описаните зависимости (например под формата на уравнения) са еднакво приложими както в настоящето, така и в миналото и в бъдещето. Такива представи обаче значително се отдалечават от действителния икономически живот. Затова проблемът за времето започва все по-пълно да се отчита.

Въпросите за статиката и динамиката на икономическите процеси са формулирани в явен вид от Дж. С. Мил, без обаче да се прави разграничение между обратими и необратими процеси. Ясно разграничение между тях за първи път е направено от Н. Кондратиев. Необратимостта и неповторимостта на икономическите процеси (а значи и тяхната насоченост) не означава, че те не са подчинени на определени общи закономерности, както навремето са смятали неокантианците в социалната философия. Необратимостта (значи и неповторимостта) в икономиката означава невъзможността от изменение на насочеността на икономическите процеси във всеки момент във времето, както това е характерно за обратимите процеси. Такива обратими икономически процеси например са сезонните цикли (с периодичност от около половин година), бизнес-циклите (с продължителност между 7 и 11 години), дългите вълни на Н. Кондратиев (с продължителност около 50-60 години). Обратимите процеси обаче са само част от сложните необратими икономически процеси. Н. Кондратиев посочва, че обратимите процеси в действителност са вълнообразни изменения в икономиката и че те са съставен момент на съвкупния процес на еволюцията на икономическите системи. Икономическата еволюция е именно такъв насочен необратим процес, в чиято основа стои технологичната революция на макроикономическо равнище.

Ролята на обратните връзки в обратимите и необратимите икономически процеси

Сходящата (конвергентната) отрицателна обратна връзка е механизмът за поддържането на спонтанно възникналия порядък в

икономическата система, но тя не разкрива механизма на възникването на този порядък и изобщо – на прехода от една към друга икономическа структура, от един към друг етап на икономическата еволюция. Такъв механизъм е *разходящата (дивергентната) положителна обратна връзка*, при която появилите се изменения в икономическата система не се потискат, а се натрупват. Изобщо сходящата отрицателна обратна връзка е механизмът на обратимите икономически процеси, а разходящата положителна обратна връзка е механизмът на необратимите икономически процеси. Всяка икономическа система е подложена на въздействия на околната среда, които я отклоняват както от устойчивото ѝ, така и от равновесното ѝ състояние. При наличието на разходяща положителна обратна връзка тези отклоняващи въздействия се засилват, в резултат от което досегашната подреденост (досегашната структура) на икономическата система се разсейва и унищожават. Този деструктивен момент на въздействието на външната среда върху системата впоследствие се допълва от конструктивното съгласувано поведение на елементите на икономическата система на микроскопично равнище, в резултат от което възниква нова подреденост (нова структура), при която се конституират нова устойчивост и ново равновесие на макроскопично равнище.

Кооперативните процеси на съгласувано поведение на елементите на икономическата система, както и спонтанното възникване на нова подреденост, на нови структури се извършва под въздействието на случайни фактори, което се доказва от синергетиката. Началото на ново развитие се отключва от случайните фактори, от случайните изменения, които постепенно правят отворената икономическа система неустойчива и неравновесна. Точно в този момент, както вече беше посочено, взаимодействието между различните случайни фактори в отворените неравновесни икономически системи предизвиква възникването на кооперативни процеси (и върху тази основа – на спонтанно колективно поведение) на елементите на новообразуващата се икономическа структура. Случайните фактори са тези, които до голяма степен ще определят посоката на по-нататъшната икономическа еволюция.

Пример за подобна спонтанна икономическа самоорганизация е пазарът при съвършена конкуренция. Пазарът е отворена система, в която постоянно се осъществява взаимодействие между производителите, които продават, и потребителите, които купуват. И независимо от това че икономическите интереси на пазарните агенти са противоположни, на пазара спонтанно възниква порядък върху основата на корекциите и съгласуването на интересите на неговите участници. В основата на това спонтанно съгласуване стои ценовият механизъм, при който съотношението между цените е израз на съотношението между пределните полезности на стоките – обект на покупко-продажба. Спонтанно възникналият пазарен порядък се

изразява в пазарното равновесие между търсенето и предлагането на стоките и между търсените и предлаганите цени.

Дисипативни икономически структури и системи

Условие за формирането на подредени структури в отворените икономическите системи (т.е. за извършването на икономическа самоорганизация) е наличието на определено съотношение между производството на ентропия и обмена на ентропия с външната среда. В отворената динамична икономическа система общият размер на ентропията може да намалява (т.е. $dH_W < 0$) само когато отдаването (излъчването) към външната среда на ентропия по абсолютната си стойност за единица време е по-голямо от производството на ентропия вътре в системата, т.е. когато $|d_e H_W/dt| > d_i H_W/dt = P \geq 0$ при $d_e H_W < 0$. Такова положение е възможно само ако икономическата система се намира далеч от точката на ценностно-динамично равновесие, тъй като при равновесно състояние положителният израз $d_i H_W > 0$ е значително преобладаващ. За да може икономическата система да започне да формира нова подредена структура (да се самоорганизира), е необходимо отдаването на ентропия (получаването на негентропия) $|d_e H_W/dt|$ да *превишава значението на определен критичен параметър* (определено критично значение). В този смисъл икономическата самоорганизация е "свръхкритично" икономическо явление. Това пък от своя страна означава, че тогава параметрите на икономическата система са по-големи от предварително определени критични значения. Когато в процеса на развитието действителното състояние на икономическата система се изравни с критичните значения, настъпва качествен скок или още *фазов икономически преход* в нейното поведение (т.е. това е преходът от *докритическото поведение на икономическата система към критическото ѝ поведение*). С този скок тя преминава към ново състояние на ценностнодинамично равновесие.

На фиг. 1 е показана най-обща илюстрация на фазов преход в икономическата система с критичен параметър R^0 . Преди достигането на неговото значение икономическата система се намира в състояние на ниска степен на подреденост и организираност (и на висока степен на наситеност с ентропия), макар и да е в положение на ценностнодинамично равновесие. Движението на микроскопично равнище в икономическата система е некохерентно (несъгласувано). След преминаването на критичния параметър R^0 (но при наличието на определени условия) в нея започват процеси на повишаване на степента на подреденост, на самоорганизация и образуване на нова структура (и на намаляване на икономическата ентропия). Движението на микроскопично равнище става кохерентно (съгласуване), макар че степента на ценностнодинамичното равновесие намалява (*налице е кохерентно икономическо поведение*).

Посоченият на фиг. 1 интервал бележи критериалните граници на фазовия преход (фазовия скок) в икономическата система.

Фигура 1

Фазов преход в икономическа система



Вече споменахме, че когато икономическата система силно се отклонява от състоянието равновесие, тогава в общия случай нейните параметри (параметрите на вътрешното състояние и на икономическото поведение) са решение на нелинейни уравнения. В кибернетичната и математическата литература неведнъж се подчертава, че *нелинейността е обща черта на процесите, които се осъществяват далеч от равновесието*. Това от своя страна показва, че свръхкритичното отдаване (излъчване или предаване) на ентропия е възможно само при наличието твърде необикновени вътрешни структури на икономическата система. Следователно самоорганизацията не е универсално свойство на икономиката, тя е възможна само при особени вътрешни и външни обстоятелства, но затова пък при тяхното наличие икономическата самоорганизация може и да бъде обичайно явление.

Според И. Пригожин универсално е положението, че структури, които се намират близо да равновесие, са подложени на разпадане и разрушаване. Нови организирани структури възникват далеч от състоянието на равновесие, но това положение не е универсално, защото то възниква само при наличието на специфични условия, а именно, че системата трябва да е термодинамично отворена, да притежава нелинейна вътрешна динамика, нейните външни параметри да имат свръхкритични значения. И. Пригожин нарича *дисипативни* структурите (пространствени, времеви и пространствено-времеви), които могат да възникнат далеч от равновесието в нелинейна област, когато параметрите на системата превишават критичните значения. Тези структури са дисипативни, защото са произлезли (при посочените условия) от състоянието на разсейване и хаотичност в системата (тъй като определената прагова критична граница вече е била премината). След този момент хаосът ражда подредеността и организацията, като за това е необходима още и съгласуваност (кохерентност) в движението на частиците в микроструктурата на системата. Формирането на структури далеч от положението на равновесие в резултат от съгласуваното поведение се оказва фундаментален принцип на организирането на структурите на системите. Има всички основания да се смята, че тези твърдения са валидни и за икономическите системи.

Според степента на отдалеченост (респ. на приближеност) на икономическите системи от тяхното състояние на ценностнодинамично равновесие могат да бъдат разграничени: *икономически системи при ценностнодинамично равновесие, икономически системи при малки отклонения от ценностнодинамичното равновесие* (близки до равновесието) и *икономически системи при големи отклонения от ценностнодинамичното равновесие* (далеч от равновесието). Според характера на времето им поведение се разграничават *стационарни, квазистационарни и нестационарни икономически системи*.⁸

⁸ *Стационарна икономическа система* е тази, в която се извършва *стационарен икономически процес*. Той се отличава с *постоянна средна динамична характеристика $m(t)$* и с реализирано *стационарно икономическо равновесие*. При случайния стационарен икономически процес, какъвто се има предвид тук, величината $m(t)$ е неговото *математическо очакване*. Последното означава, че динамичната характеристика на икономическия ингредиент, който се уравнисява, е постоянна. Затова пък *нестационарна икономическа система* е тази, в която се извършва *нестационарен икономически процес*. Той се отличава с *еднопосочно променяща средна динамична характеристика* (само нарастваща или само намаляваща) и с реализирано *нестационарно икономическо равновесие*. Последното означава, че динамичната характеристика на икономическия ингредиент, който се уравнисява, е променлива. В тези случаи ролята на икономическия ингредиент се изпълнява от икономическата ценност (съществуваща като полезност или като стойност). *Квазистационарна икономическа система* е тази, в която се извършва квазистационарен икономически процес. Той се отличава с това, че се осъществява в ограничена икономическа система и затова неговото вътрешно разпространение е толкова бързо, че системата като цяло междувременно не успява да промени своето вътрешно състояние и крайният резултат е като че ли стационарен. Характеризира се с *квазистационарно икономическо равновесие*, което е много близко до стационарното, но се интерпретира и описва

От тези две класификации могат да бъдат конституирани следните разновидности на икономически системи, някои от които имат десипативен характер: *първо*, стационарна икономическа система при ценностно-динамично равновесие, квазистационарна икономическа система при ценностнодинамично равновесие и нестационарна икономическа система при ценностнодинамично равновесие; *второ*, стационарна икономическа система при малки отклонения от ценностнодинамичното равновесие, квазистационарна икономическа система при малки отклонения от ценностнодинамичното равновесие и нестационарна икономическа система при малки отклонения от ценностнодинамичното равновесие; *трето*, стационарна икономическа система при големи отклонения от ценностнодинамичното равновесие, квазистационарна икономическа система при големи отклонения от ценностнодинамичното равновесие и нестационарна икономическа система при големи отклонения от ценностнодинамичното равновесие.

Измежду тези разновидности е невъзможно съществуването на нестационарни икономически системи при ценностнодинамично равновесие. При малки отклонения от равновесието обикновено възникват икономически структури чрез перманентни деформации на равновесните структури, но които не прескачат определени катастрофични граници и затова имат някакво сходство с равновесните структури, най-вече като запазват характера на икономическата си симетрия. Стационарните и квазистационарните икономически системи при големи отклонения от състоянието на ценностно-динамично равновесие са дисипативни. Това означава, че са преминати определени критични стойности на системните параметри и възникват нови икономически структури с други свойства и форми на икономическа симетрия. Извършват се динамични фазови преходи (скокове), като това са предимно фазови превръщания в икономическата система. Между посочените различни структури има междинни състояния и тяхното изясняване може и трябва да бъде предмет на задълбочени структурни икономически изследвания, най-вече в областта на икономическата синергетика.

Дисипативните икономически структури, респ. *дисипативните икономически системи*, са тези, които могат да преминат в състояние на ценностнодинамично равновесие чрез фазов преход (скок). От равновесното състояние на икономическата система произтича (чрез непрекъснати деформации на структурата) множество от нови състояния на системата. Всяко ново състояние от това множество е *ценностнодинамично разклонение* (клон) в развитието на икономическата система. Точката на това разклонение показва състоянието на *икономическа бифуркация*. Нелинейната икономическа система попада върху дадено разклонение, като се намира далеч от състоянието на равновесието. Ако отклонението на

с термините на квазистационарните процеси. Относно становището на автора за стационарното, нестационарното и квазистационарното икономическо равновесие вж. *Миркович, К.* Макроикономика..., гл. 5 и 22.

неравновесното състояние на нелинейната икономическа система от нейното равновесно състояние превишава определен критичен параметър (значение), това състояние на отклонение може да стане *неустойчиво*. В такова състояние икономическата система преминава в нов режим на поведение и възниква именно дисипативна икономическа структура. Нейното възникване и съществуване става за сметка на онези дисипативни процеси вътре в системата, при които производството на икономическа ентропия е по-голямо от нула.

Като обобщение на казаното досега може да се направи изводът, че необходими условия за възникването на нови организирани структури (за самоорганизация) на икономическите системи са: *първо*, динамичната икономическа система да обменя ценност с външната среда, т.е. да е ценностнодинамично отворена; *второ*, динамичната икономическа система да е нелинейна (което се моделира чрез нелинейни уравнения на нейното поведение); *трето*, отклонението от равновесното състояние на динамичната икономическа система да превишава определено критично значение; *четвърто*, процесите в динамичната икономическа система на микроскопично равнище да се извършват съгласувано (координирано, кохерентно). Първото условие е свързано с действието на втория закон на термодинамиката, като трябва да се подчертае, че способността да се формират спонтанно структури в икономическата система при определени условия не нарушава този закон, а той само се проявява в по-общ вид. Второто и третото условие показват, че икономическата наука трябва вече да се откаже от използването предимно на линейни зависимости (и изобщо от традиционните представи за предимно линейния характер на икономиката) и да премине към по-пълно и адекватно на икономическата действителност прилагане на нелинейните методи. Съгласуваността (кохерентността, координираността) в поведението на елементите на микроскопично равнище в икономическата система е непосредствената причина за спонтанната поява (без централизирано регулиране) на нови икономически структури.

В развитието на икономическата система може да се забележи следната закономерност. Когато системата се намира в състояние на равновесие, тя се характеризира с висока степен на ентропия и структурна неподреденост и възниква заплаха от деформация и разсейване на нейната структура. Тогава (в кратък срок) системата се стреми да премине и при определени условия преминава (чрез фазов преход при достигането на определено критично значение на нейните параметри) към по-висока степен на структурна подреденост и организираност (което намалява количеството на ентропията и степента на неподреденост), но затова пък преминава и към състояние на неравновесие. За да избегне възникналото състояние на неравновесие (т.е. за да се уравни), системата (също в кратък срок) се стреми да премине и преминава към нова равновесна структура, при което обаче отново се повишава степента на неподреденост и ентропийна

наситеност. *Противоречието между равновесие и организираност тласка развитието на икономическата система по пътя на еволюцията, като в дълъг срок фазите на равновесие и неподреденост се редуват с фази на неравновесие и подреденост.*

**Механизъм на динамичната устойчивост и механизъм на динамичната неустойчивост на икономическата система.
Обратима и необратима динамична икономическа неустойчивост**

Когато в резултат на външни въздействия (респ. на външно интервениране) или на вътрешното си саморазвитие (например поради необратимо продължаващото действие на вътрешни разходящи обратни връзки), но в условията на десипативност, поведението на икономическата система излезе извън количествените хомеостатични граници, тя преминава от едно качествено състояние в друго, т.е. тя вече не е същата икономическа система. Икономическият хомеостазис от една качествена определеност се е трансформирал (преобразувал) в друга качествена определеност. За тази система е настъпила *икономическа катастрофа*. Това означава, че системата е от такъв порядък, че при конкретните вътрешни и външни обстоятелства не може да поддържа динамичната си икономическа устойчивост и не може да функционира и да се развива в рамките на икономическия си хомеостазис. Следователно тя е *динамично неустойчива икономическа система* (налице е *динамична икономическа неустойчивост*). Затова пък, когато системата е от такъв порядък, че може да поддържа динамичната си икономическа устойчивост и да функционира и да се развива в рамките на икономическия си хомеостазис (има способността да остава и да се развива в количествените хомеостатични граници, като запазва качествената си определеност), тя е *динамично устойчива икономическа система* (налице е *динамична икономическа устойчивост*).

Механизмът на осъществяването на динамичната устойчивост (изобщо *механизмът на динамичната устойчивост на икономическата система*) е стабилизиращото сходящо (конвергентно) икономическо регулиране посредством сходящо действащите обратни икономически връзки, което може да се извършва както при постоянна, така и при променлива структура на системата. Затова пък механизмът на нарушаването на динамичната устойчивост (изобщо *механизмът на динамичната неустойчивост на икономическата система*) е дестабилизиращото разходящо (дивергентно) икономическо регулиране посредством разходящо действащите обратни икономически връзки. Ако обаче икономическата система разполага и със сходящо действащи обратни връзки (функциониращи заедно с разходящо действащите), които своевременно да го възпират и да го правят ограничено функциониращ (което показва, че действието на разходящите обратни връзки става

обратимо), тогава механизмът на динамичната неустойчивост ще ограничи действието си в рамките на икономическия хомеостазис, а икономическата система ще запази основната си качествена определеност и няма да се разруши. Ако обаче икономическата система не разполага с противодействащи сходящи обратни връзки, които своевременно да възпират механизма на динамичната неустойчивост и това го прави неограничено функциониращ (което показва, че действието на разходящите обратни връзки става необратимо), тогава механизмът на динамичната неустойчивост няма да ограничи действието си в рамките на икономическия хомеостазис, а икономическата система ще напусне основната си качествена определеност и ще се разруши като такава, като премине към нова качествена определеност, към нов икономически хомеостазис.

Това показва, че в процеса на действието на механизма на динамичната икономическа неустойчивост има две възможности – обратима (при наличието на своевременно противодействащи сходящи обратни връзки) и необратима (при отсъствието на такива връзки). Ето защо в първия случай може да се говори за *обратимо действие на механизма на динамичната неустойчивост на икономическата система* (налице е *обратима динамична икономическа неустойчивост*), при което не настъпва икономическа катастрофа, а във втория – за *необратимо действие на механизма на динамичната неустойчивост на икономическата система* (налице е *необратима динамична икономическа неустойчивост*), при което настъпва икономическа катастрофа.

Икономическа бифуркация. Акатастрофичната и катастрофичната реализация на икономическата бифуркация като форми на икономическия преход

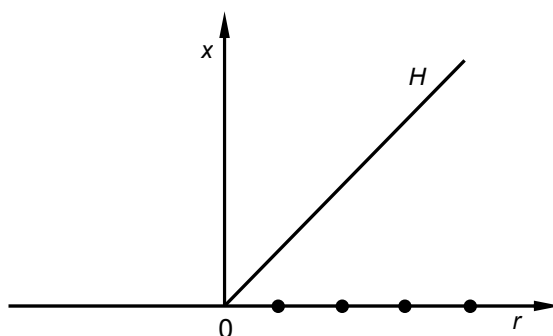
Конкретните обстоятелства на функционирането и развитието на икономическата система в условията на динамична икономическа неустойчивост могат да бъдат от такъв характер, че противодействието на сходящите обратни връзки да настъпи на един толкова късен етап, когато възможностите за това действието на механизма на динамичната неустойчивост да стане обратимо или необратимо са вече почти изравнени. *Товагава появата дори на несъществено или на незначително обстоятелство* (случаен фактор) може да се окаже решаващо за това дали окончателно ще се реализира обратимо или необратимо действие на механизма на динамичната неустойчивост и следователно дали няма да настъпи катастрофа на икономическата система или пък, напротив, тя ще се осъществи. Такова положение на крехка алтернативност определям като *бифуркация на икономическата система* или просто като *икономическа бифуркация*, а моментът (във времето) на неговото настъпване като *момент на икономическата бифуркация*. Ако след

бифуркационния момент не настъпи икономическа катастрофа (т.е. ако действието на механизма на динамичната неустойчивост стане обратимо), тогава може да се говори за *акатастрофична реализация на икономическата бифуркация*. Затова пък, ако след бифуркационния момент настъпи икономическа катастрофа (т.е. ако действието на механизма на динамичната неустойчивост стане необратимо), тогава може да се говори за *катастрофична реализация на икономическата бифуркация*.

Икономическата бифуркация е израз на неустойчивостта на икономическата система в условията на необратими процеси. Математически икономическата бифуркация е възникването на ново решение на определено уравнение на икономическата система при някакво критично значение на даден параметър. Нека поведението на дадена икономическа система се описва от диференциалното уравнение (например еквивалентно на кинетичното реакционно-дифузионно уравнение на К. Макнейл и Д. Уолс) $dx/dt = ax(x - r)$, където $x = x(t)$ описва поведението на системата (предполага се, че x е винаги неотрицателно), като a и r са параметри на системата. Зависимостите между решението на уравнението x и параметъра r са показани на фиг. 2 (тя представлява *бифуркационна икономическа диаграма*). Когато $r < 0$ (наляво от точката $r = 0$), има само едно решение, което не зависи от времето t : то е $x = 0$. В точката $r = 0$ настъпва икономическа бифуркация, тъй като се появява ново решение на уравнението: то е $x = r$. Плътната линия OH представлява устойчив клон, а точките – неустойчив клон. Анализът на устойчивостта на диференциалното уравнение с линейно приближение показва, че при решението $x = 0$ при прехода $r = 0$ е икономически неустойчиво, а решението $x = r$ е икономически устойчиво.

Фигура 2

Диаграма на икономическа бифуркация



Икономическата бифуркация е явление, което може да се появи само при отворени динамични икономически системи. Динамичността е

фундаментално свойство на отворената икономика. Тя обикновено се свързва с еднонасочеността (а значи и с детерминираността, с определеността) на нейното развитие между точките на икономическа бифуркация, които в действителност са точки на избор на икономическа еволюция. Друго фундаментално свойство на отворената икономика е нейната стохастичност, което се свежда предимно до случайното поведение на икономическата система на микроскопично равнище. Под въздействието на външната среда отворената икономическа система постоянно се променя. В резултат от това възникват колебателни (вълнови) процеси на противоборство и сменящо се надмощие между две противоположни тенденции във функционирането на отворената динамична икономическа система - между устойчивостта на нейната вътрешна структура и неустойчивостта на флуктуациите, които постъпват отвън и дестабилизируют вътрешната структура. В критичните моменти на бифуркация външните дестабилизиращи флуктуации могат да достигат до равнище, при което настъпва качествена промяна в състоянието на икономическата система и се появява нова структура (нова подреденост) или при екстремни случаи системата дори изцяло да се разрушава.

За точките на бифуркация е характерно състоянието на икономическа неустойчивост. При такова състояние хаотичните процеси на микроскопично равнище на икономическата система се преобразуват в процеси на макроскопично равнище, които именно предизвикват възникването на нови структури и на нов хомеостазис на икономическата система в нейната цялост. Точките на бифуркация обезателно присъстват при възникването на новото качествено състояние на системата. И именно само при тях слабите (каквито са случайните) въздействия оказват определящо влияние върху избора на по-нататъшното поведение на икономическата система, т.е. върху избора на нейната еволюция. Външните флуктуации (пертурбационните въздействия) внасят неопределеност в избора на икономическо поведение, но именно една или част от тях предопределят избора на един от много възможни варианти на това поведение и по този начин дава началото на нова икономическа еволюция. При спонтанен избор не е възможно предварително да се предвиди коя възможност на развитието ще бъде реализирана. Тъй като точките на бифуркация обективно съществуват в икономическата действителност, то в условията на неустойчивост случайността става фактор на икономическото развитие. *Икономическата синергетика* изучава закономерностите на развитието на икономическите системи, според изискванията на които последователно се редуват неговото (на развитието) вероятно осъществяване в точките на бифуркация с неговото детерминирано осъществяване между точките на бифуркация. С други думи, редуват се *фази на вероятно икономическо развитие*

(на случаен избор на икономическа еволюция в резултат от случайностното поведение на структурата на икономическите системи на микроскопично равнище в условията на неустойчивост на макроскопично равнище) с *фази на детерминирано икономическо развитие* (които се регулират от вътрешноприсъщите свойства на икономическата система в условията на устойчивост).

Апокатастична и апокалиптична икономическа катастрофа

Непосредственото свързване на икономическата бифуркация с двузначната алтернативност дали дадена икономическа система ще продължава да съществува, или повече изобщо няма да съществува се основава върху предположението за наличието на еднородна и еднопластова основна качествена определеност на системата. В действителност високоразвитите икономически системи са с твърде сложна структура и затова тяхната основна качествена определеност е нееднородна и многопластова. Ето защо в тези рамки условно могат да бъдат разграничени нерешаващи и решаващи за съществуването на икономическата система основни части от нейната структура, следователно и да бъдат разграничени нерешаваща и решаваща основна качествена определеност на икономическата система (както и нерешаващи и решаващи характеристики на нейната основна качествена определеност). Унищожаването на нерешаващи основни части от нейната структура още не означава, че системата като цяло престава да съществува. Тя ще се видоизмени, но ще продължава да съществува, тъй като запазва решаващата си основна качествена определеност.

Затова, ако икономическата система се характеризира със сложна структура от подобен многопластов тип, тогава в катастрофичната реализация на икономическата бифуркация се съдържа нова двойственост (нова алтернативност): или да настъпи необратимост в действието на механизма на динамичната икономическа неустойчивост по отношение на нерешаващата основна качествена определеност на икономическата система и едновременно с това – обратимост по отношение на нейната решаваща основна качествена определеност (тогава икономическата система ще се видоизмени съществено, но макар и видоизменена, ще продължава да съществува), или да настъпи необратимост в действието на механизма на динамичната икономическа неустойчивост не само по отношение на нерешаващата основна качествена определеност на икономическата система, но и по отношение на нейната решаваща основна качествена определеност (тогава икономическата система загива изцяло).

Първият от двата случая разглеждам като *спасителна катастрофа на икономическата система* или още като *апокатастична катастрофа на*

икономическата система, или накратко като *апокатастична икономическа катастрофа*, а вторият – като *гибелна катастрофа на икономическата система* или още като *апокалиптична катастрофа на икономическата система*, или накратко като *апокалиптична икономическа катастрофа*.⁹ Тази втора икономическа бифуркация е раздвоение на единия от клоновете на първата – този на нейната катастрофична реализация. Налице е бифуркация на самата бифуркация и затова я определям като *мета-бифуркация на икономическата система* или просто като *икономическа мета-бифуркация*. В този смисъл апокатастичната катастрофа на икономическата система е *апокатастична реализация на икономическата мета-бифуркация*, а апокалиптичната катастрофа на икономическата система е *апокалиптична реализация на икономическата мета-бифуркация*.

Направеният анализ потвърждава необходимостта от разгърнато разработване на въпросите на икономическата синергетика, което ще обогати икономическата наука и ще разшири нейните възможности да разкрива съвременните проблеми на икономическата еволюция, в частност – на пазарната икономика (в т.ч. и на пазарните трансформации) и да предлага обосновани решения за тях.

10.X.2005 г.

⁹ Вж. също *Осипов, Ю. М.* Экономическая цивилизация и научная экономия. - В: Экономическая теория на пороге XXI века, Т. 3 (Экономическая цивилизация и научная экономия). Под редакцией *Ю. М. Осипова и Е. С. Затовой. М.*, "Юрист", 2000, с. 38.