

DOI: [10.32702/2307-2105-2019.3.9](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.3.9)

УДК 338.001.36

*А. О. Князевич,  
доктор економічних наук, доцент, професор кафедри менеджменту,  
Рівненський державний гуманітарний університет*  
*О. В. Крайчук,  
кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри математики з методикою  
викладання, Рівненський державний гуманітарний університет*  
*С. О. Крайчук,  
кандидат технічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики,  
Рівненський державний гуманітарний університет*  
*Р. М. Стрільчук,  
кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики,  
Рівненський державний гуманітарний університет*

## **УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ СИНЕРГЕТИКИ**

*A. Kniazevych  
D.Sc. in Economics, Associate Professor, The Professor of the Department of Management,  
Rivne State University of Humanities*  
*A. Kraychuk  
Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor, The Head of the Department of Mathematics  
with Teaching Methods, Rivne State University of Humanities*  
*S. Kraychuk  
Ph.D. in Engineering, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics,  
Rivne State University of Humanities*  
*R. Strilchuk  
Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics,  
Rivne State University of Humanities*

## **MANAGEMENT OF THE INNOVATIVE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES ON THE BASIS OF THE THEORY OF SYNERGETICS**

*На основі вивчення підходів до побудови теорії історичного розвитку розглядається теорія синергетики, де хаос визначається таким самим закономірним етапом розвитку, що й порядок. Нелінійність включає у себе багатоваріантність, альтернативність вибору шляхів еволюції, її незворотність. Нелінійні системи непропорційно реагують на випадкові, незначні впливи в умовах нерівноважності, нестабільності, що виражається у накопиченні флуктуацій, у біфуркаціях, фазових та самостійно виникаючих переходах. Нелінійні процеси неможливо точно спрогнозувати, тому що розвиток здійснюється через випадковість вибору шляху у момент біфуркації. Синергетичний підхід до розгляду стану системи управління полягає в тому, щоб побачити в хаотичній нестійкій, з погляду деталей, системі майбутню*

*впорядкованість і стабільність, змодельовати перебіг певних соціально-економічних процесів і дати прогноз за допомогою методів синергетики і теорії хаосу. Результатами дослідження є вивчення та обґрунтування у міждисциплінарному аспекті можливості застосування синергетичної теорії, як сучасної концепції розвитку, у різних сферах наукової діяльності, у тому числі в економіці і управлінні. Синергетична парадигма – це міждисциплінарне філософське узагальнення, пояснення різного роду вчень та підходів до вивчення і аналізу практично будь-яких явищ у природі. З її допомогою можна вивчати закономірності, які визначають природу кризових явищ в економіці, управлінні, політиці, суспільстві. Синергетика, як універсальна методика підходу до розкриття сутності та пояснення широкого кола різноманітних явищ дійсності, може широко використовуватися для аналізу і моделювання управлінських ситуацій.*

*Investigation of the processes of the formation and establishment of the main provisions of synergetics, as of a modern concept of development, and of its practical application. Based on studying the approaches to constructing the theory of historical development, the article considers the theory of synergetics, in which chaos is determined by the same logical stage of development as the order. Nonlinearity involves diversity, an alternative to the choice of the ways of evolution, and its irreversibility. Nonlinear systems disproportionately react to random, minor influences under the conditions of non-equilibrium and instability, which is manifested in the accumulation of fluctuations, in bifurcations, phase and self-occurring transitions. Nonlinear processes cannot be precisely predicted, because development happens through the random choice of the path at the moment of bifurcation. The synergetic approach to reviewing the state of the management system is to see in the chaotic unstable (in terms of details) system future orderliness and stability, to simulate the course of certain social and economic processes and to provide a forecast using synergetic methods and chaos theory. The results of the research provide the study and substantiation in the interdisciplinary aspect of the possibility of using the synergetic theory as a modern concept of development in various fields of scientific activity, including economics and management. The synergetics paradigm is an interdisciplinary philosophical generalization, an explanation of various kinds of doctrines and approaches to the study and analysis of practically any phenomena in nature. With its help, one can study the laws that determine the nature of crisis phenomena in economics, management, politics, and society. Synergetics, as a universal approach to the disclosure of the nature and explanation of a wide range of various phenomena of reality, can be widely used for the analysis and modeling of managerial situations.*

**Ключові слова:** *розвиток; нелінійність; хаос; дисипація; синергетика; точки біфуркації; аттрактори; механізми управління інноваційним розвитком.*

**Keywords:** *development; nonlinearity; chaos; dissipation; synergetics; bifurcation points; attractors; mechanisms of management of innovative development.*

**Вступ.** Синергетична парадигма, як міждисциплінарне філософське узагальнення, пояснення різного роду вчень та підходів для дослідження практично будь-яких явищ у природі і суспільстві, є універсальним методом пізнання дійсності, має філософсько-концептуальне значення.

Термін «синергетика», як назва нового міждисциплінарного напрямку досліджень, був вперше введений у науковий обіг німецьким професором теоретичної фізики, доктором Г.Хакеном [16] у курсі його лекцій, які були прочитані у 1969 році в університеті Штутгарта. У своїх орієнтаціях світобачення Г.Хакен, як він сам вважає, близький до Аристотеля. Він впевнений у існуванні загальних закономірностей, які мають силу не тільки для фундаментальних складових частин матерії, а і для поведінки складних систем будь-якої природи. Синергетика є вченням про взаємодію елементів всередині складних систем, у результаті якої виникають нові макроскопічні властивості цих систем.

Наприкінці ХХ – на початку ХХІ століття поділ науки на окремі напрями та види досяг того, що пізніше отримало назву точки біфуркації. Наприклад, медицина сьогодні розподілена на велику кількість

вузькоспеціалізованих наукових напрямків: кардіологія, отоларингологія, гастрологія, ендокринологія та ін. (близько 50 наукових напрямків). За кожним з цих напрямів працюють тисячі вчених-медиків різного профілю, тобто вузьких спеціалістів, які лікують хвороби тільки свого профілю, не розглядаючи організм людини в цілому. Це призвело до того, що все частіше хворі люди звертаються до «медицини Сходу», Тибетської медицини, народних цілителів. Ця медицина розглядає людину як нероздільну на окремі органи, а синтетично, зібрано, як єдиний організм, де всі елементи взаємопов'язані та взаємодіють між собою як шестерні з ювелірною точністю підігнаного механізму.

Аналогічне положення спостерігається зараз практично у всіх сферах здавалося б абсолютно різних наук: у фізиці, математиці, біології, хімії, соціології, економіці та управлінні – існують десятки і навіть сотні наукових напрямів та спеціалізацій. На їх перетині постійно виникають так звані міждисциплінарні науки. Наукова діяльність сучасності стала розподіленою на дрібні частинки. Вчені, вузькі спеціалісти, глибоко проникаючи у свої наукові напрямки, втрачають цілісне бачення всього різноманіття явищ. Аристотель в свій час спочатку написав трактати по фізиці, а після чого спробував узагальнити свої спостереження, філософськи обґрунтувати їх у творі, який він назвав «*Meta ta physika*», тобто «Після фізики». Це було філософське осмислення, філософське розуміння фізики і його погляду на влаштування всесвіту.

Аналогічна проблема виникла в кінці ХХ – на початку ХХІ століття, назріла необхідність філософського узагальнення великої кількості окремих наук. Виникла необхідність появи свого роду «метанауки», яка змогла б узагальнити результати окремих розрізнених наукових напрямів діяльності та створити цілісне світобачення. Це повинно було бути філософське узагальнене дослідження всіх відкритих до цього часу закономірностей оточуючого світу та природи.

Наукове співтовариство зустріло появу синергетики з деяким упередженням. Стверджували, що синергетика не має ні свого предмету, ні методу дослідження, що вона надмірно математизована. Але минуло півстоліття і завдячуючи працям Г.Хакена, його співробітників, учнів та однодумців виявилось, що всі сумніви та докори скептиків не справдилися. Сучасна синергетика стала визнаним міждисциплінарним напрямком наукових досліджень, який займається вивченням складних систем, що сформовані з багатьох елементів, частин, компонентів, які взаємодіють між собою складним (нелінійним) чином.

Свій вибір терміну «синергетика» Г.Хакен у інтерв'ю з Е.Н. Князевою [16, с. 53] пояснив наступним чином: «Я вибрав тоді слово «синергетика», тому що багато наукових дисциплін використовують грецькі терміни. Я шукав таке слово, яке виявляло б спільну діяльність, загальну енергію до дії, тому що системи самоорганізуються, і тому здається, що вони прагнуть до створення нових структур. Я звернувся тоді за порадою до мого шкільного друга Гауса Кристофа Вольфа, якій добре розбирався в грецькій мові, і ми з ним обговорювали різні поняття. Я переслідував мету привести у рух нову область науки, яка займається вищевказаними проблемами. Вже тоді я бачив, що існує надзвичайна подібність між цілковито різними явищами, наприклад між випроміненням лазера та соціологічними процесами або еволюцією, що це повинно бути тільки частиною айсбергу. Насправді, у той час я не підозрював, що цей науковий напрям може вчинити такий вплив на велику кількість та окремі сфери дослідження, як, наприклад, психологія і філософія».

Отже, важливим внеском у розвиток і популяризацію синергетичної теорії є наукові праці І.Добронравової [3], Є.Князевої [6; 7], С.Капіці [5], С.Курдюмова [5; 6], Г.Малинецького [5; 11], І.Пригожина [14], Г.Хакена [19] та багатьох інших вчених.

Дослідження основних постулатів синергетичної теорії та її використання у різних галузях науки – філософії, термодинаміці, менеджменті, економіці, природознавчих та інших науках є актуальним науково-практичним завданням. Ця проблематика розроблялася та продовжує досліджуватися цілим рядом вчених різних країн світу і результати цієї діяльності знаходять своє відображення у сучасних наукових дослідженнях різного спрямування.

**Метою** статті є дослідження процесів формування та становлення основних положень синергетики як сучасної концепції розвитку, їх прикладного спрямування.

## **Виклад основного матеріалу**

### **І. Становлення концепцій розвитку**

У процесі історичного розвитку філософського світогляду, філософського узагальнення законів природи, процесів і явищ, що протікають у ній, людство постійно висувало все нові концепції, що служили загальним поясненням явищ у природі і суспільстві. Це було основою для подальших наукових досліджень.

Концепція (від лат. – *conceptio*) – це система поглядів на те чи інше розуміння явищ та процесів; це єдиний визначний задум, основна думка будь-якого твору, наукової праці або світогляду. «Все тече, все змінюється», змінюються і концепції, відбувається їх розвиток. Розвиток являє собою тривалі, накопичувані, необоротні, якісні зміни у бутті, що призводять до зміни стану тих чи інших систем. Тобто, якщо буття – це становлення, то розвиток – це процес виявлення і здійснення можливісного виміру буття. Головною ознакою розвитку є виникнення нового, як реалізації закладених у системі можливостей. У свою чергу, виникнення нового виступає як розв'язання суперечностей між мінливістю і сталістю буття, між старими поняттями, концепціями і новими. Ідея розвитку передбачає уявлення про певну просторово-часову відкритість та упорядкованість світу в певному напрямку. Найперше, з чим пов'язаний розвиток, – це те, що здійснювані зміни вибудовуються у певну послідовність, і цей

«ланцюг» змін виступає як деяка загальна зміна стану системи. Отже, розвиток складають такі зміни: а) необоротні; б) здатні нагромаджуватися й набувати більшого масштабу; в) які внаслідок цього викликають появу нових властивостей та якостей. Але не всі зміни є саме такими. Скажімо, зміна місця у просторі (просте переміщення) безпосередньо ніяк не пов'язане з розвитком. Не спричиняють розвитку й так звані функціональні зміни – ті, що складають процеси самовідтворення, завдяки яким забезпечується стабільність будь-якої системи. Наприклад, у організмі людини у процесі його функціонування безперервно відбувається процес зміни або оновлення всіх його елементів. Здорова людина щодня втрачає із своєї зачіски 60–100 волосин, а склад крові повністю оновлюється приблизно за три місяці.

Таким чином, розвиток являє собою здійснення послідовних необоротних якісних змін. Оскільки зміни є необоротними, то вони визначають функціонування системи, якій вони притаманні, як таке, що має певне спрямування. Спрямованість – неодмінна ознака розвитку. Будь-яка спрямованість. Говорячи «розвиток», ми, як правило, уявляємо собі зростання, сходження, вдосконалення. Але ж і старіння – це також розвиток, принаймні необхідний його етап. Бо інакше позбавлялися б сенсу молодість і зрілість. Проте кожному зрозуміло, що старість – це не молодість, а молодість – це не старість. Зміни, які складають зміст цих життєвих процесів, зовсім різного характеру. Якщо це етапи одного процесу розвитку, то принаймні різних його гілок, які мають різне спрямування.

Саме внаслідок своєї необоротності розвиток не є однорідним. Стани існування будь-якої системи відрізняються за масштабом і характером можливостей, що відкриваються для зміни стану. Коли переважають можливості формотворення, появи нового, тоді зміни системи відбуваються у напрямку зміцнення й удосконалення системи, по лінії ствердження різноманітності її функціональних проявів. Можливості викривлень і втрат немовби відкидаються вбік і обминаються рухом згідно з принципом «вперед і вгору». Такий тип розвитку звичайно називають прогресивним (від лат. *progressus* – рух уперед, розвиток). Співвідносний з ним тип розвитку, який демонструє переважання, навпаки, руйнівних тенденцій, який здійснює спрощення й збіднення форм, дезінтеграцію цілісності тощо, називають регресивним, або регресом. Коли ж тенденції сходження та деградації відносно врівноважені, то такий тип розвитку визначають як одноплосинний. Граничною формою його здійснення є колообіг. Ідея поступальності розвитку (як «зміни по щаблях») характеризує необоротність цього процесу понад будь-яку можливу його спрямованість. Ідея поступальності процесу розвитку застерігала від спрощеного його тлумачення й разом з тим забезпечувала відкритість мислення, можливість розглядати світ у перспективі його масштабних змін. Але при врахуванні поступальності розвитку відкидалась ідея стрибкоподібних змін, як явище випадкове та несуттєве.

Вказані вище ознаки розвитку були віднайдені й досліджені насамперед у філософії XIX–XX ст. (Регель, Маркс, Енгельс, Бергсон, Тейяр де Шарден та інші). Наука ж упродовж тривалого часу сприймала ідею розвитку як деяку загальну світоглядну схему й не мала засобів до застосування її в межах конкретних наукових досліджень.

Винятком стала біологія. Еволюційна модель Чарльза Дарвіна (1809–1882) навіть була сприйнята як загальна модель будь-якого розвитку. Це тому, що об'єкт наукового дослідження у біології – життя – така ланка буття, яка, можливо, найбільшою мірою виявляє здатність змінюватися способом розвитку. Вважалося, що розвиватися можуть тільки організми. Й донедавна стан фундаментальних наук, передусім фізики, нічим суттєво не суперечив цьому твердженню. Науки про неорганічний світ давали лише непрямі дані на користь ідеї розвитку (трансформація хімічних елементів, взаємоперетворення мікрочастинок тощо). На думку Нобелівського лауреата з Бельгії Іллі Пригожина [14], наука все ще залишалася наукою про буття й тільки в останні десятиріччя почала набувати рис науки про становлення.

Таким чином, існують наступні концепції розвитку: метафізична, діалектична та синергетична.

У перекладі з грецької мови метафізика «*meta physika*» означає «після фізики». Цей термін у філософії має декілька визначень [10, с. 504]. Так, термін «метафізика» в історії філософії вживається для позначення філософських вчень про надчуттєві недоступні досвідові начала буття. Як протилежний, альтернативний діалектиці спосіб мислення і метод пізнання, який розглядає предмети і явища поза їх внутрішнім зв'язком і розвитком, метафізика не визнає внутрішніх суперечностей як джерел саморозвитку і саморуху. Тут розглядаються зміни, які відбуваються, зосереджуючи увагу на механічній формі руху. На основі метафізики формується механічний світогляд.

Діалектика з грец. *dialektike* – мистецтво ведення бесіди, полеміки. В давньому значенні – це мистецтво полеміки, логічний метод встановлення істини шляхом виявлення і подолання суперечностей у судженнях супротивника. У сучасному розумінні – об'єктивний процес розвитку явищ на основі виникнення, боротьби і розв'язання притаманних їм суперечностей; філософська наука про універсальні закони руху і розвитку природи, суспільства і мислення. Згідно визначення Гегеля: «Діалектика є осягненням суперечностей у їх єдності». Діалектика є загальною теорією розвитку всього сутнього, яка адекватно відображає його еволюцію у своїх законах, категоріях та принципах. І це поширюється на всю навоколишню дійсність.

Теорія пізнання не може обійтись без застосування головних принципів діалектики. Принцип (від лат. *principium*) – початок, основа, підвалина або внутрішнє переконання людини, ті практичні засади, якими вона користується у своєму житті. У філософському аспекті поняття «принцип» означає фундаментальне положення, первісне начало, найсуттєвішу основу певної концепції, теорії. Для діалектики як філософської теорії розвитку такими фундаментальними началами є принципи: загального зв'язку, розвитку, суперечності, стрибкоподібності, заперечення. Це ті найважливіші засади, на яких ґрунтуються основні закони діалектики, діалектичне розуміння

зв'язку, розвитку, руху, саморуху, заперечення, самозаперечення, форм переходу до нової якості.

У філософському розумінні цієї проблеми основні закони діалектики виступають як основоположні, фундаментальні принципи усвідомлення об'єктивної дійсності. Є й інше розуміння цієї проблеми, коли до принципів включають причинність, цілісність, системність. У більш широкому тлумаченні – це принципи відображення, історизму, матеріальної єдності світу, практики, невичерпності властивостей матерії тощо. Категорії діалектики тісно пов'язані з такими поняттями, як зв'язок, взаємодія, співвідношення, кількість, якість, властивість, міра, стрибок, відмінність, суперечність, протилежність, антагонізм, заперечення тощо. Ці поняття у діалектиці мають статус категорій. У категоріях діалектики знаходять відображення найбільш загальні суттєві ознаки, зв'язки, властивості, співвідношення речей, що мають місце в об'єктивній дійсності.

У філософії марксизму діалектика тлумачиться як вчення про найбільш загальні закономірні зв'язки, становлення і розвиток буття та пізнання [2, с. 306]. Діалектико-матеріалістична концепція розвитку виходить із того, що розвиток є вічним та нескінченим процесом заміни старого новим на основі внутрішніх джерел саморозвитку матерії. Діалектичний розвиток світу є його саморухом, шляхом взаємного переходу кількісних змін у якісні, шляхом діалектичних стрибків, поступальних змін та їх прогресивної спрямованості, спадкоємності старого та нового. В 30-70-х роках ХХ ст. догматизація та канонізація самої ідеї діалектики, що мала місце в офіційному діалектичному матеріалізмі, завдала шкоди діалектиці, як загальній теорії розвитку. Згорання філософських дискусій, ігнорування фактів та тенденцій, що не повністю відповідали абсолютизованим та догматизованим законам діалектики, поступово вели до їх схематизації. Закони діалектики перетворювалися у щось «безумовно вірне» й тому банальне і практично безпорадне (непотрібне). Діалектика перетворювалась, по суті, у систему вірувань.

У сучасних умовах матеріалістична діалектика не може претендувати на роль універсальної онтологічної концепції. І це обумовлено, насамперед, тим, що в межах класичної концепції діалектики, розвиток тлумачиться як поступальний та безальтернативний. Якщо і є альтернативи, то лише випадкові відхилення від магістральної течії, які врешті решт зливаються, поглинаються основною течією подій [18, с. 402-403].

Класична діалектика – це логічна теорія, яка за допомогою категорій давала достатньо точне уявлення про рух, зміну, розкривала взаємозв'язок речей у об'єктивній дійсності. Діалектична концепція розвитку, в свій час, похитнула панування метафізичного методу. Але результати сучасних досліджень вказують на кризу діалектичного еволюціонізму [15]. На зміну діалектичній концепції приходить нова – синергетична, яка дає пояснення більш широкому колу явищ об'єктивної дійсності та дозволяє поглянути на них зовсім з іншої точки зору.

## **II. Основні положення синергетичної теорії**

### **II.1. Поява синергетики**

Сучасне наукове співтовариство розглядає синергетику, як одну з фундаментальних концепцій, що складає ядро сучасної наукової картини світу [6].

Згідно з біблійською доктриною, у людини (а можна сказати і у людства) є час «розкидати каміння» і «час його збирати». Деякі вчені вважають, що ХХ століття було століттям «розкидування каміння», а з появою у 70-х роках нового напрямку – «синергетики» – настав час «збирати каміння». Слово «синергетика» має грецьке коріння та буквально означає спільний, узгоджено діючий. У енциклопедичному словнику йому, як науковому терміну, дається наступне визначення [2, с. 926]: «Синергетика – це науковий напрямок, що вивчає зв'язки між елементами структури (підсистемами), які утворюються у відкритих системах завдяки інтенсивному (потоківому) обміну речовиною та енергією з оточуючим середовищем у нерівноважних умовах. У таких системах спостерігається узгоджена поведінка підсистем, у результаті чого зростає ступінь її впорядкованості, тобто зменшується ентропія (так звана самоорганізація)».

У наукових дослідженнях термін «синергетика» вперше був використаний ще у ХІХ столітті англійським фізіологом Шеррингтоном при аналізі керування м'язовими системами. Друге народження термін «синергетика» отримав у 70-ті роки ХХ століття, після того як німецький фізик Герман Хакен почав називати синергетикою нову наукову дисципліну. При цьому Г.Хакен охарактеризував її наступним чином [16, с. 54]: «У синергетиці досліджується спільна дія багатьох підсистем, у результаті чого на макроскопічному рівні виникає структура та відповідне функціонування». Пізніше, на Берлінському симпозіумі з синергетики у 1984 році, Г.Хакен у популярній формі сказав, що «синергетику можна розглядати як форум, на якому вчені різних дисциплін зустрілись один з одним для того, щоб обмінятися своїми ідеями, як впоратися з великими системами» [16, с. 54].

У даний час, під терміном синергетика, як правило, розуміють міждисциплінарний науковий напрямок, основним предметом пізнання якого є самоорганізація системних утворень, яка розглядається зі сторони взаємовідносин та взаємопереходів одне в одне хаосу (ентропії) та порядку (негентропії або інформації). Відповідно синергетика відноситься до розряду філософських наук. Синергетика Г.Хакена – це мова, на якій можливо описати життя складних систем та, зокрема, явища самоорганізації – раптове виникнення структур, а її понятійний апарат дозволяє розглядати все те, що виникає «зверху вниз» – від цілого до деталей, а не «знизу вверх» – від деталей до цілого, як це прийнято при редукціоністському підході. Для наукових напрямків, які займаються вивченням складних систем, що складаються з великої кількості взаємодіючих деталей, характерним є велика кількість інформації, яку необхідно переробити для детального опису системи. Щоб зменшити обсяг інформації треба удаватися до так званого «стиснення інформації», що, як правило, супроводжується її частковою втратою. Синергетичний підхід здійснює стискання інформації без втрат – шляхом переходу від параметрів стану до

параметрів порядку на основі принципу підкорення, до того ж параметри порядку, в свою чергу, є функціями параметрів стану (принцип кругової причинності). Зворотне стискання інформації, яке здійснюється у синергетиці при переході від численних параметрів стану до малочисельних параметрів порядку, дозволяє, уникаючи деталі, описувати і розуміти властивості та самоорганізацію цілого у випадку дослідження таких складних систем, як людина, її нервова система, зокрема головний мозок, та різноманітні сполучення – культурні, соціальні, економічні та ін., де далеко не всі деталі відомі та зрозумілі.

У інтерв'ю з Г.Хакеном до тридцятиріччя синергетики йому було задане питання: «Ще в своїх книгах 70-х років Ви вказали на далековидні та широкомасштабні можливості застосування синергетики, включаючи застосування до розуміння чисто людських соціальних процесів. Чи було у ході розвитку синергетики щось раптове для Вас? Можливо виявилися нові можливості застосування, які Ви спочатку зовсім не припускали?». Г.Хакен відповів так: «Хоча синергетика виникла у рамках природничих наук, мені завжди представлялося, що її найважливіші можливі додатки будуть дотикатися специфічних людських та соціальних процесів. Тут перед нами відкривається дуже широке поле досліджень. Причому для мене вже неодноразово виникали неочікувані сюрпризи у розвитку синергетики. Наприклад, цікаві експерименти з дослідження руху пальців, що були проведені Келсо, які вдалося дуже добре пояснити за допомогою синергетики. Ще одним неочікуваним додатком став синергетичний комп'ютер [11], що показав, яким чином поняття синергетики можуть застосовуватися у інформатиці» [16, с. 59]. Наступним питанням було: «Які області застосування синергетики Ви розглядаєте як найбільш перспективні та багатообіцяючі? Які проблеми залишаються відкритими для досліджень?». Професор Г.Хакен відповів: «Дуже важливою сферою є, на мій погляд, медицина, де проводяться захоплюючі фундаментальні дослідження. На перший план виступає для мене тут дослідження мозку, за допомогою методів аналізу нового типу, і я дуже радий, що ці методи все більше удосконалюються, а також замінюються новими. Для подальшого дослідження існує, безперечно, велика кількість проблем, і я б не взявся перелічити їх тут усі. До них відносяться, наприклад, розвиток нових комп'ютерів, які працюють за синергетичними принципами, більш скрупульозне дослідження економічних процесів, які є у високому ступені складними та одночасно кооперативними, тобто синергетичними, та багато інших проблем» [16, с. 60].

Звичайно, синергетика – далеко не єдиний науковий напрямок, який займається вивченням складних систем. Разом з тим, поняття, які використовуються у синергетиці, роблять синергетичний підхід унікальним, при чому не тільки у концептуальному, а і в операційному плані. На відміну від інших наук, які звичайно виникали на стику двох наукових напрямів, коли одна наука давала новому напрямку предмет, а інша – метод дослідження, синергетика опирається на подібність математичних моделей, ігноруючи природу систем, які ними описуються. Синергетика, її ідеї, поняття і методи застосовуються і до більш складних біологічних систем, зокрема до людини, як до біологічної істоти і як до члену суспільства. Синергетика знайшла плідне застосування при дослідженні моторної діяльності людини і функціонування самого складного з відомих об'єктів – самопізнавального людського мозку.

Розвитку синергетики сприяв цілий ряд явищ, які не враховувалися діалектичною концепцією, наприклад нелінійність та самоорганізація. Для позначення цих явищ вченими «синергетиками» були запропоновані декілька нових термінів, таких як біфуркація, дисипація, аттрактори, які, як виявилось пізніше, мають місце і можуть бути впроваджені та застосовані у багатьох, якщо не в усіх, наукових дисциплінах. На основі цих понять і з'явилася синергетична концепція розвитку. Визначення цих понять має суттєве значення для розкриття цієї концепції. Все почалося з уявлення нелінійності як найбільш характерного явища у природі.

## **II.2. Нелінійність як найбільш поширене природне явище**

Класичний апарат природознавства був створений, перш за все, на лінійній основі. Рівним змінам однієї незалежної величини обов'язково повинні відповідати рівні зміни у залежній. Та хоча прикладів лінійності світу безліч, вся природа, все ж, не вкладається у рамки нехай стрункої, але занадто ідеальної схеми. У реальності все більше переважає нелінійність.

Сучасну фізику можна назвати нелінійною. Ця назва відображає її перехід на новий нелінійний ступінь пізнання. Використання нелінійних математичних моделей дозволяє об'єднати та описати великий спектр розрізнених явищ, показати їх глибинну суть. Нелінійність – поняття містке, з безліччю відтінків та градацій. Нелінійність ефекту чи явища означає одне, нелінійність теорії – інше. Нелінійний ефект – це ефект, який описується деякою нелінійною залежністю. Математично такі залежності виражаються нелінійними функціями однієї або декількох змінних. У фізиці нелінійність – це врахування різного роду взаємодій, зворотних явищ і тонких ефектів, які не виявляються при використанні лінійної теорії. У хімії нелінійність відображає зворотні зв'язки у механізмах реакцій. У біології нелінійність має еволюційний зміст боротьби за існування.

Межу між лінійною та нелінійною теоріями прийнято проводити за іншою ознакою. Теорія вважається лінійною або нелінійною в залежності від того, який – лінійний або нелінійний – математичний апарат вона використовує.

## **II.3. Хаос і самоорганізація**

Теорія хаосу визначається як вчення про складні нелінійні динамічні системи. Під терміном «нелінійні» розуміється нелінійний алгоритм їх математичного опису, а термін «динамічні системи» означає неперіодичні або неперіодичні. «Під складністю синергетика розуміє здатність до самоорганізації, ускладнення своєї просторово-часової структури на макроскопічному рівні у зв'язку зі змінами, які відбуваються на мікрорівні» [2, с. 926].

Поява основних концепцій синергетики асоціюється багато в чому з науковою діяльністю Іллі Пригожина, лауреата Нобелівської премії у області хімічної фізики. Вивчаючи фізику нерівноважних систем, І.Пригожин відкрив нові ефекти, які лаконічно відображені у книзі під назвою «Порядок із хаосу» [14]. Він створив нерівноважну, неklasичну термодинаміку. До І.Пригожина нерівноважні процеси розглядались як перешкоди та незручності, які не варті вивчення, хоча у нерівноважних системах можуть спонтанно виникати нові типи структур, може відбуватися перехід від теплового безладу до порядку. Можуть виникати нові динамічні стани матерії, які відображають взаємодію системи з її оточенням. Такі нові структури були названі дисипативними (для того щоб підкреслити роль, яку грають у їх виникненні процеси розсіювання енергії, дисипації).

Дисипативні структури – це такі, для яких необхідно більше енергії, ніж для тих, на зміну яких вони приходять. Теорія дисипативних структур була описана І.Пригожином у термінах математичної моделі з залежними від часу нелінійними функціями, які характеризують здатність систем обмінюватися матерією та енергією з оточуючим середовищем та самостійно рестабілізуватися. В цій теорії час виявився зв'язаний зі ступенем складності системи.

Достатньо цікавим підтвердженням цієї теорії є «хімічний годинник» – хімічні реакції, які коливаються (наприклад, реакція, що відкрита видатним хіміком Борисом Білоусовим). У цих системах рідина у пробірці змінює свій колір через рівні проміжки часу без зовнішнього впливу. Згідно класичної теорії (хаотична дія молекул, випадковий час початку реакції), взаємне перетворення двох речовин повинне призводити до усередненого кольору розчину, з випадковими спалахами то одного, то іншого кольору. Насправді, молекули немов встановлюють зв'язок між собою на великих відстанях крізь тривалі проміжки часу. З'являється щось схоже на сигнал, за яким усі молекули реагують одночасно.

Основними прикладами самоорганізації хаосу серед неживої природи, з точки зору синергетики, є:

1. Лазер. Обтяжені енергією атоми намагаються випромінювати зайву енергію, але починають робити це узгоджено, тому що попадають під вплив хвилі першого з атомів, який розпочав випромінення.
2. Автоколивальні хімічні реакції типу Білоусова–Жаботинського, які вказані вище.
3. Теплова конвенція. Якщо плоску посудину накрити кришкою так, щоб кришка щільно накрила рідину, то при нагріванні знизу в рідині формується система регулярно розташованих вихрів. Напрямок обертання двох сусідніх вихрів протилежний.

4. Рівноважні фазові переходи. До цього прикладу самоорганізації відносяться переходи типу «вода – лід» та інше: кристалізація, випаровування, плавлення, перехід феромагнітного у парамагнітне, перехід рідкого гелію у стан надплинності, перехід матеріалів у надпровідний стан.

5. Різноманітні явища у твердому тілі. Виникнення акустичних коливань під дією електричного поля (діод Ганна) та подібні явища.

Якщо принцип «організація з хаосу» універсальний, то він повинен розповсюджуватися і на живу природу. Серед живої природи прикладами самоорганізації вважається [15]:

1. Гіпотеза самозбирання ДНК та цілої клітини у первісному хаосі та факт еволюції видів.
2. Явище самоагрегації клітин слизистого гриба з наступною диференціацією раніше ідентичних клітин, самовідновлення відрізаного тіла гідри, самозбирання задалегідь розчленованих вірусів та рибосом, та, нарешті, саморганізаційні процеси в інтелектуальних гіперструктурах.

У 1977 році «за праці з термодинаміки незворотних процесів, особливо за теорію дисипативних структур» І.Пригожин став лауреатом Нобелівської премії з хімії.

Термін «дисипація» (від лат. *dissipatio* – розсіювання) означає перехід енергії впорядкованого руху, наприклад, електричного току в енергію хаотичного руху частин, наприклад, теплоту. Дисипативні системи, з точки зору фізики, – це механічні системи, повна енергія яких (сума кінетичної та потенціальної енергій) при русі спадає, переходячи у інші види енергії, наприклад у теплоту, тобто відбувається дисипація енергії. Прикладами дисипативних систем є тіло, яке рухається по поверхні іншого тіла при наявності тертя або тіло у в'язкому середовищі.

Синергетична теорія передбачає, що хаос – це своєрідний порядок, точніше, хаосу притаманні складна і непередбачувана форма самоорганізації й упорядкування. У цій ситуації хаос є інструментом, умовно кажучи, тонкого налаштування майбутнього порядку.

#### **II.4. Біфуркація**

Біфуркація – зміна характеру руху динамічної системи на великому часовому інтервалі при зміні одного або декількох параметрів. Ті значення параметрів, при яких змінюються якісні або топологічні властивості руху, називаються критичними або точками біфуркації. Це явище придбання нової властивості у рухах динамічної системи при незначній зміні її параметрів. Основи теорії біфуркації закладені А.Пуанкаре та А.М.Ляпуновим на початку ХХ століття, після чого ця теорія була розвинута А.А. Андроновим та його учнями. Знання основних біфуркацій дозволяє суттєво полегшити дослідження реальних систем (фізичних, хімічних, біологічних та ін.), зокрема передбачити характер нових рухів, які виникають у момент переходу системи у якісно інший стан, оцінити їх стійкість та сферу застосування.

Нові терміни у науці часто служать основою концепцій, що утворюють структуру цілком нових наукових напрямів, кожен з яких може ознаменувати появу нової епохи у історії людства. «Біфуркація» – саме такий термін. Він знаходиться у самому центрі науки, яка займається вивченням систем та явищ, які ще недавно

лежали за межею наукового знання. Дійсно, з усіх термінів теорії хаосу та загальної теорії динамічних систем, «біфуркацію» можна вважати найбільш важливим терміном.

«Біфуркація» у буквальному розумінні означає розвилку або розділення надвоє (від лат. *bi* – подвійний та *furca* – розвилка). Але у сучасній науковій термінології цей термін служить назвою фундаментальної особливості поведінки складних систем, які підлягають вільним впливам та напругам. Про це значення «біфуркації» варто знати ще тому що людина, не менше ніж суспільство або середовище, у яких вона живе, представляє собою складну систему, що зазнає впливів та напруг. Більш того, у сучасному суспільстві рівні та інтенсивність впливів близькі до критичних. Значення терміну «біфуркація» наповнюється конкретним змістом у деяких найбільш нових та передових областях природничих та математичних наук. До числа таких наук відноситься незворотна термодинаміка (відома також під назвою термодинаміка незворотних процесів) та теорія динамічних систем (новий розділ класичної динаміки, який бурхливо розвивається). У нерівноважній термодинаміці (природничій науці, яка займається вивченням динаміки та еволюції систем у оточуючому середовищі) термін «біфуркація» відноситься до поведінки складних систем у сильно нерівноважних станах та умовах. Біфуркація відбувається у тому випадку, коли такі системи втрачають стійкість у оточуючому їх середовищі, що виведені зі стану, в якому вони могли б перебувати практично вічно.

Прикладом даної концепції може бути бурхливий потік води, який загрожує затопити оселю. Встановлення відповідних дамб та перепонів на шляху води дозволить відвести руйнування будівлі та направити її у необхідному напрямку. Ще одним оригінальним підходом до пояснення теорії синергетики є процес стискання металевого стержня та зміна його стану після втрати стійкості (точки біфуркації) з можливим відхиленням. При встановленні стержня на прес він перебуватиме у стабільному, незмінному внутрішньому стані. Прикладши до стержня стискаюче навантаження ми штучно створюємо точку біфуркації, яка змінює внутрішній стан стержня. По мірі зростання навантаження стан стержня може перейти до двох кінцевих результатів – атракторів. Залежно від довжини стержня він або втратить стійкість і зігнеться – назовемо цей стан атрактором №1, або розплющиться і набуде бочкоподібної форми – це буде атрактор №2. Тобто бажаючи отримати певний результат від стискання стержня, потрібно заздалегідь підібрати стержень відповідної довжини та діаметру й організувати точку біфуркації, тобто стиснути його [8, с. 76–78].

У реальному світі складні системи майже завжди далекі від стану «рівноваги»; виникають неочікувані та нелінійні хаотичні процеси, які або призводять до зміни структури системи та змушують систему розвиватися у часі за все складнішою траєкторією, що у кінцевому результаті призводить до еволюції життя, а можливо також і розуму та свідомості, або роковим чином обурює систему та стає причиною її загибелі. У нерівноважній термодинаміці еволюції складних систем завжди незворотна, тому що доступні системі альтернативи зводяться до зростаючої складності або повного розпаду. Таким чином, системи, які описані у термодинаміці, виявляють визначений напрямок часового розвитку або «стрілу часу», на відміну від систем, які описуються у класичній термодинаміці.

Коли систему «виводять» за визначені межі або пороги (наприклад, нагрівають або підвищують тиск), вона переходить від одного сімейства атракторів до іншого, та поведінка її змінюється. На мові теорії динамічних систем це називається «переходом системи у новий динамічний режим». Саме у точці такого переходу і виникає біфуркація. Система перестає слідувати за траєкторією, що визначена початковим сімейством атракторів, та починає реагувати на нові атрактори, які визначають більш складну траєкторію. Атрактори (від лат. “*attrahere*” – притягувати) – це можливий варіант майбутнього стану структури. Е.Н.Князева [7] пояснює роль атракторів таким чином: «Атрактори виглядають як «пам'ять про майбутнє», як «згадка майбутньої активності». Всі дії, спроби побудувати організацію, які виходять за межі області притягнення («конуса» атрактора) виявляються марними. Усе, що не відповідає структурам-атракторам, буде змито, знищено дисипативними процесами. Наприклад, людина має прагнути діяти проти сил, які «тягнуть її» з майбутнього, діяти навпаки своїм неусвідомленим установкам. Але всі спроби такого роду приречені на провал». Таким чином, атрактори немов би наперед задані властивостями даного нелінійного середовища.

Термін «біфуркація» може відноситися до точки переходу системи від динамічного режиму одного сімейства атракторів, як правило більш стійких та простих, до динамічного режиму сімейства більш складних та «хаотичних» атракторів. Система перебуває у стійкому стані, еволюціонує за цілком визначеними траєкторіями, до тих пір поки якийсь з параметрів не перевищить порогового значення. У цій точці траєкторія розподіляється на дві, та система потрапляє у область фазового простору, де вона веде себе по іншому та приймає нові значення, які відрізняються від попередніх. Вона рухається за іншою траєкторією до нових атракторів.

Біфуркаційний процес говорить про те, що якщо систему вивести за межі стійкості, то вона вступає у фазу хаосу. Для системи настання хаосу може виявитися передумовою до нового розвитку. У життєдатних системах хаос породжує більш високі форми порядку. Але відношення між посткризовим та передкризовим порядком ніколи не буває лінійним – це не простий причинно-наслідковий зв'язок. Процес виникнення біфуркації робить еволюцію нерівноважних систем стрибкоподібною та нелінійною. Внаслідок цього біфуркація сповнена несподіванок.

У природі неможливо передбачити, який шлях продовжить біфуркація. Поблизу біфуркаційної точки сильно нерівноважна система особливо чутлива до будь-яких, навіть незначних, флуктацій. Результат біфуркації визначається не передісторією системи, не середовищем, яке її оточує, а тільки взаємодією більш чи менш випадкових флуктацій (випадкових коливань, відхилень) у хаосі критично дестабілізованих систем. Одна або



декілька флуктацій, які розхитують такі системи, раптом стають «центрами кристалізації». Ставши центром кристалізації, флуктація швидко нарощується та розповсюджується на всю систему. За дивовижно короткий час вона підкорює собі динаміку системи. Новий порядок, який народжується з хаосу, відображає структурні та функціональні особливості тієї флуктації, яка стала центром кристалізації.

Біфуркації, в процесі математичного моделювання, класифікуються за динамічними режимами, до яких вони призводять, як:

– м'які, якщо перехід здійснюється поступово та безперервно;

– катастрофічні, коли перехід різкий;

– вибухові – здійснюється під впливом раптової зміни дискретних факторів, що змушують систему раптово перейти з одного стану в інший.

При перенесенні всіх цих нових понять і назв, введених для пояснення ряду процесів у фізиці і хімії, на явища в інших галузях науки виявляються їх загальні закономірності. «Формування нової раціональності пов'язане з переходом від дослідження простих систем до складних, від закритих до відкритих, від лінійності до нелінійності, від стабільності до нестабільності, що потребувало і нової теорії такого осмислення. Нею стала синергетика...» [15, с. 56]. Всі здавалося б абстрактні нові поняття та факти, про які говорилося вище, стають у вищому ступені суттєвими у конкретному контексті складних суспільних, економічних, соціальних змін, які відбуваються у наш час. Е.Н. Князева, у своїй роботі «Синергетичний виклик культурі» [7], відмічає, що завдяки недавнім результатам у області синергетики (або теорії самоорганізації) починають встановлюватися внутрішні зв'язки між природничими та гуманітарними науками, східним і західним світоглядом, наукою та філософією. Синергетика має інтегративну і синтетичну цінність. Вона може слугувати основою для міждисциплінарного синтезу знань.

Соціальні, економічні, політичні системи, у яких ми живимо, складні та нестабільні; рано чи пізно їх еволюційні шляхи повинні зазнати біфуркації. Суспільство не менше, ніж світ природи піддається фазовим переходам. На щастя, біфуркація у суспільстві не обов'язково обумовлена грою випадку. Адже в кінці кінців діяти, які створюють у суспільстві критичні ситуації, – теж люди. Якщо вони зможуть зрозуміти природу процесу, в якому їм була відведена важлива роль, то перед ними відкриється можливість втручатися, керувати цим процесом. Вони зможуть зміщати у потрібну сторону взаємодію флуктації у суспільстві. Зможуть створювати нові, кращі зразки життя, розробляти альтернативні варіанти поведінки, впроваджувати доцільні інновації, створювати соціальні та політичні рухи, які б були ефективними та враховували потреби оточуючого середовища.

### **III. Синергетика як нова концепція розвитку**

Світоглядове значення синергетики важко переоцінити, вона створює основу для розробки єдиної наукової картини світу, єдиного наукового світосприйняття, яке ґрунтується на цілісному уявленні природи у її саморозвитку. На відміну від традиційних галузей знання, синергетику цікавлять загальні закономірності еволюції будь-якої системи природи. У теорії самоорганізації випадковість має величезну роль. У точках біфуркації система випадковим чином вибирає шлях еволюції. Таким чином змінюється уявлення про майбутнє. Майбутнє має вигляд спектра наперед заданих атракторів. «Хаос – це не зло, а «сила», яка виводить структури – атрактори еволюції, а також спосіб синхронізації темпів розвитку підструктур у середині складної структури» [7]. Окремі вчені, наприклад Б.Рудий [15], вважають, що синергетика виникла у відповідь на кризу традиційної теорії еволюції Дарвіна. Він вважає, що синергетична парадигма не пояснює походження надзвичайно складного внутрішнього устрою структурних елементів Всесвіту. ...Якщо під організацією розуміти алгоритмічну структуру, то матерія ніколи не організує сама себе без вказівки інтелекту. Під інтелектом Б.Рудий [15], очевидно, розуміє Бога. Як відомо, довести наявності чи відсутності найвищого інтелекту неможливо, але як ми бачимо, теологи теж не втрачають можливості критикувати теорію еволюційного походження людини від мавпи, використовуючи сучасну синергетичну парадигму. «В цьому контексті одним з найважливіших світоглядних висновків з синергетичної концепції є висновок про фундаментальну єдність мікро- та мікросвіту» [2, с. 928].

Розглядаючи графік розвитку складної системи до точки біфуркації, можна простежити, що цей розвиток йде не по прямій лінії, а криволінійно. Тобто при спокійному розвитку у просторі між точками біфуркації діє закон еволюції. Він діє дуже поступово, плавно відхиляючи лінію розвитку. Таким чином, йде чергування плавного, поступового розвитку системи зі стрибкоподібними, різкими змінами у момент біфуркації. Після точки біфуркації система поступово еволюціонує пристосовуючись до нових умов. Таким чином, не можна повністю відхиляти еволюційну концепцію розвитку. На певних часових відрізках розвитку вона безумовно має місце.

Синергетика, як наука про самоорганізацію, шукає загальні правила виникнення, еволюції складних систем будь-якого походження, їх точок біфуркації і відповідних варіантів-атракторів майбутньої самоорганізації. Атрактор – це фіксований стан до якого приходять системи після біфуркації. О.П. Наконечна [12, с. 57] з цього приводу робить наступний висновок: «Синергетична парадигма стверджує самостійний онтологічний статус процесів самоорганізації, виводячи їх «з-під тіні» організації, у якій вони перебували в умовах традиційної раціоналістичної парадигми. Тому особливої уваги потребує саме те, що не вписується у традиційні схеми, адже часто саме воно здатне виявити ті тенденції, які ще не були помічені і потребують свого оприявлення. Потрібно навчитись відкритого ставлення до світу, поважаючи не тільки загальні закономірності, але й індивідуальне в його бутті, враховуючи мінливість та поліцентричність форм людського світовідношення. Саме синергетика вчить людину поваги до світу, допомагаючи їй зрозуміти, що не все піддається людському контролю, тому так важко адаптуватися до різноякісного світу, бути готовим до участі у його подальшому становленні і власному

самоосягненні й самоздійсненні».

У наш стрімкий час як ніколи необхідна нестандартність, гнучкість мислення, рухливість понять, що здатні відобразити у мисленні рухливість явищ у об'єктивній дійсності. Консерватизм думки, схильність до застарілих понять є серйозним гальмом на шляху пізнання світу. Зразком саме такого нестандартного мислення стала поява нових синергетичних понять та методів їх використання. Вчені самих різноманітних напрямків науки та техніки зі здивуванням виявили, що синергетичні концепції знаходять своє підтвердження при аналізі явищ у їх специфічних видах наукової діяльності. Більше того, синергетична методика дозволяє з іншої точки зору поглянути на історію суспільства, на філософське розуміння світу та на загальні закономірності, яким підпорядковуються буття та мислення людини.

Таким чином, синергетика як міждисциплінарна методика підходу до розкриття сутності та пояснення широкого кола різноманітних явищ дійсності поступово набуває рис сучасної філософської концепції. Перші спроби використання цієї концепції в різних напрямках наукових досліджень вже принесли свої плоди. В інформаційних технологіях вже з'явилися синергичні комп'ютери, які здатні розрізняти обличчя людей. В історії людства, у його соціальному та культурному розвитку – пояснення ролі випадковості, спонтанності, нелінійності людської поведінки. У біології – нове пояснення процесів появи розвитку та вимирання біологічних популяцій. У нейрофізіології – нові підходи до дослідження активності людського мозку. В моделюванні – прохід сигналів по нейронним сіткам нервової системи людини. І.С. Добронравова [3, с. 11] відмічає, що «синергетика як загальнонаукова дослідницька програма є принципово трансдисциплінарним утворенням. Вона наводить мости між різними дисциплінами, не руйнуючи їхньої дисциплінарної визначеності і не знімаючи специфічності тих характеристик систем, що самоорганізуються, які виступають як їхні контрольні параметри та параметри порядку. Єдність методологічних підходів особливо важлива, коли предметом розгляду є людина – місце перетину всіх природних і гуманітарних наук. А саме таку ситуацію ми маємо в освіті, коли знання мозкових процесів і психологічних установок сприйняття і розуміння однаковою мірою важливі при виробленні освітніх стратегій. Тепер загальний науковий підхід до цих проблем відкриває нові можливості їх розв'язання». Формування синергетичного світогляду в контексті природознавства розглядається багатьма вченими як такий, що викликає парадигмальні трансформації сучасної природничо-наукової традиції та інтерпретується у якості найновішої наукової революції [2, с. 925]. Отже, синергетика з'явилася у якості нової парадигми людського прогресу.

#### **IV. Управління інноваційним розвитком підприємств на основі теорії синергетики**

Процес становлення господарського механізму управління інноваційним розвитком підприємств можна концептуально розглянути за допомогою основних принципів синергетичної теорії. Синергетика спирається на подібність моделей, ігноруючи природу систем, які вони описують. Синергетичний підхід здійснює стискання інформації, дозволяє, уникаючи деталей, описувати і розуміти властивості та самоорганізацію таких складних систем, як економічні проблеми розвитку галузей економіки. Синергетика може застосовуватися як засіб інтерпретації наукових даних, вона дозволяє оцінити те, що, можливо, залишається поза увагою при традиційному розгляді.

Формування господарського механізму є процесом розробки, прийняття управлінських рішень і виконання чітко визначених подій, що забезпечить найбільш ефективний результат на основі оптимізації.

Згідно з теорією управління, оптимізація рішень може реалізовуватися за допомогою наукового методу, використання системної орієнтації і застосування моделей. Науковий метод передбачає висунення та перевірку гіпотез. Системна орієнтація розглядає організацію як відкриту систему, що складається із взаємопов'язаних частин. Моделювання є засобом дослідження процесу формування господарського механізму управління інноваційним розвитком. Розробка і прийняття раціональних рішень у науці управління полягає в тому, що на основі системного аналізу складається математична модель об'єкта управління, після чого синтезується алгоритм управління, необхідний для отримання бажаних характеристик процесу. Так, формування механізмів управління інноваційним розвитком підприємства починається із системного аналізу, на основі якого пропонується кілька варіантів моделей і розробляється алгоритм управління досліджуваним об'єктом.

При дослідженні інноваційних процесів у таких складних і багатофакторних системах, як механізми управління підприємствами, моделювання є одним із практичних методів отримання інформації про поведінку об'єкта дослідження під впливом зміни діючих факторів. Розглянемо модель як спрощене зображення конкретних управлінських ситуацій, яка дозволяє у багатьох випадках наочно в узагальненому вигляді визначити діючі на об'єкт фактори, їх вплив на процес становлення механізмів управління. Моделювання механізмів управління, математичної оцінки ступеня впровадження науково обґрунтованих складових елементів господарського механізму та інструментів організаційно-правового, економічного механізмів та соціально-психологічних методів може дати об'єктивну інформацію про якість управління підприємствами та галузями національної економіки. Одержані результати аналізу багатофакторної реальності з використанням штучно обмеженої кількості змінних параметрів моделі, будуть неточними. Крім того, на практиці часто необхідно розв'язувати задачі, пов'язані зі спостереженням випадкових величин. Для подібних задач складно побудувати детерміновані моделі, тому застосовується принципово інший підхід – ймовірнісний. Параметри ймовірнісних моделей враховують розподіли випадкових величин, їхні середні значення, дисперсії і т.д. Як правило, ці параметри заздалегідь невідомі, а для їхньої оцінки використовуються статистичні методи, попередній досвід або побудова дерева рішень.

Для моделювання діяльності підприємств може бути використане аналогове та математичне моделювання.

Аналогові моделі на основі графіків і діаграм є реальними об'єктами дійсності, але зовнішньо не подібні на них і можуть мати концептуальну спрямованість, тобто відображати сутність, головні діючі фактори впливу на явище, подію, її концепцію та напрями подальшого розвитку. Розробка концепції розвитку та становлення механізмів управління є процесом інтеграції основних напрямів діяльності, їх диверсифікації, аналізу, приведення багатofакторного явища до логічного ланцюга практичних подій, які забезпечують найвищий економічний та соціальний ефект.

Синергетична парадигма – це міждисциплінарне філософське узагальнення, пояснення різного роду вчень та підходів до вивчення і аналізу практично будь-яких явищ у природі. З її допомогою можна вивчати закономірності, які визначають природу кризових явищ в економіці, управлінні, політиці, суспільстві. Одним із найважливіших об'єктивних факторів, що впливають на процес формування механізмів управління інноваційним розвитком підприємств, згідно з теорією синергетики є нелінійність економічних перетворень. У найзагальнішому сенсі нелінійність системи полягає в тому, що її реакція на зміну зовнішнього або внутрішнього середовища не пропорційна кількості та обсягу цих змін.

Підприємство як багатогранне та багатofакторне соціально-економічне утворення представляє собою складну систему, яка зазнає впливу та навантаження. Термін «біфуркація» для соціально-економічних систем можна розглядати як фактор зовнішнього чи внутрішнього середовища, що докорінним чином змінює її рівновагу. Система перестає слідувати за заданою траєкторією до запланованої мети та починає відхилятися до іншого атрактору. Термін «біфуркація» може відноситися до точки переходу організації як системи від режиму притягнення одного атрактора, як запланованої мети діяльності, до хаотично виникаючих атракторів банкрутства, руйнування. Біфуркації можуть вивести систему за межу стійкості, внаслідок чого вона вступає у фазу хаосу.

Синергетика, як універсальна методика підходу до розкриття сутності та пояснення широкого кола різноманітних явищ дійсності, може широко використовуватися для аналізу і моделювання управлінських ситуацій. Спроби використання цієї концепції у різних сферах наукових досліджень довели свою результативність [8, с. 332–334]. Підприємства та організації, як соціальні-економічні системи, складні і нестабільні, їх еволюційні шляхи постійно зазнають дії різного роду біфуркаційних впливів. Бажаний результат діяльності підприємства можливо досягти за рахунок одного або серії малопомітних, незначних обурень траєкторії економічного розвитку. Кожне з цих обурень лише дещо змінює траєкторію. Але через деякий час посилення малих обурень (біфуркацій) достатнє для суттєвої корекції траєкторії. Правильний вибір обурень дозволяє розв'язати поставлену задачу. Основна ідея управління хаосом полягає у тому, що змінюється траєкторія об'єкта, але цілісність системи при цьому зберігається.

Біфуркації у суспільстві не обов'язково обумовлені грою випадку або форс-мажорними обставинами. Перед менеджерами, керівниками підприємств, що розуміють природу процесу, в якому їм відведена роль приймати управлінські рішення, стоїть задача вчасно втручатися, керувати цим процесом шляхом встановлення штучно підібраних біфуркаційних точок. Вони повинні направляти траєкторію подальшого розвитку підприємства в потрібну сторону до стратегічно запланованого атрактору. При цьому на підприємстві будуть формуватися необхідні умови для проявів синергії в роботі трудового колективу, розроблятися альтернативні варіанти групової поведінки, впроваджуватися доцільні інновації, утворюватися соціальні та політичні рухи, які б були ефективними та враховували вимоги і потреби оточуючого середовища.

У ситуації коригування траєкторії досліджуваного об'єкта обурення не повинні бути занадто сильними; управління має бути надзвичайно тонким, чутливим до зміни стану системи; важливо встановити, наскільки слід обмежити свободу дій при наблизенні моментів нестійкості і, нарешті, цілісність системи не повинна бути зруйнована. Завдання управління у ситуації хаосу – спробувати зберегти стабільність системи з одночасним пошуком нових альтернатив її подальшого розвитку. Інноваційні управлінські рішення підприємств мають бути спрямовані на стимулювання активності нових соціальних сил, перспективні норми і принципи організації управління, цінності, які можуть забезпечити подальший соціально-економічний розвиток суспільства та галузей національної економіки.

Синергетичний підхід до розгляду стану системи управління полягає в тому, щоб побачити в хаотичній нестійкій, з погляду деталей, системі майбутню впорядкованість і стабільність.

У процесі дослідження необхідно змоделювати перебіг певних соціально-економічних процесів і в загальних рисах дати прогноз, за допомогою методів синергетики і теорії хаосу. Безумовно, ці методи як такі не гарантують різкого переходу підприємств на вищій організаційно-економічний рівень розвитку, але вони дають змогу визначити загальні шляхи, які можна реалізувати з обговоренням тих умов і подій, при яких бажана самоорганізація може відбутися. Модель подальшого розвитку підприємств за допомогою синергетичного підходу допоможе уявити, які потрібно зробити кроки щоб змінити існуючий стан, пришвидшити розвиток подій, направити у потрібному напрямку.

Для впровадження певних інноваційних змін необхідно організувати цілий ряд біфуркаційних точок на всіх рівнях управління. Для зміни організаційно-економічного стану підприємства існує кілька шляхів подальшого розвитку, але використовуючи науково обгрунтовані біфуркаційні перепони необхідно спрямувати його до бажаного, заздалегідь запланованого стану – атрактору. Якщо є алгоритм виходу на науково обгрунтований атрактор, то зберігається час і скорочуються матеріальні витрати на його досягнення. Алгоритм виходу підприємств на рівень, який відповідав би сучасним соціально-економічним вимогам, починається шляхом

формування і практичного використання встановлених механізмів управління інноваційним розвитком.

**Висновки.** Таким чином, проведене дослідження та обґрунтування у міждисциплінарному аспекті можливості застосування синергетичної теорії як сучасної концепції розвитку у різних сферах наукової діяльності, у тому числі в процесі формування та дії механізмів управління інноваційним розвитком підприємств та галузей економіки, дозволила зробити наступні висновки:

1. Еволюція будь-якої системи складається з чергувань спокійних («дарвінівських», еволюційних) періодів з періодами стрімких катастроф (біфуркацій), подолання яких призводило до зміни самого характеру еволюційного процесу.

2. Порівнюючи різноманітні підходи до побудови теорії історичного розвитку, можна відмітити, що «традиційна теорія» (діалектична концепція Гегеля та Маркса) розглядала розвиток, як перехід від одного порядку до іншого. Хаос при цьому або зовсім не враховувався, або розглядався як деякий побічний і тому не існуючий продукт закономірного переходу від порядку одного типу до порядку другого (зазвичай більш складного типу). Догматизація та канонізація самої ідеї діалектики завдала шкоди діалектиці як загальній теорії розвитку. Діалектика перетворилась, по суті, у систему вірувань, які гальмували подальший розвиток філософського світогляду.

3. Для синергетики характерне уявлення про хаос, як про такий саме закономірний етап розвитку, що й порядок. Синергетика ні в якому разі не є простим перекладом старої теорії на нову мову, а представляє собою її подальший розвиток та узагальнення.

4. Поняття «нелінійність» починає використовуватися все ширше та набуває світоглядного змісту. Ідея нелінійності включає у себе багатоваріантність, альтернативність вибору шляхів еволюції, її незворотність. Нелінійні системи непропорційно реагують на випадкові, незначні впливи в умовах нерівноважності, нестабільності, що виражається у накопиченні флуктацій, у біфуркаціях (розвилках шляхів еволюції), фазових та самостійно виникаючих переходах.

5. Нелінійні процеси неможливо точно спрогнозувати, тому що розвиток здійснюється через випадковість вибору шляху у момент біфуркації.

6. Синергетика – міждисциплінарний напрямок наукової діяльності, що активно розвивається. З його допомогою можна вивчати закономірності, які визначають природу землетрусів, біржових крахів, «вибухових» соціальних конфліктів та інших явищ людської дійсності та буття.

#### **Список використаних джерел.**

1. Бранский В.П. Теоретические основания социальной синергетики. *Вопросы философии*. 2000. №4. С. 112—129.
2. Всемирная энциклопедия: Философия / Главн. науч. ред. и сост. А.А. Грицанов. Москва: АСТ, Минск: Харвест, Современный литератор, 2001. 1312 с.
3. Добронравова І.С. Філософія науки та синергетика освіти. *Вища освіта України*. 2003. №2(8). С. 7—12.
4. Євтодок А.В. Освітні системи: синергетична інтерпретація еволюції. *Вища освіта України*. 2003. №2(8). С. 31—40.
5. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. Москва: Едиториал, 2003. 288 с.
6. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. Москва: Наука, 1994. 236 с.
7. Князева Е.Н. Синергетический вызов культуре. Синергетическая парадигма: многообразие поисков и подходов. Москва, 2000. 69 с.
8. Князевич А.О. Управління інфраструктурним забезпеченням інноваційного розвитку економіки: моногр. Рівне: Волинські обереги, 2018. 362 с.
9. Кичирук Т.В. Вища економічна освіта в концепції синергетичної парадигми нелінійного мислення. *Anthropological Measurements of Philosophical Research*. 2014. №5. С. 47—55.
10. Кремінь В.Г., Ільїн В.В. Філософія: мислителі, ідеї, концепції: підруч. Київ: Книга, 2005. 528 с.
11. Малинецкий Г.Г. От мозга к компьютеру и обратно. *Знание – сила*. 1994. №9. С. 40—50.
12. Наконечна О.П. Естетичне як тип духовності: моногр. Рівне. 2002. 202с.
13. Остапчук О.Є. Можливості синергетики в розбудові інноваційного освітнього простору. *Педагогіка та психологія*. 2004. №4 (45). С.16—28.
14. Пригожин И. Философия нестабильности. Комментарий С.П. Курдюмова. *Вопросы философии*. 1991. № 6. С. 46—51.
15. Рудий Б. Криза еволюціонізму. Київ: Четверта хвиля, 2003. 116 с.
16. Синергетике 30 лет. Интервью с профессором Г.Хакеном. Проведено Е.Н. Князевой. *Вопросы философии*. 2002. № 3. С. 53—61.
17. Тарасов Л.П. Самоорганізація матерії та дисипативні структури. *Завуч. Наша вкладка*. 2004. №36(222). С. 2—6.
18. Філософія : підручник для вищої школи /за заг. ред. В.Г. Кременя, М. І. Горлача. Вид. 3-є, перероб. та

доп. Харків: Прапор, 2004. 736 с.

19. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным явлениям [пер. с англ.]. 2-ое изд. Москва: КомКнига, 2005. 248 с.

#### References.

1. Branskij, V.P. (2000). Theoretical grounds for social synergetics. *Voprosy filosofii*. 4. 112–129. (in Russian).
2. World Encyclopedia: Philosophy. (2001). Ed. by A.A. Gricanov. Moscow: AST, Minsk: Harvest, Sovremennyy literator. (in Russian).
3. Dobronravova I.S. (2003). Philosophy of science and synergetics of education. *Vyscha osvita Ukrainy*. 2(8). 7–12. (in Ukrainian).
4. Yevtodiuk A.V. Educational systems: synergistic interpretation of evolution. *Vyscha osvita Ukrainy*. 2(8). 31–40. (in Ukrainian).
5. Kapica, S.P., Kurdjumov, S.P. & Malineckij, G.G. (2003). Synergetics and forecasts of the future. Moscow: Editorial. (in Russian).
6. Knjazeva, E.N. & Kurdjumov, S.P. (1994). Laws of evolution and self-organization of complex systems. Moscow: Nauka. (in Russian).
7. Knjazeva, E.N. (2000). Synergy challenge to culture. Synergistic paradigm: a variety of searches and approaches. Moscow. (in Russian).
8. Kniازهvych, A.O. (2018). Management of Infrastructure Provision of Innovative Economic Development. Rivne: Volyns'ki oberehy. (in Ukrainian).
9. Kychkyruk, T.V. (2014). Higher economic education in concepts of synergetic paradigm nonlinear thinking. *Anthropological Measurements of Philosophical Research*. 5. 47–55. (in Ukrainian).
10. Kremin', V.H. & Il'in, V.V. (2005). Philosophy: thinkers, ideas, concepts. Kyiv: Knyha. (in Ukrainian).
11. Malynetskyj, H.H. (1994). From brain to computer and back. *Znanie – sila*. 9. 40–50. (in Russian).
12. Nakonechna, O.P. (2002). Aesthetic as a type of spirituality. Rivne. (in Ukrainian).
13. Ostapchuk, O.Ye. (2004). Possibilities of synergetics in the development of innovative educational space. *Pedagogy and Psychology*. 4 (45). 16–28. (in Ukrainian).
14. Prigozhin, I. (1991). The philosophy of instability. *Voprosy filosofii*. 6. 46–51. (in Russian).
15. Rudyj, B. (2003). The crisis of evolutionism. Kyiv: Chetverta khvylya. (in Ukrainian).
16. Synergetics 30 years. Interview with Professor G. Hacken. (2002). *Voprosy filosofii*. By E.N. Knjazeva. 3. 53–61. (in Russian).
17. Tarasov, L.P. (2004). Self-organization of matter and dissipative structures. *Zavuch. Nasha vkladka*. 36(222). 2–6. (in Ukrainian).
18. Philosophy. (2004). Ed. by V.G. Kremen, M.I. Gorlach. Kharkiv: Prapor. (in Ukrainian).
19. Haken, G. (2005). Information and self-organization. Macroscopic approach to complex phenomena. Moscow: KomKniga. (in Russian).

Стаття надійшла до редакції 20.03.2019 р.