

**Леонід Мельник**

**ЕКОНОМІКА РОЗВИТКУ**



Leonid Melnyk

---

# **DEVELOPMENT ECONOMICS**

The textbook



Леонід Мельник

---

# ЕКОНОМІКА РОЗВИТКУ

Підручник



УДК 330.34(075.8)

М 48

**Рецензенти:**

*Л. Л. Калініченко* – д.е.н., професор, професор кафедри економіки та менеджменту, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, м. Харків;

*Т. М. Степура* – д.е.н., професор, професор кафедри економіки підприємства та інвестицій, Львівський Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів;

*В. М. Тарасевич* – д.е.н., професор, член-кореспондент НАН України, завідувач кафедри міжнародної економіки і соціально-гуманітарних дисциплін, Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро

*Рекомендовано до видання вченою радою Сумського державного університету як підручник (протокол № 11 від 20 березня 2025 року)*

Підручник підготовлено в рамках виконання наукового проєкту «Реструктуризація національної економіки в напрямі цифрових трансформацій для сталого розвитку» (№ держреєстрації 0122U001232), що фінансується з державного бюджету України

*Питання до розділів – Ю. М. Завдов'єва*

**Мельник Л. Г.**

М 48 Економіка розвитку: підручник. Суми: Університетська книга, 2025. 416 с.

ISBN 978-617-521-106-9

У підручнику на основі сучасної синергетичної теорії розглядаються фундаментальні засади функціонування, самоорганізації та розвитку економічних систем. Особлива увага приділяється динаміці економічних процесів, трансформаційним переходам, дії зворотних зв'язків, взаємозумовленої конвертації матеріальних, інформаційних та синергетичних факторів. Досліджуються умови сталого прогресивного розвитку соціально-економічних, еколого-економічних та технічних систем.

Для викладачів та студентів вищих навчальних закладів науковців, державних службовців, бізнесменів, а також усіх тих, хто цікавиться проблемами сучасної економічної теорії та практики.

**УДК 330.34(075.8)**

ISBN 978-617-521-106-9

© Мельник Л.Г., 2025

© Університетська книга, 2025

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>9</b>
<b>РОЗДІЛ 1. Економічна система та її властивості.....</b>	<b>17</b>
1.1 Поняття про економічну систему .....	17
1.2 Відкритість та стаціонарність систем.....	21
1.3 Триалектичні основи формування й розвитку систем .....	24
1.4 Взаємозв'язок сутнісних начал і формування систем.....	28
<i>Питання до розділу .....</i>	<i>32</i>
<b>РОЗДІЛ 2. Матеріальні основи функціонування економічних систем.....</b>	<b>33</b>
2.1 Сутність і функції матеріальних факторів .....	33
2.2 Енергія й квазіенергія економічних процесів .....	38
2.3 Квазіенергетичні основи функціонування економічних систем .....	42
2.4 Реалізація квазіенергетичного балансу в економічних системах.....	46
<i>Питання до розділу .....</i>	<i>52</i>
<b>РОЗДІЛ 3. Інформаційна основа розвитку систем.....</b>	<b>54</b>
3.1 Роль інформації в формуванні й розвитку систем.....	54
3.2 Поняття про інформацію .....	57
3.3 Кількісна оцінка інформації .....	61
3.4 Роль якості інформації в розвитку економічних систем.....	66
<i>Питання до розділу .....</i>	<i>69</i>
<b>РОЗДІЛ 4. Пам'ять в процесі розвитку.....</b>	<b>71</b>
4.1 Зміст пам'яті .....	71
4.2 Роль пам'яті в процесах розвитку .....	74
4.3 Поняття про соціальну пам'ять.....	76
<i>Питання до розділу .....</i>	<i>83</i>
<b>РОЗДІЛ 5. Синергетичні основи розвитку .....</b>	<b>84</b>
5.1 Зміст синергетичного феномену .....	84
5.2 Умови реалізації синергетичного феномену.....	86

5.3 Явище синергізму в економічних системах.....	92
<i>Питання до розділу</i> .....	96

**РОЗДІЛ 6. Механізми управління станом систем..... 98**

6.1 Механізми зворотного зв'язку .....	98
6.2 Характеристики стійкості систем .....	105
6.3 Стабільність, стійкість і еластичність системи.....	111
<i>Питання до розділу</i> .....	118

**РОЗДІЛ 7. Зміст процесів розвитку ..... 120**

7.1 Поняття про розвиток.....	120
7.2 Поняття впорядкування й порядку .....	128
7.3 Діалектика процесів самовідтворення та саморуйнування систем .....	134
7.4 Закономірності самоорганізації природи .....	139
<i>Питання до розділу</i> .....	142

**РОЗДІЛ 8. Механізми розвитку економічних систем..... 144**

8.1 Трансформаційні механізми .....	144
8.2 Ключова тріада розвитку: мінливість, спадковість, добір.....	147
8.3 Організація штучного добору в економічних системах ....	155
<i>Питання до розділу</i> .....	157

**РОЗДІЛ 9. Основи прогресивного розвитку економічних систем..... 159**

9.1 Енерго-інформаційна єдність процесів розвитку .....	159
9.2 Закономірності взаємодії енергії й інформації .....	163
9.3 Відносне заміщення енергії та інформації .....	166
9.4 Інформаційний статус капіталу.....	169
9.5 Енерго-інформаційний зміст механізмів зворотного зв'язку .....	175
<i>Питання до розділу</i> .....	184

**РОЗДІЛ 10. Енергоентропійні основи функціонування систем..... 185**

10.1. Поняття про ентропійний баланс .....	185
10.2 Фактори виробництва ентропії.....	193

10.3 Зовнішньосистемний обмін та енергоентропійна діяльність.....	199
10.4. Урахування динаміки системи .....	207
10.5. Енергія, ентропія, впорядкованість .....	211
10.6. Висновки з аналізу енергоентропійного балансу .....	218
10.7. Вплив фактору часу на процеси зміни систем.....	226
<i>Питання до розділу</i> .....	232

## **РОЗДІЛ 11. Взаємозв'язок факторів розвитку систем..... 234**

11.1. Системність факторів розвитку систем.....	234
11.2 Часові системоутворювальні фактори.....	238
11.3 Конвертація системоутворювальних факторів.....	247
11.4 Підвищення ефективності як передумова прогресивного розвитку.....	252
<i>Питання до розділу</i> .....	259

## **РОЗДІЛ 12. Основи системного аналізу..... 261**

12.1. Зміст системного аналізу .....	261
12.2 Метасистемний перехід .....	269
12.3 Дуалізм економічних систем.....	275
12.4. Економічна система як складова біосферного антиентропійного потенціалу.....	278
12.5. Особливості суспільно-економічного антиентропійного потенціалу.....	283
<i>Питання до розділу</i> .....	290

## **РОЗДІЛ 13. Передумови прогресивного розвитку соціально-економічних систем..... 292**

13.1. Якість соціально-економічного розвитку.....	292
13.2 Сестейновий розвиток соціально-економічних систем ...	299
13.3 Індустріальний метаболізм і процеси розвитку.....	302
13.4 Квазінаркотичний індустріальний метаболізм і деградація систем .....	310
<i>Питання до розділу</i> .....	317

## **РОЗДІЛ 14. Основи самоорганізації та саморозвитку систем..... 319**

14.1 Поняття самоорганізації .....	319
------------------------------------	-----

14.2 Закони самоорганізації систем .....	325
14.3 Аналіз циклу самоорганізації систем .....	338
14.4 Рушійна сила самоорганізації.....	343
<i>Питання до розділу</i> .....	350

**РОЗДІЛ 15. Управління процесами розвитку соціально-економічних систем..... 351**

15.1 Особливості розвитку соціально-економічних систем ....	351
15.2 Цілепокладання як ключовий фактор розвитку соціально-економічних систем.....	354
15.3 Відтворення сутнісних засад людини як компонента соціально-економічної системи .....	360
<i>Питання до розділу</i> .....	375

**РОЗДІЛ 16. Сучасні тренди соціально-економічного розвитку ..... 377**

16.1. Назустріч цілям сестейнового розвитку.....	377
16.2. Інформатизація економіки як передумова переходу до сестейнового суспільства.....	382
16.3. Технологічна обумовленість трансформацій сучасного розвитку.....	387
16.4. Принципи проектування майбутнього при соціально-економічному розвитку.....	392
<i>Питання до розділу</i> .....	398

**ВИСНОВКИ..... 400**

**ЛІТЕРАТУРА..... 405**

**TABLE OF CONTENTS ..... 412**

## ВСТУП

Безпрецедентний характер змін, що відбуваються в природі та суспільстві, переконує в необхідності осмислення глибинних основ та причинно-наслідкових зв'язків, які визначають процеси еволюції природи та суспільства. Однією з умов цього є вивчення єдиних закономірностей розвитку систем, у тому числі, таких, які лежать в основі світобудови.

Понад тридцять років пройшло з часу проведення в Ріо-де-Жанейро Всесвітнього саміту з довкілля та розвитку (1992), де була ухвалена концепція сестейного розвитку (sustainable development). Це поняття привертає увагу не тільки з екологічних міркувань. Вперше як основний предмет дослідження вчених та громадськості з'явився не об'єкт чи явище природи, і навіть не їхні стани, а процес змін під назвою *розвиток*. Навряд чи можна вважати випадковим час постановки такої мети. З переходом до інформаційного суспільства людство стрімко втягується в зону турбулентності. Це обумовлює трансформацію як соціально-економічної формації, так і специфіку перебігу процесів у суспільстві. Останнє передбачає швидку зміну станів (гомеостазів) суспільної системи та її складових компонентів.

Як відомо, соціально-економічні системи періодично можуть здійснювати якісні стрибки, коли докорінно перебудовується структура та специфіка масообмінних процесів. Для позначення подібних явищ у різних галузях знань використовується багато споріднених термінів: революція, криза, біфуркація, катастрофа, трансформація тощо. Для макроекономічної системи це означає трансформацію характеру базових продуктивних сил і соціальних відносин, для підприємства – докорінну зміну номенклатури продукції, що випускається, для фізичної системи – якісне перетворення ходу фізико-хімічних процесів.

Друга половина XX століття ознаменувалася різким прискоренням технічного прогресу та швидким скороченням періоду часу між появою наукових ідей та початком їх використання у масовому виробництві. Якщо людству знадобилося 112 років для освоєння фотографії та 56 років – для організації широкого використання телефонного зв'язку, то відповідні терміни для радара, телебачення, транзистора та інтегральної мікросхеми становлять 15, 12, 5 та 3 роки.

Ще більше темпи змін прискорилися у XXI столітті. Нині середній період заміщення технічних засобів нововведеннями вимірюється роками, а в деяких галузях – місяцями. Штучний інтелект та хмарні технології пробігають різні свої стани за лічені тижні.

Соціальні науки й раніше приділяли увагу трансформаційному феномену. Зокрема, проводилися серйозні економічні дослідження, присвячені інноваційним та інвестиційним процесам. Однак біфуркаційні трансформації залишалися хоч і важливою, але все ж таки допоміжною та епізодичною сферою економічних процесів, що відбуваються на тлі основної виробничої діяльності, пов'язаної з випуском та реалізацією продукції. Загалом це було зрозуміло та виправдано. Навіть у індустріальну епоху, яка різко прискорила темпи зміни базових гомеостазів (станів динамічної рівноваги) в економічній системі, технологічні цикли у найрозвиненіших країнах становили щонайменше три-п'ять років. Саме вони визначали періодичність докорінних трансформацій структур національних економік та радикальної зміни базової номенклатури промислових підприємств. В інших країнах це відбувається ще повільніше.

Протягом попередньої історії основним завданням людства залишалося підтримання стійкого стану економічних систем. Інформаційна доба змінює характер процесів розвитку економічних систем. Трансформаційні процеси

зміни гомеостазу стають майже безперервними, що докорінно змінює завдання людини як учасника й основного координатора виробничої системи. На перший план виходить вміння приймати рішення в трансформаційному процесі, який практично не припиняється.

Сьогодні ми присутні при зміні основного предмета дослідження соціальних наук, які змушені переходити від вивчення стану систем до дослідження процесу змін стану. Те, що до XX століття було завданням істориків, у XX столітті – предметом дослідження окремих соціологів та економістів, у XXI столітті стає рутинною повсякденною турботою всього людства. Коли живеш в епоху змін, необхідно вміти керувати змінами, конструювати трансформації так, як інженер конструює деталі та вузли машини. Все це можливо лише в тому випадку, якщо достовірно знати той предмет, який одночасно є й умовою життєдіяльності (своєрідним її «середовищем»), об'єктом управління та метою конструювання. Назва йому – *феномен розвитку*.

Пристаюючи до роботи над підручником, автор ставив за мету представити цілісну картину феномена розвитку. Репродукція процесів, що відбуваються в природі та суспільстві, нагадує складання єдиного механізму з різних деталей і вузлів. Такими складовими компонентами цілісної картини розвитку є накопичені людством знання в окремих наукових сферах та в ході практичної діяльності.

Успіхи природничих і соціальних наук останніх десятиліть дозволяють з'єднати воедино те, що здавалося розрізненими явищами процесів, які відбуваються в природі та суспільстві. Закономірності функціонування систем на різних рівнях світобудови вдається з'єднати в єдине системне ціле.

Наукові відкриття останньої чверті XX століття дозволили усвідомити ту основу, яка пов'язує воедино, здавалося б, зовсім різні природні сутності: фізичні частки,

атоми, клітини, живі організми, економічні системи. Хоча, можливо, здається, що між ними не існує нічого спільного, всі вони належать до одного й того самого організаційного класу матеріально-інформаційних структур, які мають назву *відкритих стаціонарних систем*. Ця єдність обумовлює наявність загальних закономірностей формування, функціонування та трансформації зазначених сутностей.

В економічну теорію та практику стали приходити поняття, які раніше зустрічалися лише в інших галузях знань (фізиці, кібернетиці, біології, медицині): *метаболізм, стаціонарність, гомеостаз, зворотні зв'язки, спадковість, природний добір, пам'ять, біфуркації, синергетизм* та багато іншого.

З'ясувалося, що схожі закономірності притаманні як живим організмам, так і сутностям добіологічного та надбіологічного рівнів організації, наприклад, таким, як атом чи підприємство. Але якщо це так, то усвідомлення закономірностей функціонування одних сутностей може стати ключем до прогнозування особливостей поведінки інших структур (зокрема, економічних систем). А це створює передумови для розширення можливостей управління ними.

Дослідження будь-якого явища, зрештою, має на меті *розвитку системи знань* про предмет, що вивчається. Цей підручник представляє особливий випадок. У ньому предметом дослідження є сам *процес розвитку системи*.

Формування узагальненої картини феномена розвитку систем є надзвичайно важливим не лише науковим, але й практичним завданням. Відсутність такої картини сьогодні багато в чому гальмує поширення та застосування досягнень синергетичної теорії, насамперед суспільними науками. Адже в більшості випадків лише ця теорія дозволяє описати нелінійний та нерівноважний характер трансформаційних процесів, щоб обґрунтувати поведінку суспільних систем у подібних умовах.

У основі явища розвитку систем лежать процеси *самоорганізації*. Самоорганізація покликана забезпечувати через механізми зворотного зв'язку реалізацію двох провідних функцій системи: здійснення метаболізму та підтримання гомеостазу. Самоорганізація зрештою формує основу самоупорядкування систем як процесу подолання ентропії, що зростає в них. Фактично теорія самоорганізації систем дозволила осмислити фундаментальні основи того явища відтворення систем, за допомогою якого природа може протидіяти процесам свого саморуйнування, обумовленого другим началом термодинаміки. Тож, не випадково явищу самоорганізації в підручнику приділено значну увагу.

Досить впевнено можна передбачити зростання наукового інтересу до проблем самоорганізації економічних систем найближчим часом. Наука зазвичай відповідає своєю активністю на підвищені запити практики. Ключовою сферою життя та діяльності людини є економіка. Саме останній доводиться вирішувати виробничі, екологічні та соціальні проблеми, що виникають у суспільстві. Чому ж саме зараз самоорганізація стає такою затребуваною? Можна назвати одразу кілька причин.

*Прискорення темпів життєдіяльності.* Сьогодні загальноновизнаним фактом стало прискорення різних процесів, які відбуваються у виробництві та побуті. Збільшуються темпи: здійснення наукових відкриттів, впровадження інновацій у виробництво, споживання товарів, будівництва об'єктів, реалізації продукції, переміщення людей, транспортних операцій, зміни технологій, заміни моделей товарів та послуг, зміни способу життя.

*Посилення режимів виробництва.* Зростають не лише темпи життя, але й перепади параметрів (фізичних, хімічних, біологічних), у яких доводиться функціонувати технічним системам. Збільшуються також фактори ризику та зростають можливі наслідки від порушення нормального

режиму функціонування систем. Все це веде до зростання ціни одиниці часу, а також зростання ціни можливих помилок.

*Непередбачуваність еволюційних траєкторій.* У силу багатофакторності та багатовекторності розвитку створюваних людиною систем, здатних до самоорганізації, передбачати наслідки еволюції останніх надзвичайно важко. Ще складніше проконтролювати поведінку в майбутньому систем, що саморозвиваються. Одним із важливих завдань стає проектування траєкторій розвитку систем з контрольованими параметрами самоорганізації.

*Посилення впливу на природу.* Масштаби антропогенного впливу на екосистеми планети давно перевищують межі асиміляційного потенціалу природи. Однією з першочергових завдань стає перехід від «жорстких» до «м'яких» методів управління природокористуванням. Останнє орієнтується на максимальне використання процесів самоорганізації природних систем.

*Самоорганізація соціальних систем.* Одним із явищ, з якими все більше доводиться рахуватися у ХХІ столітті, є значне посилення потенціалу самоорганізації соціальних систем. Цьому сприяє низка передумов: по-перше, значне підвищення інтелектуального та освітнього рівня більшості людей; по-друге, значне розширення доступу населення до інформації; по-третє, вдосконалення комунікацій (комп'ютеризація населення, розвиток інфраструктури Інтернет-послуг, виникнення та розширення соціальних мереж тощо); по-четверте, об'єктивно обумовлена необхідність активізації колективного інтелекту населення під час вирішення екологічних проблем (зокрема, прагнення людей до збереження на локальному рівні унікальних екосистем); по-п'яте, прагнення зберегти культурну ідентичність та протистояти соціальній уніфікації на тлі процесів глобалізації.

*Збільшення суспільних витрат.* Ускладнення систем життєзабезпечення людини пов'язане зі збільшенням суспільних витрат на функціонування економічних систем. Децентралізація управління, заснована на самоорганізації систем, значно ефективніша за централізоване (командне) управління і є природною реакцією систем, що спрямовані до підвищення їх ефективності.

Ідеї *самоорганізації* систем виявляються дедалі активніше затребуваними *економікою*, що (розуміється і як система господарювання, і як галузь знань). Економічна наука не може залишатися осторонь господарської практики, інтереси якої вона представляє. Сфера наукових завдань економіки передбачає конвертацію результатів досліджень, отриманих іншими галузями знання, в інструментарій, спрямований на вирішення проблем господарської практики.

Питання самоорганізації вже давно є предметом досліджень різними галузями знань, в т.ч. і економічною наукою. Ринок сам по собі є сутністю, що самоорганізується. Однак досліджуються головним чином зовнішні фактори, що забезпечують умови рівноважності макроекономічних ринкових систем (зокрема, через збалансованість попиту та пропозиції), а також виводять системи з рівноважного стану (зокрема, внаслідок причин, що зумовлюють циклічність розвитку економіки). За рамками досліджень залишаються внутрішні механізми самоорганізації макроекономічних систем.

Ще менше уваги приділяється проблемам самоорганізації мікроекономічних систем. Тут пріоритетною залишається методологія суб'єктного управління, коли певна виробнича система розглядається як керований об'єкт, що управляється керівною системою (яка виконує функції суб'єкта) для досягнення поставленої мети. При цьому майже не враховуються зворотні зв'язки, що діють з боку

керованої системи. Хоча вона таким чином, також починає проявляти властивості суб'єкта, що самоорганізується.

Ще рідше ставляться завдання цілеспрямованого формування економічних систем із достатнім потенціалом самоорганізації та саморозвитку, включаючи самостійну постановку та коригування цілей і навіть вибір засобів їх досягнення.

Працюючи над підручником, автор ставив завдання на основі аналізу механізмів функціонування та розвитку економічних систем, показати рушійні сили, закономірності й механізми, що забезпечують системам здатність самоорганізовуватися та розвиватися. Зрештою це дозволяє побачити розвиток як цілісне явище, яким можна науково обґрунтовано керувати.

**Метою курсу** «Економіка розвитку» є формування знань, навичок та світогляду, необхідних для управління процесами розвитку. Очікується, що після знайомства з курсом студенти та викладачі знати будуть: основні закономірності формування та розвитку систем; вміти обґрунтовувати прийняття рішень щодо управління процесами розвитку систем; мати світогляд, необхідний для постановки відповідних цілей і вибору необхідних заходів. Автор сподівається, що йому вдалося досягти хоча б частину задуманого, й використання підручника полегшить вирішення завдань економічної теорії та практики в певних сферах господарства та бізнесу.

**Слова вдячності.** Автор висловлює вдячність рецензентам за цінні поради та зауваження; дякує колегам за сприяння у виданні книги.

## Розділ 1

# ЕКОНОМІЧНА СИСТЕМА ТА ЇЇ ВЛАСТИВОСТІ

### 1.1 Поняття про економічну систему

**Визначення системи.** Предметом управління процесом соціально-економічного розвитку є *система*. Світ утворюється системами. Будь-який предмет у світобудові є системою (бо складається з інших елементів – підсистем) і в той же час – частиною іншої системи більш високого рівня.

З системою пов'язане й поняття *розвитку*. Якщо щось і здатне розвиватися, то воно обов'язково є системою.

Система (від грец. «система» – *ціле, складене з частин*) – одне з найдавніших наукових понять, що використовувалося задовго до Аристотеля й Платона. Античне визначення, мабуть, найбільш лаконічно відображає сутність даної категорії.

*Система – ціле, більше суми його частин.*

Зазначене визначення при всій його геніальності втім, має в собі певне протиріччя, до розкриття якого ми повернемося далі. Адже не може будь-яке ціле бути більшим за суму його частин на величину *чогось*, що в ньому не міститься. І ми переконуємося, що це *щось* таки в самому цілому таки міститься.

Сьогодні можна зустріти багато підходів до пояснення поняття системи (Backlund, 2000; System, 2003; Dori, 2018; The scientific, 2017). Вони дозволяють сформулювати її визначення.

**Система** – сукупність елементів (підсистем), об'єднаних між собою в єдине ціле процесами взаємодії (матеріально-інформаційного обміну) для реалізації загальної функції (досягнення спільної мети).

**Елементом** системи можна вважати її структурний компонент, який не можна розкласти далі, не змінюючи його властивостей.

**Взаємозв'язки між елементами** – це функціональні залежності між елементами системи з приводу виконання ними функцій і процесів реалізації метаболізму. Взаємозв'язки формуються на основі різних принципів: взаємодоповнення, взаємопідпорядкування, рівноправної взаємодії, взаємовигоди та ін.

Р. Акофф сформулював кілька важливих ознак системи:

- поведінка кожного елемента впливає на поведінку цілого;
- поведінка елементів і їх вплив на ціле взаємозалежні;
- якщо існують підгрупи елементів, кожна з них впливає на поведінку цілого, й жодна з них не має такого впливу незалежно від інших;
- кожна частина системи має властивості, які втрачаються, якщо її відокремити від системи;
- істотні властивості системи, взятої як ціле, випливають із взаємодії її частин, а не з їх дій, взятих окремо; з цієї причини – і це головне – «система є ціле, яке не можна зрозуміти за допомогою аналізу», тобто вивчення лише окремих підсистем (Ackoff's, 1999).

У діяльності підприємства можна простежити всі зазначені вище ознаки системи:

- *підприємство є більш складною сутністю, ніж сума його підсистем* (цехів, управлінь, служб, підрозділів), оскільки воно має властивості, які відсутні у зазначених

складових; підприємство має: право юридичної особи (і відповідно цілий ряд прав і обов'язків), фірмові ідентифікаційні ознаки, що відрізняють дане підприємство від інших (назву, торгову марку та ін.); можливості випуску і реалізації кінцевої продукції – всім цим не володіють його структурні одиниці;

- *поведінка кожної підсистеми підприємства впливає в цілому на всю його поведінку*; недоліки в роботі лише однієї ланки корпорації «Тойота» змусили відкликати з ринку понад одного мільйона вже проданих автомобілів через недоліки в системі гальмування; це завдало істотної шкоди іміджу фірми й не могло не позначитися на її поведінці, зумовивши внесення змін до стратегії розвитку й тактичних планів корпорації;

- *підрозділи підприємства в своїй поведінці взаємопов'язані один з одним*; збої в системі реалізації продукції ведуть до затоварення складів і змушують пригальмовувати процеси виробництва продукції; проблеми в постачальників із забезпеченням певним видом сировини змушують технологів шукати шляхи переходу на інші види ресурсів та ін.;

- *кожна структурна одиниця підприємства втрачає свої властивості за його межами*, будь-який цех чи інший підрозділ підприємства спеціалізується на виконанні певних функцій; якщо, припустимо, підприємство припинить своє існування, відпаде й необхідність у виконанні цих функцій, а з ними зникне й те, що надає підрозділам їх характерні особливості: заготівельний цех перестане бути заготівельним, складальний – складальним і таке ін.

**Функції системи.** Для виконання своїх завдань система повинна здійснювати комплекс взаємопов'язаних функцій, головними з яких є:

- збір, зберігання й відтворення інформації;

- підтримання просторового взаємозв'язку (тобто структури) окремих складових (підсистем) системи;
- підтримання в часі порядку процесів, що відбуваються в системі, зокрема, синхронізації діяльності окремих ланок;
- здійснення процесів трансформації матеріально-енергетично-інформаційних потоків (далі – просто *виробничих потоків*) з метою вилучення вільної енергії, тобто тієї, яку система може використати для здійснення роботи й виконання своїх функцій (при функціонуванні підприємства роль *квазіенергії* виконують фінансові активи);
- транспортування зазначених потоків всередині системи;
- відновлення (репродукція) функціональних підсистем, які втрачають свої властивості в результаті зносу або під дією проникаючих з потоками в систему шкідливих агентів (тобто, мова йде про своєрідний «капітальний і точний ремонт» компонентів системи);
- вилучення з зовнішнього середовища в систему речовин, енергії та інформації (збільшення «негативної», тобто від'ємної ентропії системи);
- видалення в зовнішнє середовище відходів діяльності системи (відтік «додатної ентропії»);
- захист системи від негативного впливу зовнішнього середовища;
- коригування (підлаштування, адаптація) діяльності окремих підсистем під параметри потоків, що потрапляють в систему й циркулюють в ній; таке підстроювання, зокрема, необхідне в разі відхилення параметрів потоків від оптимальних значень, і, крім того, при зміні властивостей самої системи (наприклад, розрегулюванні режиму її роботи в часі).

Чим ефективніше виконується кожна з зазначених функцій, тим ефективніше відбувається діяльність усієї системи, й тим вище ймовірність накопичення в системі «вільної енергії». Ефективність у даному випадку може бути визначена за співвідношенням кількості енергії, використаної безпосередньо на реалізацію даної функції, та загальними витратами енергії. Це й є своєрідний ККД. У свою чергу, ефективність системи та її підсистем буде тим вище, чим нижче будуть непродуктивні втрати (дисипація) енергії. В даному випадку узагальнююче поняття «енергія» передбачає всі види матеріальних, енергетичних, інформаційних (а у випадку економічних систем – й фінансових) ресурсів, що використовуються системою.

**Стан системи** – це сукупність параметрів, що характеризують властивості внутрішніх елементів системи, а також її внутрішніх і зовнішніх зв'язків. Стан економічної системи може визначатися обсягом і якістю товарно-грошових потоків, що проходять через систему, балансом її доходів-витрат.

## 1.2 Відкритість та стаціонарність систем

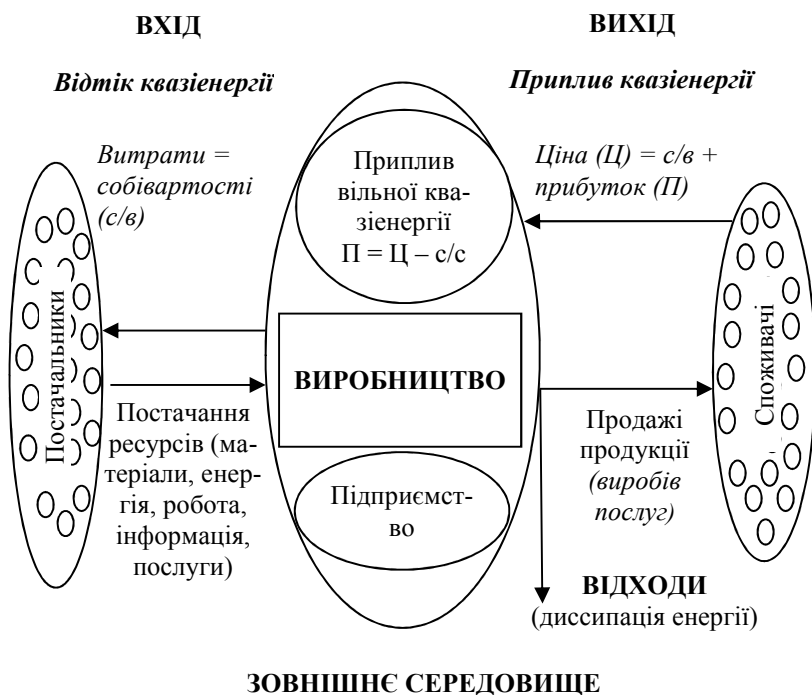
Розвиватися можуть не будь-які системи, а лише ті, що *самоорганізуються*. Такі системи здатні самі контролювати свою діяльність, забезпечуючи необхідні для обміну з зовнішнім середовищем внутрішні параметри свого стану.

У свою чергу, для того, щоб система була самоорганізована, вона повинна мати дві необхідні властивості. По-перше, вона має бути *відкритою*, а по-друге – *стаціонарною*.

**Відкритість** системи обумовлена самим фактом необхідності вилучення системою енергії з зовнішнього середовища. Будь-які процеси самоорганізації системи (контроль за параметрами зовнішнього середовища, пересу-

вання, перебудови внутрішнього стану тощо) не можуть здійснюватися без витрат енергії. Поповнювати запаси витраченої енергії (як, наприклад, це роблять біологічні організми) система може лише ззовні. Для цього вона має бути *відкритою* для обміну речовиною, енергією та інформацією з зовнішнім середовищем. Зокрема, з довкілля система вилучає необхідні матеріальні та інформаційні ресурси. Туди ж, у середу, вона видаляє відходи своєї життєдіяльності.

Тож, відкритість системи (в даному контексті) означає її здатність здійснювати матеріально-інформаційний обмін з іншими системами.



**Рисунк 1.1** – Обміни з зовнішнім середовищем підприємства як відкритої системи

Відкритість системи – лише необхідна передумова забезпечення її життєдіяльності. Достатньою передумовою виступає *ефективність* цього обміну. Цей обмін речовинами, енергією та інформацією – по-перше, між системою та зовнішнім середовищем, а по-друге, між окремими частинами самої системи – має бути ефективним.

У ході зовнішнього обміну система має достатньо підживитися з зовнішнього середовища енергією та речовинами, що містять енергію, а також видалити туди відходи своєї життєдіяльності. В результаті внутрішнього обміну відбувається обробка матеріально-інформаційних потоків, вилучення необхідної для існування системи енергії, а також перетворення отриманих речовин в перебудову (розвиток) самої системи.

Зазначені процеси обміну прийнято називати *метаболізмом* (від грецьк. «метаболі» – зміна, перетворення).

**Стаціонарність** є іншою важливою властивістю самоорганізованих систем. Стаціонарністю називається здатність зберігати стан системи у відносно невеликому стійкому інтервалі її параметрів. Його прийнято називати *гомеостазом*.

*Гомеостаз* підприємства визначається обсягом товарно-грошових потоків, який воно пропускає через себе за одиницю часу. При дотриманні параметрів гомеостазу система функціонує в найбільш ефективному для неї режимі.

Всі системи мають матеріально-інформаційну природу. Призначення *матеріальної* основи (тобто сукупності матеріальних елементів системи) – *силове*. Вона забезпечує виконання роботи зі здійснення метаболізму.

Призначення *інформаційної* основи – *управлінське*; вона здійснює керування зазначеними процесами й впорядкуванням змісту системи в просторі та часі.

### 1.3 Триалектичні основи формування й розвитку систем

Формування будь-якої системи відбувається на основі триєдиного механізму взаємодії сутнісних начал природи: *матеріального, інформаційного та синергетичного*.

*Матеріальне начало* дає можливість системі та її окремим частинам (елементам, підсистемам) здійснювати рух і виконувати роботу, а це значить – змінюватися й розвиватися; умовно основну функцію даного начала можна виразити терміном «*рухає*».

*Інформаційне* начало направляє; воно забезпечує спрямованість руху в просторі і часі, а це значить, формується інформаційний алгоритм взаємодії між собою окремих частин системи і програма її розвитку.

*Синергетичне* начало об'єднує; воно забезпечує реальні дії (узгоджену поведінку) окремих частин системи для інтеграції їх в єдине ціле.

Методологічний підхід до дослідження процесів функціонування та розвитку відкритих стаціонарних систем на основі аналізу триєдиного механізму згаданих природних начал ми далі будемо називати триалектичним. Крім трьох зазначених, доречно згадати й про четверте начало.

Четверте начало – *відтворювальний феномен* – інтегрує прояв трьох згаданих *вище* начал в кожній із систем.

Реалізацію зазначених природних начал здійснюють в економічних системах, *відповідно* матеріальна, інформаційна та синергетична основи.

**Матеріальна основа.** Рушійною силою матеріального начала є енергія. Вона накопичується (концентрується) й зберігається в енергоємних субстанціях – енергоносіях. За допомогою їх транспортування й переробки вона передається, трансформується й вилучається. Останнім часом активно поширюються методи альтернативної енергетики, коли енергія береться напряму від сонця, різних видів руху

(вітер, хвилі) або різних перепадів енергетичних потенціалів (теплові насоси, геотермальні електростанції).

**Інформаційна основа.** Інформаційна складова системи виступає в ролі спрямовуючого чинника (вектора) для впорядкування дії енергетичної складової.

Власне, інформація формується на основі різної здатності природних сутностей або їх складових реалізувати енергетичну потенцію природи. У цьому сенсі інформація начебто вторинна. Вона народжується з першопричини – руху. Однак потенційна здатність до змін стає інформацією, лише будучи закріпленою пам'яттю системи. В економічних системах функції інформаційної основи виконують працівники, заведений порядок (інститути) та технічні пристрої, що керують роботою обладнання.

**Синергетична основа.** Синергетична складова системи (зв'язки, комунікації, відносини) забезпечує взаємодію окремих елементів (підсистем) всередині самої системи та взаємодію системи з іншими системами в зовнішньому середовищі.

Щоб виник синергетичний ефект, необхідна наявність певних умов.

По-перше, елементи, тобто частини, що утворюють систему, повинні мати *матеріальний (енергетичний) потенціал*, щоб здійснювати роботу: рухатися, взаємодіяти, коригувати свою поведінку під мінливі умови зовнішнього середовища (надсистеми) та дії інших частин (підсистем), що утворюють систему.

По-друге, повинна існувати *інформаційна основа* взаємодії цих окремих елементів, яка б забезпечувала:

а) наявність у кожній з них *пам'яті* для «зчитування» зовнішньої та внутрішньої інформації;

б) *комунікаційні канали* передачі інформації;

в) зрозумілу для елементів спільну «мову», що забезпечує кодування й декодування інформації при спілкуванні

та взаємній передачі інформації; в ролі них можуть виступати певні стандарти, символи, коди, паролі, протоколи тощо.

По-третє, спільно існувати елементам повинно бути вигідніше, ніж окремо один від одного.

З огляду на сказане, ми можемо відповісти на запитання, яке поставили на початку розділу, а саме: звідкіля в системі з'являється нова якість, тобто те, що *«більше суми частин цілого»*.

Відаючи належне витонченості та лаконічності визначення античних вчених, слід водночас помітити, що його формулювання не зовсім коректне. Через це може виникати ілюзія, що нова якість системи (всупереч законам природи) виникає наче б з нічого. Відомо, однак, що у матеріальному світі щось нове (якщо воно не привнесено ззовні) може виникнути в системі лише з її внутрішнього змісту, тобто з частин (компонентів) самої системи.

Помилка античних вчених щодо того, що в системі може виникати щось, *«більше суми її частин»*, відбувається через те, що крім матеріальних складових системи ними не враховувалися дві суттєві системні компоненти – інформаційна та синергетична основи. Адже вони ж бо теж *«частини»* системи, хоч і не матеріальні. Саме ці складові і є джерелом виникнення в системі її нових властивостей і характеристик. Це добре простежується на конкретних прикладах.

Кристалічні решітки (гратниці) алмазу та графіту мають однаковий склад матеріальних компонентів – атомів вуглецю. Однак властивості цих сполук діаметрально протилежні. Алмаз – одна з найтвердіших речовин, графіт навпаки відрізняється своєю м'якістю. Така істотна відмінність пояснюється різним інформаційним алгоритмом (структурою) формування кристалічних решіток і різним характером синергетичних зв'язків (формою взаємодії атомів у решітках).

Суперечливість у формулюванні зазначеного визначення системи може бути знята невеликим, але суттєвим його уточненням, а саме, якщо до нього додати лише одне єдине слово: «система – це ціле, більше суми його *матеріальних* частин».

Дії *інформаційної* та *синергетичної* складових простежуються на прикладі навколишніх систем.

Наприклад, матеріальні частини, з яких складається літак (і кожна з яких важча за повітря), можуть злетіти в небо тільки за двох умов: по-перше, якщо вони будуть виготовлені відповідно до необхідних форм і розмірів, з потрібного матеріалу та зібрані суто в певному порядку (реалізується інформаційне начало); по-друге, якщо вони почнуть взаємодіяти між собою, зокрема двигун почне рухати вперед всю конструкцію літака з потрібною швидкістю, створюючи підйомну силу крил (реалізується синергетичне начало).

Проявляти себе природні начала можуть лише спільно – взаємодіючи одне з одним. Скажімо, енергетичний потенціал потребує направляючого впливу інформаційного начала. Без нього він здатний утворювати лише «броунівський рух» – безсистемне шарахання об'єкта в різні боки. З іншого боку, направляти й об'єднувати можна лише щось матеріальне, що має енергетичний потенціал.

І нарешті, хіба можуть матеріально-енергетичне та інформаційне начала бути реалізовані без синергетичного начала? Щоб система змогла виконати всередині або поза себе хоч якусь роботу, її окремі частини повинні діяти узгоджено, взаємодіючи одна з одною.

Оволодіння триалектичним поглядом на процеси формування систем могло б значно поліпшити рівень управління економічними системами й підвищити ефективність їх функціонування.

## 1.4 Взаємозв'язок сутнісних начал і формування систем

На підставі сказаного можна дійти висновку: природа будь-якої з систем, які оточують нас (скажімо, молекули, організму чи підприємства), триалектична. З одного боку, це – матеріальна сутність, з другого – інформаційна програма, з третього – продукт узгодженої взаємодії інших систем (підсистем) природи.

Як матеріальний об'єкт, система здатна накопичувати та витратити енергію, виконувати роботу.

Як інформаційна програма, вона самоорганізує себе, сприймаючи та переробляючи інформацію зовнішнього середовища, а також відтворюючи власну; при цьому вона керує процесами свого формування, функціонування та розвитку.

Як синергетичний продукт, система формується у процесі взаємодії, отже, взаємної підгонки й коригування поведінки, по-перше, її підсистем, а по-друге, даної системи з іншими подібними їй системами – під умови їх спільного надсистемного рівня.

Неможливо сказати, що в системі важливіше: *матеріальне, інформаційне* чи *синергетичне начало*, оскільки одне невіддільне від іншого. Якби не було матеріального, системі не було б з чого формувати себе. Якби не було б інформаційного, системи взагалі не могли б виникнути, а існував би аморфний однорідний хаос. Саме інформаційна програма кожної системи, по-перше, формує впорядкований механізм її функціонування, а по-друге, робить її унікальною сутністю, яка відрізняється від інших систем.

І формувати, і руйнувати систему можна, впливаючи на кожну зі згаданих складових, а також на весь триєдиний механізм відтворення системи в цілому. Сказане можна проілюструвати прикладами різного виду систем.

**Екосистема.** Поліпшенню стану екосистеми можуть сприяти дії за напрямками:

- *матеріального* кількісного нарощування рослин та тварин в екосистемі;
- *інформаційного* покращення стану екосистеми (покращення якісного стану біологічних видів, оптимізація видової структури екосистеми);
- *синергетичного* вдосконалення (видових та міжвидових комунікацій);
- вдосконалення цілісного механізму самоорганізації екосистеми

Екосистема деградуватиме і поступово руйнуватиметься, якщо перелічені дії здійснюватимуться начебто зі зворотним знаком. Тобто: 1) знищуватимуться рослини та тварини; 2) погіршуватиметься якісний стан біологічних видів через хвороби або з інших причин, порушуватимуться оптимальні пропорції видового складу екосистеми; 3) блокуватимуться видові та міжвидові комунікації; 4) порушуватиметься механізм самовідтворення екосистеми.

**Підприємство** створюється через формування його ключових основ:

- *матеріальної* (основного та оборотного капіталів);
- *інформаційної*; що забезпечує алгоритми (технології), за якими підприємство здійснює свою виробничу та торговельну діяльність, а також керує відповідними процесами;
- *синергетичної*; що забезпечує реалізацію зв'язків усередині підприємства та поза його межами;
- *цілісного потенціалу* відтворення трьох зазначених основ.

Підприємство деградуватиме, якщо процеси будуть розвиватися у зворотному напрямку: 1) недоамортизуватиметься знос основного капіталу, зменшуватимуться обсяги оборотного капіталу та інтенсивність його обороту; 2) інформаційні алгоритми оперативної діяльності та управління на підприємстві будуть неадекватні у часі та просторі; 3) погіршиться взаємодія ланок на внутрішньо- та зовнішньогосподарських рівнях; 4) блокуватиметься самовідтворювальний механізм підприємства.

Як бачимо, й формувати, й руйнувати систему можна, впливаючи на основні складові її триєдиного відтворювального механізму. Але є одна тонкість. Вона полягає ось у чому.

Щоб зруйнувати систему, існує багато шляхів, і кожен шлях «діє» по-своєму. Одні ведуть до швидкого, катастрофічного руйнування системи. Інші – м'якші та завуальованіші – руйнують систему поволі й не так наочно.

Якщо ж стоїть мета формування системи, то при всьому різноманітті можливих підходів для цього існує лише один шлях, який є найбільш ефективним. Будь-яке відхилення від цього шляху починає різко збільшувати витрати, пов'язані з функціонуванням системи. Отже, знижується ефективність окремих процесів, які відбуваються в системі, та можливості її прогресивного розвитку.

Для економічних систем це означає зниження ефективності витрати ресурсів та коштів. Наприклад, нерезонно на підприємстві витратити кошти на збільшення функціональних можливостей комп'ютерів, підвищуючи їхню швидкість та обсяг пам'яті (що завжди обходиться дуже недешево), якщо не існує програмного забезпечення для реалізації додаткових можливостей.

Але навіть якщо кошти будуть вкладені у вдосконалення й першого, й другого (тобто в матеріальну частину та програмне забезпечення комп'ютерів), гроші підуть на вітер, якщо на підприємстві не виявиться людей, здатних використовувати додаткові переваги комп'ютеризації. В цьому випадку досконала база обробки інформації перетвориться на дорогу марну іграшку.

Втім, навіть наявність кваліфікованих спеціалістів не вирішує проблеми. Всі згадані заходи виявляться зайвими, якщо підприємство не пов'язане з виконанням завдань, що потребують комп'ютерної оптимізації інформаційного алгоритму прийнятих рішень чи його синергетичної основи (внутрішньогосподарських чи зовнішньогосподарських зв'язків).

У світлі сказаного може бути сформульований закон максимальної віддачі дії триєдиних природних начал. *Максимальної ефективності система досягає тоді, коли кожна з груп факторів триєдиного механізму формування системи (матеріальна, інформаційна та синергетична) максимально відповідає цілям та завданням її функціонування.* У цьому випадку досягається й взаємна відповідність трьох згаданих сутнісних начал природи.

Наприклад, автомобіль повинен відповідати якості дороги, якою він рухається, дорога – автомобілю, а те й інше – пропускній спроможності транспортної магістралі. Все ж разом має відповідати завданням реалізації соціально-економічних зв'язків у регіоні. В цьому прикладі транспортний засіб можна умовно вважати аналогом матеріально-енергетичного потенціалу, дорогу – аналогом інформаційної програми його реалізації, а комунікаційні зв'язки – аналогом синергетичної основи. Загалом ці компоненти формують те, що ми називаємо транспортною системою.

Безглуздо нарощувати потенційну швидкість автомобіля до 180 км/год, якщо йому належить пересуватися бездоріжжям або гальмувати в нескінченних пробках і заторах. Немає сенсу витрачатися на будівництво супершвидкісної автомагістралі, якщо технічні характеристики автомобілів або рівень організації дорожнього руху не дозволяють розвивати швидкість понад 80 км/год. Як афористично висловив цю думку М. Жванецький: «Яка різниця, в якій машині стояти в пробці». І нарешті, навіщо взагалі будувати дуже якісну дорогу між населеними пунктами, якщо немає потреби людям, які живуть у них, спілкуватися між собою, і не виникає потреби реалізувати свої соціальні чи економічні зв'язки.

Логіка еволюції людства в його просуванні до інформаційного суспільства виявляє тенденцію вдосконалення саме зазначених «вузьких місць», тобто *інформаційного алгоритму* управління процесами виробництва та спожив-

вання продукції (у тому числі системи постановки цілей, технологічного забезпечення, мотивації та ін.), а також синергетичної основи (у тому числі, зв'язків, комунікацій, відносин тощо) функціонування економічних систем.

## Питання до розділу

1. Дайте визначення системи. Наведіть приклади систем.
2. Наведіть античне визначення системи. Поясніть на прикладах його глибинний зміст.
3. Які ознаки системи можна знайти у діяльності підприємства?
4. Що таке стан системи?
5. Чим визначається стан економічної системи?
6. Що означає відкритість системи? Яку роль вона відіграє у забезпеченні її функціонування та розвитку?
7. Що таке метаболізм? Як він здійснюється в процесі функціонування системи?
8. Поясніть, що означає стаціонарність системи. Які функції виконує гомеостаз?
9. Охарактеризуйте зміст та призначення матеріальної основи системи.
10. Охарактеризуйте зміст та функції інформаційної основи системи.
11. Що є матеріальною та інформаційною основою економічної системи?
12. Як взаємодіють між собою матеріальна, інформаційна та синергетична складові системи?
13. Які фактори можуть призвести до деградації екосистеми, і як можна цьому запобігти?
14. Як закон максимальної віддачі дії триєдиних природних начал проявляється у транспортній системі?

## Розділ 2

# МАТЕРІАЛЬНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

## 2.1 Сутність і функції матеріальних факторів

Будь-яка система має матеріально-інформаційну природу, формуючись у єдності її матеріальної та інформаційної основ.

**Матеріальна основа** – це сукупність об'єднаних у системне ціле матеріальних елементів (у поєднанні з інформаційними активами), що дозволяють здійснювати комплекс функцій, необхідних для існування та розвитку системи. Як було зазначено вище, основне призначення матеріальної основи – силове. Вона забезпечує виконання роботи щодо здійснення метаболізму (речовинно-енергетично-інформаційного обміну).

На рівні біологічного організму тварин матеріальну основу можуть становити кістяк, тканини, рідини організму, шкірний покрив, ін.

На рівні виробничого підприємства – це матеріальні активи, тобто основні та оборотні засоби (будівлі, споруди, передавальні пристрої, силові установки, технологічне обладнання, інструмент, сировина та матеріали тощо). Крім того, функції матеріальної основи виконують трудові фактори, які, як переконаємося далі, одночасно є носіями й інформаційної основи.

Матеріальна основа виступає у формі речовин (хімічних елементів та їх сполук) чи енергії. Як відомо, речовина може переходити в енергію (саме це відбувається з ене-

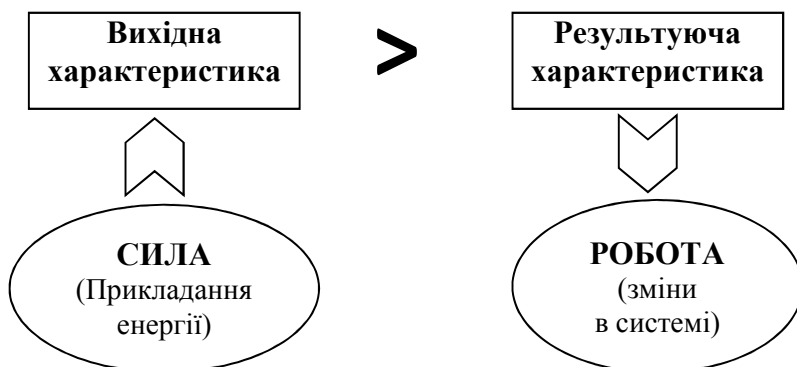
ргоносіями при їх горінні), а енергія може конвертуватися в речовину (подібним чином сонячна енергія сприяє формуванню матеріальної основи рослин).

Будь-які зміни в системі можуть обумовлюватися двома основними причинами: роботою, яку виконує система, та втратами, що відбуваються в системі.

Перша причина змін пов'язана з корисним витрачанням енергії. Подібні процеси призводять до зменшення ентропії системи. Такий процес, у якому збільшується впорядкованість системи, можна вважати здійсненням роботи.

Друга причина обумовлена природними процесами дисипації (необоротного розсіювання) енергії. Внаслідок цих процесів енергія марно втрачається, і зростає ентропія системи. Іншими словами, знижується впорядкованість системи, й розпочинаються процеси її руйнування.

Процес упорядкування системи – це результат змін (руху) у системі, що, в своє чергу, є результатом дії енергії (квзіенергії), тобто сили (рис. 2.1). Докладніше щодо визначення категорій «рух», «робота», «сила» ми зупинимось нижче.



**Рисунок 2.1** – Взаємозв'язок вихідної та результуючої складових енергетичного впливу

Слід, однак, зауважити, що не завжди кінцевим результатом додаткового застосування енергії однозначно є підвищення впорядкованості системи. Необхідною умовою є також ефективна інформаційна програма реалізації енергетичного потенціалу. Енергетичний імпульс, зокрема, може стати «кінцевою краплею», що спричинить лавиноподібний процес руйнування системи. Такі явища можна спостерігати в природі, техніці, суспільних системах.

Але про що можна говорити з упевненістю: будь-яке підвищення впорядкованості системи може відбутися лише за умови виконання роботи.

Отже, *роботою* слід вважати не будь-яку зміну стану системи, що відбулася в результаті витрат енергії, а лише ту, що збільшує впорядкованість системи. Для того, щоб усвідомити, які це можуть бути зміни, потрібно згадати, з чим пов'язаний взагалі процес упорядкування системи або переведення її зі стану хаосу в стан порядку.

Виходячи з триалектичної основи формування систем можна зробити висновок, що порядок (упорядкованість) системи обумовлюється трьома основними факторами:

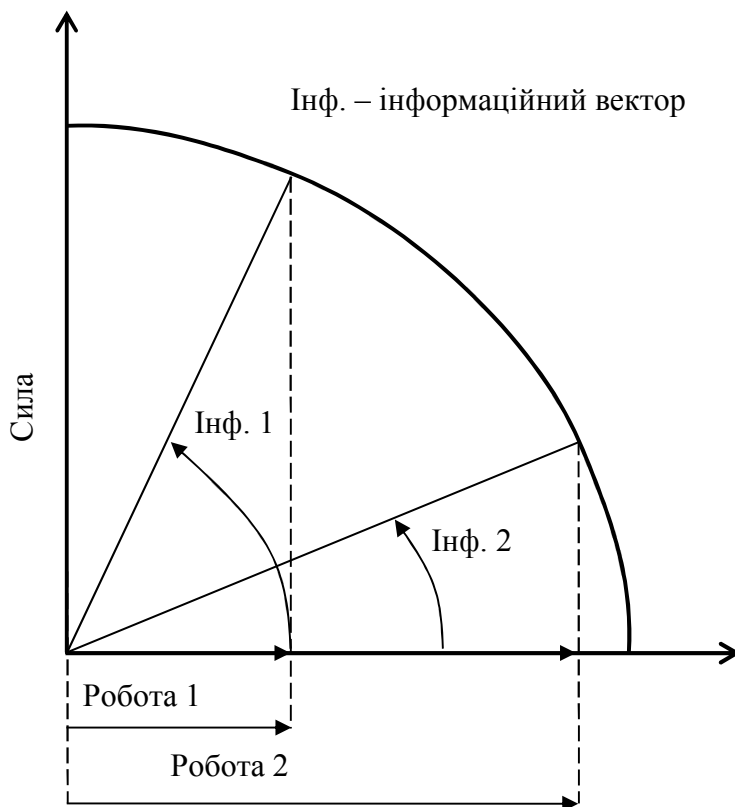
- 1) наявністю енергетичного потенціалу;
- 2) інформаційною впорядкованістю системи;
- 3) синергетичною (узгодженою) взаємодією підсистем.

Таким чином, виконання роботи, пов'язане з підвищенням упорядкованості системи, зумовлюється здійсненням трьох видів діяльності:

- збільшенням енергетичного потенціалу системи;
- удосконаленням інформаційної впорядкованості системи;
- формуванням та реалізацією синергетичних зв'язків.

Наскільки величина виконаної роботи залежить від інформаційного алгоритму реалізації енергетичного потенціалу (вектора сили), можна переконаватися з умовної схе-

ми на рис. 2.2. Робота, яку може виконати той самий енергетичний потенціал (сила), може різнитися в рази залежно від інформаційного вектора реалізації, потенціалу.



**Рисунок 2.2** – Умовна схема реалізації енергетичного потенціалу залежно від інформаційного алгоритму (вектора)

Тож, величина виконаної роботи залежить від двох факторів:

- доданої сили;
- інформаційного вектора її реалізації (вектор сили).

Цікавий погляд на проблему, що розглядається, зустрічаємо в статті І. Булеєва з промовистою назвою «Використання векторного аналізу в економічній теорії» (Булеєв, 2011). Аналізуючи монографію Е. Т. Іванова «Основи теоретичної епіроніки» (Іванов, 2006), він проводить паралель з поняттям «сила» та «момент сили» у механічних та економічних системах. До речі, у зазначеній монографії епіроніка визначається як наука, що представляє модель, яка пов'язує воедино всі статичні та динамічні параметри економічних процесів і систем. Зокрема, поняття «сила» може бути зумовлене таким чинником, як чисельність робочої сили. Результируючий показник, тобто робота, виконана з допомогою докладання цієї сили, залежить від низки чинників, включаючи: траєкторію рентабельності виробництва, кредитно-грошову й цінову політику тощо.

Як і в механічних системах, в економіці можна простежити векторне прикладання сил, у тому числі, тих, які є аналогами сил тертя (опортунізму) в механічній системі. Подібні сили, наприклад, виникають у роздрібному товарообігу або грошовому обігу й багато в чому залежать від ефективності мотиваційного інструментарію, що діє в цій економічній системі (Іванов, 2006).

В економічних системах як своєрідний результируючий вектор спрямованості їх квазіенергетичного потенціалу можна розглядати узагальнюючий показник ефективності системи (вектор-ефективність), що визначається співвідношенням результатів і витрат на досягнення поставлених цілей. На відміну від векторів, які у фізичних системах є абстрактними величинами, в економіці згаданий вектор-ефективність, втім, цілком реально характеризує особливості процесів реалізації квазіенергетичних потенціалів конкретних економічних систем.

Зокрема, ефективність виробничого підприємства залежить від його інформаційної й синергетичної впорядкованості та формується під впливом цілого комплексу фа-

кторів. Серед основних з них слід виділити (Grant, 2016, Kaplan et al., 2009):

- кваліфікацію та особистісні характеристики виконавців;
- взаємну координацію та узгодженість виконавців;
- інноваційний рівень (конкурентоспроможність) виробленої продукції;
- технологічний рівень підприємства;
- маркетингову та цінову політику;
- швидкість оборотності основного та оборотного капіталів;
- фінансову політику підприємства;
- досконалість логістичної діяльності;
- конкурентну стратегію;
- інформаційну політику тощо.

Як бачимо, існує значна кількість можливостей удосконалення процесів застосування капіталу й підвищення ефективності використання виробничих активів.

## 2.2 Енергія й квазіенергія економічних процесів

Енергія є рушійною силою будь-яких змін, отже, і рушійною силою процесів розвитку.

Згідно з існуючими визначеннями, рух є універсальним способом існування матерії, її загальним атрибутом. У загальному вигляді, *рух* – це зміна взагалі чи будь-яка взаємодія матеріальних об'єктів (Філософський, 2002).

Таким чином, *енергія* може бути визначена як загальна кількісна міра різних форм зміни матерії або взаємодії матеріальних об'єктів.

Звідси можна дійти висновку, що рух необхідний для відтворення змін стану системи. Причиною, що викликає рух якогось тіла, є енергетична дія.

*Рух* характеризують дві основні величини: вихідна та результуюча. Вихідною величиною є сила, а результуючою – робота. Ще одна величина – *потужність* – характеризує інтенсивність руху.

*Сила* – це величина, що характеризує здатність енергетичного впливу виконати певний обсяг роботи. Сила визначається інтенсивністю та напрямком впливу. З видів впливу можна виділити: тепловий, механічний, променевий, світловий, електричний, акустичний та ін.

*Робота* – величина, яка характеризує кількісні та якісні зміни, що відбулися в системі під дією сили (енергетичного впливу). Якісні перетворення в системі пов'язані з перетворенням енергії з однієї форми на іншу.

*Потужність* – це величина, що характеризує обсяг роботи, який виконується в одиницю часу.

Енергія накопичується (концентрується) та зберігається в енергоємних субстанціях – *енергоносіях*. За допомогою їх транспортування та переробки енергія передається, трансформується та вилучається з речовин.

Традиційно під енергоносієм розуміють речовину чи явище, що може бути джерелом енергії. До подібних, наприклад, відносять: викопні палива, біомасу, сонячну енергію тощо. Проте, подібне визначення носить вузький характер і передає головним чином специфіку лише фізичних біологічних чи технічних систем. З урахуванням соціально-економічних систем визначення енергоносія має трактуватися ширше.

*Енергоносії* – це речовини, явища чи матеріально-інформаційні активи, що зумовлюють можливість системи виконувати роботу. При такому трактуванні енергоносіями умовно можна вважати будь-які види капіталу, в тому числі, природний і людський капітали, матеріальні та нематеріальні активи, гроші та їх замітники (наприклад, облігації, цінні папери, інше).

Слід розрізняти енергоносії, які безпосередньо є джерелом енергії (наприклад, вуглецевмісні речовини) і «енергоносії», або квазіенергоносії (тобто аналоги енергоносіїв для економічної системи). Останні такими можна назвати лише умовно, оскільки вони припускають як можливість залучення енергії в прямому розумінні цього терміну (тобто без лапок) і можуть бути джерелом виконання економічною системою широкого спектра робіт фізичного та розумового (інформаційного) характеру, у тому числі пов'язаних із залученням енергії до системи. Дані види робіт виконують функції енергії, дозволяючи досягати необхідного результату. Функції таких квазіенергоносіїв виконують, зокрема, різні види капіталу.

У тому випадку, якщо потрібно наголосити, що капітал виконує функцію енергії для реалізації процесів руху товарів та грошей в соціально-економічній системі, доречно використовувати терміни *квазіенергія* та *квазіенергоносії* (квазі – на латинській означає *ніби, немовби*).

Використання відповідних термінів з приставкою «квазі-» стосовно економічної системи є цілком обґрунтованим, оскільки більш точно відображає реальну природу економічних процесів. Справді, в різних видах капіталу накопичено (матеріалізовано) матеріально-інформаційно-синергетичний потенціал, здатний до здійснення перетворювальної роботи. Однак його можна використати для приведення в дію економічних процесів лише в ході реалізації економічних відносин. Причому це може статися лише за наявності низки передумов (відповідних норм чинного законодавства, прав власності, установ, які забезпечують товарно-грошовий оборот країни тощо). Без цього з капіталом може статися метаморфоза, схожа на ту, що відбулася з подарованою Попелюшці каретою після відомого удару годинника. Зокрема, гроші (наприклад, внаслідок інфляції) можуть перетворитися на купи різаного паперу, який годиться хіба що для розпалювання пічки, а вироблені дорогі верстати (при забороні вільного продажу капіталу) – піти на металобрухт.

Нагадаємо, що, згідно з класичною економічною теорією, *капітал* – це самозростаюча вартість, або вартість, що приносить її власнику прибуток. Саме отримання прибутку є основною метою економічної системи. Заради цієї мети система працює. Отже, в економічній системі капітал виконує функцію, аналогічну до тієї, яку у фізичній системі виконує енергія, а саме: за допомогою капіталу здійснюється робота системи.

У процесі свого кругообігу капітал функціонує у трьох формах: грошовій, виробничій та товарній, постійно переходячи з однієї форми в іншу. Своєрідною загальною квазіенергетичною мірою різних видів капіталу є їхня вартість. Саме вона характеризує в кількісному відношенні той обсяг роботи, який здатна здійснити дана одиниця капіталу із залучення до економічної системи «вільної квазі-енергії» (доходу).

У найпростішому випадку це може статися під час продажу будь-якої одиниці капіталу (верстату, матеріальних ресурсів чи призначеного на продаж товару). Якщо це станеться, в економічну систему надійде отримана сума коштів (тобто еквівалента «вільної енергії»), яку можна витратити за будь-яким призначенням. Вартість проданого товару вимірюватиметься його суспільно визнаною цінністю, корисністю (зокрема, можливістю задовольняти якісь потреби, здатністю виконувати роботу, служити джерелом заробляння грошей тощо). Саме це знайде своє відображення у ціні даного товару.

Реальна вартість кожного товару встановлюється лише під час обміну (продажу) на інший товар. Величина вартості відображена у ціні товару. Функцію вимірювача вартості товарів (загального еквівалента) виконують гроші, які мають у звичайних умовах максимальну ліквідність (тобто рівну або близьку до одиниці). Останнє означає, що самі гроші легко можуть бути обмінені на будь-які інші товари.

Відповідно, роль «енергоносіїв» (квазіенергоносіїв) виконують також певні товари, які мають вартість. Їх в економіці можна також вважати еквівалентом квазіенергії. Обмінюючись із іншими економічними суб'єктами товарами, підприємства здійснюють «економічний метаболізм», насичуючи себе економічним еквівалентом «вільної енергії» – капіталом. Різниця квазіенергетичних потенціалів в економічній системі утворюється тоді, коли в одному місці виникає надлишок споживчої вартості (тобто надмірна пропозиція певних товарів), а в іншому – їх брак (підвищений попит на дані товари).

Втім, капітал має й суттєву відмінність від власне енергоносіїв. У ньому набагато істотніше представлені інформаційна та синергетична компоненти, що відображають характер економічних відносин, у яких реалізується той чи інший вид капіталу. Це суттєво впливає і на його цінність.

## 2.3 Квазіенергетичні основи функціонування економічних систем

**Енергетичний (квазіенергетичний) баланс.** Одним із основоположних законів природи, в рамках якого відбувається розвиток будь-якої відкритої стаціонарної системи, є закон збереження енергії.

Для цілей аналізу енергетичного стану системи закон збереження енергії може бути сформульовано таким чином: жодна матеріальна система не може функціонувати та розвиватися, не споживаючи енергію, яка витрачається на зміну внутрішньої енергії системи ( $\Delta U$ ), на неминуче розсіювання (дисипацію) частини енергії в навколишнє середовище ( $E_\partial$ ) та на здійснення роботи ( $W$ ):

$$E_g = \Delta U + E_\partial + W, \quad (2.1)$$

де  $E_6$  – запас вільної енергії (капіталу), який має система; в разі економічної системи мається на увазі, зокрема, підприємство.

Слід зазначити, що даний закон і відповідна йому формула енергетичного балансу повною мірою відображають і квазіенергетичну діяльність економічних систем. Тільки місце енергії в квазіенергетичному балансі займає аналог енергії – капітал. Тоді цю формулу можна прочитати таким чином: кошти, що надходять в систему, витрачаються за такими напрямками: зміна внутрішнього капіталу системи (капіталізація) ( $\Delta U$ ); дисипативні втрати (витрати, що не приносять вигоди), зокрема, витрати, пов'язані з виникненням збитків, податковими та корупційними платежами та ін. ( $E_0$ ); витрати на виконання корисної роботи ( $W$ ), тобто пов'язаної з виробництвом і реалізацією продукції.

Корисна робота, яку здійснює система, реалізується за такими напрямками:

- здійснення функції *метаболізму* (переміщення та переробка потоків речовини, енергії та інформації), кінцевою метою чого є вилучення з зовнішнього середовища вільної енергії ( $E_6$ ) (умовно *метаболічна* складова); на підприємстві з цим пов'язані витрати, спрямовані безпосередньо на виготовлення продукції (витрати енергії –  $E_m$ );

- *підтримання рівня гомеостазу* (здійснення механізмів негативного зворотного зв'язку), без чого неможлива реалізація функції метаболізму (*гомеостазна* складова); на підприємстві це забезпечується витратами з управління та забезпечення безпеки системи (витрати енергії –  $E_2$ );

- *трансформація рівня гомеостазу* (здійснення механізмів позитивного зворотного зв'язку) (*трансформаційна* складова); на підприємстві це забезпечується за допомогою витрат на його технічне переозброєння (реструктуризацію, модернізацію, реінжиніринг) (витрати енергії –  $E_m$ ).

Для виконання роботи за зазначеними напрямками система змушена витратити кошти (квазіенергію). Це веде до того, що в балансі системи з'являються відповідно три квазіенергетичні складові –  $E_m$ ,  $E_z$  і  $E_m$ .

Таким чином, в остаточному вигляді формулу квазіенергетичного балансу відкритої стаціонарної системи (підприємства) можна виразити таким чином:

$$E_e = \Delta U + E_d + E_m + E_z + E_m, \quad (2.2)$$

де  $\Delta U$  – зміна внутрішньої енергії системи.

Чи може система витратити енергії більше або менше тієї кількості, яку вона отримує за рахунок процесів метаболізму із зовнішнього середовища? Ці дві ситуації можуть бути виражені нерівностями:

$$1) E_e < E_d + E_m + E_z + E_m; \quad (2.3)$$

$$2) E_e > E_d + E_m + E_z + E_m. \quad (2.4)$$

Подібні ситуації можливі й часто відбуваються в житті на будь-яких рівнях його прояву. Демпферним (компенсаційним) моментом в обох випадках є зміна внутрішньої енергії системи ( $\Delta U$ ), зокрема, внутрішнього капіталу підприємства.

Якщо енергії, що надходить ззовні починає не вистачати, щоб обслуговувати звичний режим функціонування (тобто для підтримання усталеного рівня гомеостазу), система змушена витратити припасену раніше енергію. Зазвичай вона складається з двох частин. Одну – становлять резервні запаси. У тварин вони зберігаються в висококалорійних речовинах (наприклад, жири); у сім'ї або підприємства – в банку. Іншим умовним джерелом запасів може бути енергія окремих елементів структури, яка формує систему.

Саме вона використовується для задоволення енергетичних (квазіенергетичних) потреб системи після того, як виснажуються резервні джерела. Фактично це знаменує початок процесу саморуйнування системи. Тварина починає худнути й втрачати свої функції, сім'я – продавати ще недавно такі потрібні предмети побуту; фірми змушені «позбуватися» частини обладнання й будівель. В кінцевому підсумку система стоїть перед вибором: або загинути (припинити функціонування), або перебудувати рівень свого гомеостазу так, щоб потреби системи знову почали відповідати можливостям, тобто витрати енергії почали б дорівнювати надходженню вільної енергії в систему.

При позитивному балансі (надходження енергії більше її витрачання) процеси йдуть у зворотному порядку. Система отримує можливість реконструювати свою структуру й поповнити резервні запаси. Відповідно, виникають передумови й для прогресивної зміни рівня гомеостазу.

Для перебудови системи (трансформації гомеостазу) включається механізм позитивного зворотного зв'язку. Його реалізація здійснюється за рахунок трансформаційної складової  $E_m$ .

Зміна кількості внутрішньої вільної енергії в системі ( $\Delta U$ ) є своєрідним індикатором енергетичного (квазіенергетичного) стану системи й характеризує передумову зміни рівня її гомеостазу. При цьому можна виділити три принципові ситуації.

1.  $\Delta U = 0$ : система функціонує в стабільному режимі, при якому надходження вільної енергії в систему повністю витрачається на підтримання порядку в системі (зниження ентропії).

2.  $\Delta U > 0$  (зміна внутрішньої енергії має позитивне значення): в системі починає накопичуватися надлишок вільної енергії; він може бути реалізований при трансформації рівня гомеостазу в напрямку його підвищення (прогресивна трансформація системи).

3.  $\Delta U < 0$  (від'ємне значення): система починає використовувати запозичені або внутрішні резерви (тобто функціонувати за рахунок саморуйнування); усунути подібну ситуацію система може, збільшивши надходження в систему вільної енергії або знизивши рівень гомеостазу; при останньому знизяться й енергетичні потреби системи (регресивна трансформація системи).

Можна вважати, що зазначені умови балансу є загальними для будь-яких видів структур, що відповідають ознакам відкритих стаціонарних систем.

## 2.4 Реалізація квазіенергетичного балансу в економічних системах

**Квазіенергетика фірми.** Людство неспроможне скасувати дію енергетичних законів (головним, у тому числі, є обов'язковість дотримання енергетичного балансу) у відносинах з природою. Про це нагадують малі та великі екологічні кризи, що загострювалися й загострюються в різні часи в різних куточках Землі. Створивши економічну систему, побудовану на товарно-грошових відносинах, людина мало замислюється над відповідністю грошових знаків енергетичним еквівалентам.

Тим часом на будь-якій фірмі щомісяця складається документ під назвою «баланс». Щоправда, не енергетичний, а грошовий. Однак, вникнувши в проблему, переконуються, що він зумовлює поведінку економічного суб'єкта за тими самими правилами, за якими енергетичний баланс впливає на поведінку організму чи екосистеми.

По суті, баланс доходів та витрат є своєрідним *квазіенергетичним* балансом фірми. Ми використовуємо цей аналог, щоб підкреслити єдність природи процесів, що відбуваються в будь-яких системах, здатних саморозвиватися.

Грошові показники справді тісно пов'язані з енергетичними еквівалентами. Це відбувається не тільки тому, що ціни на паливо в сучасному суспільстві значною мірою зумовлюють ціни на інші види товарів. Гроші для суспільства – це те, що енергія для фізичної системи. Така відповідність грошей та енергії в соціальних системах не є випадковою. Саме гроші, а не енергетичні показники більш точно й повно відображають специфіку процесів, що відбуваються в явищах суспільного метаболізму (тобто обміну речовиною, енергією та інформацією). Адже вони, крім усього іншого, відображають такі фактори, як інформація та синергетичні зв'язки (відносини).

*Метаболістична* складова квазіенергетичного балансу ( $E_m$ ) підприємства зумовлена основними технологічними видами витрат на виробництво продукції (у першому наближенні – це середній залишок оборотних коштів підприємства за відрахуванням накладних витрат).

*Гомеостазну* складову балансу ( $E_s$ ) формують витрати, пов'язані з придбанням та утриманням пасивної частини основних фондів (будівлі, споруди, передавальні пристрої, силові машини та обладнання, ін.), утриманням управлінського та допоміжного персоналу та інші види накладних витрат. Саме вони покликані здійснювати функцію реалізації механізму негативного зворотного зв'язку, утримуючи динамічний рівноважний стан підприємства в рамках досягнутої номенклатури продукції; це, зрештою, визначає й гомеостаз підприємства.

Мабуть, не випадково в деяких зарубіжних підручниках з економіки *витрати* визначаються як «прямі та опосередковані виплати, необхідні для того, щоб залучити та утримувати ресурси в межах даного напрямку діяльності» (див., наприклад, Pindyck et al., 2001). Саме на підтримання гомеостазу фірми йде значна частина її витрат.

*Трансформаційна складова.* Будь-яке відхилення стану гомеостазу викликає збільшення гомеостазної складової витрат ( $E_2$ ) для нейтралізації цих відхилень. Зокрема, зміна традиційних постачальників та споживачів продукції викликає зростання транспортних витрат та маркетингових витрат. Економісти знають, наскільки не вигідно буває, якщо фактичний обсяг виробництва відхиляється від нормативної потужності підприємства. Для підприємства однаково не вигідним виявляється як недостатнє завантаження потужностей у великосерійному та масовому виробництвах, так і значне «перевантаження» обладнання, зокрема, розрахованого на дрібносерійне чи індивідуальне виробництво. Основна причина – різке збільшення витрат на реалізацію механізмів негативного зворотного зв'язку.

У подібних ситуаціях підприємствам рекомендують позбутися наявних потужностей і перейти на технології, що більш відповідають реальним умовам ринку та можливостям підприємства. Й тому частину витрат, що використовуються на механізми негативного зворотного зв'язку ( $E_2$ ), необхідно переключити на реалізацію механізмів позитивного зворотного зв'язку й спрямувати на витрати формування трансформаційної складової ( $E_m$ ), тобто на трансформацію (модернізацію) виробництва. Додатковими джерелами коштів на це можуть бути вивільнення частини витратків собівартості, прибуток підприємства, банківські кредити, ін.

*Дисипативна складова.* Що ж утворює дисипативну складову ( $E_d$ )? Це податкові відрахування, платежі, збори, різні види збитків, неустойки, різниця між максимально досяжною та фактично досягнутою виручкою (втрачена вигода) й, звичайно ж, державний (чиновницький) та недержавний (кримінальний) рекет. Дуже детально цю складову систематизовано в роботі (Гриценко та ін., 2008).

Дисипативний компонент, безумовно, збільшує й низька ефективність основних технологічних процесів. Адже перевищення витратних виробничих показників (матеріаломісткість, енергоємність) будь-якої фірми порівняно з її вітчизняними та зарубіжними аналогами по праву може бути занесено до пасиву *квазіенергетичного балансу*, іншими словами, – до складу його дисипативної компоненти.

**Квазіенергетика держави.** Держава може існувати тільки розподіляючи й споживаючи вироблений національний продукт. Це є аналогом припливу вільної енергії в систему ( $E_e$ ). Ці надходження можуть бути збільшені за рахунок іноземних інвестицій, іноземних кредитів, позик, грантів, вкладів зарубіжних клієнтів у національні банки (останнім, наприклад, широко користуються Швейцарія, Люксембург, Кіпр), дивідендів від використання національної валюти як засобу платежу інших країнах (наприклад, доларів США, євро, британських фунтів стерлінгів, японських ієн, китайських юаней), дивідендів від вивезення власного капіталу, ін.

В ролі метаболічної компоненти ( $E_m$ ) можна розглядати всі види витрат, що забезпечують приплив вищезгаданих надходжень у країну. Мова йде про виробничі витрати промислових підприємств та сфери послуг. Це й ті витрати, без яких неможливе надходження капіталу в країну. Причому сюди слід віднести відповідні витрати банків, зовнішньоекономічних відомств та установ, які оформляють закордонні кредити, позики, інвестиції та гранти, а також виплати за цими кредитами, позиками та акціями.

*Гомеостазну* компоненту формують витрати відомств та підприємств, що забезпечують зовнішню та внутрішню безпеку країни, включаючи природоохоронні служби та підрозділи НС. Сюди також відносяться витрати на забезпечення функціонування інфраструктури держави (комунальне господарство, дороги, комунікації тощо).

Куди ж віднести витрати на численні керівні структури: Кабмін, міністерства та комітети, місцеві адміністрації, податкові служби тощо? На жаль, у суспільстві існує дуже тонка грань, що відокремлює носіїв механізмів негативного та позитивного зворотного зв'язку. Вона визначається не лише тими імпульсами, які виходять із верхніх ешелонів влади (а вони відіграють дуже велику роль), а й устремліннями, внутрішнім настроєм керівних органів, менталітетом його чиновників. Будь-який з них може стати генератором прогресу, що просуває суспільство вперед шляхом невпинного приведення в дію механізму позитивного зворотного зв'язку. Проте, ці ж таки види суб'єктів можуть перетворитися на гальмо для будь-яких реформ, дбаючи лише про утримання за будь-яку ціну старого гомеостазу системи та використовуючи виключно механізми негативного зворотного зв'язку.

Реальне місце громадських структур (та їх працівників) у квазіенергетичному балансі соціально-економічної системи визначається зовсім не вивісками установ та їх відповідних формальних обов'язків, а функціями, що фактично реалізуються. Скажімо, горезвісний «тіньовий сектор», незважаючи на свій формально «дисипативний» статус, може робити набагато більший внесок у виживання країни (а значить, і в її стабільність), ніж солідні державні відомства та структури, які мають на те офіційні повноваження, але сидять роками на картотеці» (тобто перебувають фактично на межі банкрутства). До речі, човниковий бізнес у 1990-і роки давав роботу (а значить, можливість елементарно вижити), за деякими оцінками, від 20 до 25% населення. І навпаки, наукові установи, покликання яких – вносити позитивний дисбаланс у життя суспільства, довгі роки перебували (хоч і не за своєї вини) самі на межі виживання. В цій ситуації єдиною можливою думкою, яку вони змушені були дотримуватися, могло бути лише збереження балансу (тобто старого гомеостазу).

Слід сказати про інше. Кількісна наповнюваність кожної з продуктивних складових енергетичного балансу системи (або його квазіенергетичного аналога): метаболічної, гомеостазної та трансформаційної – аж ніяк не гарантує якісне виконання відповідних функцій та ефективний розвиток системи. Високі витрати основного виробництва – ще не гарантія високої продуктивності, тим паче високої якості продукції.

Зайве зміцнення несучих конструкцій будівлі збільшує її вагу, що може не посилити, а послабити конструкцію. Те саме можна сказати й про економіку. Спроба посилити її за рахунок адміністративних заходів, що фінансуються з держбюджету, може лише «ускладнити» економіку, не приносячи користі для її якісного та кількісного зростання.

Коли збереження рівноваги перетворюється на самоціль існування системи, що змушує мобілізувати всі її ресурси та життєві сили, найчастіше вдається досягти протилежного результату: стійкість системи невблаганно наближається до критичної межі. Це загальна закономірність будь-яких систем – від біологічних організмів до технічних і соціальних структур.

Той, кому хоч раз у житті довелося їздити велосипедом, знає, як важко (майже неможливо) утримувати рівновагу, стоячи на місці. Лише рух уперед різко зменшує навантаження на гомеостазну складову й збільшує стійкість системи. Чим швидше їде велосипед, тим важче вивести його зі стану рівноваги. При цьому він постійно виходить із цього стану, але лише в потрібному напрямку, рухаючись вперед. Найбільш стійким є підприємство, що інтенсивно розвивається.

Таким чином, механізм позитивного зворотного зв'язку, створений, здавалося б, для порушення рівноваги, й порушуючи цю рівновагу, може робити набагато біль-

ший внесок у стійкість системи, ніж цілеспрямована дія спеціально призначеного для цього його антипода – механізму негативного зворотного зв'язку. Виявляється, за допомогою механізмів позитивного зворотного зв'язку можна майстерно керувати рівновагою системи, а за допомогою механізмів негативного зворотного зв'язку – свідомо чи не бажаючи цього порушувати його.

Невеликий прилад автопілота забезпечує стійкість великої системи – літака, але тільки в тому випадку, якщо та набрала необхідну швидкість руху. До речі, й сам автопілот працює за принципом дзиги, яка у русі зберігає свій стан стійкої рівноваги.

Тож, як це не парадоксально, витрати на забезпечення гомеостазу (рівноваги, безпеки) системи ще не гарантують її стійкості. Але ж тоді який фактор визначає цю стійкість? У першому наближенні його можна назвати *інформаційною якістю* використання коштів, або ж *інформаційною якістю* управління всією системою загалом.

Щоб зрозуміти глибинний взаємозв'язок енергетичного та інформаційних засад розвитку, необхідно заглибитися в сутнісну природу інформаційної категорії.

## **Питання до розділу**

1. *Що таке матеріальна основа системи, і які її основні функції?*
2. *Які приклади матеріальної основи можна навести на рівні біологічного організму та виробничого підприємства?*
3. *Як взаємопов'язані речовина та енергія в контексті матеріальної основи системи?*

4. Назвіть основні причини змін у системі. Як вони впливають на її впорядкованість?
5. Які три групи факторів визначають порядок (упорядкованість) системи?
6. Як у економічних системах можна інтерпретувати поняття сили та спрямованої ефективності?
7. Охарактеризуйте поняття енергії в контексті змін та взаємодії матеріальних об'єктів?
8. Які основні величини характеризують рух, і як вони взаємопов'язані?
9. Чим відрізняється традиційне та розширене визначення енергоносія?
10. Як квазіенергоносії впливають на функціонування економічної системи?
11. У чому полягає аналогія між капіталом в економіці та енергією у фізичних системах?
12. Яким чином капітал набуває форми «вільної квазіенергії» в економічних процесах?
13. Чому інформаційна та синергетична компоненти капіталу впливають на його цінність?
14. Які можливі наслідки для системи в разі від'ємного балансу внутрішньої енергії ( $\Delta U < 0$ ), і які шляхи вирішення цієї проблеми?
15. Яким чином система може використовувати механізм позитивного зворотного зв'язку для прогресивної трансформації свого рівня гомеостазу?
16. Охарактеризуйте енергетичний баланс системи. Дайте трактування його складових.
17. У чому особливості квазіенергетичного балансу економічних систем? Чому він так називається?
18. Охарактеризуйте квазіенергетичний баланс підприємства.
19. Охарактеризуйте квазіенергетичний баланс держави.

## Розділ 3

# ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА РОЗВИТКУ СИСТЕМ

### 3.1 Роль інформації в формуванні розвитку систем

Інформація нарівні з матерією є основою формування та розвитку природних і суспільних систем. Кожна з цих сутностей несе у собі як матеріальне, так і інформаційне начало, які взаємообумовлюють та взаємоформують одне одного.

*Інформаційна основа* забезпечується функціонуванням комплексу матеріальних та нематеріальних засобів збору, обробки, передачі, фіксації та відтворення інформації. Вона реалізує три найважливіші групи функцій:

- а) формує пам'ять системи та її підсистем;
- б) забезпечує збирання, обробку та аналіз вихідної інформації;
- в) здійснює генерування нової інформації.

Інформаційна основа може функціонувати лише в єдності з матеріальними активами, які забезпечують силові функції виконання необхідної роботи зі збирання та переробки інформації, а також виконують роль носіїв інформації.

Матеріальна основа також не може функціонувати без її інформаційного забезпечення. По-перше, інформація спрямовує дію силових імпульсів, формує алгоритм їх реалізації та програму розвитку у часі. По-друге, метаболізм – це не лише обмін речовиною та енергією, а й обмін інформацією. Він необхідний так само, як і обмін матеріальними субстанціями. Інформаційний обмін відбувається як між системою та зовнішнім середовищем, так і між різними елементами (підсистемами) всередині самої системи. По-

дібні інформаційні контакти можливі лише за умов: по-перше, наявності у систем (підсистем) певної пам'яті (тобто здатності аналізувати, фіксувати та відтворювати інформацію), а по-друге, використання ними певного інформаційного коду, тобто своєрідної мови, зрозумілої всім елементам системи. Вона потрібна для узгодження спільних дій.

Без такого «спілкування» між окремими частинами системи були б неможливі ані феномен *відкритості* з властивими йому функціями метаболізму, ані феномен *стаціонарності* з властивими йому функціями підтримання гомеостазу. Отже, неможливим було б і саме явище функціонування відкритих стаціонарних систем, що обумовлює їх здатність до самоорганізації та саморозвитку.

Подібний інформаційний обмін неодмінно має існувати між окремими частками в атомі, між окремими атомами в молекулі, між окремими молекулами в клітині, між окремими клітинами в організмі. І взагалі між окремими компонентами будь-якого цілісного утворення під назвою система – чи то є екосистема, чи людське суспільство, чи сонячна система, чи галактика. Без такої узгодженої (когерентної) поведінки часток не виникне атом, атоми не утворять молекулу, а підрозділи підприємства не забезпечать його роботу як цілісного виробничого механізму.

Діяльність системи умовно можна поділити на два види роботи: роботу внутрішнього обміну та роботу зовнішнього обміну.

Основне завдання внутрішнього обміну полягає у вилученні вільної енергії (або негативної ентропії) із речовинно-енергетично-інформаційних потоків, що імпортуються системою із зовнішнього середовища. Основним завданням зовнішнього обміну є здійснення процесів метаболізму із зовнішнім середовищем. Метою його є імпорт у систему згаданих енергонасичених (квазіенергонасичених)

та/або інформаційно ємних потоків. В зовнішнє середовище експортуються відходи діяльності системи (позитивна ентропія).

Для виконання зазначених завдань система повинна здійснювати комплекс взаємопов'язаних функцій, що вимагають безпосереднього спрямування участі з боку інформаційної основи. Головними з них є:

- збирання, зберігання та відтворення інформації;
- утримання просторового взаємозв'язку (тобто структури) окремих складових (підсистем) системи;
- підтримання в часі порядку процесів, що відбуваються в системі, в тому числі синхронізація діяльності окремих ланок;
- здійснення процесів трансформації речовинно-енергетично-інформаційних потоків (далі просто – потоків) з метою отримання вільної енергії;
- транспортування зазначених потоків усередині системи;
- відновлення (репродукція) функціональних підсистем, які втрачають свої властивості в результаті «зносу» або під дією шкідливих агентів, що потрапляють у систему з метаболічними потоками (йдеться про своєрідний «капітальний і поточний ремонт» компонентів системи);
- вилучення з зовнішнього середовища речовин, енергії та інформації (негативної ентропії);
- видалення в докілья відходів діяльності системи (позитивної ентропії);
- захист системи від негативного впливу довкілля;
- коригування (підлаштування) діяльності окремих підсистем залежно від параметрів потоків, що потрапляють у систему та циркулюють у ній; таке підлаштування, зокрема, необхідне при відхиленні параметрів потоків від оптимальних значень, а також при зміні властивостей самої системи (наприклад, при її тимчасовому розрегулюванні).

Як бачимо, коло інформаційних завдань, які покликана вирішувати кожна система, широке. В ході еволюції природи змінюється й співвідношення між матеріальною та інформаційною складовими обміну, а, відповідно, й між матеріальною та інформаційною основами. Немає підстав сумніватися, що ці зміни протікають у бік збільшення частки інформаційної складової. Це особливо помітно на прикладі розвитку людської сутності та пов'язаних із нею суспільних відносин.

## 3.2 Поняття про інформацію

**Контури інформації.** Інформація є однією з найскладніших природничо-наукових та філософських категорій. Фактично до осмислення її як фундаментальної природної сутності людство прийшло лише в середині ХХ століття. У роботах вчених (Реймерс, 1990; Урсул, 2010; Ashby, 1979; Brillouin, 1988; Shannon, 1948; Wiener, 1988) сформульовані функціональні ознаки інформації:

- повідомлення;
- міра ймовірності та невизначеності;
- форма відображення;
- реальність, що формує матерію;
- програма розвитку;
- організуюче начало;
- природний ресурс;
- критерії відмінності;
- ступінь різноманітності;
- ступінь неоднорідності;
- основа вибору альтернативи;
- ступінь свободи;
- міра впорядкування.

Усі зазначені підходи до визначення інформації є різними гранями єдиного складного та багатовимірного природного явища, яким є *інформаційна реальність*. Лише зрозумівши, яким чином всі ці грані взаємопов'язані одна з одною, ми зможемо наблизитися до формування більш-менш цільної картини змісту інформації з її на вигляд розрізнених мозаїчних фрагментів.

**Ключові характеристики інформації.** Перш ніж сформулювати визначення інформації, позначимо її важливі відмінності.

***Ідентифікаційні властивості предметів та явищ.*** Інформація – це те, що визначає (ідентифікує) властивості предметів та явищ у просторі та часі. Чим відрізняється один об'єкт (предмет, процес чи явище) від іншого? Набором своїх просторово-часових параметрів, тобто своїми просторовими характеристиками (структура, внутрішні зв'язки, ін.) та здатністю змінюватися або не змінюватися в часі (динаміка внутрішніх процесів, характер внутрішніх протиріч, тенденції змін тощо).

Що таке, зокрема, просторово-часові характеристики предмета? Це те, що визначає його форму, агрегатний стан (твердий, рідкий, газоподібний, плазмовий), різні фізико-хімічні властивості (твердість, пластичність, теплопровідність, спектральні особливості, електропровідність, електромагнітні параметри, ін.). Всі ці властивості визначають різну здатність предметів змінювати (не змінювати) свій стан (просторову структуру, температуру, інші фізичні параметри) у просторі та часі. Цим, зокрема, зумовлені підходи до визначення інформації на основі *категорії відмінності* (просторово-часові зміни) та *програми дій* (зміна у часі).

***Закріплені пам'яттю енергетичні потенціали.*** Яким чином створюється просторово-часова відмінність об'єктів (предметів, процесів, явищ) у природі? За допомо-

гою відмінностей у наборі ступенів свободи в різних об'єктах (системах). В наслідок цього в об'єктах проявляється різна можливість змінювати свій стан чи реалізовувати свої можливості, здійснювати різні форми руху. Ступені свободи, або обмеження є тим, що в поєднанні з абсолютною потенцією до руху формує такі природні сутності, як матерія, простір, рух, закони природи. У свою чергу, ступені свободи предметів і явищ природи обумовлені закріпленими пам'яттю даних систем енергетичними потенціалами, які вони мають.

Звернемо увагу, що в одному з наведених вище підходів інформація трактується як стійка, що проявляється протягом певного часу, *неоднорідність*. Пам'ять системи, ймовірно, і є тим фактором, який забезпечує стійкість у часі згаданої неоднорідності.

***Нематеріальність інформації.*** Якою є природа інформаційної реальності? Інформація нематеріальна. Інформація не має двох основних властивостей матеріальних предметів – *заряду й маси*. Її не можна віднести до категорії об'єктивної реальності. У цьому плані, вона, скоріш, могла б бути названа «віртуальною», тобто можливою реальністю. Інформація – це те, що не є матерією, але керує процесами формування матеріальних сутностей – об'єктивної реальності: предметів та явищ природи.

З урахуванням висловлених зауважень сформулюємо визначення, яке відображає зазначені властивості інформаційної реальності.

***Інформація*** – це *природна реальність, що несе в собі характерні ознаки предметів і явищ природи, які проявляються у просторі та часі.*

***Функції інформації.*** Інформаційна реальність виконує широкий спектр різних функцій, що забезпечує існування, взаємозв'язок та розвиток різних сутностей (об'єктів) матеріального світу.

Оперуючи звичними поняттями та аналогіями матеріального світу, спробуємо систематизувати основні функції інформаційної реальності (рис. 3.1).



**Рисунок 3.1** – Фундаментально-природні та соціально-економічні функції інформації

Види інформації, що генеруються людиною, виконують соціальні та економічні функції й відрізняються великим різноманіттям. Назвемо лише деякі з них:

- емоції;
- знання;
- художні образи;
- ідеї;
- конструктивні принципи;

- технологічні основи;
- прийняті рішення;
- команди до дії.

Таким чином, використовуючи термінологію матеріального виробництва, можна сказати, що інформаційна продукція може виступати у формі *заготовок* (наприклад, зібраних та проаналізованих фактів), *напівфабрикатів* (ідей), *готових виробів* (інформаційних послуг, наприклад, консультацій) або «*інформаційних вузлів*» (художніх зразків) та *складних систем* (технологічних рішень).

Й інформаційні ресурси, й інформаційні продукти можуть розглядатися як самостійні фактори інформаційного початку. У деяких джерелах (Штер, 2024) ці дві інформаційні сутності поділяються термінологічно: перша називається *інформацією*, друга – *знаннями*.

Згадані вище програми (включаючи: проекти, плани розробок та комп'ютерні програми) також є одним із різновидів інформаційної продукції. У розвинених економічних системах будь-який продукт стає об'єктом купівлі-продажу. Інформаційна продукція не є винятком.

### 3.3 Кількісна оцінка інформації

Підходи до кількісної оцінки інформації. Перші спроби кількісної оцінки інформації ґрунтуються на її трактуванні як *повідомлення*. Невипадково тому критерієм кількісної оцінки взято *ймовірність*. Це зроблено з тих міркувань, що чим менш імовірна подія, про яку передається у повідомленні, тим більше інформації вона несе (хоча залежність і не має лінійного характеру). Отже, вважається, що інформацію несуть ті повідомлення, які знижують невизначеність, що існувала до їх надходження. Англіїці жартують, що повідомлення: «Завтра буде дощ» –

їм практично не несе інформації, оскільки має майже сто-відсоткову ймовірність.

Отже, було зроблене припущення: якщо подія має два рівновірогідні результати (наприклад, «буде дощ» і «не буде дощу»), то повідомлення про кожен з них несе одиницю інформації, яку назвали «бітом». Це визначення інформації, безумовно, сформувалося з урахуванням антропоцентричного підходу, оскільки «приймачем», (споживачем) повідомлення однозначно передбачається людина.

**Оцінка інформації за рівновірогідного результату подій.** У 1929 р. американський учений Р. Хартлі запропонував як міру кількості інформації прийняти логарифм числа можливих результатів або станів системи ( $P$ ) за умови їхньої рівної ймовірності.

$$I = \log_2 P \text{ (біт)} \quad (3.1)$$

Вважається, що кількість інформації в один біт несе повідомлення, яке передає один із двох рівновірогідних взаємовиключних результатів (0 та 1). Зокрема, це дотримується при випаданні однієї із двох сторін монети: «орла» чи «решки» ( $P = 2$ ). При киданні ж гральної шестигранної кістки кількість можливих наслідків дорівнює 6 ( $P = 6$ ).

При киданні двох кісток ми отримуємо вдвічі більше інформації, ніж при киданні однієї кістки. Показники кількості інформації таким чином додаються, а числа рівновірогіднісних можливостей перемножуються. Для кидання двох кісток або для двох кидань однієї кістки отримуємо:

$$P = P_1 \cdot P_2 = 6 \cdot 6 = 36, \text{ а:} \quad (3.2)$$

$$I = \log_2 P_1 + \log_2 P_2. \quad (3.3)$$

У наведених вище прикладах носіями інформації були цифри, але можуть бути й літери. Яку інформацію може, зокрема, нести кожна літера латинського (26 літер) чи українського (33 літери) алфавіту за рівної ймовірності їх

появи? У першому наближенні відповідь така: літера, написана латиницею, несе:  $\log_2 P(26) \approx 4,70$  біт; літера кирилиці –  $\log_2 P(33) \approx 5,05$  біт. Всі наведені вище викладки засновані на припущенні рівновірогідної появи різних літер у тексті. Однак більш наближена до реальності ситуація, коли ймовірність різних подій не однакова.

При розв'язанні задачі, чи піде завтра певний студент на лекцію чи ні, інформацію в 1 біт можна отримати лише тому випадку, якщо раніше цей студент систематично пропускав рівно 50% лекцій. Саме в такому випадку мова йде про вибір з двох рівновірогідних подій, і кількість інформації дорівнюватиме одній двійковій одиниці. Якщо ж цей студент систематично відвідував усі лекції, то у повідомленні, що він і завтра прийде на лекцію, особливої новизни не буде, кількість інформації буде меншою, ніж 1 біт. У тому випадку, якщо студент раніше взагалі не відвідав жодної лекції, то повідомлення про те, що він може прийти на заняття, буде виглядати як «маленька сенсація» і, відповідно, інформації в ньому буде більше, ніж 1 біт.

***Оцінка інформації при різновірогідних результатах подій.*** Кількісну оцінку інформації у разі різної ймовірності різних подій, про які йдеться у повідомленні, можна проілюструвати на прикладі використання того ж таки алфавіту, якщо припустити, що частота появи різних літер неоднакова.

Зазвичай ймовірність появи різних літер у текстах різна: одні літери трапляються частіше, інші – рідше. Частоти, тобто ймовірності появи відображають структуру мови. Як підійти до оцінки інформації, якщо вірогідність букв різняться?

Припустимо, що є повідомлення, що містить  $N$  послідовних знаків, – текст із  $N$  літер (включаючи пробіли). Кожному з  $N$  знаків відповідає одна з  $M$  літер, включаючи пробіл (для української –  $33+1$ ). Наприклад, у повідомленні

міститься  $N_1$  літер **а**,  $N_2$  літер **б** і т.ін. аж до  $N_{33}$  літери **я** і  $N_{34}$  – пробілу. Маємо:

$$N = \sum_{i=1}^M N_i . \quad (3.4)$$

Імовірність появи цієї літери знаходимо для досить довгого тексту, як:

$$P_i = N_i / N; i = 1, 2, \dots M.$$

Причому:

$$\sum_{i=1}^M P_i = 1 . \quad (3.5)$$

Загальна кількість різних послідовностей з  $N$  літер  $M$ -літерної мови, тобто числа можливих різних повідомлень довжиною в  $N$  дорівнює:

$$P = \frac{N}{N_1 N_2 \dots N_M} \quad (3.6)$$

Нагадаємо, що  $M!$  ( $M$ -факторіал) визначається добутком чисел від 1 до  $M: 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot M$ .

Кількість інформації в одному повідомленні, що складається з  $N$  знаків, дорівнює:

$$I = \log_2 P, \text{ або} \quad (3.7)$$

$$I \approx -N \sum_{i=1}^M P_i \cdot \log_2 P_i \text{ біт}, \quad (3.8)$$

де  $P_i$  – вірогідність появи  $i$ -ої літери (пробілу) в даному тексті.

При розширеному трактуванні  $P_i$  можна розглядати як ймовірність перебування системи в  $i$ -му стані.  $P$  – кількість можливих станів системи, а  $N$  – кількість параметрів,

що описують цей стан. У природі саме подібна різномовірність станів системи становить основу процесів і явищ, що відбуваються. Проте їхня складність зумовлена не лише цим. Насправді події в реальному житті не тільки різномовірні, а й значення їхньої ймовірності постійно змінюються в часі. Цим пояснюється колосальна складність природних процесів.

Кількість інформації, що припадає на одну літеру алфавіту або пробіл, можна знайти за формулою:

$$I_i \approx -N \sum_{i=1}^m P_i \cdot \log_2 P_i \quad (3.9)$$

Ця формула Шеннона, одного із творців теорії інформації. Величина у правій частині рівняння названа Шенноном *ентропією*. Як побачимо далі, небезпідставно.

Хоча сформульована в 1949 р. К. Шенноном величина отримала назву *ентропії*, вчений мав на увазі під ентропією насправді відповідну величину зі знаком «мінус». Фізична ентропія пов'язана з показником ймовірності прямою залежністю, а ентропія Шеннона – зворотною. У 1956 р. Л. Бріллуен звернув на це увагу й запропонував для «ентропії Шеннона», тобто ентропії зі знаком «мінус», назву «*негентропія*». Він також запровадив «негентропійний принцип інформації». Зміст його можна сформулювати так: «зі зростанням інформації про систему збільшується негентропія. Ентропія є мірою нестачі інформації» (Brillouin, 1988).

Ще раз наголосимо на колосальній інформаційній складності процесів, що відбуваються в природі, адже ймовірності різних станів природних систем різні. Причому, вони можуть постійно змінюватися в часі.

### 3.4 Роль якості інформації в розвитку економічних систем

**Основа оцінки якості інформації.** У контексті даного питання ще раз підкреслимо одну важливу обставину. Щоб системи функціонували та розвивалися, має здійснюватися не лише матеріальний (тобто речовинно-енергетичний), а й інформаційний метаболізм систем. Іншими словами, має відбуватися обмін інформацією (що отримав назву комунікації) між системою та зовнішнім середовищем, а також між окремими частинами всередині системи. Це означає, що інформація має чимось (або кимось) передаватися, й чимось (кимось) прийматися. Сказане обумовлює наявність, як мінімум, трьох сфер:

- джерела (передавача) інформації (об'єкта чи суб'єкта);
- приймача інформації (об'єкта чи суб'єкта);
- каналу передачі від передавача до приймача (каналу зв'язку);

Іншим важливим моментом є те, що інформація має бути не просто передана від передавача до приймача, а сприйнята останнім адекватно. Сказане формує певні вимоги до якості процесу *передачі* та *сприйняття* інформації. Вони визначаються особливостями згаданих трьох взаємопов'язаних груп факторів (передавача, приймача, каналу зв'язку), а також самої інформації.

**Показники якості інформації.** Під *якістю інформації* розуміється сукупність властивостей інформації, які забезпечують її придатність до виконання функцій існування та розвитку системи. Якість інформації характеризується рядом показників та критеріїв, авторська інтерпретація яких систематезована в таблиці 3.1.

**Таблиця 3.1** – Показники, що характеризують якість інформації

Найменування	Зміст
1	2
Достовірність	1) Властивості інформації, що визначають ступінь об'єктивного, точного відображення явищ, подій та фактів, що відбулися, відбуваються або можуть статися. 2) Об'єктивність інструменту збору, передачі або прийому інформації, що не допускає значних відхилень отриманого образу від реальних значень і гарантує можливість отримання таких або близьких результатів оцінки при повторному зборі інформації
Адекватність	Рівень відповідності образу (що створюється за допомогою інформації) реальному об'єкту, процесу чи явищу
Істинність	Ступінь відповідності уявлення суб'єкта про об'єкт спостереження (зроблений на підставі інтерпретації первинної інформації) дійсному (справжньому) стану або поведінці системи
Повнота	Характеристика, що визначає кількість інформації, необхідної для прийняття рішення
Релевантність	1) Ступінь відповідності кількості та якості інформації (повідомлення) потребам, зумовленим необхідністю вирішення конкретного завдання. 2) (У техніч. сист.): смислова відповідність між запитом, введеним у документальну інформаційно-пошукову систему, та виданою нею інформацією
Упорядкованість (системність)	Ступінь систематизації інформації за якоюсь ознакою, що полегшує її пошук, зберігання та обробку
Своєчасність	Здатність інформації виявляти свої властивості, зокрема, <i>релевантності, цінності, адекватності, достовірності, корисності</i> в конкретний момент часу
Корисність	Ступінь придатності інформації бути використаною для тих чи інших цілей

Продовження табл. 3.1

1	2
Цінність	Міра можливості інформації наблизити досягнення тієї мети, для неї інформація використовується
Доступність	Ступінь залежності інформації від технічних, економічних, правових, соціальних та інших умов, що обмежують можливість її отримання.
Складність	1) Рівень різноманітності явища або об'єкта, якого характеризує дана інформація щодо складу його частин, їх відмінності між собою та взаємним зв'язком між ними. 2) Рівень складності інструментальної бази для оцінки, кодування, передачі, прийому, декодування та сприйняття інформації
Адаптивність	Ступінь придатності інформації для виконання функцій системи, включаючи можливість передачі інформації каналами зв'язку, кодування та декодування, прийому та інтерпретації споживачем, тощо

Підвищення якості інформації, що використовується в економічних системах, дозволяє підвищити якість самих економічних процесів. При цьому підвищується ефективність функціонування економічних систем та прискорюються темпи їх розвитку.

Весь процес еволюції природи відбувається через тенденцію збільшення кількісного інформаційного змісту систем та підвищення якісних характеристик інформації, якою оперують системи. При цьому будь-яка із систем одночасно виконує функції одного з трьох суб'єктів: *джерела* (передавача), *приймача* та *ретранслятора* інформації.

Для *економічних систем* кількість та якість одержаної, обробленої та переданої інформації є одним із ключових факторів їх функціонування та розвитку. Будь-яка економічна система та її окремі елементи: від транскордонних корпорацій та макроекономічних систем до окремих підп-

риємств, їх виконавців, приватних домогосподарств та індивідуальних споживачів повинні постійно приймати, переробляти та відтворювати значні обсяги інформації. Її кількість та якість обумовлює успіхи чи невдачі в діяльності систем.

Логіка розвитку економічних систем свідчить про те, що у процесах їх функціонування роль інформаційної складової (в порівнянні з матеріально-енергетичною) постійно зростає. Зокрема, частка витрат праці, матеріалів та енергії на виробництво та споживання інформації в структурі витрат на реалізацію економічних процесів постійно зростає. А в самій інформаційній компоненті дедалі все більшого значення набувають не кількісні, а якісні характеристики: *достовірність, адекватність, повнота, релевантність, упорядкованість, своєчасність, цінність, адаптивність* та інші.

### **Питання до розділу**

- 1. Яка роль інформації у функціонуванні та розвитку системи?*
- 2. Яку роль відіграє інформаційна основа у функціонуванні природних і суспільних систем?*
- 3. Як змінюється співвідношення між матеріальною та інформаційною складовими обміну в процесі еволюції природи та суспільства?*
- 4. Назвіть функціональні ознаки інформації.*
- 5. Охарактеризуйте ключові властивості інформації та дайте їх визначення.*
- 6. Охарактеризуйте рівні інформаційної реальності.*
- 7. Охарактеризуйте форми інформаційної реальності.*

8. Як поняття просторово-часових характеристик допомагає визначити інформацію та її властивості?
9. Чому інформація вважається нематеріальною, і яку роль вона відіграє у формуванні матеріальної реальності?
10. Які основні функції виконує інформація в соціальному та економічному житті людини?
11. Який принцип лежить в основі кількісної оцінки інформації, і чому ймовірність події відіграє ключову роль у цьому підході?
12. Як оцінюється кількість інформації за рівновірного результату подій?
13. Як оцінюється кількість інформації за різновірного результату подій?
14. Які показники характеризують якість інформації?
15. Дайте характеристику достовірності інформації.
16. Поясніть на прикладах, що таке адекватність інформації.
17. Охарактеризуйте таке поняття, як істинність інформації.
18. Дайте характеристику повноти інформації.
19. Що таке релевантність, впорядкованість та своєчасність інформації?
20. Поясніть на прикладах, що таке корисність інформації.
21. Охарактеризуйте таке поняття, як цінність інформації.
22. Поясніть, що таке складність інформації.
23. Що таке адаптивність інформації?
24. Чому підвищення інформативності систем можна вважати магістральним напрямом еволюції природи?

## Розділ 4

# ПАМ'ЯТЬ В ПРОЦЕСІ РОЗВИТКУ

### 4.1 Зміст пам'яті

**Поняття про пам'ять.** Для реалізації механізмів розвитку система повинна мати надзвичайно важливий блок – підсистему інформаційного управління. Основу цього блоку становить пам'ять.

**Пам'ять** – це зображення та відтворення минулого досвіду системи, що виражається в здатності *накопичувати, зберігати й відтворювати* інформацію про події зовнішнього світу й реакції самої системи (рис. 4.1).



**Рисунок 4.1** – Функціональні властивості пам'яті

**Функції пам'яті.** Пам'ять присутня з перших моментів існування систем, здатних до саморозвитку, протягом всього процесу їх розвитку. Практично дія будь-якого з описаних в попередніх розділах механізмів, які забезпечують процеси розвитку, будується на використанні пам'яті.

- *Забезпечення когерентності (узгодженості).* Вже саме виникнення певної відкритої стаціонарної системи неможливе без пам'яті. Саме вона закріплює ідентифікаційні характеристики системи й забезпечує *когерентність*, тобто *узгодженість* дій окремих елементів системи. І саме пам'ять перетворює сукупність елементів на *структуру з кооперативною поведінкою*, інакше кажучи, на *систему*. Щоб відтворювати кооперативну (тобто узгоджену) поведінку елементів цілісної системи, позиція та сценарій дій кожного з них (кожної підсистеми), що входить до складу системи, повинні бути закріплені *інформаційно*. Інакше кажучи, система повинна їх запам'ятати.

- *Механізми негативного зворотного зв'язку* можуть бути також реалізовані лише на основі пам'яті. Щоб *реагувати* на зовнішній вплив та коригувати свій стан (утримувати гомеостаз), система, як мінімум, повинна пам'ятати параметри свого гомеостазу й постійно порівнювати їх з характеристиками зовнішнього середовища. Це необхідно для вибору тих чи інших механізмів зворотного зв'язку.

- *Робота системи* (дисипативна активність). Процеси метаболізму, вилучення та закріплення вільної енергії мають бути також забезпечені інформаційно. Впорядкованість реалізації *енергетичного потенціалу*, створюваного системою, – це передусім інформаційна організація процесів. Закріплення енергії нерозривно пов'язане з закріпленням інформації.

- *Трансформація гомеостазу* (реалізація механізмів позитивного зворотного зв'язку). *Зміна* одного стану ін-

шим А це – стрибок з одного рівня гомеостазу на інший) може бути здійснені лише на основі принципу незворотності. Система має «запам'ятати» новий стан і «забути» попередній. Це неможливо без пам'яті.

**Роль пам'яті у функціонуванні підприємства.** Очевидна роль пам'яті в реалізації різних видів діяльності підприємства. Узгоджена поведінка різних його підрозділів, а також зовнішньосистемна діяльність неможливі без певних нормативних документів та різних видів стандартів (конструкційних, технологічних, адміністративних, фінансових). Економічні системи повинні «пам'ятати» їх і за потреби оперативно відтворювати. Крім того, система має «пам'ятати» зв'язки, що з'єднують її з відповідними суб'єктами (зокрема, з постачальниками, споживачами, конкурентами), включаючи особливості кожного з них.

Підприємство має також «пам'ятати» параметри свого гомеостазу (обсяги виробництва, номенклатуру продукції, асортимент, склад та структуру необхідних ресурсів, фінансові показники тощо). Всі ці характеристики повинні підтримуватися оперативною діяльністю підприємства (наприклад, коригуванням нормативів оборотних коштів, зміною рекламної діяльності тощо). Саме так підприємство реалізує механізми негативного зворотного зв'язку.

При необхідності підприємство має «забути» параметри старого гомеостазу та «запам'ятати» характеристики нового, переходячи на випуск нових видів продукції (або змінюючи обсяги виробництва продукції, що випускається). Одночасно підприємство «запам'ятовує» нові технології, нових постачальників сировини та споживачів вироблених товарів. Подібним чином реалізуються механізми позитивного зворотного зв'язку.

І, нарешті, пам'яттю підприємства фіксується безпосередньо виробничий метаболізм, тобто організований у просторі та часі процес виготовлення продукції: технологі-

чний регламент, виробничі операції, стандарти, правила експлуатації обладнання, ін.

**Чинник забезпечення передумов розвитку.** Саме пам'ять є вирішальним чинником забезпечення необхідних передумов розвитку: *незворотності, спрямованості, закономірності*. Щоб не скочуватися в старий стан (передумова незворотності), потрібно «запам'ятати» (зафіксувати) параметри нового стану. А, щоб реалізовувалася передумова *спрямованості*, необхідно існування інформаційного коридору можливих змін, тобто знову-таки здатність «запам'ятовувати» одні зміни та блокувати інші. І, нарешті, ознака *закономірності*, яка передбачає наявність причинно-наслідкових зв'язків, означає передусім пам'ять про ці зв'язки.

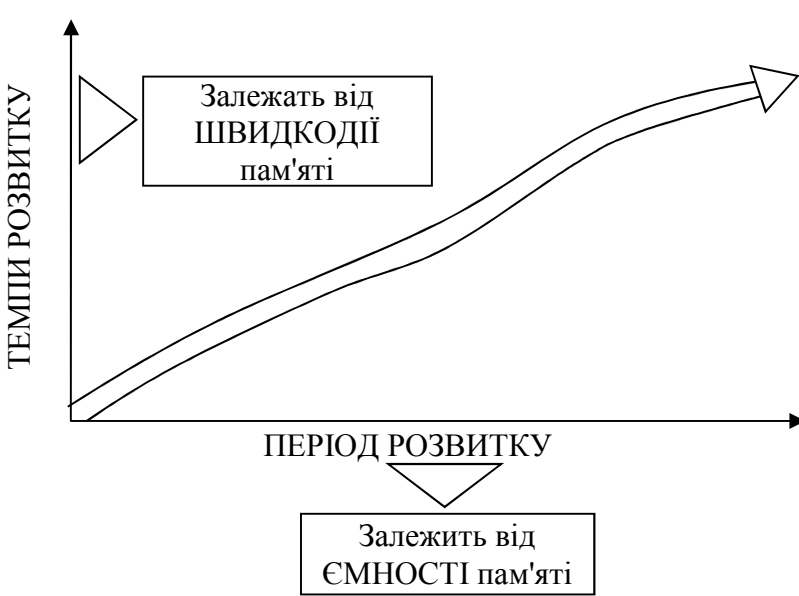
Саме пам'ять є також необхідною умовою реалізації тріади факторів розвитку: *мінливості, спадковості, добору*. Здатність системи до мінливості залежить від ступеня *різноманіття* можливих станів системи, що закріплюється пам'яттю. Спадковість обумовлена здатністю системи пам'ятати параметри минулих своїх станів. Відбір реалізується на основі перебору та порівняння інформації про різні стани системи.

## 4.2 Роль пам'яті в процесах розвитку

Сказане дозволяє зробити два важливі висновки:

- по-перше, *період*, протягом якого система здатна розвиватися, відповідає *ємності* її пам'яті; для нескінченного розвитку система має мати нескінченну ємність пам'яті;
- по-друге, *темпи* розвитку системи залежать від швидкодії пам'яті системи, тобто швидкості процесів накопичення, закріплення та відтворення інформації.

Зазначені залежності схематично показані на рис. 4.2.



**Рисунок 4.2** – Вплив пам'яті на період та темпи розвитку

У світлі цих положень стають зрозумілими, зокрема, закономірності розвитку птахів або плазунів з яйця. Однакові інкубаційні періоди однакових видів пояснюються тим, що природа відміряла їм однакові ємності пам'яті. Причина приголомшливих темпів процесу – у тому, що «відшліфований» за мільярди років еволюції, доведений до досконалості процес розвитку, завдяки запису генетичної інформації, «пробігає» прокладений шлях найкоротшими «траєкторіями». Звідси й майже 100% ефективність процесу використання ресурсів (максимальна утилізація «будівельного матеріалу», що міститься в яйці).

Набуття природою генетичного коду, який дозволив вирішити проблему фіксації інформації, різко прискорило темпи еволюції. Завдяки генетичному запису біологічні

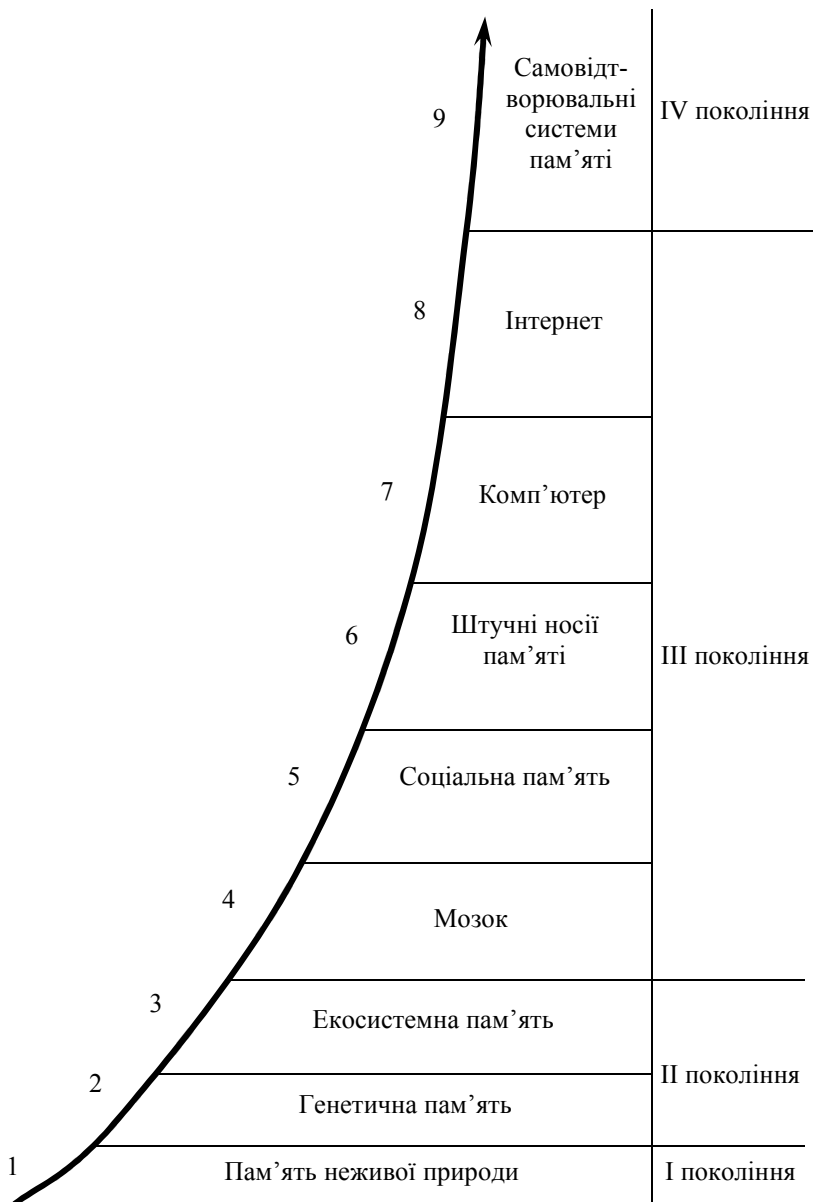
види можуть пробігати за лічені дні шлях, який природа пройшла за мільярди років пошуку, заснованого на закріпленні випадкових удач.

Ми, бачимо, що генетичний вид пам'яті був не єдиним у арсеналі природи (свої власні системи пам'яті, наприклад, мають елементарні частки, атоми, молекули). Природа постійно «знаходила» нові форми запису інформації, прискорюючи процеси свого розвитку в умовах Землі. З появою людини й суспільства еволюційні темпи почали збільшуватися з наростаючим прискоренням. Саме ця особливість неживої та живої природи у поєднанні з іншими її властивостями: здатністю зберігати стан динамічної рівноваги та мінливістю (тобто здатністю до випадкових змін) – стали основою процесів самоорганізації природи та її розвитку.

Аналізуючи особливості пам'яті можна зробити ще один важливий висновок. Пам'ять є фактором забезпечення *індивідуальної свободи* системи. Лише володіючи достатніми ресурсами пам'яті, здатними накопичувати, закріплювати й відтворювати (підкреслимо) нову (!) для себе інформацію, система здатна змінювати себе й закріплювати дані зміни. Це означає, що завдяки пам'яті система має певний ступінь *свободи (незалежності)*, в т.ч. й право на *саморозвиток*. Без цього система приречена на «підневільне» повторення (тиражування) колись відпущеного їй природою алгоритму її поведінки.

### 4.3 Поняття про соціальну пам'ять

На рис. 4.3 показано основні етапи формування систем пам'яті, тобто *накопичення, зберігання та відтворення* інформації в ході еволюції природи в земних умовах. Вирішальну роль в становленні людської цивілізації відіграла *соціальна пам'ять*.



**Рисунок 4.3** – Основні етапи формування систем пам'яті

На думку академіка М. М. Моїсеєва, саме соціальна форма пам'яті почала відігравати провідну роль у еволюції природи з виникнення перших людських спільнот.

М. М. Моїсеєв: «... Закінчення періоду антропогенезу пов'язане з новою якісною зміною всього процесу розвитку. Морфологічне вдосконалення людини закінчилося: еволюція, й розвиток, зокрема, мозку припинилися. Механізм генетичного розвитку людини на основі внутрішньовидового відбору практично перестав функціонувати. Для відмови від використання цього механізму, якому людина була зобов'язана своїм закріпленням на вершині біологічної піраміди всім своїм життям, мали бути вагомими причини.

Причина такої різкої зміни характеру розвитку людини як біологічного виду могла мати чисто кібернетичний або, краще сказати, інформаційний характер. На певному етапі еволюційної історії співтовариств неоантропів для їх подальшого вдосконалення знадобилася (і виникла) нова форма пам'яті.

...Багато... принципів поведінки в суспільстві, як і взагалі принципи людської моралі, пов'язані насамперед із трудовою діяльністю, з необхідністю закріплювати трудові навички, зі створенням спеціальної форми пам'яті, здатної забезпечити будь-який тип спадковості, який дозволив би не лише зберігати та накопичувати ці навички й набуті знання, а й розвивати їх» (Моїсеєв, 1990).

**Соціальною пам'яттю** можна вважати систему інформаційних механізмів успадкування та закріплення соціальних змін, що забезпечують відтворення організаційних засад, суспільних відносин, процесів регламентації та навчання в суспільних структурах.

Р. Доукінс (Dawkins, 1989) назвав тонку структуру інформації, побудовану на соціальній пам'яті людини, «мемом» ("meme" – від memory – пам'ять). На його думку: «Своєрідний бульйон з людської культури ("the soup of human culture") вариться з «мемів» (memes)... Подібно *re-*

*нам, меми відрізняються своїми властивостями: довговічністю, продуктивністю, точністю відтворення при копіюванні тощо. Еволюція гена та виникнення мозку утворили середовище, в якому з'явилися перші меми. Виникнувши одного разу завдяки здатності до самовідтворення, меми сформували свій власний, більш стрімкий вид еволюції».*

Тож можна вважати мем системою соціальної пам'яті, яка забезпечує розвиток *особистості* за аналогією того, як гени забезпечують роль організму, тобто біологічної частини живих істот.

У формі мему можуть виступати: *мелодії, ідеї, модні слівця та висловлювання, теорії* (зокрема, Ч. Дарвіна, А. Ейнштейна та інших вчених), *релігії з усіма їхніми обрядами та молитвами, філософські вчення, переконання, забобони, жести, пози* та ін. Споріднені меми як цеглини культури групуються у більші категорії – *теми*, які в кожному із видів культур формуються в *сцени*, що групуються у свою чергу у вищу категорію – *драми, мрії* або *ритуали*, які детермінують світогляд у певному виді культур. Кожна культура має свою *мрію* – модель природної та соціальної реальності, природа якої гіпотетична й утворює певну систему переконань і упереджень. Фактично, *мрії, теми* та *меми* – це свого роду ілюзії (віртуальні засади), що визначають поведінку людини та функціонування соціальних систем, які мають не лише культурні, а й біологічні основи (Волков и др., 1999).

У формі економічних мемів можуть розглядатися: *технології; номенклатура й асортимент продукції, що використовуються на різних підприємствах; необхідні знання й навички працюючих*. Економічними аналогами *тем* виступають: *галузеві стандарти, що застосовуються в галузі технології та групи товарів, що випускаються галузями*, ін. Економічними аналогами *сцен* можна вважати структури та специфічні характеристики національних економік. Нарешті, як економічні аналоги *драм* виступають переважаючі у світовій економіці на даний момент *базові технології, групи товарів, стилі життя, стандарти*.

Фабер та Прупс (Faber and Proops, 1991) пішли ще далі, описавши формування своєрідних соціальних аналогів *генотипів*, що мають місце для фізичних систем. Вони висунули постулат про «унікальний генотип» природної системи при розвитку в її лоні економічної системи, яка має власний аналог *геномів*. Дійсно, будь-яка економічна система відрізняється певними характеристиками, зокрема: перевагами форм власності, розмірами та структурою економічних суб'єктів, переважаючими технологіями, правовою системою, існуючими економічними та соціальними інститутами, ін. На думку Й. Кьона, економічна система є «сховищем інформації («генологією» людського процесу)». Таким чином, використовуючи наведену вище термінологію Дуукінса, аналог «економічного генотипу» можна назвати «мемоном» (*memone*).

Економічні «мемони», – робить висновок Й. Кьон, – здатні пристосовуватися до конкретних економічних умов (існуючих технологій, наявних ресурсів, споживчого капіталу на одиницю продукції, цін на товари, структури ринку тощо) подібно до того, як біологічні види пристосовуються (використовуючи свій потенціал) до місцевих біогеографічних умов шляхом часткового вбирання та накопичення додаткової інформації.

З початку нового тисячоліття фактично розпочався новий етап розвитку інформаційних систем та еволюції природи. До цієї трансформації людство встигло підготуватися в останнє десятиліття минулого століття. Поява інтернету дала змогу об'єднати всі існуючі на Землі інформаційні системи (індивідуальні й асоціативні) в єдину інформаційну мережу. До неї може підключитися, як до «хмари», кожен мешканець Землі. подібна перспектива реалізується на наших очах. Це дало можливість створити нову реальність Хмару – систему суперкомп'ютерів і великих баз даних (*big data*), яка почала відігравати роль єдиної *всепланетної системи пам'яті*.

Одна з найважливіших функцій соціальної пам'яті спрямована на відтворення інформаційних програм поведінки суспільних систем. Управління – це передусім процес впливу на соціальну структуру з метою підтримання стійкості цієї системи або змін, які йдуть у заданому напрямі трансформації її стану. При цьому соціальна система може змінюватися лише за траєкторіям, по яким в її пам'яті існує достатній інформаційний ресурс. Це означає, що з можливих сценаріїв поведінки системи можуть виявитися лише ті, які дозволяє вилучити чи сконструювати її пам'ять.

Серед можливих варіантів можна назвати:

- стандарти (сценарії) минулої поведінки самої системи в аналогічних умовах;
- зразки поведінки інших соціальних структур у подібних ситуаціях (на основі доступної про них інформації);
- інноваційні поведінкові сценарії, сконструйовані з доступного інформаційного матеріалу, а саме: прогнозних параметрів зовнішнього та внутрішнього середовища, допустимих обмежень в діях (або бездіяльності) та пов'язаних з ними ризиків, можливих витрат та вигід за кожним із сценаріїв.

Суб'єктивне сприйняття людьми, які формують систему, об'єктивних результатів певних дій формується завдяки функції пам'яті цієї соціальної системи. На етапі прийняття рішень і перше, й друге можуть бути реалізовані лише у віртуальній реальності, тобто передбачатися («віртуальний» – від латин. *virtualis* – можливий, потенційний).

Чим багатший арсенал віртуальних продовжень стану системи та вище аналітичні здатності приймаючого рішення суб'єкту, тим успішнішим буде вибір.

На підставі всього вищесказаного можна зробити висновок, що в ролі основних факторів, які формують пам'ять соціальної системи, можуть розглядатися:

- досвід системи, збережений у знаннях, навичках, традиціях, звичках, матеріальних об'єктах, культурних цінностях, моральних етичних засадах;
- можливість отримання та освоєння нової інформації (зокрема, про досвід суміжних спільнот), включаючи наявність технічних засобів;
- можливість критичного осмислення та творчого використання минулого досвіду та нової інформації; це, своєю чергою, залежить від інтелектуального потенціалу суспільства, його творчої енергії, свободи волевиявлення тощо;
- діюча в суспільстві формальна й неформальна правова основа, яка забороняє, обмежує чи заохочує ті чи інші дії;
  - система мотивації;
  - етичні засади суспільства;
  - умови виникнення синергетичних ефектів, за яких інтелектуальний потенціал суспільства виявляється більшим за суму інтелектуальних потенціалів його окремих членів;
  - лідерський потенціал еліти суспільства, що забезпечує синергетичний ефект колективної поведінки членів суспільства та поєднує всі зазначені вище чинники задля досягнення єдиної мети.

Усі згадані чинники є надзвичайно важливими для формування систем соціальної пам'яті на будь-якому з рівнів суспільних структур. Підготовці, прийняттю та реалізації будь-якого з рішень повинна передувати ретельна підготовка відповідних блоків пам'яті для сприйняття поставлених цілей, а також адекватної послідувочої реакції на їх досягнення.

## Питання до розділу

1. Дайте визначення пам'яті.
2. Поясніть, яке значення має кожна функціональна складова пам'яті.
3. Які функції виконує пам'ять у процесах існування та розвитку систем?
4. Яка роль пам'яті у функціонуванні підприємства?
5. Яка роль пам'яті у процесах розвитку систем?
6. Яким чином пам'ять впливає на ефективність функціонування систем? Обґрунтуйте конкретними прикладами свою відповідь.
7. Чому «слабка» пам'ять блокує процеси розвитку систем?
8. Від яких властивостей пам'яті залежить швидкість розвитку систем? Обґрунтуйте це на конкретних прикладах.
9. Які системи пам'яті сформувалися в ході еволюції природи та суспільства?
10. Яку роль в еволюції природи відіграв розвиток людського мозку?
11. Яку роль в еволюції природи землі відіграли створені людиною системи пам'яті?
12. Що таке соціальна пам'ять? Яку роль вона відіграє в розвитку суспільних систем?
13. Які форми соціальної пам'яті можна назвати? Яку роль вони відіграли у розвитку суспільства?
14. Яку роль у розвитку економічних систем відіграє Інтернет?
15. Поясніть функції соціальної пам'яті.

## Розділ 5

# СИНЕРГЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ

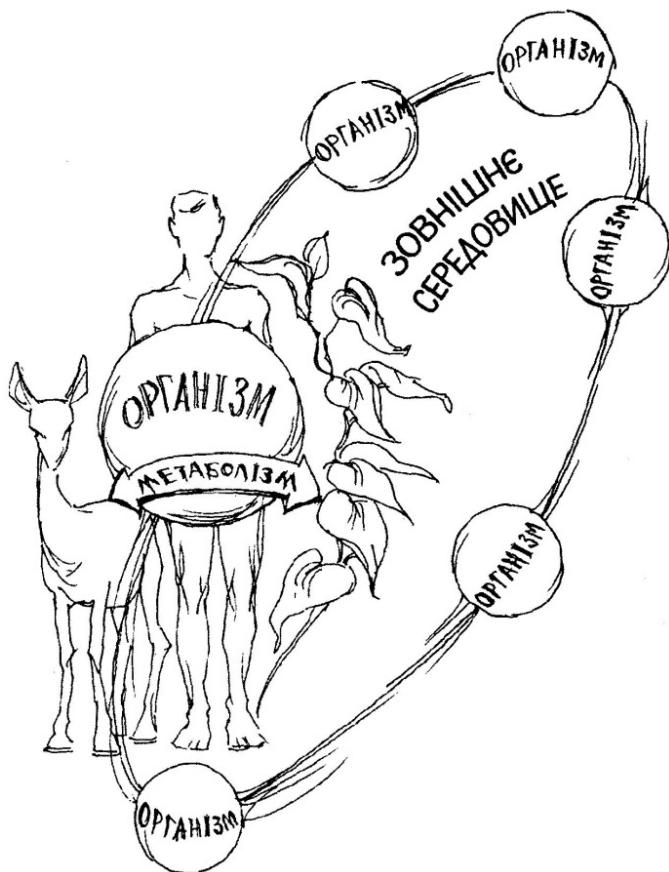
### 5.1 Зміст синергетичного феномену

Основною умовою функціонування та розвитку матеріальних об'єктів будь-якого рівня є здатність окремих частин простору реалізувати узгоджену поведінку та об'єднуватися в єдині цілісні системи. В основі цього лежить:

- по-перше, феномен *синергії*, тобто сутнісне начало природи, що обумовлює властиву будь-яким природним об'єктам здатність до узгодженої (кооперативної) поведінки;
- по-друге, феномен *синергізму* (*синергетизму*), тобто явище реалізації в реальних просторі та часі дій для забезпечення узгодженої поведінки; в результаті цього окремі компоненти (підсистеми) формують цілісні єдині системи.

Світ так влаштований, що все, що існує в ньому, складається з систем.

Американський біохімік і філософ Кен Вільбер у книзі з інтригуючою назвою: «Коротка історія всього» висловив думку: «Реальність складається з цілого/частин, або «холонів»» (від англ.: whole – цілий; термін Артура Кестлера). Це слід розуміти, що все у світі складається із систем, які у свою чергу є частинами інших систем» (Wilber, 2001). Зокрема, атоми, з яких формуються молекули, складаються з елементарних часток, які є складними фізичними системами; молекули утворюють клітини, що формують біологічні організми тощо. Схематично системна побудова природи показана на рис. 5.1.



**Рисунок 5.1** – Схема реалізації зв'язків між організмом та зовнішнім середовищем

Для реалізації синергетичного механізму необхідно, щоб були витримані кілька фундаментальних умов, а саме: елементи (підсистеми) єдиного цілого (системи) повинні виявити певні властивості (табл. 5.1).

Лише прояв системними елементами всіх зазначених властивостей створює передумови виникнення та довготривалості стійкого розвитку системи нового (надсистемно-

го) рівня; ця система утворюватиметься з взаємодіючих між собою елементів.

**Таблиця 5.1** – Властивості підсистем, необхідні для прояву ефекту синергізму та формування системи

<b>Властивість</b>	<b>Характерні риси властивості</b>
Єдність закономірностей	Підпорядкованість окремих елементів єдиним закономірностям
Адаптивність	Здатність окремих елементів систем реагувати на зміну довкілля
Когерентність	Узгоджена (синхронна) дія окремих елементів системи у просторі та часі
Коеволюційність	Синхронність циклів розвитку (зміни у часі) окремих елементів системи
Взаємодоповнюваність	Існування в окремих елементів системи функцій, які відсутні в суміжних елементів і які можуть посилювати функціональну активність цих інших елементів
Взаємозалежність	Відсутність у окремих елементів системи можливості виконувати певні функції, необхідні для їх існування, але які можуть виконуватися іншими суміжними елементами
Взаємовигідність	Явище підвищення ефективності функціонування окремих елементів системи при їх взаємодії з іншими елементами

Зупинимося докладніше на деяких із зазначених властивостей.

## **5.2 Умови реалізації синергетичного феномену**

*Єдність закономірностей.* Підсистеми повинні діяти в єдиному просторово-часовому полі на засадах загальних закономірностей. Необхідна наявність певних загаль-

них закономірностей (правил), яким мають слідувати частини, що формують систему. Ці правила є невід’ємною умовою узгодженої поведінки окремих елементів і причиною утворення єдиного цілого (системи). Для фізичних об’єктів такими загальними правилами є закони природи; для речовинних структур – хімічні закони формування речовин (зокрема, ті, які відображені в періодичній системі Д. Менделєєва). Функціонування економічних систем підпорядковується фундаментальним економічним законам (наприклад, закону відповідності попиту та пропозиції).

**Адаптивність.** Частини (підсистеми), що утворюють систему, повинні мати можливість коригувати свої дії, адекватно реагуючи на зміни умов середовища, в яких функціонують вони самі й суміжні підсистеми, що формують разом з ними цілісний організм системи. Важливо, що цю адаптаційну функцію підсистемам доводиться реалізовувати в обстановці, коли значна частина змін, які відбуваються, носить невизначений і випадковий характер.

Говорячи про дії системи у відповідь на зміни умов середовища, важливо правильно розуміти зміст слів *адекватна реакція*. Система має не просто реагувати, тобто робити якісь дії щодо реалізації механізмів зворотного зв’язку. Необхідно, щоб ці події були *адекватними*, тобто: а) актуальними (доречними) за змістом та б) *своєчасними*. Правильні в принципі (тобто доречні, якби вони були здійснені своєчасно), але несвоєчасні дії будь-якої з потенційних підсистем так само, як і своєчасні, але недоречні в даній ситуації дії, можуть однаково перешкоджати функціонуванню всієї системи як цілісного утворення. Наприклад, реагуючи на зниження попиту на будь-який вид продукції, підприємство може посилити рекламну компанію й запропонувати цінові знижки. Однак ці дії повинні вміло координуватись у часі. Це потребує чи не щоденного обліку факторів сезонності, поточної кон’юнктури, курсу валют та інших факторів. В іншому випадку додаткові витрати (на рекламу) або економічні втрати (від зниження цін) можуть

виявитися безрезультатними й не забезпечать необхідне збільшення (обсягів реалізації продукції та бажаний приріст доходів).

Щоб підсистема могла адекватно реагувати на зміни середовища заради збереження цілісності системи, необхідно виконання низки умов:

по-перше, підсистема повинна мати достатній рівень свободи, щоб мати можливість змінюватися (це передбачає відсутність відповідних непереможних обмежень);

по-друге, підсистема повинна мати можливість здійснювати відповідні дії, необхідні для реалізації механізмів зворотного зв'язку (це передбачає наявність достатнього енергетичного чи квазіенергетичного потенціалу – енергоресурсів, матеріальних засобів та фінансових коштів);

по-третє, підсистема має бути здатною здійснювати необхідну інформаційну діяльність, тобто: оцінювати стан параметрів середовища, у тому числі, стан суміжних підсистем; порівнювати отриману інформацію з певними стандартними значеннями, що зберігаються в її пам'яті; приймати адекватні рішення щодо реалізації механізмів зворотного зв'язку, що трансформують стан підсистеми;

Кожна зі згаданих трьох груп факторів є надзвичайно важливою при формуванні економічних систем. Зокрема, економічний суб'єкт будь-якого рівня: від простого реалізатора на ринку до великого виробничого об'єднання – повинні мати низку властивостей.

По-перше, економічний суб'єкт повинен мати відповідні *повноваження (ступінь свободи)* на прийняття рішень щодо зміни параметрів своєї діяльності залежно від конкретної ситуації.

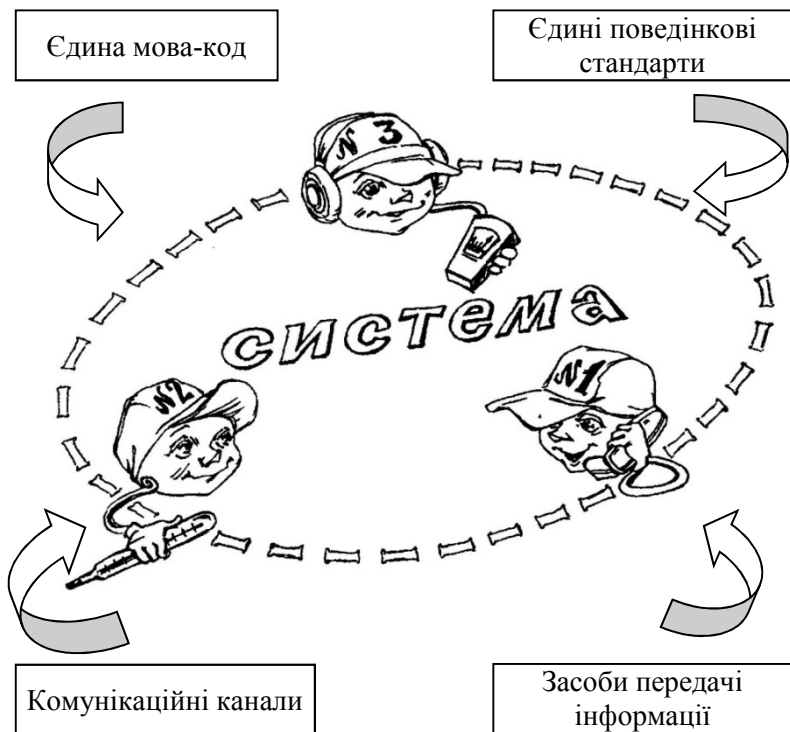
Зокрема, реалізатор повинен мати право приймати на реалізацію певні товари (або відмовлятися від них) залежно від поточного попиту, проводити в певних межах диверсифікацію цін залежно від кількості товару, категорії покупця, поточної кондиції товару, часу реалізації тощо.

Підприємство повинно мати право вибору номенклатури виробів (послуг), обсягів виробництва, цінової політики, розпорядження готівковим капіталом (придбання або продажу виробничих активів, прийняття на роботу або звільнення співробітників тощо). За відсутності згаданих повноважень ефективність функціонування окремих економічних суб'єктів та системи загалом різко знижується. Це веде до її деградації. У ряді випадків може наступати поступове або «аварійне» (тобто практично миттєве) блокування роботи економічних систем. Слід наголосити, що всі перелічені риси були відсутні в діяльності економічних суб'єктів при командній економіці радянського зразка. Отже, її розпад носив не ситуаційний, а цілком закономірний системний характер.

По-друге, щоб реагувати на зміни середовища, економічний суб'єкт повинен мати в своєму розпорядженні *необхідні кошти* (квaziенергетичні ресурси). Реалізація механізмів зворотного зв'язку неминуче вимагає витрат. Зокрема, підприємство змушене нести додаткові витрати (на зміну виробничої програми, на додаткову рекламу тощо). Однією із форм несення витрат є втрата частини прибутку, коли підприємство чи приватний підприємець змушені знижувати ціну реалізації продукції заради збереження чи збільшення обсягів продажів.

По-третє, економічний суб'єкт повинен мати здатність до інформаційної діяльності, щоб, оцінивши ситуацію на ринку, свої можливості, поведінку конкурентів та споживачів, прийняти адекватне (за змістом та часом здійснення) рішення щодо коригування своєї діяльності.

***Когерентність.*** Обов'язковою передумовою виникнення та функціонування системи є узгодженість (синхронізація) діяльності її окремих підсистем, взаємна узгодженість їхньої поведінки. Висловлюючись мовою фізиків, підсистеми мають діяти когерентно. Така поведінка неможлива, якщо не буде дотримуватися ряд умов, які забезпечують узгодженість функціонування підсистем. Серед основних можна назвати (рис. 5.2):



**Рисунок 5.2** – Передумови досягнення когерентності підсистемами при формуванні системи

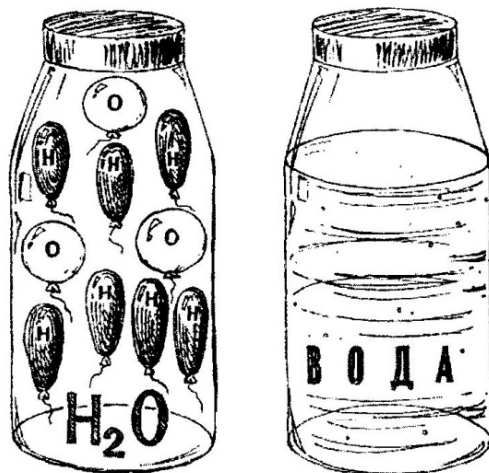
- наявність єдиної *мови-коду*, зрозумілої всім підсистемам, для передачі й отримання інформації; вже відкрита мова – струми високих частот, – якою «перемовляються» клітини в організмі; економічні суб'єкти спілкуються на «мові цін» (тарифів, ставок, відсотків, дивідендів, ін.) – вона зрозуміла для суб'єктів будь-якого рівня;
- єдині *поведінкові стандарти*, що зумовлюють єдність просторово-часових ритмів;
- *комунікаційні канали*, якими здійснюється матеріально-інформаційний метаболізм між підсистемами;

- *засоби передачі* речовини, енергії, інформації між підсистемами.

Розуміння змісту синергетичного ефекту впливає безпосередньо з визначення системи. Якщо система – це ціле, більше суми його матеріальних частин, то інтегральний результат функціонування цього цілого має відрізнятися від умовної суми результатів діяльності його окремих частин (підсистем) за умови їхнього автономного функціонування (якщо таке в принципі взагалі можливе).

Прикладом того, що ціле може бути більше суми складових його матеріальних частин, є молекула води. Її утворюють атоми водню та кисню, перебуваючи у певній пропорції та взаємодіючи між собою.

Наскільки важливо для формування даної хімічної системи дотримання як потрібного кількісного співвідношення атомів згаданих елементів, так і умов, у яких атоми можуть вступити в реакцію (взаємодію), показує рис. 5.3.



**Рисунок 5.3** – Реалізація синергетичного ефекту при утворенні з набору атомів кисню та водню (ліва судина) нової речовини – води (права судина)

Кількісне співвідношення атомів водню та кисню в обох судинах однакове. Тільки в першій її зміст залишається лише сумою двох хімічних елементів, кількісно витриманих у певної пропорції. Причина хімічної пасивності в тому, що існують перешкоди для взаємодії елементів. У другій судині – нова речовина, яка набула властивостей, що не існують ані у водню, ані у кисню. Ця нова якість виникає завдяки хімічній реакції (взаємодії) вихідних елементів.

Виходячи зі сказаного, *синергетичним ефектом* функціонування системи можна вважати умовну різницю між двома величинами: інтегрального результату функціонування системи як єдиного цілого та умовної (теоретично можливої) суми результатів діяльності підсистем цього цілого за умови їхнього автономного функціонування. Схематично в математичній формі синергетичний ефект може бути виражений формулою:

$$E_{син} = R_{син} - \sum_{i=1}^n r_i \quad (5.1)$$

де  $R_{син}$  – результат діяльності системи як єдиного цілого;  
 $r_i$  – умовний результат діяльності  $i$ -тої підсистеми за умови її автономного функціонування;  
 $n$  – кількість підсистем у системі.

Наведена формула дійсна для реалізації синергетичного ефекту в системах різної природи формування та різного рівня.

### 5.3 Явище синергізму в економічних системах

І. Ансофф у книзі «Стратегічний синергізм» визначив синергетичний ефект в економіці як різницю між результатом спільних зусиль кількох бізнес-одиниць та підсумко-

вим показником їхньої автономної роботи (Ансофф, 2004). В економічній літературі синергетичний ефект символічно виражають формулою:

$$2 + 2 \neq 4. \quad (5.2)$$

Ігор Ансофф: «У діловій літературі синергізм також називають ефектом:  $2 + 2 = 5$ , підкреслюючи тим самим, що компанія об'єднується з іншими фірмами для того, щоб результати їхньої спільної діяльності значно перевершували їх досягнення окремо» (Ансофф, 2004).

Слід зазначити, що об'єднання для спільної діяльності бізнес-одиниць, за словами І. Ансоффа, є лише передумовою реалізації синергетичного ефекту, але не обов'язковим фактом його довільного виникнення. Будь-який виробничий процес, як і будь-який вид економічної діяльності, – це аж ніяк не механічний акт з'єднання різних видів капіталу чи виробничих активів, але особливий вид творчої діяльності, що вимагає мистецтва всіх учасників процесу: від керівників до конкретних виконавців. За високого рівня їх взаємодії забезпечується максимально високий результат (система досягає максимального рівня своєї ефективності). При нижчому – підсистеми просто функціонуватимуть по сусідству одна з одною, лише імітуючи процеси узгодженої поведінки ( $2 + 2 = 4$ ).

Втім, не виключені ситуації, коли бізнес-одиниці не тільки не сприяють взаємному поліпшенню своїх результатів, але навіть заважають одна одній:

$$2 + 2 < 4, \text{ або: } 2 + 2 = 3.$$

І тут можна констатувати, що в такому випадку сформоване ціле є меншим за суму елементів. Можна сказати, що воно перетворюється на своєрідну антисистему. В ній відбувається неефективне підтримання функціональної

діяльності, збільшується дисипація енергії та зростає виробництво ентропії. Існування подібної антисистеми створює передумови для її поступової деградації та руйнації окремих складових одиниць (підсистем).

Знайомство з економічною літературою дозволяє систематизувати основні види синергізму, що проявляються в економічних системах (рис. 5.4).



**Рисунок 5.4** – Види синергізму в економічних системах

Охарактеризуємо докладніше деякі види синергізму.

*Міжособистісний* синергізм виникає внаслідок взаємодії двох або більше осіб із взаємодоповнювальними особистісними характеристиками. Ключовою умовою для ви-

никнення особистісного синергізму є суспільний поділ праці та спеціалізація на певних видах діяльності.

*Управлінський* синергізм проявляється внаслідок інтеграції управлінської діяльності компаній, що співпрацюють (підрозділів) або досягається за рахунок запозичення партнерами по бізнесу один у одного управлінського досвіду (управлінських ноу-хау), а також супутньої інформації, отриманої кожною з бізнес-одиниць від партнерів. Ефект від такого синергізму може виявлятися у формі переваг від спільної конкурентної боротьби.

*Операційний* синергізм пов'язаний із отриманням вигід, зумовлених можливістю знизити операційні витрати економічних суб'єктів за рахунок їх узгодженої діяльності. Можна виділити чотири основних напрями реалізації операційного синергізму: зниження витрат, збільшення обсягів продажу, збільшення рівня цін, збільшення темпів зростання.

*Фінансовий* синергізм виникає внаслідок узгодженого ведення бізнес-одиницями своєї фінансової діяльності. Основними формами вигоди від прояву фінансового синергізму є: зниження податкового навантаження на бізнес-одиниці; зниження витрат від невчасних платежів; збільшення можливостей участі у різних програмах, що дають фінансові преференції; покращення для клієнтів фінансових умов придбання товарів (запровадження кредитних карток, чекових рахунків, житлової іпотеки, позик тощо); можливість концентрації в часі фінансових коштів у критичних напрямках ведення бізнесу; зниження фінансового ризику; взаємна фінансова підтримка.

*Торговий* синергізм передбачає виникнення ефектів внаслідок таких груп чинників: узгодженого використання загальних каналів збуту; спільного використання засобів торговельної діяльності: торговельної мережі, транспорту, складських приміщень.

*Маркетинговий* синергізм виникає внаслідок узгодженого ведення бізнес-одинацями маркетингової діяльності, а саме: маркетингових досліджень просування товарів на ринок; маркетингового планування; використання інформаційних маркетингових систем, рекламної діяльності; змісту дилерських та сервісних мереж.

*Експлуатаційно-сервісний* синергізм виникає у разі об'єднання діяльності бізнес-одинаць післяпродажного обслуговування товарів. Часто спільні сервісні центри створюються при спільних мережах торгових точок.

*Утилізаційний* синергізм передбачає об'єднання зусиль двох чи кількох економічних суб'єктів у справі заохоронення чи утилізації відходів виробництва та/або споживання продукції.

*Інвестиційно-інноваційний* синергізм виникає внаслідок узгодженої діяльності бізнес-одинаць у сфері реалізації інноваційних проектів (впровадження нових видів продукції, технологій, управлінських методів).

## **Питання до розділу**

1. Поясніть зміст термінів синергія та синергізм (синергетизм).

2. Які фундаментальні умови необхідні для реалізації синергетичного механізму? В чому їхня сутність?

3. За яких умов елементи системи здатні реагувати на зміни довкілля? Проілюструйте відповідь прикладами.

4. Назвіть причини узгодженого (когерентного) функціонування підсистем.

5. Які властивості мають виявляти підсистеми для виникнення явища синергізму та формування системи?

6. Поясніть зміст синергетичного ефекту. Проілюструйте відповідь прикладі економічних систем.

7. Поясніть зміст компліментарного ефекту. У чому різниця синергетичного та компліментарного ефектів?

8. Охарактеризуйте види синергетизму в економічних системах.

9. На конкретних прикладах розкрийте зміст синергізму техпроцесів та предметів праці.

10. На конкретних прикладах розкрийте зміст синергізму людини та засобів виробництва.

11. На конкретних прикладах розкрийте зміст еколого-економічного синергізму.

12. Охарактеризуйте чинники, що обумовлюють виникнення синергетичного ефекту.

13. Розкрийте зміст синергетичних зв'язків.

14. На конкретних прикладах покажіть форми синергетичних ефектів.

15. На конкретних прикладах проілюструйте можливості конвертації синергетичних ефектів в економічні показники.

16. З якими витратами може стикатися реалізація синергетичних ефектів?

17. Охарактеризуйте можливі конкурентні переваги та витрати у забезпеченні компромісу при взаємодії компаній

18. У чому полягає управлінський синергізм, і які переваги він дає компаніям у конкурентній боротьбі?

19. Охарактеризуйте основні напрями реалізації операційного синергізму. Як вони впливають на ефективність бізнесу?

20. Як фінансовий синергізм сприяє зниженню податкового навантаження та фінансових ризиків компаній?

21. У чому відмінність між маркетинговим та торговим синергізмом, і як їхня взаємодія може вплинути на успіх компанії?

## Розділ 6

# МЕХАНІЗМИ УПРАВЛІННЯ СТАНОМ СИСТЕМ

### 6.1 Механізми зворотного зв'язку

Для свого існування та розвитку система зобов'язана безперервно підтримувати сталість своїх характерних ознак та параметрів. Це означає, що вона неминуче має реагувати на внутрішньосистемні та зовнішньосистемні зміни.

Зовнішні умови функціонування системи, що постійно змінюються, вимагають наявності в неї ефективних механізмів управління своїм станом. Адаптуватися під умови середовища система повинна, змінюючи параметри своїх внутрішньосистемних елементів (підсистем) і перебудовуючи по ходу зв'язки між ними. Цю проблему природа вирішила з властивою їй геніальністю, створивши механізми зворотного зв'язку.

*Зворотній зв'язок* – це відповідь (реакція) системи на дію фактору, що впливає (фактору впливу), через зміну параметрів свого стану (Gasparyan, 2008; Mindell, 2002; Ramaprasad, 1983).

Зокрема, факторами впливу, що змушують підприємство коригувати свою діяльність, можуть бути: зміна попиту на його продукцію, що супроводжується збільшенням чи зменшенням обсягу реалізації виробленої продукції; зміна затребуваної номенклатури (видів товарів): сезонна чи регіональна трансформація сегментів ринку; зміни науково-технологічного характеру; зміни на ринках сировини, енергії, трудових факторів; зміни в поведінці конкурентів; зміни природно-ресурсних умов та ін. Фактори впливу можуть мати й внутрішньосистемний характер, набуваючи форми змін, що відбуваються всередині самої системи, зокрема, в

її кадровому складі, технологічній основі, конструкціях виробів, складі власників підприємства тощо.

Залежно від напрямку реакції системи на фактор впливу розрізняють два види механізмів зворотного зв'язку: негативний і позитивний.

*Негативний зворотний зв'язок* – це реакція системи, при якій її дії у відповідь на дію фактору впливу спрямовані в протилежний напрямок від напрямку його дії. Іншими словами, система намагається протидіяти впливу зазначеного фактору, послаблюючи або повністю нейтралізуючи наслідки його дії, щоб максимально зберегти свій попередній стан.

*Позитивний зворотний зв'язок* – це реакція системи, коли дії системи у відповідь на дію фактору впливу спрямовані в той самий бік, що й напрямок його впливу. Інакше кажучи, система намагається посилити наслідки дії фактору впливу, змінюючи свій попередній стан (рівень гомеостазу).

У першому наближенні різницю між механізмами негативної і позитивної зворотного зв'язку можна продемонструвати на кількох прикладах (як це показано на рис. 6.1).

*Приклад 1.* Людину сильно штовхнули, і вона починає втрачати рівновагу. У неї два варіанти поведінки.

Перший – спробувати утриматися на ногах. Щоб встояти, людині необхідно відхилитися в бік, зворотний можливому напрямку падіння. Це й буде означати дію механізму негативного зворотного зв'язку. Якщо людина, яку штовхнули, встигне компенсувати кут свого нахилу за рахунок відхилення в протилежний бік, вона встоїть. Якщо людина цього не зробить або її відхилення буде недостатнє, людина впаде з великою ймовірністю отримання травм, оскільки вся її енергія й увага витратяться на те, щоб утримати існуючий стан рівноваги, а не на те, щоб контролювати падіння.



**Рисунок 6.1** – Схема, що ілюструє дію механізмів зворотного зв'язку

Другий варіант поведінки полягає в тому, щоб не намагатися втриматися, а свідомо самому падати, контролюючи падіння так, щоб шкода від падіння була мінімальною, наприклад, групуючись. Подібній техніці падіння зазвичай вчать спортсменів. В даному випадку діє механізм позитивного зворотного зв'язку – тому що людина реагує, діючи в тому самому напрямку, в якому на нього впливає зовнішній чинник.

*Приклад 2.* Відомо, що при перевантаженнях технічні системи руйнуються. Як уникнути цього? Можливі дві стратегії. Одна – заснована на застосуванні механізму негативного зворотного зв'язку. Вона передбачає зміцнення конструкції. Підвищення порогу міцності дозволяє компенсувати навантаження на систему зворотною реакцією конструкції. Правда, це буде допомагати лише до тих пір, поки навантаження не вийде за певний поріг міцності (нехай навіть і збільшений). Далі система все одно буде руйнуватися. Тим па-

че, що підсилення системи одночасно веде до підвищення навантаження на неї, зокрема, за рахунок збільшення її ваги внаслідок включення додаткових підсилювальних компонентів.

Інша стратегія полягає в застосуванні механізму позитивного зворотного зв'язку, а саме – контрольованого саморуйнування системи. Логіка така: якщо руйнування вже є неминучим, зокрема, внаслідок перевантаження, то нехай система руйнується, але не вся. Першим має зруйнуватися вузол, який дасть можливість врятувати всю систему або найцінніші з її вузлів. На цьому принципі побудована робота запобіжників в електротехніці. Щось подібне відбувається у авіації й космонавтиці. При аварії літак або ракетonoсій починають розсипатися самі, але так, щоб з них встигла катапультиватися кабіна з пілотом (астронавтами).

Значною мірою на подібних підходах базується зведення будівель у сейсмонебезпечних районах. Конструкції мають можливість розгойдуватися (тобто використовувати контрольоване падіння), при цьому не руйнуючись.

Слід зазначити, що ціною дії будь-яких механізмів зворотного зв'язку є витрати вільної енергії (квазіенергії) системи. У разі реалізації механізмів негативного зворотного зв'язку енергія витрачається (або недоотримується її залучення в систему), щоб підтримати стан системи на незмінному рівні. В разі позитивного зворотного зв'язку – система змушена нести додаткові витрати на трансформацію (перебудову) свого стану. Зокрема, в таблиці 6.1 це проілюстровано на прикладі діяльності економічної системи.

Для розуміння змісту таблиці 6.1 слід зазначити, що обсяг реалізації продукції ( $P$ ) визначається добутком обсягів (кількості) продажів продукції ( $K$ ) на ціну ( $C$ ) за її одиницю:

$$P = K \times C.$$

**Таблиця 6.1** – Зміст механізмів зворотного зв'язку на підприємстві у відповідь на зменшення попиту на його продукцію й зниження обсягів її продажів

Вид (напрямок) механізму зворотного зв'язку	Зміст дії	Вид витрат вільної енергії (квазіенергії)
1	2	3
Негативний	Дії, спрямовані на збереження обсягу реалізації продукції через: а) додатковий маркетинг і рекламу; б) підвищення якості продукції та заходи зі збереження обсягу продажів при збереженні цінового рівня або вимушене зменшення обсягу продажів при підвищенні ціни продукції; в) зменшення ціни реалізованої продукції з перспективами збільшення обсягу продажів і збереження загального обсягу реалізації	а) додаткові витрати на маркетинг і рекламу; б) збільшення собівартості продукції, яке, як правило, веде до зменшення обсягу отриманого прибутку;  в) зменшення обсягу прибутку, який можна отримати від реалізації продукції
Позитивний	Відмова від продукції, що випускалася раніше, й перехід до випуску й реалізації нової продукції	Витрати на модернізацію виробництва, упущена вигода від зупинки виробництва й можливостей реалізації продукції, що раніше випускалася

Таким чином, зменшення обсягів продажів може бути компенсовано підвищенням ціни продажів – і навпаки. Слід зазначити, що економічне трактування кінцевого результату, який визначається за наведеною формулою, може істотно відрізнятись від математичної інтерпретації результату обчислень. Це пояснюється, перш за все тим, що в економіці між значеннями співмножників вищенаведеної формули діють

зворотні зв'язки. Зокрема, в економіці на відміну від математики зменшення одного із співмножників (наприклад, ціни одиниці продукції –  $L$ ) може не тільки не зменшити величину добутку, а, навпаки, привести до його збільшення за рахунок збільшення обсягу реалізації продукції ( $K$ ).

Адже, завдяки зменшенню ціни на продукцію може збільшитися попит на неї й зрости загальний обсяг (кількість) її продажів ( $K$ ).

Збільшення ж можливості реалізації більшого обсягу продукції створює передумови до її здешевлення. Прибуток, отриманий від продажу продукції ( $\Pi$ ), залежить від загального обсягу реалізації ( $P$ ) і собівартості продукції ( $C$ ):  $\Pi = P - C$ . Таким чином, чим більше собівартість продукції, тим меншим є отриманий прибуток, що є аналогом надходження додаткової вільної квазіенергії в дану економічну систему. Витрати на реалізацію механізмів негативного зворотного зв'язку збільшують собівартість продукції, що веде до зниження прибутку, а, відповідно, і до зменшення кількості вільної квазіенергії, що надходить на підприємство.

Можна навести ряд прикладів реалізації механізмів зворотного зв'язку в економічних системах (Grant, 2016; Гриценко, 2008; Kaplan et al., 2009).

**Регулювання курсу національної валюти.** При зниженні попиту на національну валюту й підвищенні попиту на іноземну – спостерігається падіння курсу національної валюти. В цьому випадку для стабілізації валютного курсу використовується механізм негативного зворотного зв'язку за допомогою інтервенції іноземної валюти, тобто виводу на ринок додаткової її кількості. Попит на неї знижується, і валютний курс стабілізується. При протилежному процесі, коли підвищується попит на національну валюту й знижується на іноземну, держава викупує частину іноземної валюти. Її кількість на ринку знижується, а національної, – навпаки, збільшується. Курс стабілізується.

**Регулювання цін на основні продукти харчування.** В історії сучасної України нерідкі випадки різкого підви-

щення ажіотажного попиту на деякі продукти харчування (цукор, крупи, борошно). При достатній кількості відповідного продукту в держрезерві ажіотажне зростання ціни може бути «збите» державною інтервенцією на ринок відповідного продукту за зниженою ціною. Інший шлях – додатковий імпорт проблемних товарів. Подібним чином можна боротися й проти спекулятивного сезонного підняття нафтотрейдерами ціни на паливо (зокрема, під час активізації сільгоспробіт). Всі ці підходи засновані на реалізації механізмів негативного зворотного зв'язку.

***Зниження питомих витрат на сировину при зростанні цін на неї.*** При підвищенні дефіциту й відповідному зростанні цін підприємства прагнуть проводити ресурсозберігаючі заходи (діють механізми негативного зворотного зв'язку). Додаткові витрати на ресурсозбереження поступово починають окупатися за рахунок зниження потреби в дорогій сировині. Подібним чином економічні системи світу відреагували на нафтову кризу 1970-х років, що призвело до падіння цін на нафту в 1980-і роки.

***Збільшення купівельної спроможності населення за рахунок зниження податкового навантаження.*** На фінансову кризу кінця 2000-х років багато країн відреагували включенням механізму негативного зворотного зв'язку за допомогою зниження податкового преса на юридичні та фізичні особи. Підвищення купівельної спроможності населення стимулювало зростання попиту, який потягнув за собою відповідно збільшення пропозиції.

***Успіх стимулює зростання.*** Прикладом реалізації позитивного зворотного зв'язку є реакція економічної системи на свій успіх. Зокрема, успішний збут фірмою певних видів своєї продукції стимулює її вкладати кошти у збільшення виробництва товару, який приніс економічний успіх. Рано чи пізно підвищення кількості даного товару на ринку знижує попит на нього. Підприємство змушене «включати»

механізми негативного зворотного зв'язку, знижуючи виробництво товару.

Лише скоординоване в часі й просторі використання механізмів позитивного та негативного зворотних зв'язків дозволяє системі забезпечити режим максимальної ефективності. Для економічних систем це означає поєднання фундаментальних знань в області економіки й високого мистецтва управління, заснованого на досвіді господарської діяльності.

Механізми зворотного зв'язку формують основу стійкості систем.

## 6.2 Характеристики стійкості систем

При дослідженні проблем розвитку надзвичайно важливим моментом є аналіз характеристик стійкості систем. Це дозволяє глибше зрозуміти багато особливостей і можливостей впливу на системи.

У числі основних характеристик стійкості систем можна назвати: *витривалість*, *стійкість*, *опірність*, *адаптивність*.

***Витривалість.*** Дана характеристика є одним з провідних параметрів, що визначають стійкість системи. *Витривалість* – це здатність системи зберігати свої функціональні особливості або можливості їх відновлення при відхиленні умов зовнішнього середовища від оптимальних для системи параметрів. Іншими словами, мова йде про збереження будь-яких форм існування системи (включаючи латентні, а саме пригнічені, та приховані), що дозволяє уникнути необоротного припинення функціонування системи (тобто, руйнації чи смерті) або погіршення виконання нею якихось функцій.

*Витривалість* також може трактуватися як здатність системи уникати необоротного припинення функціонування під впливом зовнішніх факторів.

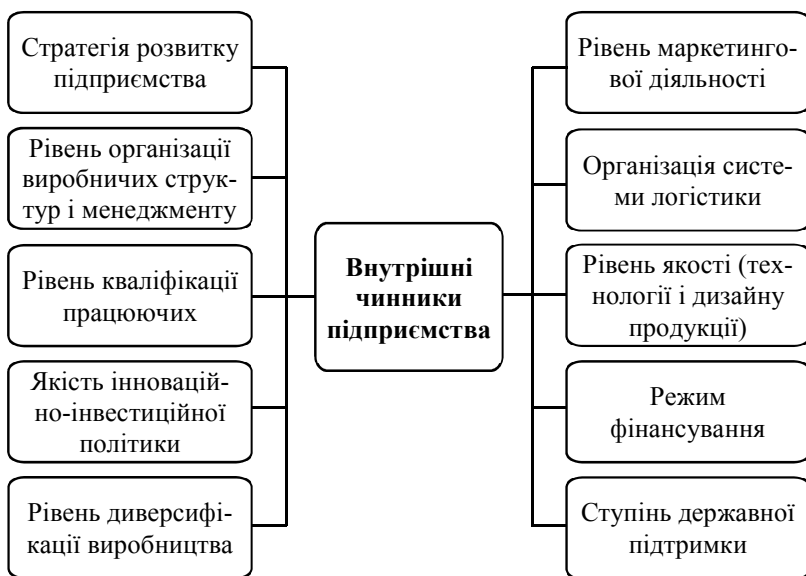
«Витривалість» підприємства формується під впливом цілого комплексу факторів зовнішнього середовища, основні з яких представлені на рис. 6.2.



**Рисунок 6.2** – Основні зовнішні для підприємства фактори, здатні погіршити його стан

Не важко помітити, що частина зазначених факторів впливає на виробничу сферу підприємства, частина – на сферу реалізації продукції. На витривалість підприємства впливає цілий ряд його власних внутрішніх факторів (рис.

6.3), які при вмілому управлінні підприємством та контролі за цими факторами можуть посилювати його «витривалість». І навпаки: при прорахунках і помилках, що ведуть до втрати контролю за цими факторами, витривалість підприємства знижується.



**Рисунок 6.3** – Внутрішні чинники підприємства, що впливають на його «витривалість»

В кінцевому підсумку «витривалість» підприємства залежить від двох найважливіших параметрів:

- *ступеня відхилення* зазначених факторів зовнішнього середовища від оптимального значення;
- *періоду* роботи підприємства в несприятливому режимі.

При цьому другий параметр найчастіше виявляється критичним.

Наприклад, можна припустити, що з якихось причин для підприємства будуть заблоковані шляхи поставки ключо-

вих ресурсів або реалізації його виробленої продукції. Навіть повна вимушена зупинка підприємства з будь-якої причини, як правило, не є критичною для його існування. Допущене відставання якогось із видів діяльності підприємства може бути компенсоване більш інтенсивною роботою в наступні дні. Недостатнє забезпечення оборотними коштами в принципі може бути компенсоване за рахунок отримання кредиту або запозичення фінансових ресурсів з інших джерел. Критичним може виявитися період, протягом якого підприємство змушене функціонувати в несприятливому режимі. Причому, чим більше ступінь відхилення певного фактору середовища від оптимальних значень, тим коротший період часу підприємство здатне витримувати вплив несприятливого фактору на режим роботи.

Слід зазначити, що дія несприятливих факторів може мати певний синергетичний ефект у тому розумінні, що вони здатні посилювати дію один одного. Наприклад, якщо підприємство при нормальній роботі банківської системи (і можливості отримання кредитів) здатне витримати кілька тижнів затримок зі збутом своєї продукції, то при порушенні в цей час системи кредитування заданий період може бути значно коротшим.

«Витривалість» – це складне явище, що формується під впливом багатьох взаємопов'язаних факторів, здатних посилювати, послаблювати, а іноді й повністю нівелювати дію кожного з факторів.

Зокрема, підприємство може роками випускати й реалізовувати збиткові види виробів, компенсуючи збитки прибутком, одержаним за рахунок виробництва інших виробів. Часто це робиться навмисно з різних причин. Іноді це є своєрідною спонсорською підтримкою малозабезпеченого населення, іноді такою ціною заробляється імідж соціально орієнтованого підприємства, що, втім, може окупатися за рахунок збільшення обсягу продажів супутніх товарів. Іноді ж подібна міра необхідна для довготривалого утримування

за собою певних сегментів ринку в сподіванні, що колись це окупиться зміною економічної кон'юнктури.

Ще одним важливим фактором, що сприяє підвищенню «витривалості» підприємства, є державна підтримка. Вона може проявлятися у вигляді різних форм, а саме:

- державних закупівель продукції, що випускається (такий захід, зокрема, використовував уряд України відносно до випуску літаків серії АН, а наразі – відносно продукції, що підвищує безпеку держави);
- пільгового кредитування або оподаткування певних видів діяльності (у багатьох країнах так підтримується екологічна діяльність і органічне землеробство);
- прямого або непрямого субсидування певних виробництв (подібним чином уряди різних країн підтримували пріоритетні підприємства, під час фінансової кризи 2009–2010 років);
- дотування покупок населення на певні види товарів (у багатьох країнах Євросоюзу так підтримується виробництво екологічно орієнтованих та енергозберігаючих товарів);
- субсидування урядом наукових розробок на соціально важливі й екологічно орієнтовані товари;
- дотування урядом частини підприємницького ризику з впровадження у виробництво соціально важливих і екологічно орієнтованих товарів.

***Опірність (резистентність)*** (від лат. *resistere* – протистояти, чинити опір) характеризує здатність протидіяти впливу негативних факторів зовнішнього середовища або пом'якшувати їх вплив.

Зокрема, завдяки сильному імунітету організм людини може активно протидіяти інфекційним чинникам ззовні. Наявність в організмі активних антитіл обумовлює також несприйнятливність до будь-яких шкідливих агентів або отрут.

Різні підприємства по-різному реагують на несприятливі відхилення різних груп факторів: постачання сирови-

ни й енергії; попиту населення на продукцію, що випускається; роботу транспорту.

Наприклад, автопідприємства толерантні (тобто, не чутливі) до перебоїв в електропостачанні, а електротранспорт – до стрибків цін на паливо. Машинобудівне підприємство легко «переживе» затримку на кілька днів у відвантаженні його продукції, а для хлібзаводу це буде катастрофою. Залізничний транспорт більш толерантний до коливань погодних умов, ніж авіаційний і таке ін.

Для економічних систем властивості *резистентності* багато в чому залежать від уміння їх керівництва, а також існуючої інституційної основи. Саме це дозволяє використовувати відповідно механізми позитивного та негативного зворотних зв'язків.

Працівники системи повинні мати необхідний рівень кваліфікації (знання, навички, світогляд, особистісні властивості), що визначає стратегію й тактику здійснюваного курсу. Підприємствам також необхідно мати достатній запас фінансового потенціалу (інвестиційних коштів, капіталу), інституційного забезпечення, що формує соціальну пам'ять та відповідну поведінку, а також необхідні властивості персоналу, який реалізує рішення своїх керівників.

**Вразливість.** Характеристикою, певною мірою протилежною властивостям витривалості й резистентності системи, можна вважати її *вразливість*.

*Вразливість системи* – це нездатність системи протистояти зовнішнім впливам. Виражається в порушенні функцій і структури системи або в повному припиненні її існування під дією певних факторів.

*Вразливість економічних систем* обумовлена двома групами факторів. Вони відображають:

- по-перше, умови виробництва (ціни на ресурси і супутні послуги, доступність їх отримання, стан технологій та ін.);

- по-друге, умови реалізації продукції (попит на дану продукцію, платоспроможність потенційних споживачів, обмеження, що існують на ринках збуту, обмеження й стандарти для виробництва даного виду продукції та ін.).

Зокрема, вразливість металургійних підприємств значною мірою залежить, з одного боку, від цін на енергоносії (що обумовлено високою енергоємністю технологічних процесів), з іншого – від кон'юнктури на міжнародних ринках металу й курсу національної валюти (що обумовлено експортно-орієнтованим характером даної продукції).

До вже згаданих чинників слід додати тарифи на залізничні перевезення (що обумовлено високою матеріаломісткістю вихідних ресурсів і готової продукції).

Для підприємств, орієнтованих на вітчизняного споживача (будівництво, сфера послуг), найбільш вразливим фактором є платоспроможність потенційних клієнтів.

Дуже важливим фактором уразливості підприємств завжди залишається законодавча основа, яка визначає фінансові умови господарювання. Для багатьох малих підприємств України фатальним може виявитися заборона іншим підприємствам включати вартість послуг, наданих приватними підприємцями, в собівартість виробленої продукції. Для останніх це означає втрату основного ринку потенційних клієнтів.

### **6.3 Стабільність, стійкість і еластичність системи**

Витривалість, хоча і є важливим параметром, але повною мірою не може охарактеризувати особливості процесів розвитку системи. Головне, що поза увагою залишаються властивості системи, які характеризують стабіль-

ність її поведінки й в кінцевому рахунку, впливають на темпи розвитку.

Приклади таких показників показані в літературі (див., напр., Biology, 2018). Називаються два основні параметри: *стабільність* і *стійкість*. Основна відмінність між ними полягає в тому, що перший – характеризує залежність поведінки системи від внутрішніх чинників, а другий – від зовнішніх.

*Стабільність* (від лат. *stabilis* – діючий в незміненому вигляді) – здатність системи зберігати в певних межах свою структуру й функціональні особливості під впливом внутрішніх для неї чинників, наприклад, обміну речовин (продуктів), що накопичуються в системі (Biology, 2018).

*Стойкість* – це здатність системи зберігати при різних параметрах зовнішнього середовища свою структуру й функціональні особливості, достатні для її діяльності.

Характеристики стабільності й стійкості є взаємопов'язаними поняттями. При цьому можна прослідкувати такий логічний зв'язок. *Стойкість* системи залежить:

а) від її здатності реагувати на зовнішні впливи середовища (тобто – її *резистентності*);

б) від *стабільності* самої системи, яка визначається її внутрішніми факторами.

На відміну від *витривалості стійкість* характеризує здатність системи не просто існувати, а й активно функціонувати.

Саме характеристики стійкості й стабільності системи обумовлюють підтримання системою на відносно високому рівні властивостей і функціональної активності. Це є вирішальним фактором виробництва вільної енергії в системі й в кінцевому підсумку визначає темпи її розвитку.

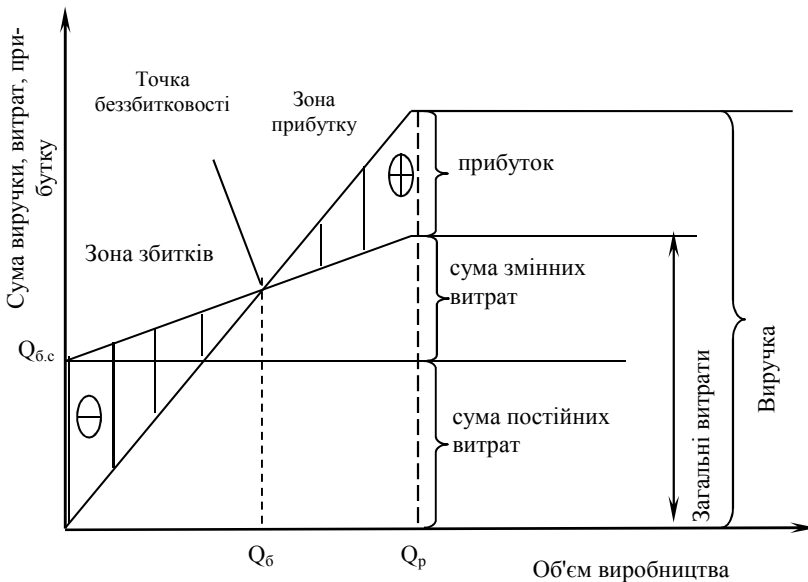
Таким чином, принципова відмінність між функціями *витривалості* й *стійкості* може бути виражена в такий

спосіб: витривалість дозволяє системі вижити (вціліти), а стійкість створює умови для розвитку.

*Стійкість* підприємства обумовлюється режимом його роботи, який забезпечує йому рентабельність виробництва й реалізації продукції.

*Зона стійкості* підприємства (альтернативні назви: *зона безпеки, запас міцності*) визначає можливі межі маневру підприємства як у ціновій політиці, так і в зниженні натурального обсягу виробництва й реалізації продукції за несприятливих ринкових умов (зниження попиту, посилення конкуренції та інше).

На рисунку 6.4 обсяг виробництва, що забезпечує фінансову стійкість підприємства, перебуває праворуч від точки беззбитковості.



**Рисунок 6.4** – Схема визначення зони безпеки виробництва

Однак – це лише перший крок до визначення зони стійкості, тобто обсягу виробництва, що забезпечує незбиткову роботу підприємства. Адже вона формується у відповідності не тільки з законом зростаючої віддачі, а й за законом спадної віддачі.

Іншими словами, зона стійкості (за обсягом виробництва) являє собою зону оптимальності й обмежена не тільки мінімальними ( $Q_0$ ), але й максимальними значеннями обсягів виробництва  $Q_p$ , як це показано на рис. 6.4 (детальніше див. у: Економіка, 2021).

Формування оптимального обсягу виробництва – це лише частина проблеми забезпечення стійкості підприємства. Інша проблема – формування оптимального рівня цін. Він повинен забезпечити: по-перше, продаж всіх вироблених одиниць виробів, а по-друге, достатній рівень рентабельності, який передбачає отримання необхідного прибутку.

Найважливішими інструментами процесу ціноутворення є: встановлення базової ціни (що покриває всі витрати й забезпечує нормальний рівень прибутку) та диверсифікація цін (тобто встановлення різних рівнів цін на один і той самий товар для різних покупців). При цьому підставами для диверсифікації цін можуть бути:

- різна купівельна спроможність клієнтів;
- смаки та звички покупців;
- наявність аналогових товарів на ринку й ціна на них;
- обсяги покупок;
- час придбання товарів;
- умови впровадження на ринок і ін.

*Стійкість підприємства* залежить і від джерел фінансування діяльності підприємств. Ризик втратити стійкість збільшується по мірі зростання частки зовнішніх джерел фінансування.

Не випадково відповідно до існуючих в Україні методик, затверджених наказами Агентства з питань попередження банкрутств, більшість показників фінансової стійкості підприємств зв'язується з рівнем фінансової незалежності підприємства (табл. 6.2) (Методика, 1997; Методика, 1998).

**Таблиця 6.2** – Показники фінансової стійкості підприємства

Показник	Формула для розрахунку	Економічний сенс
1	2	3
Власні обігові кошти (робочий, функціональний капітал) – $P_k$	Оборотні активи «мінус» короткострокові зобов'язання	Оборотні активи, що фінансуються за рахунок власного капіталу й довгострокових зобов'язань. Наявність $P_k$ означає не тільки здатність оплатити поточні борги, а й можливість розширити виробництво
Коефіцієнт забезпечення оборотних активів власними коштами ( $K_{o.v.k}$ )	$\frac{\text{Власні оборотні засоби}}{\text{Оборотні активи}}$	Абсолютна можливість перетворення активів у ліквідні кошти
Маневреність робочого капіталу ( $M_{p.k}$ )	$\frac{\text{Запаси}}{\text{Робочий капітал}}$	Частка запасів, тобто матеріальних виробничих активів у власних обігових засобах; обмежують свободу маневру власними коштами; збільшення $M_{p.k}$ в умовах інфляції змушує вдаватися до дорогих кредитів, що знижує платоспроможність підприємства
Маневреність власних оборотних засобів ( $M_{v.o.z}$ )	$\frac{\text{Грошові кошти}}{\text{Власні оборотні засоби}}$	Частка абсолютно ліквідних активів у власних оборотних засобах; забезпечує свободу власного маневру (в напрямку пріоритетних змін – збільшення)

Продовження табл. 6.2

1	2	3
Коефіцієнт забезпечення запасів власними оборотними засобами ( $K_{в.о.з.}$ )	Власні оборотні засоби	Показує, наскільки запаси, що мають мінімальну ліквідність, забезпечені довгостроковими джерелами фінансування (в напрямку переважних змін – збільшення)
	Запаси	
Коефіцієнт фінансової незалежності (автономності) ( $K_{авт}$ )	$\frac{\text{Власний капітал}}{\text{Пасиви}}$	Характеризує можливість підприємства виконати зовнішні зобов'язання за рахунок власних активів, показує незалежність від запозичених джерел (вважається, що повинен бути $\geq 0,5$ )
Коефіцієнт фінансової стабільності ( $K_{ф.с.}$ )	$\frac{\text{Власні грошові кошти}}{\text{Запозичені грошові кошти}}$	Забезпеченість боргів власними коштами; перевищення власних коштів над запозиченими свідчить про фінансову стійкість підприємства (вважається, що $K_{ф.с.}$ повинен бути $> 1$ )
Показник фінансового левериджу ( $\Phi_l$ )	$\frac{\text{Довгострокові зобов'язання}}{\text{Власні кошти}}$	Характеризує залежність підприємства від довгострокових зобов'язань; зменшення $\Phi_l$ свідчить про підвищення фінансового ризику (вважається, що $\Phi_l$ повинен бути $\leq 0,25$ )
Коефіцієнт фінансової стійкості ( $K_{ф.с.}$ )	$\frac{\text{Власний капітал} + \text{довгострокові зобов'язання}}{\text{Пасиви}}$	Частка стабільних джерел фінансування у їх загальному обсязі (вважається, що $K_{ф.с.}$ повинен бути в межах 0,85–0,90)

**Еластичність.** Ще однією характеристикою стійкості системи, пов'язаної з усіма зазначеними вище чинниками, є еластичність.

*Еластичність* системи – це її здатність відновлювати чисельні значення параметрів свого стану (повертатися до свого попереднього стану) після зняття навантажень (несприятливих чинників), що впливають на систему.

На відміну від інших характеристик (див.: *витривалість, стабільність, стійкість*) при визначенні *еластичності* робиться акцент не на відновлення якихось функціональних особливостей системи, які можуть реалізовуватися й при зміненому стані системи, а саме на відновленні в незмінному вигляді (або майже в незмінному вигляді) основних параметрів системи: її структури й змісту основних компонентів.

Економічні суб'єкти є відкритими стаціонарними системами. Їх діяльність протікає в рамках здійснюваного відтворюваного ними метаболізму. В результаті відбувається обмін речовиною, енергією та інформацією з зовнішнім середовищем, а також між частинами в самій системі. Стаціонарність підприємства дозволяє утримувати його характеристики у вузькому інтервалі параметрів (обсягів виробництва, номенклатури, обігових коштів), який називається *гомеостазом*. Це є передумовою ефективної роботи підприємства. Успішною робота підприємства може вважатися лише в тому випадку, якщо його доходи перевищують витрати. В цьому випадку квазіенергія (тобто чистий прибуток), що надходить в систему, буде більшою за кількість її витрачання.

Для підтримання своїх параметрів в оптимальному режимі економічні системи використовують механізми зворотного зв'язку. *Негативні* зворотні зв'язки протидіють чинникам впливу з метою повернути систему в рамки існуючих параметрів. *Позитивні* зворотні зв'язки, навпаки, слугують для перебудови параметрів системи. Їх напрямок дії збігається з напрямком дії фактору впливу. Завдяки використанню зворотних зв'язків підприємство забезпечує свою стійкість, виявляючи такі свої властивості, як *стабільність, витривалість і резистентність*.

## Питання до розділу

1. *Що таке зворотний зв'язок? Яку роль він відіграє у функціонуванні системи?*
2. *Дайте характеристику негативного зворотного зв'язку. Наведіть приклади його реалізації.*
3. *Дайте характеристику позитивного зворотного зв'язку. Наведіть приклади його реалізації.*
4. *Проілюструйте дію механізмів зворотного зв'язку на підприємстві.*
5. *Охарактеризуйте функції механізмів негативного зворотного зв'язку.*
6. *Які можна назвати види механізмів негативного зворотного зв'язку?*
7. *Що таке ендогенні види механізмів негативного зворотного зв'язку? Які існують їхні форми?*
8. *Що таке екзогенні види механізмів негативного зворотного зв'язку? Які існують їхні форми?*
9. *Наведіть приклади дії механізмів негативного зворотного зв'язку в процесі регулювання стану економічних систем.*
10. *Наведіть приклади коопераційних зворотних зв'язків в процесі функціонування економічних систем.*
11. *Охарактеризуйте функції механізмів позитивного зворотного зв'язку.*
12. *Які можуть виникати ситуації при використанні механізмів позитивного зворотного зв'язку, залежно від зміни вільної енергії в системі?*
13. *Які види трансформаційних механізмів реалізуються на основі механізмів позитивного зворотного зв'язку? Наведіть приклади.*
14. *Охарактеризуйте контрольовані та неконтрольовані механізми позитивного зворотного зв'язку.*

15. Охарактеризуйте роль інтенсивності позитивних зворотних зв'язків при регулюванні стану економічних систем.

16. Наведіть приклади дії зворотних зв'язків у природі та суспільстві.

17. Що таке витривалість системи, і які основні фактори визначають її рівень?

18. Як впливає синергетичний ефект негативних факторів на стійкість підприємства?

19. У чому полягає різниця між опірністю (резистентністю) та витривалістю економічних систем?

20. Які форми державної підтримки можуть підвищити витривалість підприємств?

21. Як вразливість економічних систем пов'язана з виробничими та ринковими факторами?

22. Які основні фактори впливають на стійкість підприємства?

23. Що таке зона стійкості підприємства, і які її межі?

24. Як механізми зворотного зв'язку впливають на стійкість економічних систем?

## Розділ 7

# ЗМІСТ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ

### 7.1 Поняття про розвиток

**Необхідні ознаки розвитку.** З поняттям розвитку асоціюються передусім процеси зміни систем.

Згідно з класичним визначенням, розвиток – *незворотна, спрямована, закономірна* зміна матеріальних об'єктів (організм, екосистема, підприємство) та ідеальних предметів (мова, культура, релігія) (Філософський, 2002). (Слід, щоправда, зауважити, що останні не здатні існувати й розвиватися без своїх матеріальних носіїв, тобто людей). Тільки одночасна наявність трьох зазначених властивостей виділяє процеси розвитку серед інших змін.

Дійсно, *незворотність* захищає систему від циклічного повторення (тобто сталості). *Спрямованість* забезпечує можливість накопичення змін та виникнення нової якості, зокрема:

- *від простого до складного;*
- *від нижчого до вищого;*
- *від випадкового до необхідного.*

За відсутності *закономірності* відсутній і розвиток, а є лише хаос – безладний, безпричинний і нескінченний набір випадковостей.

**Необоротність** – властивість процесів довільно протікати в певному напрямі без можливості спрямованої дії ззовні повертатися у вихідний стан. Побідна система, в якій відбулися незворотні процеси, не може повернутися у вихідний стан без того, щоб у навколишньому середовищі не залишилося жодних змін.

Найбільш яскравим прикладом незворотних процесів є видавлювання пасти з тубика. До того самого класу

явищ належать: потік водоспаду, остигання плити, намагнічування заліза тощо. Повернути у вихідний стан відповідні системи можна лише додатково доклавши енергію. Інакше кажучи, у зворотному напрямі зазначені процеси довільно протікати неспроможні. Виконання ж додаткової роботи неминуче пов'язане зі змінами в зовнішньому середовищі. Усі незворотні процеси нерівноважні, отже, несиметричні у часі (минуле й майбутнє несиметричні стосовно сьогодення).

Однією з перших точних наук, що досліджувала проблему незворотності процесів у часі, була термодинаміка. Справді, розсіювання тепла від нагрітого тіла необоротне. Наприклад, тепло, розсіяне в просторі від нагрітої праски, вже не повернеться до неї довільно.

В основі існування, функціонування та розвитку живої речовини лежать саме незворотні, несиметричні процеси. На сьогодні деякі вчені беруть сміливість говорити про теоретичну можливість абсолютної оборотності часу навіть на рівні макросвіту. На що їхні опоненти радять уявити світ, де б померлі люди воскресали, стаючи старими, потім молоділи, зменшувалися (тобто росли навпаки) і нарешті опинялися б в утробі матері...

При незворотності процесів система начебто «забуває» свій старий стан і «запам'ятовує» новий. При цьому вона повністю втрачає можливість повернутися до старого.

Зокрема, якщо економіка країни переходить на нові види продукції та нові технології, старі виробничі потужності демонтуються – економіка їх ніби «забуває». Разом із старим обладнанням та оснащенням ліквідуються й носії старої пам'яті. А за забутими технологіями втрачаються спочатку певні навички працюючих, а потім і взагалі цілі види процесій. Тепер, якщо країна захоче масово повернутися до старого, то швидко це не вийде (якщо це взагалі можливо).

Наприклад, зараз вже неможливо знову повернутись від цифрових до хімічних технологій виробництва фото- та кінопродукції. Для цього просто відсутні технічні можливості – все, що забезпечувало старі технології. Фотоплівка з фотопроявниками та закріплювачами залишилася тільки в музеях та в деяких фахівців-професіоналів. Туди ж – у музей – пішли друкарські машинки, потужності з виробництва та програвання грамофонних платівок, магнітних стрічок, а також касет і навіть пристрої для використання комп'ютерних дискет, що ще недавно масово вироблялися.

Так економіка «забуває» своє минуле, забезпечуючи незворотність майбутнього. Місце виробничих просторів, що звільнилися, займають носії нової «пам'яті» – потужності з виробництва нової продукції та нові технології, що забезпечують їх роботу.

**Спрямованість** передбачає здатність системи змінюватися в одних напрямках більшою мірою, ніж в інших.

Для прогресивного розвитку системи надзвичайно важливо, щоб тренд (тобто тенденція, вектор) зміни стану системи збігався з напрямком, який найкраще дозволяє виконувати її основну функцію. Якщо йдеться про живу систему, то цей напрямок має відповідати просуванню до головної мети існування системи (наприклад, домінуванню в ринковій ніші).

Головна мета більшості економічних суб'єктів пов'язується в уяві людей із отриманням прибутку. І це справді так. Однак не слід забувати, що фінансовий результат діяльності підприємств є наслідком досягнення багатьох інших цілей. Умілі керівники можуть їх майстерно ставити й координувати в просторі та часі її реалізацію, часто всупереч короткостроковим фінансовим вигодам. Останні можуть приноситися в жертву задля забезпечення стабільних довгострокових економічних (у тому числі, фінансових, але не тільки) результатів діяльності.

Серед згаданих стратегічних цілей можна назвати:

- створення позитивного іміджу фірми;
- просування своєї продукції в певні сегменти ринку;
- отримання конкурентних переваг;
- підвищення ефективності виробництва;
- підвищення якості продукції;
- підвищення технологічного рівня виробництва;
- впровадження у виробництво нових видів товарів

тощо.

Ступінь досягнення зазначених цілей у кінцевому підсумку й визначатиме спрямованість розвитку цієї економічної системи, а водночас формуватиме передумови, в тому числі, для зростання кінцевого фінансового результату.

*Необоротність і спрямованість* тісно пов'язані між собою, хоча й мають різні функції. Необоротність стримує систему від довільного «скочування» в попередній стан, спрямованість забезпечує, що зміни йдуть у певному напрямку – відповідно до вектора мети.

Необоротність у поєднанні зі спрямованістю можуть значною мірою прискорити розвиток системи. При цьому незворотність інформаційно – за допомогою зворотних зв'язків – закріплює зміни, що відбуваються, ліквідує можливості системі повернутися в колишній стан. Так альпініст, просуваючись по вершині й закріплюючись, щоразу страхує себе від скочування вниз.

Спрямованість надає змінам найбільш ефективний характер: запобігає непродуктивним витратам енергії від безцільних «хитань» з боку в бік. Той самий альпініст рухатиметься швидше, якщо вибере найбільш раціональний маршрут.

Для економічного розвитку країни спрямованість може забезпечуватися концентрацією ресурсів для досягнення найбільш актуальних цілей. Для країни такими цілями може бути не лише збільшення ВВП, а й справедливий перерозподіл національного доходу, зниження бідності

в країні, підвищення добробуту значної кількості людей, гарантія національної безпеки, перемога у військових та політичних конфліктах.

Надзвичайно важливими цілями є: інформаційно орієнтована реструктуризація економіки, збільшення експортного потенціалу, зниження питомої ваги «бурих» секторів, тобто тих, які орієнтуються на переробку невідновлюваних природних ресурсів. До таких секторів належать: металургія, хімічна промисловість, традиційна енергетика, яка використовує вичерпані паливні ресурси. Відповідно, стимулюється збільшення частки «зелених» галузей, що орієнтуються на використання відновлюваних природних ресурсів. Це лісознавство, рекреація, зелена енергетика, органічне сільське господарство, інформаційно-комунікаційні технології, креативна економіка, що активізує різні види творчої діяльності.

**Закономірність** – властивість системи відповідати певним законам. У свою чергу, закон – це необхідний, суттєвий, постійно повторюваний взаємозв'язок явищ реального світу, що визначає етапи та форми процесу розвитку явищ природи, суспільства та духовної культури.

*Закономірність* гарантує, що зміни відповідатимуть причинно-наслідковим зв'язкам. Це означає, що за тих самих умов зміни системи відбуватимуться суто певним чином, тобто щоразу однаково. Іншими словами, з одних і тих самих причин за одних і тих самих умов (що суттєво!) завжди витікатиме одне й те саме слідство.

В ролі певного слідства може розглядатися саме стан системи. Однаковий ланцюг змін при однаковому вихідному стані системи має незмінно призводити до однакового її кінцевого стану.

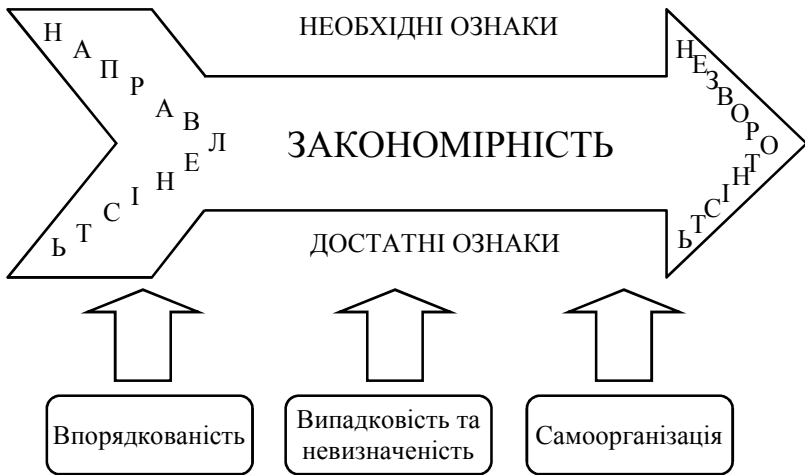
При цьому майбутнє системи буде залежати від її минулого стану та передумов, створених цим станом.

Наприклад, у якийсь момент часу на користь розвитку країни виявиться доцільним приватизувати низку підприємств. Якщо в країні раніше існувала приватна власність (люди знають, як поводитися з майном), накопичено досвід ефективного менеджменту, сформовані етичні засади життя в суспільстві та багато чого ще, то приватизація певних об'єктів економіки може призвести до хороших результатів. Потрапивши у приватні руки, засоби виробництва використовуватимуться ефективніше. Якщо ж цього немає, то результати приватизації, швидше за все, будуть плачевні. Приватизація може привести на певний час до негативних змін. Виробничі активи можуть бути розграбовані, після чого ефективність їх використання різко знизиться. Для різних систем і перший, і другий результат буде закономірними, оскільки залежатимуть від їхнього минулого.

Одне і те саме насіння, потрапивши в різний ґрунт, розвивається по-різному... Зовнішні фактори, що впливають на систему, можна порівняти з ґрунтом, а ті методи, які система «пам'ятає» для їх відтворення, – з насінням. Система сприймає лише ті інновації, що заносяться до неї з зовнішнього середовища, до розвитку яких готова її пам'ять. Інше «насіння», кажучи образно, у ньому «засохне».

Саме розглянуті три властивості: *незворотність*, *спрямованість* та *закономірність* – можуть надати змінам системи характеру розвитку. Зазначені властивості є формальними ознаками феномена розвитку. Але навіть їх наявність не дає достатніх підстав кваліфікувати будь-який процес як розвиток. Значною мірою глибина цього явища, зокрема, сутність його достатніх ознак, розкривається нашим суб'єктивним сприйняттям цього поняття.

**Достатні ознаки розвитку.** Крім необхідних ознак розвитку можна виділити достатні ознаки. Разом вони утворюють загальну понятійну основу феномена розвитку. Серед достатніх ознак можна назвати: *впорядкованість*, *випадковість*, *невизначеність*, *самоорганізацію* (рис. 7.1).



**Рисунок 7.1** – Ознаки феномена розвитку

Сам термін «розвиток» вже несе певне смислове навантаження, свідомо чи підсвідомо закладене в нього носіями мови. Саме в цьому підтексті «прочитуються» зазначені достатні ознаки.

**Упорядкованість процесів.** Хоча розвиток, як правило, пов'язується з прогресивними змінами (іноді – у чому переконаємося нижче – він може відбуватися й за регресивного, загасаючого сценарію). І при цьому, цей процес сприймається як своєрідний антипод деструкції, тобто поступового руйнування, деградації. Зокрема, процес може «розвиватися» за несприятливим сценарієм, що врешті-решт рано чи пізно може привести систему до краху, проте, як правило, при цьому відбувається впорядкований, відносно плавний, а не хаотичний деструктивний процес.

**Випадковість та невизначеність.** Поняття розвитку значною мірою пов'язане зі стохастичністю (тобто випадковістю) та невизначеністю ключових інновацій, які за будь-яких зусиль ніколи не можуть бути передбаченими або усунути повністю. Це пояснюється тією обставиною,

що зміни, які зумовлюють розвиток, значною мірою є випадковими (адже інновації здебільшого мають випадковий характер) і унікальними, тобто такими, аналогів яким не було в минулому.

В економіці випадковість та невизначеність асоціюються з таким коротким, але надзвичайно ємним словом, як ризик.

**Самоорганізація.** Розвиток передбачає зміни системи внаслідок її внутрішньої діяльності. Як правило, дієслово «розвивати» вживається зі зворотною часткою «-ся». Отже, процеси розвитку систем передбачають, насамперед, активну роль внутрішньо властивих системі механізмів її самоорганізації.

У тому випадку, коли передбачаються зміни системи за рахунок зовнішніх факторів (зокрема, на основі цілеспрямованих дій людини), використовується інша термінологія: «перебудувати», «здійснювати дії», «змінити», «вплинути», «реалізувати план» тощо. Система саме «розвивається», реалізуючи власну потенцію активності. Розвиваються: живі організми, екосистеми, відносини людей, економічні суб'єкти тощо.

У тих рідкісних випадках, коли дієслово «розвинути» («розвивати») використовується без частки «-ся» («розвинути швидкість», «розвинути шахові фігури», «розвинути успіх»), передбачається значний ступінь невизначеності, що створюється умовами середовища. Тобто характеризується наче поведінка системи з активнішою роллю координуючого суб'єкта, який перебуває знову ж таки всередині самої системи.

Повною мірою ознаки розвитку належать і до економічних систем. Якщо завдяки ефективній діяльності та за рахунок отриманого від цього додаткового доходу підприємство створює нові потужності та модернізує існуючі, то це свідчить про розвиток підприємства, яке піклується про

вдосконалення своїх підрозділів. Якщо ж зазначені процеси відбуваються на державному підприємстві, й кошти на це виділяє з держбюджету країни, це свідчить про розвиток саме країни, яка намагається створити передумови для розвитку підприємств, що їй належать.

З урахуванням наведених вище уточнень визначення розвитку можна сформулювати таким чином:

**Розвиток** – незворотна, спрямована, закономірна зміна стану системи на основі реалізації механізмів її самоупорядкування та самоорганізації, що відбуваються у процесі адаптації системи до випадкових, невизначених змін у зовнішньому середовищі.

**Напрями розвитку.** Можна говорити про три різні вектори, що характеризують спрямованість процесів розвитку. З огляду на це, напрями розвитку можуть бути названі:

- *прогресивним* (передбачає послідовне поліпшення стану системи);
- *стабільним* (передбачає стабільний, тобто відносно стійкий динамічний стан системи);
- *регресивним* (передбачає послідовне погіршення стану системи).

## 7.2 Поняття впорядкування й порядку

Тепер спробуємо відповісти на запитання: що означає покращити чи погіршити стан системи? Іншими словами, необхідно ідентифікувати кількісні критерії висхідної або низхідної траєкторії розвитку системи. Відповісти на це запитання й просто, й надзвичайно складно.

Просто – тому що критерій прогресивності розвитку системи можна сформулювати однією фразою – *підвищення впорядкованості системи*.

Проте водночас ідентифікувати кількісні критерії самої впорядкованості надзвичайно складно. Адже впорядкованість системи обумовлена значною кількістю факторів, які постійно змінюються в часі та просторі.

Зазвичай у поширеній лексиці використовується термін, споріднений з поняттям упорядкованості – порядок. Як правило, під ним розуміють рівень упорядкованості системи, достатній для виконання певних функцій.

**Порядок**, ймовірно, може бути визначений як наявність умов для стійких (тобто таких, що продовжуються відносно тривалий період часу) спрямованих змін. Подібними змінами можуть бути: механічний рух, фізичні чи хімічні трансформації, економічні процеси, ін. При цьому самі зміни можуть відбуватися або в реальній дійсності, або бути потенційно можливими.

Ми не завжди (в розумінні безперервно) користуємося електроенергією або послугами електронної пошти, Інтернету. Однак завжди існує можливість їх використовувати. Цю можливість (порядок) створюють організовані певним чином спеціальні мережі та їх особливі фізичні (електромагнітні) властивості.

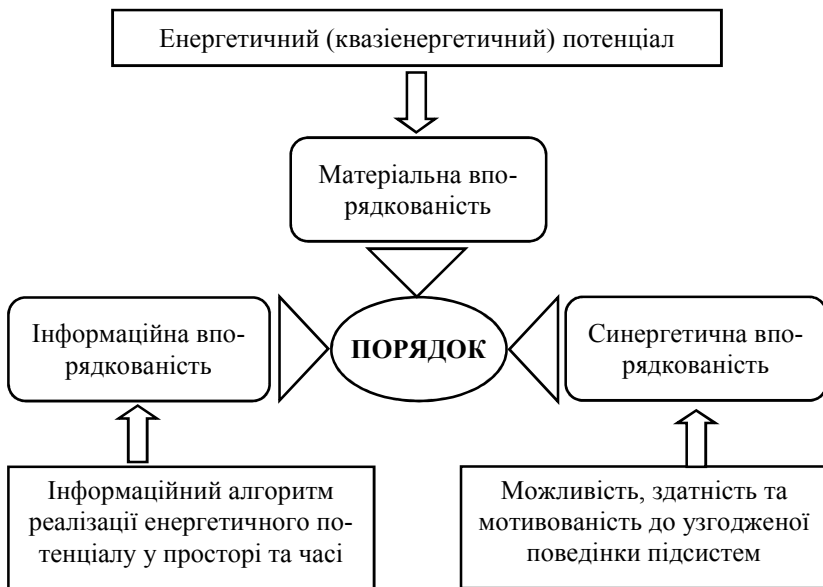
Ми не завжди купуємо щось у магазині й навряд чи безперервно користуємося послугами сервісу, зв'язку. Але можна при необхідності піти в магазин і придбати потрібний нам предмет. Працівники сервісу готові виконати наше замовлення, тільки-но ми до них звернемося. А телефонна станція цілодобово готова з'єднати нас із потрібним абонентом. Впевненість у безвідмовній роботі цих служб існує там, де чітко діють товарно-грошові відносини. Саме вони утворюють порядок економічної системи. Це означає, що є, як мінімум, дві умови: організаційна структура пропозиції та економічний потенціал попиту. Останнє передбачає потребу (інтерес) та платоспроможність покупця (клієнта).

Для виникнення в певному місці простору порядку необхідні три умови.

По-перше, потрібна наявність тут енергетичного (квазіенергетичного) потенціалу, здатного викликати до життя будь-які зміни (рух).

По-друге, ця частина простору має бути певним чином інформаційно організованою. Іншими словами, необхідний інформаційний алгоритм реалізації енергетичного потенціалу, щоб надати змінам, що виникли, стійкий спрямований характер.

По-третє, окремі частини простору мають бути поєднані ефектом синергетизму в єдину цілісну систему (рис. 7.2).



**Рисунок 7.2** – Необхідні передумови порядку

*Матеріальна впорядкованість* забезпечує здатність системи виконувати роботу, передбачає формування енергетичних (квазіенергетичних) потенціалів, які забезпечують реалізацію силових функцій.

*Потенціал* (від латинськ. *potentia* – сила) – це наявність у певного об’єкта (точки, системи) фізико-хімічних чи інших властивостей (рівня висоти, тиску, температурних характеристик, електромагнітної зарядженості, економічних характеристик, ін.), для створення можливості виконати роботу.

Оскільки будь-який об’єкт має той чи інший енергетичний (квазіенергетичний) потенціал, найчастіше більш істотним моментом є різниця потенціалів між об’єктами (суміжними точками, системою та зовнішнім середовищем, окремими частинами системного цілого). Тому будь-яка нерівномірність, а точніше нерівноважність, є джерелом рушійної сили змін.

В результаті механічної різниці потенціалів (зокрема, різниці в рівні висот) відбувається механічний рух; наслідком електричної різниці потенціалів є спрямований рух електронів – електричний струм; завдяки хімічній різниці потенціалів протікають хімічні реакції; нарешті, внаслідок різниці економічних потенціалів (попит-пропозиція) починається рух потоку товарів та грошей.

***Інформаційна впорядкованість*** – це стійка, організована у просторі та часі спрямованість речовинно-енергетичних потоків, що забезпечують функціонування (життєдіяльність) системи.

*Упорядкованість* системи в просторі забезпечується її структурою. Під структурою (від латинськ. *structura* – «будова, розташування, порядок») зазвичай розуміють розташування в просторі окремих частин системи однієї відносно іншої й сукупність стійких зв’язків між ними.

*Упорядкованість у часі* передбачає взаємну послідовність і тривалість окремих процесів, що визначають динаміку відтворення будь-якої природної чи антропогенної сутності чи явища.

**Синергетична впорядкованість** передбачає синергетичний (взаємодоповнювальний) характер зв'язків (зокрема, з економією часу та витрат на виробництво та реалізацію) між підсистемами всередині самої системи та між цією системою та іншими системами. Для реалізації явища *синергетизму* необхідно, щоб у системі проявилися як мінімум три групи передумов:

а) окремі частини системи повинні мати матеріальну та інформаційну свободу (тобто фізичну можливість та відсутність інформаційних обмежень) реагувати на зміну зовнішнього середовища;

б) між окремими частинами системи повинні діяти комунікаційні контакти (взаємоприйнятні стандарти-правила спільної поведінки, мова-код взаємного спілкування, комунікаційні канали для реалізації зв'язків тощо);

в) має існувати взаємна вигода узгодженої поведінки.

**Безладдям (хаосом)** логічно назвати стан, протилежний порядку, тобто. відсутність умов для стійких спрямованих змін.

Це може відбуватися в трьох випадках: по-перше, якщо відсутні енергетичні потенціали генерації змін. Подібний стан мовою фізиків називається рівноважним станом (при ньому окремі частини мають рівні енергетичні потенціали, тож між ними не виникає умов руху енергії й речовини). Така ситуація, зокрема, настає, якщо всі частини системи мають однакову температуру, зарядженість, хімічні характеристики. В економіці подібна ситуація настає, якщо економічні суб'єкти на руках мають однакову кількість товарів і грошей, а отже, немає потреби в обміні. За відсутності потенціалів немає й руху.

Друга причина може виникати, якщо існують енергетичні імпульси змін (потенціал), але відсутні інформаційні передумови їх упорядкованості (стійкості та спрямованос-

ті). Прикладом є «броунівський рух». Це відбувається, якщо вектор (напрямок) дії потенціалу постійно змінюється.

І, нарешті, третя причина виникнення хаосу пов'язана із блокуванням синергетичних зв'язків. У свою чергу, це може відбуватися в одному з трьох випадків:

а) якщо підсистеми не мають достатнього ступеня свободи адекватно реагувати на зміни, що відбуваються;

б) якщо відсутні сприйняті підсистемами «правила гри», «мова спілкування» та комунікації;

в) якщо підсистемам через будь-які обставини не вигідна кооперативна (узгоджена) поведінка.

Причини хаосу (безладдя), отже, можна виразити так:

1) відсутність енергетичних потенціалів руху;

2) відсутність інформаційного алгоритму впорядкованої реалізації енергетичних потенціалів;

3) блокування синергетичних зв'язків.

Як відомо, абсолютного спокою в матеріальній природі не існує. Частинки завжди коливаються навколо своєї осі. Натомість у фізиці є поняття «абсолютний хаос». Він настає за рівномірного розподілу елементарних частинок, які мають однакові потенціали. У цьому випадку безплідні хаотичні коливання та зіткнення частинок не в змозі викликати до життя будь-який спрямований рух. За іронією долі, «абсолютний хаос» називають ще «рівноважним порядком». Подібну «безплідну впорядкованість», можна порівняти хіба що з «залізною дисципліною» на цвинтарі, де ніхто нікому не заважає й ніхто ні на кого не впливає.

На жаль, наша свідомість важко пов'язує хаос зі спокоєм, тим більше з «вічним спокоєм», що означає «рівноважний порядок». У нашому бурхливому житті ми звикли пов'язувати хаос швидше з безмежними швидкостями та рухами. Хаос (в уяві більшості людей) – це пробки та аварії на дорогах, колотнечі на стадіонах, безсистемний шум в аудиторіях. Подібні явища, що зумовлені відсутністю інформаційної впорядкованості, є також ознаками хаосу. Точніше, першим кроком до виникнення повного хаосу, який означає

вічний спокій, – початок дороги, що веде до безглуздої втрати енергії суспільством, зростання його ентропії.

Але до хаосу можуть вести й явища іншого роду, коли, наприклад, люди, які беруть участь у виконанні спільного завдання, перестають (не можуть чи не хочуть) розуміти один одного. Саме це сталося в біблійній притчі про будівництво Вавилонської вежі, коли люди почали говорити різними мовами.

«Рівноважний порядок» і «упорядкований рух» – як близькі за звучанням ці поняття. Але як полярні за поняттям їхнього змісту! Перше символізує шлях деградації, друге – шлях до розвитку та прогресу.

За мільярди років еволюції Землі природа змогла вибрати універсальні механізми забезпечення порядку у своїх системах.

### **7.3 Діалектика процесів самовідтворення та саморуйнування систем**

#### **Поняття про ентропію та саморуйнування систем.**

При організації своєї діяльності людина змушена враховувати один незаперечний факт: будь-які об'єкти матеріального світу неминуче переживають процеси саморуйнування. Використовуючи наукову термінологію, можна сказати, що відбувається довільне збільшення ступеня внутрішньої непорядкованості системи.

Згадавши про триєдиний механізм взаємодії природних начал при формуванні систем, можна сказати, що процеси руйнування системи зачіпають усі три згадані складові: *матеріальну, інформаційну та синергетичну*.

Зокрема, на підприємстві можуть відбуватися такі несприятливі зміни:

- 1) виходитися з виробництва частина технічних засобів, виробничих ділянок, підсистем, окремих виконавців;
- 2) погіршувати якість роботи технічних засобів, підсистем, виконавців, втрачатися частина виконуваних ними функцій;
- 3) порушувати (погіршувати) зв'язки між окремими робочими місцями, виробничими ділянками, окремими виконавцями; в результаті процес взаємодії між ними вимагатиме більшого часу або більших витрат праці, ресурсів, коштів; ряд необхідних робіт (що виконувалися до цього без проблем) виявляться нездійсненними.

Міру внутрішньої неупорядкованості системи прийнято називати *ентропією* (А. Л. Больцман навіть назвав ентропію мірою *безладдя*). Відповідно, процес збільшення міри внутрішньої неупорядкованості системи супроводжується зростанням ентропії, або виробництвом ентропії.

Причиною невідворотного зростання ентропії (а простіше кажучи, саморуйнування систем) є незворотне розсіювання енергії, яке називається її дисипацією.

Найбільш яскравим прикладом даного процесу є довільне охолодження нагрітих праски або чайника. Воно буде продовжуватися доти, доки температура цих предметів не зрівняється з температурою навколишнього середовища. Для людини дані предмети є цінністю саме в нагрітому вигляді. Але, на жаль, довго зберігати таким свій стан вони не можуть. Як тільки припиняється їхнє нагрівання, відразу ж настає довільна втрата корисного стану даних предметів. Даний процес можна розглядати як довільне зниження впорядкованості докільця людини й кваліфікувати як зростання ентропії в даній системі.

Саме цей процес – довільного вирівнювання енергетичних потенціалів різних об'єктів та систем є в світі більш природним, ніж зворотний, коли енергія починає спонтанно концентруватись десь в одному місці, створюю-

чи різницю потенціалів. Навряд чи хтось, перебуваючи в здоровому глузді, може сподіватися, що праска без підключення її до мережі ні з того, ні з сього сама собою нагріється.

Існування будь-яких матеріальних об'єктів: від елементарних частинок до космічних тіл та утворень – є не що інше, як підтримання різниці їх потенціалів із зовнішнім середовищем. У міру вирівнювання енергетичних потенціалів різних частин природного простору почнуть зникати й об'єкти матеріального світу. Як тільки всі елементарні частки стануть заряджені однаково – зникнуть атоми, а з ними – молекули та хімічні елементи, клітини та живі організми... Про решту говорити не доводиться.

Отже, незворотне розсіювання (дисипація) енергії є неминучим супутником процесів саморуйнування системи (зростання її ентропії). Напевно, не випадково у фізиці ентропія визначається як міра незворотного розсіювання енергії.

Чим більшу частину становить частка енергії, яку система незворотно розсіює (дисипує) в зовнішнє середовище, тим менше залишається в системі енергії, яку вона може витратити (вивільняти – звідси така її назва) до виконання роботи. В фізиці ця енергетична складова названа *вільною енергією*. При зростанні ентропії в системі вільна енергія в ній знижується.

На жаль, зростання ентропії закріплено невблаганним законом всесвіту. В фізиці він сформульований у вигляді другого начала термодинаміки.

У спрощеному формулюванні Р. Клаузіуса (1850) друге начало термодинаміки звучить так: «тепло неспроможе перетекти довільно від холодного тіла до гарячого». Розвиваючи цей закон, Клаузіус сформулював знамените слідство другого начала – про теплову смерть Всесвіту.

Аналізуючи наведені вище приклади, можна помітити ще одну закономірність: більш упорядкований стан (наприклад, нагріта праска або побудований будинок) є менш ймовірними станами систем (зокрема, у порівнянні з праскою кімнатної температури і, відповідно, купою будматеріалів з ще не побудованої споруди).

І навпаки: чим менш упорядкований стан систем, тим більше він ймовірний. Наприклад, будинок може зруйнуватися під час землетрусу. Однак ми не можемо уявити собі природні катаклізми, при яких він сам собою збудувався б з необхідних будматеріалів, що лежать на землі, нехай навіть і повністю укомплектованих.

Можна сказати й інакше: чим менш ймовірний стан системи, тим більше енергії потрібно, щоб його підтримувати. Справді, руйнація відбувається мимоволі, до створення ж чогось корисного потрібно докладати зусиль. Ця тенденція закріплена управлінцями в афоризмі: «все погане відбувається само собою – все хороше необхідно організувати».

У світі немає нічого вічного. Будь-які нагріті чи заряджені тіла рано чи пізно охолоджуються чи розряджаються, віддаючи свою енергію середовищу. Організми старіють, будови занепадають, машини зношуються, знання забуваються, зв'язки слабшають, стосунки рвуться. Світ, де зникає різниця енергетичних потенціалів, перетворюється на неживий рівноважний простір.

**Самовідтворення систем.** Ми не маємо підстав ставити під сумнів друге начало термодинаміки. Але таким же незаперечним законом світобудови є те, що природа протистоїть подібній загальній деструкції (або, як сказали б фізики, тепловій смерті Всесвіту) процесами випереджального самовідтворення (самотворення). Нобелівський лауреат Е. Шредінгер на питання, чим живляться живі органі-

зми, відповів: «негативною ентропією» (Schrödinger, 1944). Фактично це означає, що живі організми харчуються здатністю долати процеси саморуїнування роботою з власного самовідтворення.

Тим самим займаємося й ми з вами, коли вранці вносимо до наших квартир сумки з їжею, а ввечері виносимо відходи. Постійною самоорганізацією відкриті стаціонарні системи намагаються не тільки відновити довільно порушений порядок, а й перевершити його своїм подальшим зростанням, вдосконаленням, розвитком. Цей процес відбувається й на вищому рівні міжсистемної організації. На місці відмираючих рослин з'являється нова, більш буйна поросль; зі старих будинків люди переселяються в більш комфортабельні; зношені машини замінюються більш досконалыми; цивілізації, що відходять, передають естафету тим, хто приходить – більш прогресивним, здатним краще накопичувати вільну енергію й інформацію.

Цей антиентропійний потенціал природи майже півтора сторіччя тому зміг розгледіти видатний український учений С. А. Подолинський. У своїй роботі «Праця людини та її ставлення до розподілу енергії» він писав: «... Спрямованість світової енергії до повсюдного врівноваження називається розсіюванням енергії, чи, за Клазіусом, ентропією... При повному розсіюванні температури та інших фізичних сил, тобто. насичення хімічної однорідності та ін., не може виявлятися жодного руху.

Однак, подивившись довкола себе, ми бачимо, що тепер такого застою немає. Кількість сонячної енергії, яка конвертується на земній поверхні на більш перетворювану енергію, безперечно, поступово збільшується. Кількість рослин, тварин, людей тепер, безумовно, більша, ніж була в епоху першої появи людини. Багато неродючих місць оброблені та вкриті розкішною рослинністю. Врожаї у всіх цивілізованих країнах зросли. Число свійських тварин, а ще більше людей значно збільшилося...» (Подолинський, 2000).

З цих двох процесів саморуйнування та самовідтворення, власне, і складається процес розвитку природних та суспільних систем. Коли процеси творіння обганяють руйнівні, відбувається те, що називають таким ємним словом – *прогрес*. В іншому випадку ми маємо справу з регресом, чи деградацією.

Забігаючи наперед, скажемо, що провідна роль у цій безперервній гонці творення та руйнування належить *інформації*. Виграють системи, що здатні краще накопичувати та закріплювати інформацію. Власне, прогрес є збільшенням ступеня інформативності систем.

## 7.4 Закономірності самоорганізації природи

Завдяки вченню про біосферу В. І. Вернадського світ нарешті дізнався про ту сутність – *живу матерію*, яка в умовах Землі знову й знову «заводить світовий годинник». Квінтесенцію свого вчення геніальний вчений сформулював у вигляді перших двох принципів еволюції живої природи, називаючи їх біогеохімічними (Вернадский, 2013):

- *вільна (біогеохімічна) енергія прямує в біосфері до максимального прояву;*
- *при еволюції видів виживають ті організми, які своїм життям підвищують вільну енергію.*

Перший із принципів є однією з окремих форм того самого закону, який не лише «компенсує» втрати розсіяної енергії, а й з лишком її «перекриває» можливістю продукувати «вільну енергію» за рахунок зовнішніх джерел. Другий принцип «відкриває» той критерій добору, яким йдуть всі еволюційні процеси Землі.

Ми мали змогу неодноразово переконатися, що природа ретельно готує всі свої творіння, починаючи з нуля. Унікальна здатність живого збільшувати впорядкованість природи планети за рахунок зниження ентропії в певному

обсязі простору – також не виняток. Наукові результати синергетики показали, що живе отримало цю властивість вже апробованою на «структурах з кооперативною поведінкою» систем неживої природи.

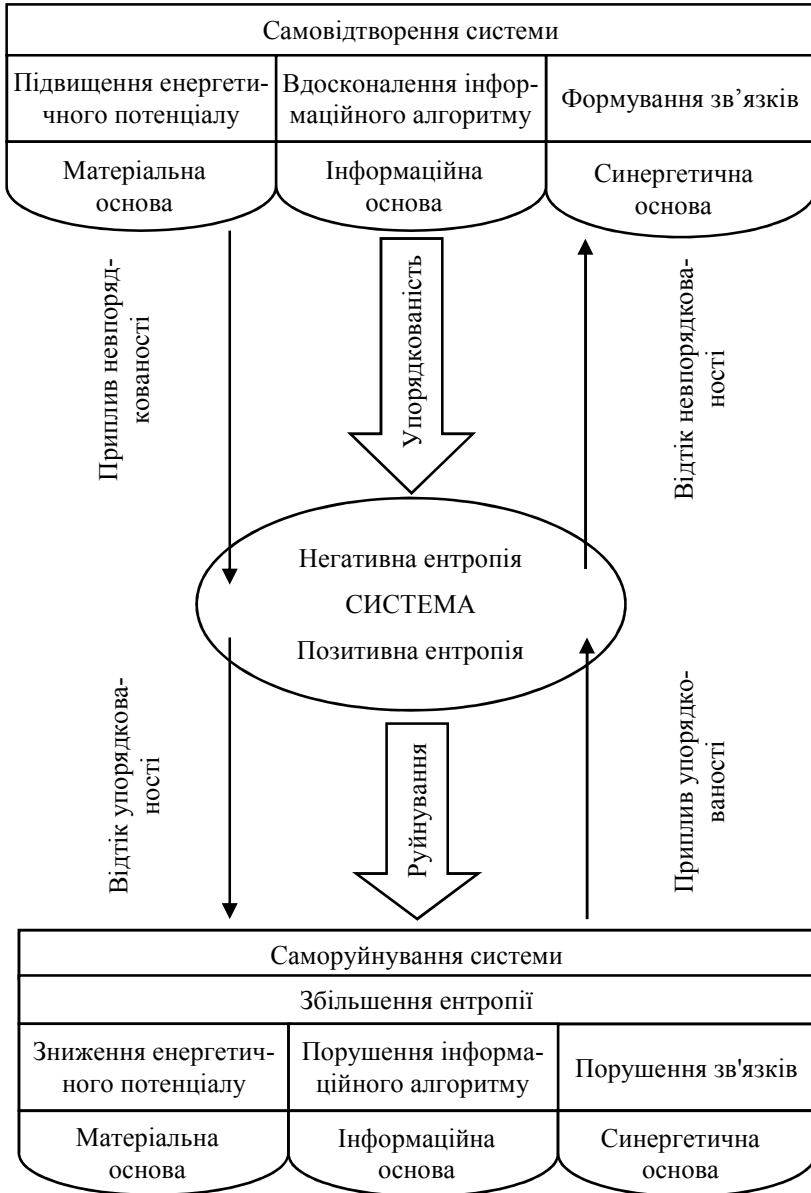
У світлі останніх досягнень синергетики, ми можемо розширити смислове звучання першого принципу (закону) В. І. Вернадського, а саме: «вільна енергія прямує у відкритих стаціонарних системах природи до максимального прояву». Це означає збільшення здатності (потенціалу) до виконання роботи.

Таким чином, ми маємо підстави сформулювати закон, що відображає здатність природи до самоорганізації: *у природі існує потенція до збільшення впорядкованості природних систем, яка проявляється у формі зниження рівня їхньої ентропії та реалізується через самоорганізацію відкритих стаціонарних систем.*

Так, відкриті стаціонарні системи не порушили друге начало термодинаміки, що характеризує явище саморуйнування природи. Більше того, можливо, саме вони породили це явище, розпочавши процес дисипації енергії, що супроводжує будь-які відтворювальні процеси. Але одночасно був народжений і інший закон – великий закон самоорганізації Всесвіту, до усвідомлення якого людство підійшло лише в кінці ХХ століття.

Як зауважили Нобелівський лауреат Ілля Пригожин та Ізабелла Стенгерс: «Закони природи більше не протиставляються ідеї справжньої еволюції, що включає інновації...» (Пригожин и др., 2005).

Таким чином, процеси самовідтворення та саморуйнування природних систем нерозривні від початку еволюції природи, діючи нероздільно у процесі відтворення будь-яких систем (рис. 7.3).



**Рисунок 7.3** – Взаємодія процесів самовідтворення та саморуйнування системи

Процеси розвитку відкритих стаціонарних систем зрештою спрямовані на вилучення із зовнішнього середовища та накопичення у певному місці простору та часу енергії та інформації. Саме ці процеси умовно можна назвати творенням. Але ці процеси неминуче пов'язані з деструкцією. Більше того, можна сказати, вони її зумовлюють. Адже зруйнувати можна лише порядок, що з'явився. Абсолютний хаос, або вічний спокій зруйнувати не можна, його можна лише перервати процесом творення.

### **Питання до розділу**

1. *Назвіть необхідні формальні ознаки розвитку.*
2. *Що таке необоротність, спрямованість, законірність? Їх роль у процесах розвитку?*
3. *Назвіть достатні ознаки розвитку. Охарактеризуйте їх роль у процесах розвитку.*
4. *Що таке впорядкованість системи?*
5. *Охарактеризуйте матеріальну впорядкованість системи.*
6. *Охарактеризуйте інформаційну впорядкованість системи.*
7. *Охарактеризуйте синергетичну впорядкованість системи.*
8. *Що можна вважати хаосом?*
9. *На конкретних прикладах поясніть різницю в термінах «рівноважний порядок» і «впорядкований рух».*
10. *Охарактеризуйте взаємну обумовленість процесів самовідтворення та саморуйнування системи.*
11. *За якими трьома ключовими напрямками можуть йти процеси руйнування та відтворення системи? Проілюструйте це конкретними прикладами.*

12. Охарактеризуйте фізичне значення поняття ентропія. На конкретних прикладах покажіть, чому ентропія є символом та мірою невпорядкованості системи?

13. Чому у менеджерів популярна фраза: «все погане відбувається само по собі – все хороше треба організувати»? У чому її зміст? Наведіть приклади.

14. Нобелівський лауреат Е. Шредінгер сказав, що живі організми харчуються негативною ентропією. У чому сенс цієї фрази? Чому виробництво негативної ентропії можна вважати метою самоорганізації будь-якої системи? Наведіть приклади.

15. На конкретних прикладах охарактеризуйте взаємозв'язок процесів самовідтворення та саморуйнування систем. Як природа протистоїть другому началу термодинаміки про неминучість теплової смерті Всесвіту?

16. Охарактеризуйте взаємозв'язок процесів самовідтворення та саморуйнування економічних систем. Проілюструйте це на прикладах.

## Розділ 8

# МЕХАНІЗМИ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

### 8.1 Трансформаційні механізми

**Поняття про трансформаційні механізми.** Основним засобом забезпечення стійкості системи є підтримання її усталено нерівноважного стану, при якому забезпечується відносно постійний рівень різниці потенціалів (між частинами системи та між системою й середовищем). При цьому система може перебувати в одному з двох можливих її режимів:

а) підтримання стану стаціонарності (певного рівня гомеостазу);

б) зміни даного стаціонарного стану й переходу на новий стаціонарний рівень (новий рівень гомеостазу).

Останній режим функціонування системи пов'язаний із істотною перебудовою метаболічних потоків в системі й зміною характеру її внутрішніх і зовнішніх зв'язків.

Під *трансформаційним механізмом* відкритих стаціонарних систем слід розуміти сукупність логічних зв'язків і процедур, що забезпечують зміну стану системи (рівня гомеостазу), включаючи сукупність її внутрішніх і зовнішніх зв'язків.

Основні класи трансформаційних механізмів умовно можуть бути диференційовані на два види: *адаптаційні* і *біфуркаційні*.

Термін «біфуркаційний» походить від латинського «біфуркація», що означає «роздвоєння, розгалуження» (bis – двічі, furca – вила). Чому використовується саме цей термін, спробуємо розібратися далі.

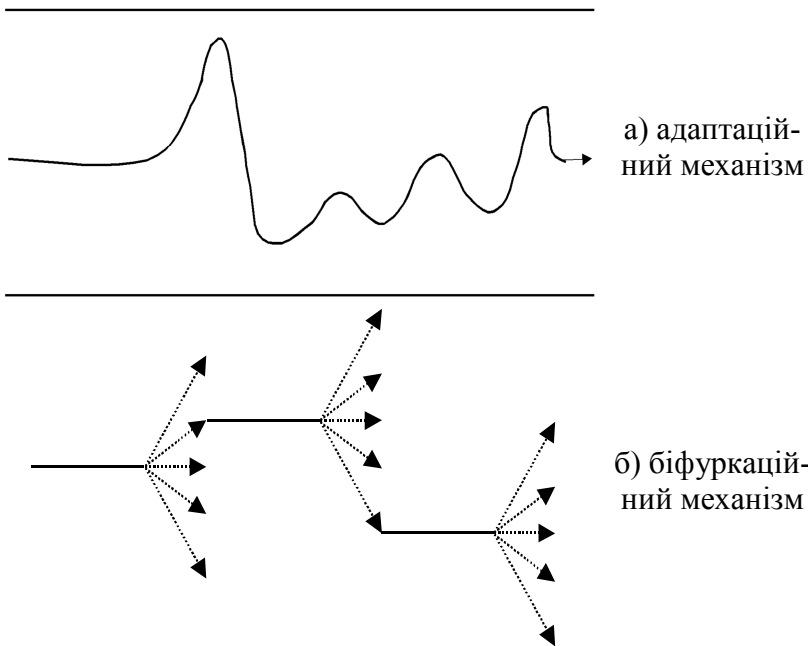
**Адаптаційні механізми** передбачають такий характер змін у системі, який дозволяє їй пристосовуватися до впливів зовнішнього середовища без втрати своїх принципових відмінних ознак. При адаптаційному механізмі при будь-яких змінах система продовжує зберігати свою цілісність, тобто залишатися сама собою: біологічний організм (особина) – тим самим біологічним організмом, сім'я – сім'єю, фірма – фірмою, військовий підрозділ – військовим підрозділом, держава – державою.

**Біфуркаційні механізми** передбачають такий характер змін у системі, при якому система втрачає свої принципові відмінні ознаки, переходячи в нову якість, хоча і зберігаючи при цьому спадковий зв'язок з колишнім станом.

При біфуркаційному механізмі система втрачає свою цілісність, набуваючи нових ознак:

- *біологічний вид* продовжує своє існування через послідовну зміну поколінь;
- *сім'я* може роз'єднатися (утворюючи дві чи більше сімей) або з'єднатися з іншою родиною, зберігаючи ключові особливості колишньої сім'ї (колишніх сімей);
- *фірма* може бути реорганізована (укрупнена, розукрупнена), може змінити свою назву, вид діяльності, при цьому більшість працівників, що залишаться, буде носіями традицій колишнього підприємства;
- на території колишньої країни (в її колишніх або нових межах) може виникнути нове державне утворення (з новим політичним ладом, новим адміністративним поділом, новою назвою), яке формально чи неформально (через своїх громадян) залишиться правонаступником або носієм певних рис (етнічних, культурних, соціальних) колишньої структури.

Схематично шляхи реалізації адаптаційного і біфуркаційного класів механізмів показані на рис. 8.1.



**Рисунок 8.1** – Схеми реалізації адаптаційного (а) і біфуркаційного (б) класів трансформаційних механізмів

*Біфуркаційні механізми* в порівнянні з адаптаційними мають цілу низку відмінних властивостей, які дозволяють значно прискорити процеси розвитку. До таких властивостей можна віднести:

- *значне збільшення варіабельності станів* (тобто можливих варіантів зміни) і розкиду (розширення) можливих значень параметрів системи;
- *невизначеність майбутнього*; це пояснюється високим ступенем випадковості та ймовірності флуктуацій (спонтанних змін) системи;
- *незворотність розвитку*; в силу ймовірнісного і випадкового характеру змін вірогідність повернення в ко-

лишній стан практично дорівнює нулю (!); характер розвитку набуває властивостей спрямованості та незворотності.

**Нелінійне мислення.** При трансформаційних процесах біфуркаційного типу вичерпуються передумови лінійної поведінки системи, спрямованої на активізацію прояву сприятливих факторів і протидію впливу несприятливих. Власне, в подібних умовах, мабуть, взагалі нівелюється подібна диференціація факторів середовища (тобто розподіл на сприятливі й несприятливі умови).

Якщо зникає колишній рівень гомеостазу, зникає й необхідність його підтримувати. Завдання застосування механізмів зворотного зв'язку докорінно змінюється. Виникає необхідність (і можна сказати: з'являється можливість) впливати не на фактори зовнішнього середовища (посилюючи або послаблюючи їх дію), а на сам стан системи, перебудовуючи його таким чином, щоб він якнайкраще відповідав значенням зовнішнього середовища.

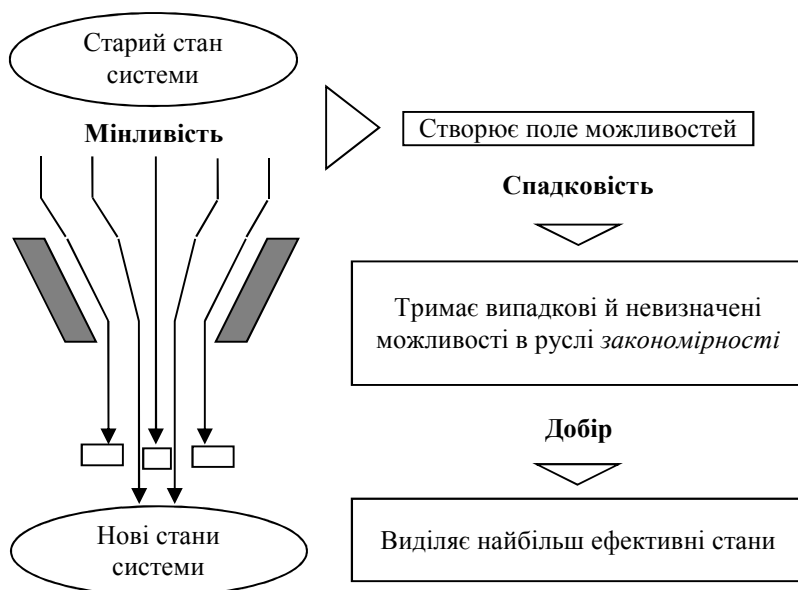
Мистецтво керівника будь-якого рівня полягає в тому, щоб, по-перше, розгледіти зазначену тенденцію, по-друге, перебудувати старий гомеостаз системи таким чином, щоб цей процес сприяв прояву найбільш ефективних трансформаційних змін. Схематично новий гомеостаз системи повинен бути комбінацією рис існуючого стану системи з тими особливостями та властивостями, які диктує системі тенденція її розвитку. Здатність подібного бачення може бути названа *нелінійним мисленням*.

## **8.2 Ключова тріада розвитку: мінливість, спадковість, добір**

**Ключові фактори розвитку.** У попередньому підрозділі ми розглянули механізми розвитку системи, що визначають умови стійкості системи (підтримання гомеостазу) й можливості переходу до нового стану стійкості

(трансформації рівня гомеостазу). Іншою складовою феномену розвитку є реалізація процесу зміни системи. Адже розвиток – це перш за все зміни.

Класична інтерпретація механізму розвитку будується на трьох ключових факторах: *мінливості*, *спадковості*, *доборі* (рис. 8.2).



**Рисунок 8.2** – Взаємозв'язок ключових чинників в тріаді розвитку

Саме цей механізм був вперше відкритий Ч. Дарвіном для пояснення еволюційних процесів у живій природі. Таку саму тріаду можна розглядати як основу механізмів, що рухають розвиток будь-якої системи в неживій природі, біологічному світі та суспільстві.

*Мінливість* – це те, з чого виростає будь-який процес розвитку. Мінливістю можна вважати здатність системи змінювати свої стани.

Мінливість формується за рахунок *випадкових, ймовірнісних* змін. Людина не здатна цілеспрямовано генерувати такі зміни (на те вони й випадкові). Однак можна й потрібно готувати ґрунт, передумови (у тому числі, і завдяки творчості людини) для їх довільного виникнення в потрібному напрямку.

У роботах відомого теоретика менеджменту Пітера Друкера (Drucker et al., 2004; Drucker, 1993) Можна виділити сім основних причин виникнення в суспільстві та економіці недетермінованих (тобто випадкових, ймовірнісних) змін (рис. 8.3).



**Рисунок 8.3** – Основні джерела недетермінованих (випадкових, ймовірнісних) змін у суспільстві

**Інновації як джерело мінливості.** Інновації формують той ґрунт, з якого виростає мінливість економічних систем; вони виконують надзвичайно важливі функції:

- *відтворювальну*, формуючи нові напрямки відтворення людиною матеріального та інформаційного середовища, яке створюється її працею;

- *мотиваційну*, даючи додаткові переваги в конкурентній боротьбі компаніям, що навчилися використовувати інновації, які приносять прибуток, а з ним й інші складові економічного успіху;

- *квазіенергетичну*, дозволяючи за рахунок економії коштів формувати квазіенергетичний (фінансовий) потенціал для розвитку економічних систем;

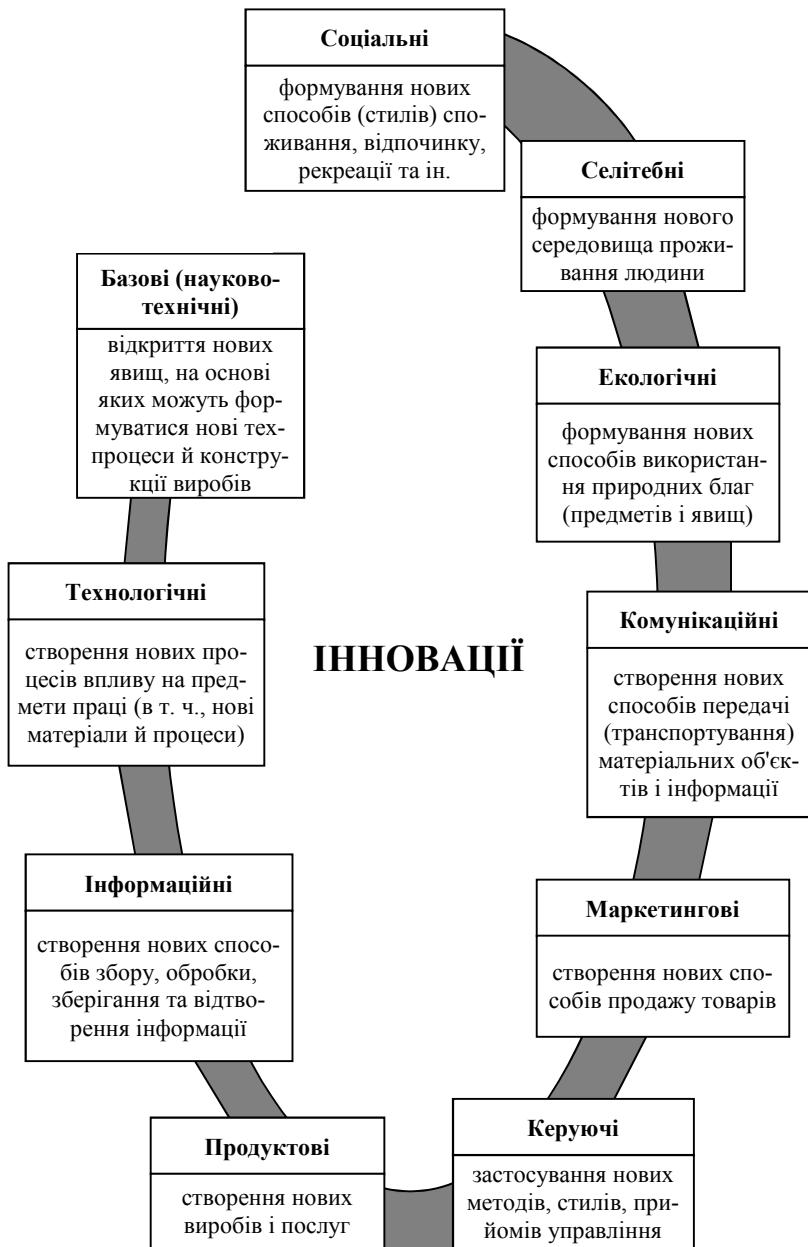
- *екологічну*, створюючи можливості за рахунок підвищення еколого-економічної ефективності досягати зниження ресурсоемності виробництва й екологічного навантаження на середовище.

Ідея стає інновацією після її реалізації.

За наявною в літературі інформацією можна скласти широкий спектр економічних інновацій залежно від основного предмета, в який вони вносять зміни (Економіка, 2021; Мельник, 2021; Сучасні, 2021) (рис. 8.4).

Уже сьогодні на горизонті науково-технічного прогресу проглядаються інновації, що обіцяють в найближче десятиліття мати значний стимулюючий вплив на трансформаційні процеси в економіці.

Не можна не побачити, що інновації в інформаційній сфері взагалі відрізняються безпрецедентно високими темпами впровадження. Зокрема, більшість технологій в області програмного забезпечення застарівають протягом двох-трьох років, в області комп'ютерного озброєння – протягом півроку. Отримана кваліфікація втрачає свою актуальність через 5–10 років (Рифкін, 2014).



**Рисунок 8.4** – Види економічних інновацій

*Інновації* є ключовим (в своєму роді незамінним) фактором розвитку економічних систем на всіх рівнях їх існування: від підприємств до міжнаціональних структур. Саме інновації утворюють поле мінливості економічних систем, в якому може реалізовуватися природний добір їх ефективних станів.

**Спадковість** є другим важливим фактором, що визначає розвиток. Під спадковістю розуміється здатність системи повторювати її характерні ознаки та особливості в ряду наступних змін.

Таким чином, спадковість є тим фактором, який «направляє» випадкові й невизначені зміни в «русло» закономірності та стійкості, не даючи процесу стохастичних та ймовірнісних змін (трансформацій) перетворитися в набір хаотичних подій, які, в принципі, неможливо передбачити.

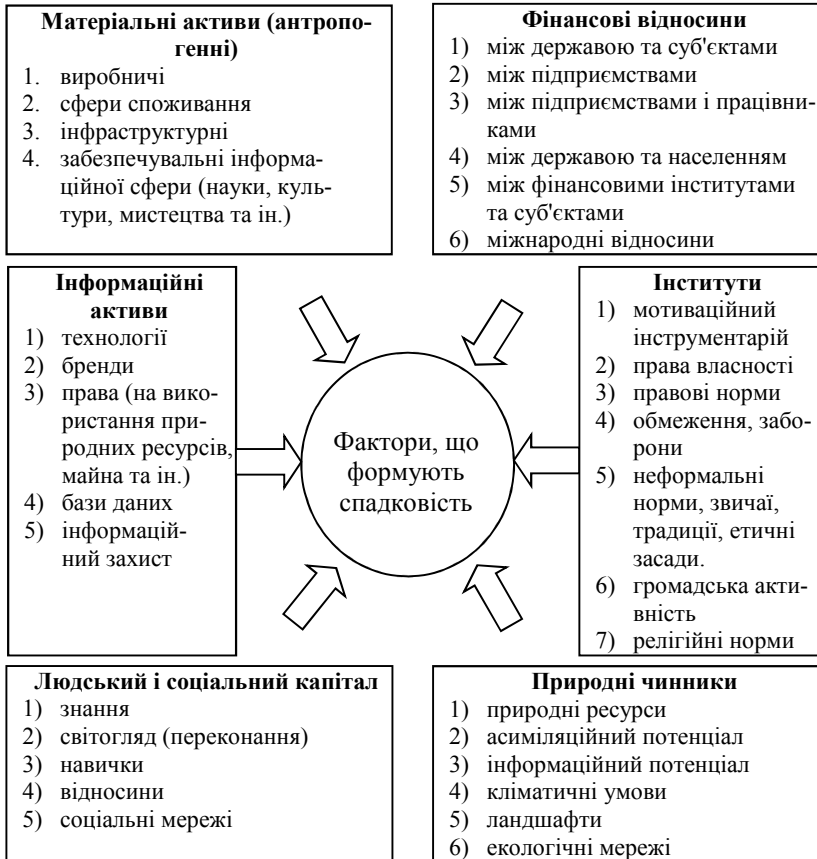
Основні фактори, що формують спадковість соціально-економічної системи, можна умовно виокремити в кілька груп (рис. 8.5):

- матеріальні активи;
- фінансові відносини;
- інформаційні активи;
- інститути;
- людський і соціальний капітали;
- природні фактори.

**Добір.** Згідно з класичним визначенням, *добір* – це виділення когось або щось з будь-якого середовища за певною ознакою (Основні, 2021). Принципова функція добору зводиться до виділення властивостей або характеристик системи, які можуть бути затребувані в майбутньому. Таким чином, виділяються не стільки хтось або щось, а властивості й характеристики, носіями яких вони є.

**Система добору.** Добір, відповідно до якого в реальну дійсність відбираються найбільш ефективні системні сутності та стани систем, в дійсності представляє собою

складну систему, що включає принципи, критеріальні начала, організаційні форми (методи, процедури) й критерії.



**Рисунок 8.5** – Фактори, що формують спадковість соціально-економічних систем

*Принципи добору* являють собою своєрідні правила, що обмежують форми проведення відбору. Принципи добору задаються фундаментальними законами природи та суспільства й визначають певну множину допустимих станів, в яких може перебувати система.

*Критеріальне начало (к.н.)* – це первинна властивість природи, що визначає загальний принцип реалізації відбору станів природних систем. К.н. є єдиним для систем будь-яких рівнів світобудови (включаючи екологічні та суспільні системи). Відповідно до нього, з багатьох альтернативних станів системи відбираються ті, які забезпечують *максимальну ефективність* функціонування системи. В наукових публікаціях використовується й більш конкретні формулювання к.н. Зокрема, наголошується на те, що відбираються ті стани систем, які *зменшують ентропію системи* або зменшують *дисипацію енергії* системою, тобто її незворотні втрати енергії.

*Форма добору* визначає той набір інструментів (прийомів, методів, процедур, організаційних основ), за допомогою яких реалізується функція відбору. Форма добору відповідає засобам (технологіям) досягнення мети, тобто відповідає на запитання: «як досягається мета?»

В екологічних і економічних системах зустрічаються різні форми добору: конкурентна боротьба, різні види випробувань, що задаються умовами існування, «конкурси» подолання бар'єрів, обумовлених необхідністю функціонування в умовах різного роду обмежень, та ін. Такими в економіці є аукціони й тендери, а в екосистемах – «лицарські бої» самців за прихильність самок або битви конкурентних груп за володіння територією.

*Критерії добору* – це ті параметри (характеристики), за якими відбираються різні стани системи.

За повідомленнями мас-медіа, за останні кілька років корпорація «Satellite Class Corp.» змогла збільшити продуктивність праці на 40%. При цьому 20% показників було забезпечено за рахунок додаткового стимулювання праці, а 20% – за рахунок того, що вдалося забезпечити добір хороших виконавців. Як відзначають експерти, дуже важливо

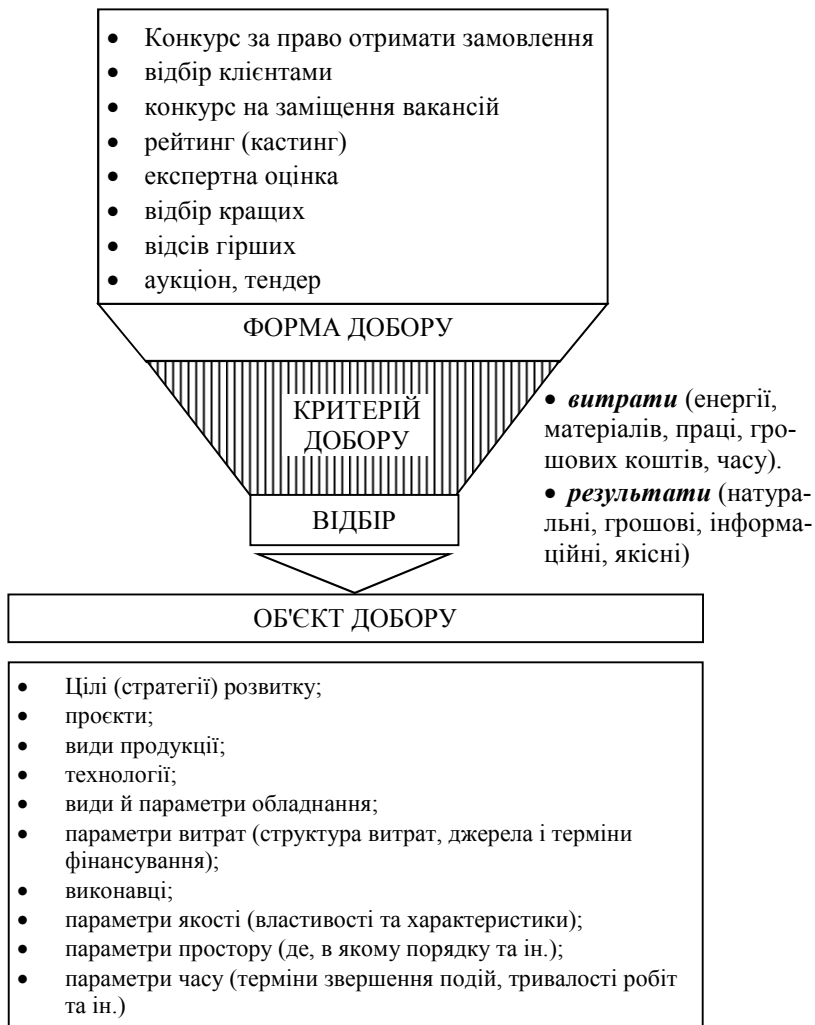
сформулювати систему адекватних стимулів. Якщо для роботи на вашому підприємстві ви будете залучати працівників наданням безкоштовних страховок із здоров'я, до вас на роботу намагатимуться йти люди, які потребують подібних страховок, тобто люди з поганим здоров'ям.

### **8.3 Організація штучного добору в економічних системах**

У міру того, як в ході еволюції зростають масштаби впливу людини на природу та створювані нею активи, збільшується роль рішень, які приймає людина. Це означає, що людина, залишаючись об'єктом природного добору (як представник одного з біологічних видів), все більше починає виконувати роль також і суб'єкта цього добору. Іншими словами, людина сама починає здійснювати добір, формуючи свої власні форми й критерії добору (рис. 8.6). Доречно припустити, що такий добір слід називати штучним.

Втім, будь-яке право припускає наявність не тільки певних повноважень, але й зобов'язань. Зокрема, як суб'єкт добору людина зобов'язана сформувати інструментарій його реалізації. Незалежно від міри повноважень з добору, які природа передає (делегує) людині, вона ані на мить не припиняє реалізовувати свій природний добір відносно самої людини. Це означає, що, отримуючи право на здійснення добору як суб'єкт його реалізації, людина не може ані на мить вибратися з систем природного добору вже як її об'єкт.

В результаті цього добору окремі особистості, колективи, підприємства, країни, етноси й навіть цілі континенти переміщуються вгору або вниз на різні поверхи умовної суспільної ієрархії, залежно від того, виграють або програють вони своїм опонентам в конкурентній боротьбі.



**Рисунок 8.6** – Характеристики штучного добору в економіці: форми, критерії та об'єкти добору

Розвиток економічних систем є невід'ємною умовою успіху в бізнесі. Розвиток передбачає незворотну, спрямовану, закономірну зміну системи. Стосовно до бізнес-

структур, ця спрямованість забезпечується точною постановкою цілей (визначенням напрямів інвестування, вибором продукції виробництва та структури витрат, правильним ціноутворенням і конкурентною політикою). Незворотність досягається за допомогою закріплення здійснюваних змін пам'яттю системи (технологічними активами і навичками персоналу), а прогресивність – підвищенням ефективності процесів виробництва та реалізації продукції. Значну роль відіграє впорядкованість підприємства, що досягається через гармонізацію трьох його основ: матеріально-енергетичної, інформаційної та синергетичної.

## Питання до розділу

1. *Що вкладається у поняття трансформаційних механізмів?*
2. *У чому суть адаптаційних механізмів?*
3. *У чому суть біфуркаційних механізмів?*
4. *Охарактеризуйте особливості біфуркаційних механізмів.*
5. *Яку роль відіграли механізми біфуркації в еволюції природи?*
6. *Яку роль грають різні форми емансипації природних систем у еволюції природи?*
7. *Дайте характеристику трьох можливих станів системи під час реалізації біфуркаційних механізмів.*
8. *За рахунок чого біфуркаційні механізми пришвидшують темпи розвитку системи?*
9. *Чим відрізняється лінійна та нелінійна поведінка системи?*
10. *Як пояснити поняття нелінійної логіки? Наведіть приклади.*
11. *У яких ситуаціях застосовується нелінійна логіка?*

12. Яку роль відіграють випадкові зміни в процесі розвитку системи, і чому їх неможливо цілеспрямовано генерувати?

13. Як концепція мінливості, спадковості та добору, відкрита Ч. Дарвіном, може бути застосована до розвитку соціально-економічних систем?

14. Охарактеризуйте основні функції, які виконують інновації в економічних системах. Як вони впливають на їхню мінливість?

15. Яку роль відіграє спадковість у розвитку соціально-економічних систем, визначте її основні фактори?

16. У чому полягає сутність добору в соціально-економічних системах, і як він сприяє їхньому розвитку?

17. Яким чином критерій добору впливає на ефективність функціонування системи?

18. Як принципи, форми та критерії добору взаємодіють між собою для відбору найбільш ефективних станів систем?

19. Яким чином людина водночас залишається об'єктом природного добору та стає його суб'єктом?

20. Які фактори забезпечують розвиток бізнес-структур та їхню конкурентоспроможність у сучасній економіці?

## Розділ 9

# ОСНОВИ ПРОГРЕСИВНОГО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

## 9.1 Енерго-інформаційна єдність процесів розвитку

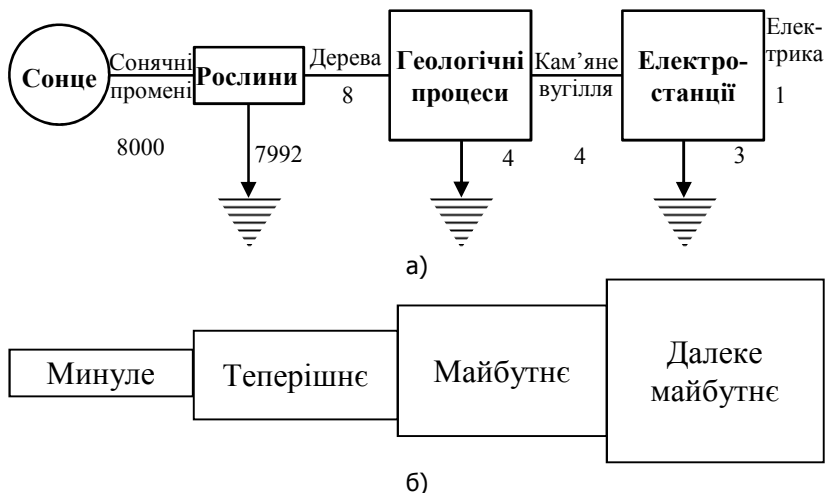
**Взаємозв'язок енергії та інформації.** Еволюція природи здійснюється в рамках синергетичних процесів взаємодії двох сутнісних начал – *матеріального* (речовинно-енергетичного) та *інформаційного*. Це обумовлює їхню діалектичну єдність.

Інформація народжується з енергії, точніше з різниці енергетичних потенціалів, яких набувають і своєю пам'яттю закріплюють різні природні сутності. У цьому контексті енергію можна розглядати як засіб виробництва інформації. У свою чергу, енергетичні потенціали формуються завдяки інформаційно організованій діяльності окремих частин системи та здійсненню нею керованого метаболізму. Підвищення енергетичного потенціалу системи може бути досягнуто в результаті її інформаційного вдосконалення, що веде до підвищення ефективності діяльності системи.

Таким чином, можна говорити про енергетично-інформаційну єдність процесів розвитку системи та еволюцію природи в цілому. Адже: *енергетичні потенціали обумовлюють відтворення інформації, інформація ж підвищує енергетичні потенціали.*

**Інформаційна «концентрація» енергії.** Американські вчені Говард Одум та Елізабет Одум у своїй книзі «Енергетичний базис людини й природи» (Odum et al., 1976) зробили значущий висновок про якісну відмінність видів енергії. Вони чітко не визначили критерії оцінки якості енергетичних потоків, але залишили логічний алгоритм конкретизації цього критерію.

На думку вчених, різні види енергії відрізняються своєю «концентрацією». У свою чергу, якість енергії зумовлена кількістю первинної енергії, яку потрібно витратити для отримання даного виду енергії. Чим вище рівень «концентрації» енергії, тим більше потрібно первинної енергії (тобто енергії нижчої якості) для її отримання. З іншого боку, подібна «концентрація» енергії супроводжується підвищенням питомих якісних характеристик енергії на процесах її споживанні – що можна назвати поліпшенням якості енергії. Справді, чим «концентрованіша» енергія, тим менше її кількості потрібно для виконання еквівалентного обсягу роботи. Або більшу кількість функцій вона здатна забезпечити. Вченими складено своєрідну шкалу якості енергії (рис. 9.1 а). Розвиваючи їхню думку, можна констатувати:



**Рисунок 9.1** – Динаміка енергетичних та інформаційних характеристик системи у процесі розвитку

- шкала якості енергії, що відображає витрати енергії нижчої якості для переходу її в енергію вищої якості;
- умовна схема підвищення інформативності суспільних систем під час прогресивного соціально-економічного розвитку

- з 8000 калорій енергії сонця лише 8 калорій матеріалізуються у деревах; проте ця, більш «концентрована» енергія, по-перше, має набагато більшу енергоємність (для

порівняння достатньо провести експеримент: закип'ятити котелок з водою на вогнищі з дровами й спробувати отримати той самий результат, використовуючи енергію сонця без будь-якого додаткового обладнання); по-друге, концентрована в деревах енергія має додаткові споживчі властивості: не залежить від погоди, допускає тривале зберігання та транспортування, ін.;

- з 8 калорій, сконцентрованих у дровах, 4 – переходить у вугілля, яке як енергоносіє має (у порівнянні з дровами) ще більш високі споживчі властивості, головним чином завдяки своїй більш значній енергоємності, накопиченій у речовині, а також можливості конвертації в інші види енергоносіїв (наприклад, у синтетичний бензин), це значно розширює спектр можливого використання енергоносія; а також допускає більш зручні та менш габаритні форми його транспортування та зберігання;

- із 4 вугільних калорій четверта частина, тобто 1 одиниця калорій переходить за допомогою процесів генерування на електростанції в електричну енергію, що колосально розширює форми та способи використання, консервації, транспортування та конвертації енергії в роботу на виробництві та в побуті. Крім того, електроенергія значно полегшує процеси накопичення, зберігання, переробки та відтворення інформації.

Різні за своєю якістю види енергії, на думку вчених, відрізняються також й здатністю виконувати ту чи іншу роботу. Калорії сонячної енергії ще мають бути сконцентровані для того, щоб вони могли виконати роботу. Калорії ж вугільного або ядерного палива – це енергія високої концентрації, яка будучи освоєною та інформаційно скерованою людиною, здійснює незрівнянно більший обсяг роботи. Її можна використати для управління значною кількістю процесів. Вона є результатом роботи безлічі видів енергії – від найбільш сконцентрованих до теплової енергії, що найбільш розсіюється.

***Підвищення інформативності систем.*** При уважному погляді на згадані процеси можна дійти висновку, що відбувається концентрація не тільки енергії, а й інформації. Підвищення інформаційної якості будь-якого матеріа-

льного чи інформаційного активу обумовлено підвищенням якості готових продуктів, у виробництві яких цей актив бере участь, переробляючи вихідні потоки речовини та інформації.

Вчені тут не використовують слово «ентропія» (й пов'язані з ним поняття), хоча впритул до цього підійшли. Що таке «підвищення здатності виконувати роботу», як не зниження ентропійної ціни енергії, її рівня дисипативності? І що таке «зниження якості енергії шляхом розсіювання», як не підвищення ентропійних (дисипативних) характеристик енергії? Таким чином, підвищення якості енергії означає зниження рівня її ентропійності. Згадаймо також, що ентропія пов'язана зворотною залежністю з інформацією. Отже, можна сказати, що підвищення якості (концентрації) енергії означає збільшення її інформативності (далі ми детально зупинимося на цьому понятті).

Якщо перенести запропоновану американськими вченими модель поетапного нарощування якості (концентрації) енергопотоків на еволюцію природи, отримаємо процес послідовного збільшення інформативності матеріально-інформаційних потоків, що нескінченно триває в часі.

***Час як фактор, що формує інформацію.*** Прогресивний соціально-економічний розвиток – одна з форм цього процесу. В його ході людина постійно підвищує рівень упорядкованості (здатності здійснювати корисну роботу) матеріальних активів, які використовуються при цьому. При прогресивному розвитку кожний наступний стан соціально-економічної системи (рівень розвитку продуктивних сил, досягнутих знань, навички людей, зміст капіталу, ін.) є інформаційно змістовнішим порівняно з попереднім.

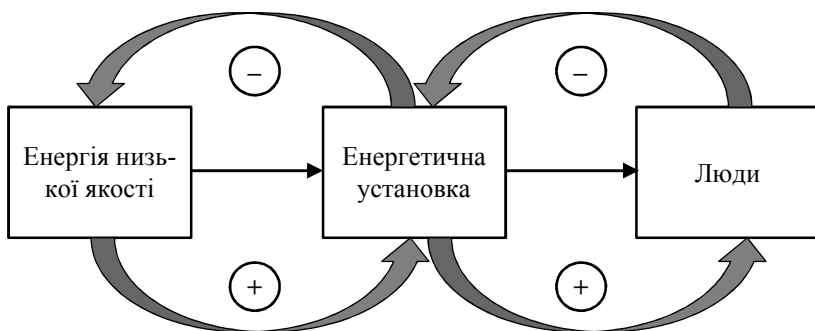
Таким чином, можна сказати, що час є так само інформаційно формуючим фактором, як і стадії виробництва. Інакше кажучи, при прогресивному розвитку майбутнє є більш інформативним стосовно сьогодення, а сьогодення – стосов-

но минулого (рис. 9.1 б). Відповідно, при регресивному, зга-саючому розвитку можна констатувати протилежне. Нагада-емо, що під інформативністю системи розуміється ступінь упорядкованості системи, що виражається в її здатності при-стосовуватися до виконання певних функцій.

## 9.2 Закономірності взаємодії енергії й інформації

**Організуєuche начало енергії високої якості.** Аналіз взаємодії потоків енергії різної якості дозволив згаданим американським ученим зробити ще один важливий висно-вок: *енергія високої якості може бути потужним організу-ючим началом енергії низької якості.*

Цей висновок Говард та Елізабет Одуми зробили на підставі дослідження двох видів зворотного зв'язку – нега-тивного та позитивного, що схематично показано на рис. 9.2.



**Рисунок 9.2** – Механізми зворотного зв'язку, що регулюють енергопотоки

У цьому випадку розбиралися дві можливі ситуації:

1) вплив потоків високоякісної енергії на потоки енергії низької якості (це позначено стрілкою зі знаком «←»);

2) вплив потоків енергії нижчої якості на потоки високоякісної енергії (позначено на схемі стрілкою зі знаком «+»).

З приводу першої ситуації вченими робиться висновок, що енергія низької якості, якщо на неї не впливає будь-яка високоякісна енергія, залишається непродуктивною чи малопродуктивною.

Енергія сонячного світла залишається недоступною для продуктивного використання людиною доти, доки не буде сконцентрована автотрофами в біомасу або уловлена створеними розумом і працею людини геліоустановками або хоча б лінзами, що концентрують сонячні промені (тобто енергією вищої якості). Енергія високої якості, отже, є організуючим началом концентрації енергії низької якості.

Зокрема, якщо при видобуванні вугілля для приведення в дію екскаватора або комбайна використовується електрика (тобто енергія вищої якості), то для опалення буде отримано набагато більше енергоносіїв (вугілля), ніж у тому випадку, якщо видобуток вестиметься вручну. При цьому дуже важливо, щоб електроенергія, що одержується, спрямовувалася саме на посилення (збільшення продуктивності, підвищення ефективності) виробничих процесів, а не на виконання тих функцій, які могли б виконуватися енергоносієм низької якості (в даному випадку вугіллям). Зокрема, безглуздо добувати вугілля, потім отримувати з нього електроенергію, щоб нею опалювати виробничі площі гірників. Цю функцію, зазвичай, успішно може виконувати вугілля й спеціальне паливне обладнання без проміжних витрат праці, коштів і тієї ж енергії.

Таким чином, енергія високої якості виконує роль підсилувача ефектів, отриманих за допомогою енергії низької якості. В процесі посилення дуже незначний за величиною потік високоякісної енергії, що називається *сигналом*, у багато разів підсилює потік енергії низької якості. При цьому потік високоякісної енергії забезпечує контроль загалом за

виробничим процесом, і в результаті може досягатися посилення одного або обох потоків (Odum et al., 1976). Подібне явище широко використовується в різних сферах, зокрема:

- в *електроніці* – в системах типу «тригер»; тут сигнал (з енергії високої якості), який пропускається через *цирку*; остання знаходиться між катодом і анодом, що генерує енергію низької якості; в результаті сигнал може різко збільшити потік такої енергії;

- у *хімії*, де роль сигналу грають *каталізатори*, які, самі не входять до складу продуктів реакцій, але можуть викликати їхнє суттєве прискорення;

- у *біології*, де функції підсилювача виконують *ферменти*;

- в *управлінні*, де функції підсилювача виконують *мотиваційні інструменти*.

**Інформативність енергії.** Спробуємо розвинути ідеї вчених, включивши до міркування поняття інформації. Як було зазначено в попередньому підрозділі, підвищення якості енергії, що супроводжується збільшенням її потенційної можливості здійснювати роботу (зменшувати ентропію), означає підвищення інформативності енергії. У наведених прикладах ми знаходимо ще одне підтвердження цього. Найбільш «концентрована» (відповідно до термінології Одумів) енергія здатна впорядковувати потоки енергії низької якості, тобто керувати ними. Зокрема, вплив малопотужного потоку висококонцентрованої енергії – так званого *сигналу* – є не чим іншим, як інформаційним впливом потоків енергії високої якості на потоки енергії низької якості.

Таким чином, крім теплового еквівалента, вимірюваного калоріями, види енергії (як і інші матеріальні активи) відрізняються своєю інформативністю, тобто здатністю виконувати роботу з *упорядкування системи*.

Можна зробити висновок, що *енергія інформативна*, а *інформація – енергетична*. Це означає, що різні види енергії

розрізняються своєю здатністю *змінювати рівень впорядкованості системи* (тобто рівень її інформативності), а різні види інформації – своєю здатністю змінювати (зокрема, посилювати) *потенціал* енергетичних потоків.

Інформаційна дія на потоки енергії дозволяє виконувати ще одну важливу функцію. Це функція відбору ефективних потоків, або, інакше кажучи, потоків, які мають будь-які властивості, корисні (затребувані) для конкретних умов (обставин). Тож, словосполучення *енергетичний потік* можна розуміти й буквально – як потік енергетичної субстанції, й розширено – як прийнятий результаті управлінського рішення варіант використання будь-яких видів ресурсів (сировини, матеріалів, енергії, інформації) нижчого рівня упорядкованості. В цьому випадку можна сказати, що потік має нижчий інформаційний статус (а згідно з визначенням Одумів, нижчу якість) порівняно з коригуючим ресурсом. Останній можна трактувати як ресурс, що дозволяє керувати ефективністю активів, які використовуються. Такий активний керівний інструмент, зокрема, може бути представлений технічним засобом, що підвищує продуктивність праці або керівником, який організує роботу колективу з максимальною ефективністю. В даному випадку можна говорити, що даний матеріальний чи матеріально-інформаційний фактор здійснює інформаційний контроль за енергетичним (квазіенергетичним) потоком нижчої якості.

### **9.3 Відносне заміщення енергії та інформації**

**Взаємна конвертація енергії та інформації.** Однією із заслуг Говарда та Елізабет Одумів є те, що їм вдалося розвинути погляди на різноманітність різних видів енергії.

На основі запропонованої шкали якості енергії американськими вченими розраховано енергетичні еквіваленти. У табл. 9.1 наводяться величини енергетичних витрат, необхідні перетворення одного виду енергії на інший. У першій колонці вказується кількість калорій енергії кожного виду, необхідне для отримання однієї калорії умовного палива (УП). У другій колонці наводяться еквіваленти умовного палива (одиниці умовного палива – ОУП) тим самим з видів енергії; останні отримані шляхом розподілу одиниці на величину, зазначену у першій колонці таблиці. Наприклад, оскільки для отримання однієї калорії електроенергії потрібно близько 4 калорій енергії кам'яного вугілля (включаючи непрямі витрати енергії під час роботи електростанції), то еквівалент умовного палива однією калорією електростанції дорівнює 0,25 калорії.

Оскільки кілька калорій енергії високої якості виконують ту саму роботу, що значно більше калорій енергії нижчої якості, приведення до одиниць умовного палива (ОУП) дозволяє порівняти корисний ефект для енергії різних видів (Odum et al., 1976).

**Таблиця 9.1** – Енергетичні еквіваленти

Вид енергії	Витрати енергії (кількість калорій для отримання однієї калорії УП)	Еквіваленти УП (ОЕП на одну теплову калорію)
Тепло від сонячних променів	10000	0,0001
Сонячне світло	2000	0,0005
Біомаса рослин	20	0,05
Деревина	2	0,5
Кам'яне вугілля та нафта, готові до вживання	1	1
Енергія падаючої води	0,33	3
Електроенергія	0,25	4
Грошові витрати (на 1970 р.)		25000 калорій/ долар

**Заміщення енергії інформацією.** На основі вищенаведених викладок можна дійти дивовижного відкриття.

Виявляється, жартівливий закон: «Добуток сили на розум є величиною постійною» – зовсім не жарт (!)

Можна вважати, що в житті подібний закон справді існує. Адже, чим менш інформативною є енергія, тим більше її потрібно, щоб досягти певного креативного результату (виконаної роботи). І, навпаки, чим «розумнішою» (інформативнішою) є дія, тим менше енергії (роботи, витрат праці й часу) вона вимагає. Як відомо, наведений закон має не менш відомі слідства, зокрема:

- «Сила є – тож розуму не треба»;
- «За дурною головою – немає ніг спокою».

У серйознішому трактуванні цей закон, мабуть, можна сформулювати так:

*При виконанні роботи інформація в певних межах може замінити енергію з економією останньої.*

Привертає увагу те, що в наведеної вченими табл. 9.1 ряду видів енергії з'являються гроші з дуже високим еквівалентом.

Справді, маючи гроші, можна купити будь-який вид енергії для виконання роботи. Можна оплатити працю персоналу, який сам виконає цю роботу. Можна легко придбати необхідний вид товарів та послуг, тобто в готовому вигляді отримати повний обсяг роботи без жодних турбот і відповідно витрат власної чи запозиченої енергії. Навіть цей неповний перелік напрямів вкладення коштів показує, що кожен із них теж має свою ціну.

За бажанням можна скласти для будь-якої країни чи будь-якого підприємства таблицю вартісних еквівалентів, де аналогами видів енергії були б напрями спрямування (вкладення) коштів, а критерієм вибору даних напрямів – величини економічного ефекту, який можна отримати на одиницю капіталу, що інвестується.

Чому ж однакові обсяги коштів мають різну ціннісну оцінку для різних напрямів інвестування? Або інакше кажучи, в чому принципова відмінність цих напрямів?

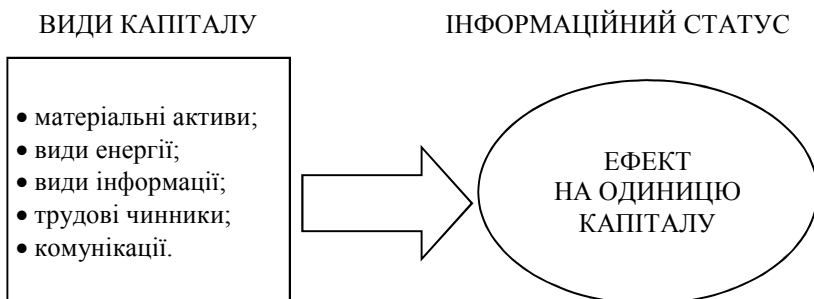
Очевидно, в мірі їх інформативності (до речі, так само, як і згаданих видів енергії). Слідуючи за цією логікою, можна сказати, що й самі інформаційні засоби відрізняються рівнем своєї інформативності. В основі такої оцінки (як ми переконалися раніше), лежить якість інформації – її *цінність, адекватність, повнота, своєчасність* тощо.

## 9.4 Інформаційний статус капіталу

**Ступінь інформативності (або інформаційний статус капіталу);** це поняття у першому наближенні може бути визначене як міра здатності капіталу здійснювати впорядкований вплив на процеси, що відбуваються в природі та суспільстві. Іншими словами, ступінь інформативності характеризує здатність певного виду капіталу підвищувати можливості системи виконувати роботу зі свого впорядкування.

*Кількісною мірою* інформаційного статусу капіталу можна вважати максимальний потенційно можливий ефект від використання даного капіталу – зокрема, обсяг вільної енергії (квaziенергії), яка може бути залучена в систему або заощаджена в ній завдяки використанню одиниці даного виду капіталу (рис. 9.3).

За своєрідні показники інформаційного статусу різних верстатів та інструментів можуть бути прийняті показники їх продуктивності. Характеристикою інформаційного статусу основних фондів можна вважати показник їх фондовіддачі.



**Рисунок 9.3** – Зміст інформаційного статусу капіталу

Дійсно, вкладення однієї й тієї самої суми коштів у різні види капіталу (сфери діяльності) може принести різні за своєю значимістю результати, які часто можуть відрізнятися на кілька порядків. Скажімо, альтернативами можуть бути:

- *закупівля енергоносіїв* для ліквідації їхнього дефіциту;
- проведення *енергозберігаючих заходів* для зниження потреби в енергоресурсах на величину їхнього дефіциту;
- *прийом на роботу спеціалістів* високої кваліфікації (або підготовка власних), які можуть змінити структуру енергоспоживання системи (наприклад, шляхом усунення енергоємних секторів діяльності).

Кожен із зазначених заходів має одну й ту саму мету – ліквідацію дефіциту енергоресурсів. Проте вони мають різну ціну реалізації, тобто вимагають різних витрат. Це означає, що економічний результат (тобто співвідношення доходів та витрат) буде теж різним.

Виходячи зі сказаного, можна зробити висновок, що інформаційний статус будь-якого виробничого активу обумовлений кількістю та якістю товарів, які виробляються з його допомогою (або виробничих функцій, які він виконує). Це передбачає, скажімо, здатність товарів якісно задовольняти певні потреби, забезпечуючи при цьому ви-

сокі експлуатаційні характеристики (ефективність, довговічність, надійність, швидкодію, ін.)

У свою чергу, інформаційний статус активу пов'язаний безпосередньо з кількістю та якістю інформації, яку містить актив для виконання необхідних у цьому випадку виробничих функцій.

Остання умова суттєва. Для виробничого активу важливо, щоб він містив не будь-яку інформацію (тобто набір потенційно можливих функцій для виконання), а лише ту, яка може бути корисною для справи, зокрема, що може бути задіяна при виконанні конкретних робіт (певних функцій), необхідних для виготовлення даних видів продукції. Власне, цінність будь-якого виду інформації, тобто її корисність для виконання певного виду функцій є одним із критеріїв, що визначають якість інформації.

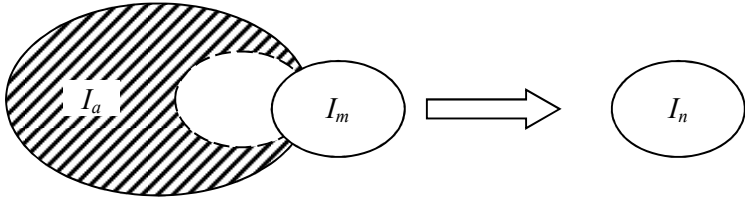
Зокрема, підприємство може мати в своєму розпорядженні найскладніше сучасне обладнання для виробництва оптичних приладів. Однак за умов даного підприємства інформаційний статус згаданого обладнання буде надзвичайно низьким. Причина – у тому, що це обладнання виявляється марним для тих функцій, які доводиться виконувати даній економічній системі, що спеціалізується на виготовленні швейних виробів. Тож, можна сказати, що устаткування використовуватиметься не за цільовим (функціональним) призначенням. Це й обумовлює його низький інформаційний статус, але не взагалі, а для даного виробництва.

У сучасних економічних системах, зазвичай, виробничі чинники (види капіталу) діють комплексно – взаємодоповнюючи один одного. Тому інформаційний статус певного виробничого процесу залежить від поєднання інформаційних статусів певних груп виробничих чинників, які беруть участь у процесі. При цьому підсумковий інформаційний статус комплексу активів лімітується інформа-

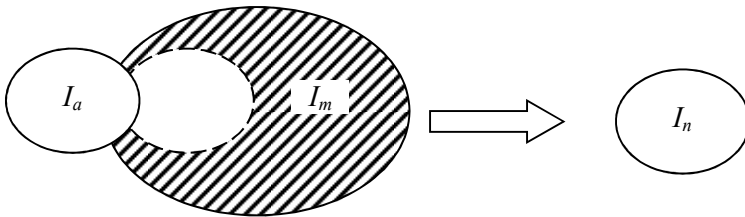
ційним статусом чинника, який має його мінімальне значення.

Наведені висновки можна проілюструвати прикладом поєднання потенційних інформаційних статусів певного виробничого активу (виду капіталу) –  $I_a$  та працівника, що його використовує (трудового чинника) –  $I_m$ .

Максимальний інформаційний статус виробничого процесу ( $I_n$ ) досягається тоді, коли інформаційний статус засобу виробництва відповідає інформаційному статусу працюючого (окремого виконавця або колективу, який використовує дані засіб виробництва), що умовно показано на рис 9.4.

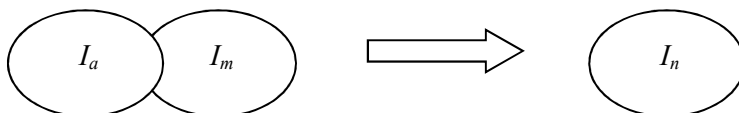


а) Інформаційний статус засобу виробництва значно вищий за інформаційний статус виконавця, який його застосовує (умовний приклад: малокваліфікованому робітнику запропонували працювати на багатофункціональному верстаті з програмним управлінням; робітник може реалізувати лише малу частку переваг, які може забезпечити верстат; заштрихована ділянка показує умовні потенційні втрати продуктивності);



б) інформаційний статус виконавця значно вищий за інформаційний статус засобу виробництва, який викорис-

товується працюючим (умовний приклад: комп'ютерника високого рівня при виконанні складних розрахунків забезпечили застарілим комп'ютером зі слабким програмним забезпеченням; заштрихована ділянка показує потенційні втрати економічного результату);



в) інформаційний статус засобу виробництва відповідає інформаційному статусу виконавця, що його застосовує (умовний приклад: бухгалтер, знайомий з комп'ютером, здатний за допомогою обчислювальної техніки оптимізувати облік на підприємстві, забезпечивши максимальну ефективність роботи).

**Рисунок 9.4** – Відповідність інформаційних статусів засобів виробництва та працюючого

В світлі сказаного можна краще зрозуміти глибинний зміст явищ соціального та економічного життя, що ведуть до зниження інформаційного статусу виробничих активів.

До явищ подібного плану слід віднести казнокрадство та крадіжки. Основна небезпека їх криється не стільки у зміні суб'єкта власності, скільки в значному зниженні інформаційного статусу вкраденого при його використанні. У термінах Одумів відбувається використання «високоякісної енергії» за призначенням та функціям «низькоякісної»). Наприклад, вкрадені гроші витягуються з обороту, де вони могли б виконувати роботу (підвищувати порядок). Натомість вони складаються в різного роду «кубишки», витрачаються на різні низькопробні розваги, вивозяться за кордон, де починають працювати на чужі економіки (тобто переводяться в розряд дисипативної енергії). Щось подібне відбувалося довгі роки з тими виробничими активами (засобами та продуктами виробництва), що виносилися через заводські прохідні (тобто вкраденими). Зокрема, перфока-

рти обчислювальних центрів використовувалися як підставки для посуду, устілок для взуття тощо. У надруковані друкарським способом бланки звітної документації загорталися піріжки. Високоякісними виробами з дерева та гуми топили пічки. Бензин та солярку просто зливали в землю тисячами літрів заради приписок «тонно-кілометрів пробігу» (а фактично – своєї рідної форми крадіжки).

У наші дні аналогами подібних явищ зниження інформаційного статусу активів є розкрадання високоякісних виробів із чорних та кольорових металів для здачі їх у металобрухт. У цьому ж ряду – несвоєчасні виплати зарплати. Останнє, мабуть, потребує коментарів.

Зароблена й нарахована зарплата фактично вже виступає як квазіенергетичний ресурс майбутнього, оскільки є основним чинником формування попиту майбутніх виробничих циклів. Крім того, невиплачена вчасно зарплата обмежує можливості майбутніх поколінь здобувати нормальну освіту, отримувати належне виховання, харчування та медичне обслуговування.

Несвоєчасна виплата зарплати є, висловлюючись термінами економічної науки, спробою компенсувати подовження існуючого періоду оборотності оборотних коштів за рахунок збільшення їхнього середнього залишку. Виходить, проблему підтримання гомеостазу (стаціонарності) нинішнього стану економічної системи намагаються вирішувати шляхом руйнування гомеостазу майбутніх станів. Проте, майбутній економічний цикл, за «законами» прогресивного розвитку, є більш інформативним стосовно теперішнього. Отже, майбутній стан системи можна розглядати як наступний етап процесу її саморозвитку та підвищення рівня її впорядкованості. Таким чином, йдеться про зниження рівня майбутнього гомеостазу системи по відношенню до потенційно можливого. Це є неминучою втратою можливих варіантів розвитку, що може кваліфікуватися як руйнація віртуальних перспектив розвитку системи.

Ще раз повторимося, що основні втрати, зумовлені крадіжками (у яких формах вони б не виступали), пов'язані зі значним зниженням інформаційного статусу вкраденого.

Підсумовуючи все вищесказане, можна констатувати, що необхідною передумовою прогресивного розвитку системи є її здатність до постійного підвищення інформаційного статусу її компонентів.

## **9.5 Енерго-інформаційний зміст механізмів зворотного зв'язку**

Сказане дозволяє по-новому подивитися на механізми реалізації зворотного зв'язку. Вони забезпечуються у вигляді двох видів взаємодії енергії та інформації (в даному контексті енергія трактується розширено як будь-який матеріальний актив).

*Механізм негативного зворотного зв'язку* обумовлений впливом енергії «вищої якості» на енергопотоки «нижчої якості». «Високоякісна» енергія не лише більш інформативна, але й є дорожчою, оскільки потребує значно більш вагомих витрат праці для свого отримання. Це означає, що використання високоякісної енергії для підвищення впорядкованості енергопотоків низької якості (тобто підтримання існуючого гомеостазу системи) виправдане лише в тому випадку (за тими напрямками та у відповідному обсязі), якщо сумарний результат від підвищення ефективності в системі більше витрат на збільшення «якості» обсягу «високоякісної» енергії, що використовується для цих цілей.

Одним із найбільш ефективних методів управління процесами підтримки гомеостазу соціально-економічних систем є той, який ґрунтується на використанні інформаційного контролю гомеостазу.

*Інформаційним контролем гомеостазу* можна вважати процес підтримання стану стаціонарності (стійкої динамічної рівноваги) на основі керівного інформаційного принципу, тобто інформаційного алгоритму (правила, прийому, технічного засобу або методу), що значно знижує ресурсомісткість (зокрема, енергоємність, якщо розуміти це в розширеному значенні) здійснення функції підтримання гомеостазу. Його застосування дозволяє досягати задану мету з витратами енергії (квазіенергії) незрівнянно (на кілька порядків) менше рівня метаболізму системи, тобто її речовинно-енергетичного обміну з довкіллям.

Інакше кажучи, мова йде про те, щоб утримувати гомеостаз не силою, а думкою (інформацією). Це надзвичайно важливо. Щоб переконатися, наскільки безперспективною є силове підтримання стаціонарного стану (стійкої нерівноважності) системи, достатньо навести лише кілька прикладів.

Спроба підвищити стійкість (або міцність) будівлі за рахунок посилення її матеріальних конструкцій зазвичай призводить до збільшення ваги конструкції. Наслідком є те, що зазвичай спостерігається зворотне явище: стійкість (міцність) будівлі не зростає, а знижується. До того ж, зростають витрати на будівництво. Висновок: необхідно шукати вихід в інформаційному розв'язанні проблеми – застосуванні нових проектних рішень або полегшених конструкційних матеріалів, що дозволяють поєднувати завдання підвищення міцності зі зниженням маси конструкції.

Ще один приклад – із господарської сфери. Спроби домогтися збільшення збору податків з підприємств за допомогою збільшення податкових ставок і посилення контролю за діяльністю підприємств обертається різким зниженням податкових надходжень. Частина підприємств виходить із бізнесу, не витримавши податкового навантаження, а частина – йде «в тінь». До того ж значна частка зібраних коштів починає витрачатися безпосередньо на саму функцію податкового контролю. Вихід може бути знайдений у зниженні податкового пресу та у переведенні

частини підприємців на єдиний податок. Тоді починають включатися механізми самоорганізації підприємств, і вони самі починають виконувати функцію контролерів.

Зазвичай найбільш трудомісткими завданнями у підтриманні гомеостазу є ті, що пов'язані з функціями:

- утримання заданого напрямку руху (функція цілепокладання);
- забезпечення узгодженості поведінки окремих підсистем у рамках єдиної діяльності усієї системи в режимі авторегулювання (синергетична функція);
- вирішення завдання організації підсистем (функції самоорганізації та самоврядування).

**Функція цілепокладання.** Згадаймо, як важко утримувати заданий напрямок руху багатотоннажного транспортного засобу. Ще складніше встежити, щоб тисячі економічних суб'єктів здійснювали свою діяльність у руслі певної економічної політики держави (наприклад, з метою захисту прав вітчизняного товаровиробника, розширення робочих місць або посилення екологічної спрямованості) Для вирішення першого завдання в авіації вигадано автопілот, для вирішення другого – в економіці розробляють системи спрямованого оподаткування. Податкові пільги (зменшені чи нульові ставки податків, податкові канікули, ін.) встановлюються для соціально значимих видів діяльності: зокрема, тих, що створюють інноваційну продукцію, розвивають «зелену» економіку, забезпечують працю інвалідів, ін.

**Синергетична функція.** Полегшення реалізації синергетичної функції, що забезпечує узгодженість дій окремих підсистем, асоціюється зі стройовою піснею, хоромим мовленням або барабаним дробом. Саме вони задають ритм і полегшують завдання «йти в ногу» людям у строю, де необхідна така синхронність руху окремих учасників. Щоб «крокували в ногу» в потрібному напрямку економіч-

ні суб'єкти, використовується система планів із системою відповідної мотивації, що передбачає покарання тих, хто «проштрафився» або преміювання тих, хто виконує роботу своєчасно й потрібної якості.

**Функції самоорганізації та самоврядування.** Наскільки важливо забезпечити реалізацію функцій самоорганізації та самоврядування, можна зрозуміти, порівнюючи режим самоорганізації з процесом управління соціально-економічною системою в ручному режимі. Необхідно безперервно відтворювати низку надзвичайно трудомістких функцій. Зокрема, постійно необхідно вирішувати стосовно кожного виконавця значний обсяг завдань і визначати: «що робити?», «як робити?», «з чого робити?», «куди подіти зроблене?». Крім того, необхідне постійне вирішення проблем мотивації виконавців та координації їх зусиль у просторі та часі. При помилкових рішеннях значна частина коштів, що заробляються системою (вільної квазіенергії) йтиме на додаткові витрати щодо забезпечення організаційних та управлінських функцій (у тому числі, й за рахунок постійного збільшення апарату контролюючих служб).

При правильному підході до забезпечення функцій самоорганізації та самоврядування лівова частка відповідної роботи здійснюватиметься всередині самої системи, не вимагаючи втручання ззовні. В цьому випадку роль керівника зосередитися на розробці інформаційного принципу, що задається ззовні. Це може бути розроблений комплекс правил, пов'язаних із системами обмежень і мотивів. Прикладів згаданих вище правильних і неправильних підходів є чимало у практиці економічних відносин. Можна забезпечувати зайнятість мільйонів безробітних, інвестуючи державні кошти в створення додаткових робочих місць. А можна створити такі економічні умови, коли ці мільйони безробітних перетворюються на підприємців, які самостійно організують своє господарське життя й, до того ж, регуля-

рно забезпечуватимуть надходження до державної скарбниці у вигляді податків.

Історія розвитку людства показує чимало прикладів інформаційного контролю гомеостазу системи. До них можна віднести:

- дитячу іграшку «дзига», де легкі осьові рухи рукоятки (зверху-вниз) по спіральному жолобі дозволяють підтримувати високу швидкість обертання системи;
- будь-які види важелів та домкратів;
- системи кермового управління автомобілем та літаком, які дозволяють людині керувати транспортними засобами з мінімальними витратами енергії;
- підтримання курсу валют додатковим продажем (інтервенцією) на ринку валюти, курс якої зростає;
- колесо та ін.

Однією з умов застосування керівного інформаційного принципу є визначення такого поєднання в просторі та часі високоякісних та низькоякісних енергетичних чи квазіенергетичних потоків (інформації, коштів, речовинно-енергетичних ресурсів), яке б забезпечувало мінімальні витрати системи на підтримання стану стаціонарності (гомеостазу) системи при максимальному результаті. Це досягається системою, зокрема, за рахунок припливу до системи вільної енергії.

Щоб реалізувати механізм інформаційного контролю гомеостазу системи, необхідно мати, кажучи фігурально, «спектральний зір», що дозволяє розрізняти інформаційні «відтінки» (ступінь інформативності) різних елементів соціально-економічної системи: матеріально-енергетичних потоків, напрямів використання коштів, видів інформації. Ці відтінки зазначених матеріально-інформаційних активів визначаються їх місцем у виробничому процесі, сферою соціально-економічної діяльності, фактором часу.

Використовуючи таку специфічну термінологію, як «спектральний зір» чи «дальтонізм», що існує у вузькій сфері офтальмології, ми наголошуємо на важливості такої здатності, як уміння розрізняти функціональне призначення різних видів витрат, яке економічний суб'єкт здійснює для забезпечення свого функціонування та розвитку.

Згадаймо квазіенергетичний баланс економічної системи. Потік коштів, що надходить у систему (аналог вільної енергії) розпадається на велику кількість «струмочків» – напрямів витрат на різні цілі господарської діяльності. Усі вони можуть бути об'єднані у чотири групи витрат: дисипативних, метаболічних, гомеостазних та трансформаційних (ті, що розглядалися в розділі 2). Головна відмінність між ними полягає в природі причинно-наслідкових зв'язків між величиною кожного зі згаданих витрат та кількісною оцінкою результатів, що реалізуються внаслідок здійснення цих витрат, тобто, іншими словами, у залежностях «витрати-результати».

Зокрема, економія у витратах на зарплату адміністративного персоналу може погіршити організацію виробництва (але може й не погіршити), а от невиплата зарплати основним виробничим робітникам з великим ступенем ймовірності вестиме безпосередньо до зриву (погіршення) виробництва продукції. Зокрема, відсутність коштів на закупівлю матеріалів для поточного ремонту будівлі цеху може призвести лише до його несвочасної побілки. І тільки! А, ось якщо не буде вчасно закуплено сировину та матеріали для основного виробництва, це автоматично позбавить можливості продовжувати виробничий процес.

Особливо важливо, щоб навички, умовно кажучи, «спектрального зору» мали керівники всіх рівнів і фахівці, які приймають рішення. Саме вони в першу чергу мають орієнтуватися, на чому можна економити, а на чому – не можна. Тільки викорінення інформаційного «дальтонізму» залишає шанс країні для швидкого піднесення економіки та набуття стійких темпів соціально-економічного розвитку.

*Механізм позитивного зворотного зв'язку* зумовлюється впливом енергетичних потоків енергії «низької якості» на потоки «високоякісної» енергії. Йдеться про можливість ініціювання за допомогою «низькоякісних» (дешевих) потоків енергії чи квазіенергії (читай матеріальних та фінансових активів) процесів розвитку соціально-економічної системи, віднесених у майбутнє. Нагадаємо, що сам механізм позитивного зворотного зв'язку передбачає цілеспрямовану трансформацію існуючого рівня гомеостазу для набуття системою нового стійкого стану, заснованого на новому рівні гомеостазу.

Найбільш яскравим прикладом використання «низькоякісної» дешевої енергії для отримання значного результату з перетворення природи, є метод спрямованого вибуху. Робота, яку сотні землекопів або кілька задіяних екскаваторів виконували б протягом тижнів, може бути за допомогою «грубого» вибуху (в буквальному розумінні) виконана (включаючи підготовчу роботу) за кілька годин. Безумовно, за умови, що вибух справді спрямований, тобто управляється інформацією тобто (направляється малими імпульсами енергії «високої якості»).

Часто подібним методом користуються політики, які досягають своєї мети, використовуючи енергію «вибуху» (але вже в переносному значенні) «обуреного натовпу» для «розчищення» поля діяльності від своїх опонентів.

За допомогою імпульсів енергії «низької якості» у природі, технічних системах чи суспільстві можуть бути запуснені процеси, що належать до класу лавиноподібних. Причому це може бути зроблено як усвідомлено, так і ненавмисно.

Варто, наприклад, не вгадати з будь-яким податком або ціною на певний товар (зокрема бензин), як країною прокотиться хвиля розорень дрібних і середніх підприємців. Однак можна говорити й про інше. Введення податко-

вої пільги на певний вид діяльності (фактично відіграє роль непрямой державної інвестиції) може ініціювати розвиток цілих галузей, що формують профіль реструктуризації, сприятливої для національної економіки.

Методи «цілеспрямованого вибуху» та «імпульсу лавиноподібних процесів» є дуже ефективним засобом управління процесами розвитку. Разом з тим, саме через високу ефективність здійснення роботи, це дуже ризиковані методи. Через це відповідні заходи вимагають ретельного прогностного опрацювання можливих інформаційних каналів розвитку майбутніх процесів. Будь-яка помилка може вести до великомасштабних економічних чи соціальних втрат. Існує ризик, що енергетичний (квазіенергетичний) імпульс забезпечить значний ефект, проте «не в потрібному напрямі».

Загальним для всіх методів реалізації механізмів позитивного зворотного зв'язку є спрямування на максимальне використання енергії природних процесів, як в економічній сфері, так і в суспільстві.

***Вартісна природа механізмів зворотний зв'язку.***

Висловлені міркування наводять ще на одну думку. Стосовно економічної системи первинні вхідні ресурси можна розглядати як «енергію нижчої якості». Вироблена продукція ж може вважатися аналогом «енергії вищої якості». Під кутом зору до подібного підвищення інформаційного статусу предметів праці можна розгледіти багато різних аспектів.

Пересічному читачеві досить порівняти характеристики, які мають, виходячи з конвеєра нові автомобілі, телевізори або комп'ютери з властивостями тієї купи вихідних матеріалів, з яких ці вироби виготовлені. Цей приклад наявно свідчить про еволюцію інформаційного статусу предметів праці з погляду споживача, тобто на основі збільшення споживчої вартості ресурсів в ході виробництва.

Для економістів, які представляють інтереси підприємства-виробника, важливим є інший погляд. Вони можуть бачити, як збільшується інформаційний статус виробничих ресурсів у тій додатковій вартості, яка матеріалізується у виробленій продукції. Зростання інформативності предметів праці для підприємства-виробника може бути виміряне отриманим додатковим прибутком.

У будь-якому разі, первинні (вхідні) ресурси – це активи нижчої «інформаційної якості», що дозволяють отримати продукти з вищим «інформаційним статусом». З економічної точки зору, це, крім усього іншого, – можливість з дешевших і менш цінних ресурсів отримати дорожчі й цінніші товари.

Зниження кількості менш цінних ресурсів «на вході» підприємства означатиме зниження виробництва більш цінних продуктів «на виході» підприємства. З огляду на це керівникам та спеціалістам підприємства потрібно дуже обережно ставитися до так званої «економії сировини». Існує небезпека «разом із водою виплеснути й дитину». Іншими словами, під виглядом боротьби за економію ресурсів можуть бути зменшені продуктивні витрати виробничого призначення, що визначають послідуочий вихід готової продукції або підвищення її якісних характеристик.

Аналізуючи особливості реалізації механізмів негативного й позитивного зворотних зв'язків, можна дійти висновку: мистецтво успішного управління розвитком – це майстерність здійснення інформаційного контролю гомеостазу системи. Воно засноване на здатності створювати умови для майбутніх трансформацій системи, спрямовуючи речовинно-енергетичні потоки первинних ресурсів за найбільш ефективними інформаційними каналами.

## Питання до розділу

1. Поясніть діалектичну єдність енергії та інформації.
2. Як підвищення якості енергії пов'язане зі збільшенням її інформативності?
3. Чому час можна розглядати як фактор, що формує інформацію в соціально-економічних системах?
4. Яким чином інформація може впливати на ефективність енергетичних потоків у контексті управлінських рішень?
5. Роль низькоякісної енергії у розвитку систем. Наведіть приклади.
6. На конкретних прикладах обґрунтуйте відносну заміну енергії та інформації.
7. Охарактеризуйте таке поняття як інформаційний статус капіталу.
8. Обґрунтуйте принципи добору засобів виробництва та виконавців залежно від їхніх інформаційних статусів.
9. На основі аналізу зміни інформаційного статусу обґрунтуйте згубність крадіжок.
10. Дайте енергоентропійне пояснення дії механізмів зворотного зв'язку.
11. Що таке інформаційний контроль гомеостазу?
12. Яким чином функція цілепокладання допомагає економічним суб'єктам діяти в межах певної економічної політики держави?
13. Яка роль самоорганізації та самоврядування у функціонуванні та розвитку економічних систем.
14. Чим зумовлений механізм позитивного зворотного зв'язку з погляду енергоентропійного регулювання?
15. Поясніть вартісну природу механізмів зворотного зв'язку.

## Розділ 10

# ЕНЕРГОЕНТРОПІЙНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ

### 10.1. Поняття про ентропійний баланс

**Виникнення ентропії.** Як було показано в попередніх розділах, будь-які процеси функціонування та розвитку систем супроводжуються довільним (природним) зниженням їхньої впорядкованості. Це називається збільшенням *ентропії* в системі, або виробництвом системою ентропії. Причин тому – кілька. По-перше, відбувається невідворотне зношування компонентів, з яких складається система. По-друге, на функціонування (і навіть просто на підтримання стаціонарності свого стану) система щомоментно змушена витрачати енергію. По-третє, неминуче частина енергії незворотно втрачається, розсіюючись (дисипуючи) в зовнішнє середовище. При цьому ця енергія не виконує жодної корисної дії.

В економічних системах виробництво ентропії пов'язане, зокрема, з фізичним зносом матеріальних активів, зниженням ефективності використання інформаційних факторів (частина з них застаріває, інша – втрачається або забувається), порушенням внутрішньосистемних і зовнішньосистемних зв'язків (зокрема, з різних причин перериваються поставки сировини від традиційних постачальників, через зниження попиту на вироблену продукцію ряд оптових покупців зменшують заявки на її придбання).

На здійснення своєї діяльності (закупівлю сировини, виробництво та реалізацію продукції) підприємство щодня витрачає свої кошти. Навіть підприємство, яке тимчасово не випускає продукцію, змушене нести витрати: підтримується працездатність виробничих площ, виплачується (хоч і в зменшеному вигляді) зарплата персоналу, здійснюються організаційні витрати (орендні платежі, плата за землю,

ін.). Та цим поточні витрати, що збільшують ентропію, не обмежуються.

Підприємство змушене також нести частину непродуктивних витрат квазіенергії. Втрачаються кондиції частини продукції, що пролежує нереалізованою на складі. Виникають збитки через неможливість реалізації окремих обсягів продукції або її вимушену реалізацію за заниженими цінами. До цього слід додати: податки, корупційні платежі, спонсорські виплати тощо.

Усі перелічені фактори й зумовлюють виробництво ентропії, яка є мірою підвищення неупорядкованості у системі. Адже втрата енергії (квазіенергії) – перший крок до неминучого зниження впорядкованості. Зокрема, безлад починається там, де виникає нестача коштів для ремонту виробничих потужностей, своєчасної виплати зарплати для їх обслуговування тощо.

**Антиентропійна діяльність.** Подолати наростання неупорядкованості можна лише цілеспрямованою діяльністю з відтворення впорядкованості (умовно, *негативної ентропії*) в системі. Для цього в системі повинні постійно поповнюватися втрачені запаси вільної енергії. Це може відбуватися лише за рахунок залучення системою вільної енергії з зовнішнього середовища. Як тут ще раз не згадати улюблену приказку менеджерів: «Все погане (читай – ентропія) приходить само собою), все хороше (читай – упорядкованість) треба організовувати!»! Діяльність відкритих стаціонарних систем саме й спрямована на подолання наростання в них ентропії.

Доречно згадати слова нобелівського лауреата А. Шредінгера, який говорив, що «живі організми харчуються негативною ентропією». Інакше кажучи, зміст фрази слід розуміти, що живі організми існують за рахунок здатності компенсувати своєю креативною діяльністю наростання ентропії у системі за рахунок зовнішніх факторів.

Таким чином, співвідношення (баланс) процесів виробництва ентропії в системі та її відтоку (тобто відтворення впорядкованості) є однією з найважливіших характеристик та найбільш наочних показників якості функціональної діяльності системи та її поточного стану.

**Енергоентропійний баланс.** Побудова енергоентропійного балансу ґрунтується на аналізі трансформації величини ентропії системи. Зміна ентропії відкритої стаціонарної системи складається з двох складових (рис. 10.1):

$$\Delta S = \Delta S_{\text{вн}} + \Delta S_{\text{зн}}, \quad (10.1)$$

де  $\Delta S$  – загальний приріст ентропії у системі;

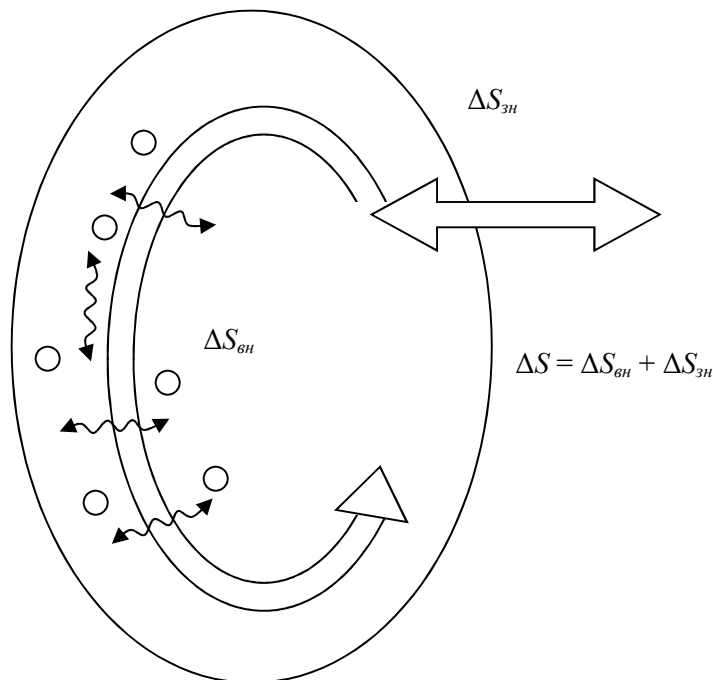
$\Delta S_{\text{вн}}$  – приріст ентропії, що виробляється всередині системи; він обумовлений процесами довільного зменшення рівня впорядкування системи (процеси зносу, погіршення функцій, порушення зв'язків тощо) та є завжди позитивною величиною ( $\Delta S_{\text{вн}} \geq 0$ ); інакше кажучи, рівень впорядкованості системи не може підвищитися сам собою; більш того, навіть для того, щоб він залишався постійним необхідно докладати певних зусиль;

$\Delta S_{\text{зн}}$  – зміна ентропії, пов'язана з речовинно-енергетично-інформаційним обміном між системою та зовнішнім середовищем; ентропія змінюється внаслідок обміну з середовищем як безпосередньо енергією, так і речовинами; адже ентропія є функція матеріального стану – разом із речовиною ентропія надходить у систему чи виводиться з неї.

Таким чином, стан системи залежить від двох факторів: ентропії, що виробляється всередині системи, та ентропії, обумовленої зовнішнім обміном.

**Передумови стійкості та розвитку.** Знак  $\Delta S_{\text{зн}}$  може бути й додатним, і від'ємним: іншими словами, приплив ентропії в систему може бути як більшим, так і меншим від її відтоку. Відповідно, зміна ентропії відкритої системи загалом може бути позитивною, негативною або рівною нулю. Граничний стан системи буде досягтися тоді, коли

виробництво ентропії всередині системи точно компенсуватиметься відпливом ентропії за рахунок її обмінної складової, а формула 10.1 набуде вигляду.



**Рисунок 10.1** – Схема сумарного виробництва ентропії у системі

$$\Delta S_{\text{вн}} = -S_{\text{зн}}, \text{ або} \quad (10.2)$$

$$\Delta S_{\text{вн}} + \Delta S_{\text{зн}} = 0. \quad (10.3)$$

Такий режим може бути названий необхідною передумовою знаходження системи у стійко нерівноважному, або стаціонарному стані. Саме в цьому випадку значення зазначених двох ентропійних складових будуть рівними за абсолютною величиною, але мати протилежні знаки.

Зменшення ж ентропії буде досягатися лише в тому випадку, якщо відтік ентропії в зовнішнє середовище перевищуватиме її збільшення всередині системи, тобто

$$\Delta S_{зн} < 0, \text{ але } |\Delta S_{зн}| > |\Delta S_{вн}|, \text{ або} \quad (10.4)$$

$$\Delta S_{вн} + \Delta S_{зн} < 0. \quad (10.5)$$

Наголосимо, що розглянуті умови є лише *необхідними* передумовами перебування системи у відповідних станах *стаціонарності* чи *прогресивного розвитку*.

Чому це не забезпечує й *достатніх* передумов? Та тому, що розглянуті умови можуть стати результатом фіксації двох розділених у часі станів системи.

За період у проміжку між початковою та кінцевою фіксацією часу система може багаторазово змінювати свої стани. Зокрема, система може зазнавати постійного, до того ж абсолютно безладного чергування зменшення та збільшення ентропії. Хід зміни такого стану не може бути названий ані стійким, ані впорядкованим.

Безумовно, більшості зрозуміло, що без миття посуду, прибирання кімнат та ремонту доріг не можна досягти нормального стану кухні, квартири, дорожнього господарства. Це необхідна умова впорядкованості відповідних систем. Але важливим є не лише сам факт проведення відповідних робіт, їх обсяг і навіть їх результат, а й те, наскільки регулярно вони проводяться.

Помивши раз на тиждень посуд, ідеально прибравши раз на місяць у квартирі та відремонтувавши раз на рік дороги в місті, ми повністю усуваємо безлад, і невпорядкованість, які там утворилися. Це означає, що ми цілеспрямованою діяльністю повністю усуваємо кінцевий результат збільшення ентропії у відповідних системах, а може навіть перевищуємо їхню попередню впорядкованість (тобто ту, яка була спочатку на кухні, в квартирі, на дорогах до того, як рівень їх впорядкованості почав зменшуватися).

Але чи означає це, що нам вдалося досягнути стану впорядкованості системи протягом усього згаданого періоду? Зовсім ні. Цілий тиждень на кухні росла гора немитого посуду, більшу частину місяця доводилося жити в неприбраній квартирі, значну пору року дороги в місті залишалися розбитими. Більшість відповідних періодів згадані системи залишалися в невпорядкованому стані. Іншими словами, при нульовому балансі на кінець періоду результатів ентропійної та антиентропійної діяльності результат упорядкованості стану системи в рамках періоду явно невтішний.

Ситуація може суттєво змінитись, якщо змінити підхід до впорядкування системи. По-перше, усунути безлад відразу, як він з'являтиметься. А по-друге, перенести акцент із усунення наслідків процесів збільшення невпорядкованості на їхню поточну мінімізацію (тобто зниження виробництва ентропії в окремі періоди часу). Скажімо, прагнути максимально підтримувати порядок у квартирі, повертаючи речі на своє місце після кожного їх використання («чисто не там, де прибирають, а там, де не сміять»). Або ж добиватися високої якості доріг, підвищуючи їхню довговічність і витрачаючи на це необхідні кошти. Це максимально знизить потребу в ремонті.

Такий підхід суттєво змінює характер витрат на антиентропійну діяльність. По-перше, замість «ліквідації наслідків порушення» (зазвичай це різні форми усунення наслідків аварій, поточних ремонтів чи генеральних прибирань) витрати спрямовуватимуться на профілактику (попередження) порушень. По-друге, витрати мають деконцентруватися (розподілятися) в часі. Кошти використовуватимуться не тоді, коли «вже терпіти не можна», а тоді коли цього вимагає регламент. Як правило це означає: до того, коли порушення ще не сталося. По-третє, витрати на «профілактику» зазвичай виявляються в кілька разів нижчими (за оцінками автора, від 2 до 10 разів), ніж витрати «на усунення наслідків». Навіть горезвісний «ямковий ремонт доріг» буде тим дешевше, ніж на більш ранній стадії утворення ям на дорогах він проводитиметься. При цьому шкода від експлуатації пошкоджених доріг буде тим біль-

шою, чим довше в такому стані ними доведеться їздити автомобілям.

Сказане змушує замислитися ще над однією проблемою, а саме: над формуванням форм мотивації антиентропійної діяльності. Стимулювати виконавців потрібно не за обсяги виконаної ними роботи зі зниження ентропії в системі, а за кінцевий результат: процес поточного відтоку ентропії, що стійко підтримується в часі, з системи.

Іншими словами, платити треба:

- *механікам* – не за обсяги ремонтних робіт (і навіть не за їх якість), а за підтримання обладнання в робочому стані (у тому числі, і за відсутність неполадок та аварій, а отже, – і потреби у самому ремонті);
- *лікарям* – не за лікування хворих, а за високий стан здоров'я потенційних пацієнтів та мінімальну потребу у лікуванні;
- *менеджерам* – не за ліквідацію «авралів» і надзвичайних подій, а за їх відсутність, тобто вміння їх передбачати та попереджувати.

Згадується приклад з практики відомого підприємця й організатора праці Г. Форда. Своїм механікам з обслуговування роботи конвеєра він платив лише за той час, поки робітники перебували в кімнаті відпочинку. Як тільки вони залишали кімнату для ремонту конвеєра, оплата їх праці припинялася. Робітники завжди були зацікавлені, щоб ремонтів (а відповідно, й зупинок) конвеєра було якомога менше (слідкували на совість за якістю його роботи). А якщо вже й траплялися зупинки, ремонти проходили якомога швидше.

Що ж потрібно, щоб досягти достатніх передумов певного стану системи? Щомоментне дотримання зазначених умов. Зокрема, у стаціонарному стані система перебуватиме тоді, коли в кожен із моментів певного періоду часу виробництво ентропії всередині системи супроводжуватиметься зниженням ентропії за рахунок обмінних процесів із зовнішнім середовищем.

Таким чином, для формування енергоентропійних балансів надзвичайно важливим моментом є облік фактору часу. Тепер можемо сформулювати як *необхідні*, так і *достатні* передумови забезпечення стаціонарного стану. Він буде підтримуватися, якщо протягом певного періоду часу дотримуватиметься умова

$$\frac{dS}{dt} \leq 0, \text{ або:} \quad (10.6)$$

$$\frac{dS_{\text{вн}}}{dt} + \frac{dS_{\text{вн}}}{dt} \leq 0 \quad (10.7)$$

де  $dt$  – нескінченно малий приріст часу.

Передумовою прогресивного розвитку вважатиметься ситуація, коли:

$$\frac{dS}{dt} < 0, \text{ або:} \quad (10.8)$$

$$\frac{dS_{\text{вн}}}{dt} + \frac{dS_{\text{вн}}}{dt} < 0 \quad (10.9)$$

Слід звернути увагу на те, що формули енергоентропійного балансу (зокрема, 10.6–10.7) принципово відрізняються від формул енергетичного балансу, які ми наводили раніше. Основна різниця полягає в тому, що зазначені формули (10.6 і 10.7) містять час (!) Це означає перехід від процесів, що моделюються термостатикою (такою є, незважаючи на свою назву, класична термодинаміка), до процесів реальної динаміки (кінетики), включаючи квазіфізичні процеси в економіці. Саме такими є згадані процеси в реальному житті.

## 10.2 Фактори виробництва ентропії

При розгляді енергоентропійних процесів важливо не тільки розкрити характер енергоентропійного балансу, а й проаналізувати зміст чинників, які впливають на самі процеси.

Позначивши літерою  $\delta$  виробництво ентропії в одиницю часу ( $dt$ ) в одиниці об'єму ( $dV$ ) системи, можна записати:

$$\frac{dS_{en}}{dt} = \int \delta dV \quad (10.10)$$

де  $\delta$  – величина, що називається *функцією дисипації*.

Ця формула не дає можливості охарактеризувати зміст причин виробництва ентропії (чи дисипації енергії) всередині системи. Подібний аналіз надзвичайно утруднений через складність і багатоплановість процесів, що протікають в системі.

З дуже великою мірою умовності чинники, які впливають на величину виробництва ентропії в системі, можна звести до двох основних причин:

1) недосконалості внутрішньої впорядкованості системи;

2) діяльності системи зі зниження виробництва ентропії (з виробництва негентропії), тобто переробці речовини, енергії та інформації задля вилучення з імпортованих у систему матеріально-інформаційних потоків упорядкованості, або негативної ентропії (зокрема, вільної енергії, що здатна забезпечувати цей порядок).

Вище ми назвали дисипацію енергії (тобто її незворотне розсіювання в довкілля) головною причиною збільшення ентропії в системі. І це справді так. *Дисипація та ентропія* – якщо й не слова-синоніми, то вже напевно

нерозривно пов'язані одне з одним причинно-наслідковим зв'язком, як сіамські близнюки.

З невідворотною послідовністю *дисипація* конвертується в *ентропію* скрізь, де ступає нога людини. Добута з великими зусиллями енергія, на жаль, незворотно втрачається з прикрою закономірністю, розсіюючись спочатку в довкіллі, а потім розчиняючись у безкрайньому космосі. І все – через низькі к.к.д. обладнання, недосконалості технологій, щілини у віконних та дверних отворах, недостатні теплоізоляційні покриття, помилки у проєктах, пориви труб, аварії на дорогах, людські лінощі, жадібність, безгосподарність, крадіжки та банальні провали пам'яті. *Дисипація* стала символом неефективності та марних втрат.

Парадокс полягає у тому, що *дисипація* одночасно є і запорукою *антиентропійної*, тобто творчої діяльності, яка покликана запобігати руйнівній стихії ентропії. Вся річ у тому, що створити щось нове чи збільшити виробництво вже виробленого можна, лише підсиливши інтенсивність праці. Але при цьому неминуче зростають і незворотні втрати енергії («без праці – не спіймаєш і рибку зі ставка», «любиш кататися – люби й саночки возити»).

Непрацюючий агрегат легко відрізнити від працюючого по кількості тепла, яке кожен із них випромінює. Живій природі було подаровано безпрецедентну можливість руху. Ціну за це довелося платити саме дисипативними втратами енергії. Чим інтенсивніша діяльність організму, тим більше енергії він випромінює в зовнішнє середовище. В цьому легко переконатися, спостерігаючи різні природні об'єкти в тепловізор – прилад нічного бачення, що вловлює інфрачервоні (тобто теплові) випромінювання.

Працюючи підприємства відрізняються від непрацюючих кількістю автомобілів, що снують через їхні прохідні та інтенсивністю платежів, що здійснюються з розрахункових рахунків. Підприємства, що «помирають» (наближаються до банкрутства) різко знижують свою активність, зокрема. зменшуючи дисипативні втрати квазі-енергії (податки, платежі, штрафи та хабарі).

Проте, слід пам'ятати, що на креативну будь-яка діяльність перетворюється лише в одному випадку: якщо частка енергії, що корисно витрачається, переважатиме її дисипативну складову. Тоді й ентропія системи поступово «відступатиме» під натиском креативної праці.

Те, що дисипація та її незмінна супутниця ентропія у функціонуванні системи можуть відігравати не лише негативну, але й позитивну роль, одним із перших науково обґрунтував нобелівський лауреат І. Р. Пригожин, який одержав, до речі, Нобелівську премію за роботи, пов'язані з дослідженнями саме «дисипативних структур» (Пригожин, 2002).

Так і йдуть вони в житті поруч два *дисипативні* процеси, обумовлюючи один одного й борючись один з іншим. Один – що сіє ентропійний хаос і руйнування навколо, інший – його антагоніст, що усуває наслідки першого й обумовлює творення. Так важко відрізнити їх один від одного. Іноді досвідченому менеджеру вдається розгледіти ознаки кожного з них і, борючись з першим (наприклад, засобами енергозбереження), не почати блокувати інший (скажімо, не економити на продуктивних витратах енергії та й коштів).

Таким чином, функцію дисипації системи можна уявити функцією двох умовних параметрів:

$$\delta = f(\delta_n, \delta_a), \quad (10.11)$$

де  $\delta_n$  – ступінь непорядкованості системи (рівень безладдя в системі);

$\delta_a$  – ступінь продуктивної активності системи.

Отже, той самий показник – *дисипативна активність* (або, що те саме, *виробництво ентропії*) системи може одночасно характеризувати й негативну, й позитивну сторони одного й того самого явища – діяльності системи з її функціонування. Лише глибокий факторний аналіз того, що називається динамічним станом системи,

дозволить розрізнити за змістом єдину характеристику *дисипативного потоку*. Цими умовними складовими є: «негативна» і «позитивна» компоненти. Саме вони обумовлюють відповідно невпорядкованість системи та її продуктивну активність.

### ***Структурна та функціональна впорядкованість.***

Від яких чинників залежить ступінь невпорядкованості системи? Або можна сказати інакше: які фактори визначають ступінь упорядкованості системи? Ці чинники можна поєднати в дві основні групи: рівень *структурної впорядкованості* та рівень *функціональної впорядкованості* (рис. 10.2).

*Рівень структурної впорядкованості* характеризує досконалість інформаційної побудови (конструювання) системи. Це передбачає: певний рівень складності та ієрархічності побудови; досконалість технологічних ідей, закладених у конструкцію системи та діяльність її підсистем; надійність внутрішньосистемних зв'язків; складність інформаційної програми управління процесами функціонування системи в просторі та часі; можливість адаптації до змін довкілля, ін.

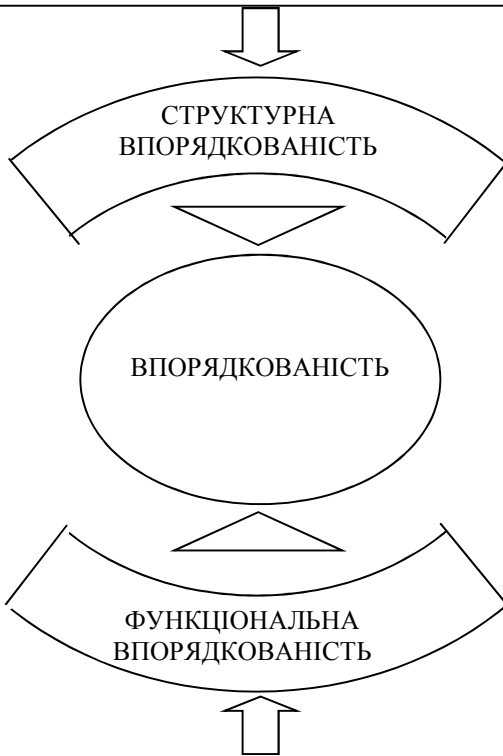
*Рівень функціональної впорядкованості* характеризує досконалість процесів функціонування системи, ступінь реалізації її можливостей у реальному часі та просторі. Іншими словами, це те, що асоціюється зі словами «порядок» та «безлад» у роботі системи.

Обидві групи зазначених факторів є інформаційними за своєю суттю.

Відмінність зазначених груп факторів можна продемонструвати на прикладах. Високий рівень структурної впорядкованості системи не завжди означає, що система функціонує досконалим чином, і в ній присутній функціональний порядок. Вона може бути неналагодженою, невідрегульованою та працювати в режимі, далекому від своїх можливостей.

***Досконалість інформаційної побудови  
(конструювання):***

- рівень складності;
- ієрархічність побудови;
- досконалість технологічних ідей;
- надійність внутрішньосистемних зв'язків;
- інформаційна програма управління;
- можливість адаптації до змін



***Досконалість процесів функціонування системи***

- ступінь реалізації можливостей системи;
- рівень обслуговування системи;
- кваліфікація виконавців.

**Рисунок 10.2** – Чинники впорядкованості системи

Тобто сама ідея організації системи якісна, проте її конкретне втілення далеко від досконалості.

Можна сказати й інакше. Функціональна досконалість системи не гарантує високого рівня її впорядкованості. Зокрема, структурно невпорядковані системи, навіть доведені до функціональної досконалості неспроможні піднятися «вище стелі». Вони обмежені низьким потенціалом ефективності (к.к.д.). Останній саме й характеризує загальний рівень упорядкованості (або невпорядкованості) системи.

Іншими словами, при дуже поганому догляді «Мерседес» або «Тойоту» можна «опустити» до рівня ефективності зразків умовно вітчизняних автомобілів (хоча для цього і потрібно дуже постаратися). Але навіть при ідеальному догляді (функціональній впорядкованості) жоден автомобіль із серії «ЗАЗ» через низьку структурну впорядкованість не зможе наблизитися до рівня ефективності кращих світових автомобілів того самого класу.

Хоча загалом рівень упорядкованості залежить від обох груп чинників, провідним є рівень структурної впорядкованості. Як правило, чим вищий структурний рівень впорядкованості має система, тим вищий потенціал підвищення ефективності вона має. Рівень функціональної впорядкованості відображає лише ступінь наближення системи до її ідеалу ефективності у межах існуючого структурної впорядкованості. Примітивні системи не можуть мати високий к.к.д. навіть за умови їхньої досконалої роботи. Складні системи мають більш високий рівень ефективності, хоча це обходиться дорожчою ціною.

Ще раз наголосимо, що внутрішньосистемне виробництво ентропії, обумовлене продуктивною діяльністю системи, може впливати й на зовнішньосистемну обмінну складову виробництва ентропії системою. Адже зовнішній обмін може активно здійснюватися лише за інтенсивної внутрішньої діяльності системи. Інтенсифікація останньої активізує виробництво ентропії. Тому можна сказати, що зовнішня діяльність системи виробництва негативної ент-

ропії обумовлює виникнення ентропійної компоненти ( $dS_{зн}$ ) і є функцією продуктивної дисипативної активності ( $\delta_a$ ):

$$dS_{зн} = f(\delta_a) \quad (10.12)$$

Нагадаємо, що, згідно з висловленими раніше умовами (формули 10.2 та 10.7), обмінна складова виробництва ентропії ( $\Delta S_{зн}$  або  $dS_{зн} / dt$ ) для стійкого стану системи має бути негативною (від'ємною) величиною, щоб компенсувати виробництво ентропії всередині системи ( $\Delta S_{вн}$  або  $dS_{вн}/dt$ ), що завжди має позитивний (додатний) знак. Інакше кажучи, впорядкованості до системи має прибувати більше, ніж остання встигає розпорядковуватися за даний період часу. У найпростішому випадку це означає, що доходу, який отримує підприємство від продажу своєї продукції, має вистачати для компенсації його сумарних витрат, включаючи знос обладнання.

### 10.3 Зовнішньосистемний обмін та енергоентропійна діяльність

Як було зазначено вище, джерелом зниження ентропії в системі є обмін із зовнішнім середовищем.

Це може бути виражено формулою:

$$dS_{зн} = \frac{dE}{T} \quad (10.13)$$

де  $dE$  – приріст кількості *вільної енергії*, яку система отримує ззовні; слід зазначити при цьому, що *вільна енергія* ще не є аналогом *негативної ентропії*, як і отриманий підприємством дохід не є гарантією, що гроші будуть ефективно витрачені для вдосконалення підприємства; важливими є також складові: *інформаційна* (правильний алгоритм) та *синергетична* (доско-

налість зв'язків); але якщо йдеться про прирістну величину, то можна припустити, що при незмінному стані інформаційної та синергетичної складових у відносно малих періодах часу збільшення вільної енергії в системі супроводжуватиметься аналогічним зниженням ентропії;

$T$  – параметр, що характеризує досягнутий раніше рівень упорядкованості системи.

Якщо  $dE$  представлено кількістю тепла, яке система отримує ззовні ( $dE = dQ$ ), а  $T$  – значення абсолютної температури, ми маємо справу з класичною формулою ентропії:  $dQ/T$ .

У разі, якщо показник  $T$  показує рівень *структурної* впорядкованості ( $T = T_{стр}$ ), то результат розрахунку за вихідною формулою характеризуватиме величину зміни *структурної* ентропії ( $\frac{dE}{T_{стр}}$ ). Якщо параметр  $T$  характеризує рівень інформації про систему ( $T = T_{інф}$ ), можна говорити про зміну *інформаційної* ентропії ( $\frac{dE}{T_{інф}}$ ).

Слід звернути увагу на взаємозв'язок параметра  $\delta_n$ , що характеризує *невпорядкованість* системи (з формули 10.11), і параметра  $T$ , що характеризує навпаки рівень упорядкованості системи (з формули 10.13). Вони пов'язані зворотною залежністю.

Величину  $dE$  можна визначити, виходячи з двох параметрів: потоку енергії та її рушійної сили:

$$dE = \frac{1}{T} \int j_i dX_i, \quad (10.14)$$

де  $j_i$  можна трактувати як потоки енергії різних ( $i$ ) субстанцій (маси речовини при дифузії, тепла при теплообміні, заряду при електрострумі, обсягу реалізованої продукції при економічній діяльності тощо);

$dX_i$  – енергоентропійні рушійні сили (питомі різниці концентрацій, різниці температур, різниці електричних потенціалів, різниці економічних потенціалів споживачів та виробників (попиту та пропозиції), обумовлених у одних присутністю потреби у певній групі товарів та готовністю за них заплатити, а в інших – надлишком цих товарів та необхідністю отримати відповідну суму грошей від їх продажу).

**Роль досягнутої впорядкованості.** Слід зупинитися на ролі параметра  $T$  у наведеній вище формулі. Цей показник відображає досягнутий рівень упорядкованості системи та є за своєю суттю інформаційним параметром. Як трактувати його присутність у енергоентропійному балансі?

У першому наближенні місце цього показника в знаменнику означає, що підтримання більш високого рівня організації системи обходиться дорожчою ціною. При збільшенні  $T$ , щоб не змінилося  $dE$ , має бути більшим й сумарне значення добутку потоків і рушійних сил ( $j_i \cdot X_i$ ) за різними видами субстанцій. Це дійсно спостерігається, якщо зберігається характер і структура субстанцій, які обслуговують обмін системи із зовнішнім середовищем.

Сказане дає можливість наочно уявити взаємозв'язок між кількістю приросту впорядкованості й досягнутим рівнем упорядкованості:

$$\text{Темпи припливу} \\ \text{впорядкованості} = \frac{\text{Приріст упорядкованості}}{\text{Досягнутий рівень упорядкованості}}$$

Таку залежність легко пояснити: чим більше у нас чогось, тим важче швидко змінити його рівень. Зокрема, якщо ми маємо лише 10 книг, придбання ще однієї книги збільшить наш бібліотечний фонд на цілих 10%. Якщо ж до придбання цієї книги у нас було 100 книг, придбання однієї книги збільшить їхню загальну кількість лише на 1%.

Ускладнимо ситуацію: введемо в приклад аналог ентропійного виробництва. Уявімо, що щорічно внаслідок природного зносу книг із бібліотечного фонду ми змушені виводити (списувати) 10% книг. Кількість книг, які ми маємо купувати лише для компенсації зносу нашого бібліотечного фонду, складе в першому випадку 1 книгу на рік, а в другому – вже 10 книг. Як бачимо, різниця суттєва.

Таку картину можна спостерігати на підприємствах. Чим вище матеріально-інформаційний рівень досягнутого виробництва, тим дорожче в абсолютних числах обходиться його відтворення.

Ніхто не заперечує, що комп'ютеризоване або автоматизоване виробництво обходиться значно дорожче за кустарну майстерню. У цьому випадку може виникнути природне запитання: а чи варто взагалі прагнути підвищувати рівня виробництва, якщо це так недешево?

Справа в тому, що віддача від високоорганізованого виробництва набагато вища, ніж від примітивного. Що це означає? А те, що «ціна» припливу (залучення) у систему свіжої вільної енергії, як правило, зростає лише в абсолютному значенні. Під «ціною» тут можна розуміти витрати на забезпечення певного результату. На одиницю ж вільної енергії, яку цілеспрямованою діяльністю вдається залучити в систему, питомі витрати, необхідні для цього, зазвичай знижуються. Найчастіше навіть суттєво знижуються.

Зокрема, на підприємствах підвищення інформаційного рівня виробництва (до певних меж, а саме: в рамках зони зростаючої віддачі) дає можливість збільшити обсяг виробництва так, що темпи його збільшення випереджатимуть темпи зростання витрат на переозброєння підприємства. Внаслідок цього питомі витрати виробництва знижуються (зокрема, зменшується собівартість одиниці виробленої продукції), а ефективність виробництва зростає. Звичайно, це лише теоретична передумова. Для того, щоб ре-

алізувати її на практиці, має бути проявлена майстерність ефективного менеджера.

Проте зміна інформаційної впорядкованості системи, зазвичай, викликає як кількісні, так і якісні трансформації.

**Якісна зміна метаболізму.** Результатом може бути, насамперед, суттєва зміна характеру (властивостей) та структури субстанцій обміну. Зокрема менш досконалі, тобто більш відходомісткі, екологічно шкідливі, більш матеріаломісткі, менш насичені енергією та інформацією субстанції можуть заміщуватися більш досконаліми аналогами.

На підприємстві подібні процеси можуть проявлятися в тому, що обсяг реалізації продукції зростатиме, а потоки сировини й матеріалів, що «прокачуються» через підприємство, навпаки, знижуватимуться. Наприклад, випускаючи більш складну продукцію, яка може бути реалізована за більш дорогою ціною, підприємство може забезпечувати той самий обсяг реалізації при меншому обсязі необхідних ресурсів. Аналогічний ефект може дати зниження матеріаломісткості та енергоємності продукції, що випускається.

Ще одним результатом може бути значна зміна ефективності функціонування системи. Це веде, зокрема, до зміни її ентропійних характеристик. Іншими словами, змінюється к.к.д. системи та рівень відходності її діяльності. При підвищенні досягнутого рівня ( $T$ ) виникають передумови підвищення рівня ефективності, а значить, може бути знижена потреба в низці субстанцій.

Зокрема, складніший, оснащений більш дорогою електронікою та спецобладнанням автомобіль виявляється значно економічнішою системою. Хоча робота будь-яких додаткових технічних засобів потребує також відповідних витрат матеріалів та енергії, вигоди інформаційного ускладнення системи обганятимуть зростання енерговитрат. Пи-

томі витрати енергії на одиницю виконаної роботи (наприклад, пробігу 100 км шляхи) знижуються.

Підбиваючи підсумки сказаного, можна відзначити, що в умовах конкретного підприємства, завдяки підвищенню рівня виробництва, очікується чотири види ефектів, представлених на рис. 10.3.



**Рисунок 10.3** – Види ефектів, що досягаються завдяки впорядкуванню економічних систем

**Параметри стаціонарного стану.** На основі формул 10.2, 10.7, 10.10 та 10.14 принципову формулу *енергоентропійного балансу*, яка відповідає *стаціонарному* стану системи, можна уявити, виходячи з припущення, що кількість виробленої в системі ентропії ( $\delta$ ) компенсуватиметься її впливом за рахунок надходження вільної енергії ззовні (вираз у правій частині рівності 10.14), тобто:

$$\int \delta dV = \frac{1}{T} \int j_i dX_i, \text{ або:} \quad (10.15)$$

$$\int \delta dV - \frac{1}{T} \int j_i dX_i = 0. \quad (10.16)$$

Враховуючи те, що на практиці перший член вищевказаної формули завжди позитивний (довільно *ентропія* системи може лише збільшуватися, тобто бути більше «нуля»), можна зробити висновок, що умови рівності будуть дотримуватися, тільки якщо другий член, який показує кількість вільної енергії, що надходить в систему, за знаком також буде позитивним. Це означатиме, що кількість припливу в систему ззовні *вільної енергії* дорівнюватиме її витратанню через її ентропійну діяльність, тобто, першому члену. У цьому випадку відтік ентропії із системи (виробництво негативної ентропії) за рахунок зовнішньосистемного обміну компенсуватиме зростання ентропії всередині самої системи. Скажімо, підприємство за рахунок отриманого доходу покриватиме всі витрати на свою діяльність.

Вираз у лівій частині рівняння може бути названий *темпом зміни ентропії* системи. Відповідно вираз, що має протилежний знак, може бути названий *темпом зміни негативної ентропії* (чи негентропії). При незмінних умовах виробництва цей показник може відповідати показнику *темпу збільшення вільної енергії* в системі  $\xi$ . Це може бути виражено формулою:

$$\xi = - \left( \int \delta dV - \frac{1}{T} \int j_i dX_i \right), \text{ або:} \quad (10.17)$$

$$\xi = \frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV. \quad (10.18)$$

При *стаціонарному* стані системи рівень її як негативної, так і *позитивної* ентропій залишатиметься постійним,

тобто темпи їх змін дорівнюватимуть нулю (можливі їх прирости взаємно врівноважуватимуть один одного):

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV = 0. \quad (10.19)$$

Як бачимо, формули 10.16 та 10.19, характеризуючи принципово різні величини, показують однаковий результат. Дещо спрощуючи, можна сказати, що формула 10.16 показує, що «склянка наполовину порожня», а формула 10.19 – що «склянка наполовину повна». Щоб наведене порівняння було максимально адекватним дійсності, додамо, що рідина в склянці знаходиться в динамічному стані: частина її постійно виливається зі склянки, а склянка при цьому постійно поповнюється. Причому темпи поповнення склянки завжди дорівнюють темпам її спорожнення. Додамо, що випорожнення склянки символізує зниження її *впорядкованості* (збільшення ентропії), а поповнення – можна вважати аналогом зворотного процесу – *відтоку ентропії* (збільшення впорядкованості).

Умови ж прогресивного розвитку системи, тобто постійного збільшення її впорядкованості будуть витримуватися в тому випадку, якщо перша складова формули 10.18 ( $\frac{1}{T} \int j_i dX_i$ ) буде за абсолютною величиною перевищувати значення ентропійної компоненти ( $\int \delta dV$ ). Користуючись наведеною раніше аналогією, можна сказати, що «темпи наповнення склянки повинні перевищувати темпи відтоку рідини з неї». Це може бути формалізовано виразом:

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i > \int \delta dV, \quad (10.20)$$

або, що те саме:

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV > 0. \quad (10.21)$$

Перший член у цій формулі представляє *негентропійну* складову, а другий – *ентропійну*. У даному випадку знак «плюс» перед першим членом означає *приплив* негативної ентропії (впорядкованості), а «мінус» перед другим членом – її *відтік*.

Таким чином, передумови прогресивного розвитку виникають тоді, коли надходження негативної ентропії (за рахунок збільшення тепла, електричного заряду, капіталу) в систему перевищує виробництво системою ентропії (втрати тепла, електричного заряду, грошових коштів).

Загалом вираз у лівій частині вищенаведеної нерівності (формула 10.21), як і у лівій частині нерівності 10.9 характеризує стан динамічної системи.

## 10.4. Урахування динаміки системи

Тепер звернемо увагу на дуже важливу річ: *динаміку*, тобто зміну стану системи і на те, від чого вона залежить. У теорії розглядаються два типи систем: *динамічні* та *статичні*. У чому різниця між ними? Зрозуміти це, мабуть, складніше, ніж може здатися на перший погляд. І дуже легко сплутати зазначені поняття.

**Динамічна система** – це система, стан якої залежить від динамічних чинників, тобто параметри яких можуть змінюватися в часі.

Наприклад, погодні параметри динамічні. Вони залежать від багатьох факторів, що змінюються в часі (зокрема, тих, що мають багато в чому випадковий характер і залежать від сезонності, напрямку вітру, атмосферного тиску, хмарності, вологості тощо).

*Статичною системою* відповідно вважатиметься система, стан якої залежить від статичних чинників, тобто параметри яких не змінюються в часі.

Зокрема, співвідношення тривалості дня та ночі постійно змінюється протягом року. Але цю величину не можна назвати динамічною системою. Вона залежить від фактора, який не змінюється рік від року і є постійною величиною. Так, тривалість світлового дня будь-якої доби будь-якого місяця на багато років вперед можна визначити за довідником з абсолютною точністю.

Отже, як ми переконалися, поняття «статична система» не є тотожним поняттям «система, яка не змінюється».

З іншого боку, поняття «динамічна система» не є тотожним поняттю «система, яка змінюється».

*Статична* система може змінюватись, але зміни можуть при цьому мати постійний, суто фіксований характер. Так, тривалості дня та ночі щодобово змінюються, але у будь-який із днів року вони мають виключно фіксовані, заздалегідь відомі значення. Отже система змінюваності тривалості світлового дня є умовно статичною.

*Стабільність* (тобто незмінність) динамічної системи спостерігатиметься тоді, коли дії різноспрямованих факторів, від яких залежить стан системи, виявляються врівноваженими між собою. Наприклад, протягом кількох днів погодні параметри (температура, вологість, швидкість вітру) можуть залишатися незмінними.

*Зміни* динамічної системи свідчать, що у системі існує неврівноваженість (зокрема, несиметричність) дії чинників, від яких залежить стан системи.

Динаміка системи відіграє дуже істотну роль у змінюваності її стану. Ступінь змін стану динамічної системи залежить від імпульсу, що впливає.

*Діючим імпульсом* (від лат. *impulsis* – поштовх, спонукання) можна вважати спонукальну причину, що викликає зміну системи.

Значення діючого імпульсу залежить від двох характеристик:

- *величини фактору*, що викликає зміну в системі;
- *тривалості часу* дії цього чинника.

Щось подібне відбувається й у разі припливу до системи впорядкованості (відпливу ентропії, тобто невпорядкованості). Спробуємо пояснити це на умовному прикладі підвищення рівня володіння іноземною мовою.

Розглянемо питання, що краще: вивчати іноземні слова порціями по 10 слів з перервами у 10 днів чи щодня по одному слову з повторенням раніше вивчених слів? Формально в обох випадках через 10 днів ми отримаємо однаковий результат: 10 та 10. Але слід врахувати й фактор якості засвоєння. У першому випадку це буде одноразова акція, яка, швидше за все, не зовсім гармонуватиме з рештою інформаційної діяльності людини. Це зазвичай супроводжується швидким забуванням раніше вивчених слів. У другому випадку процес відтворення знань стає системним актом, який починає протидіяти впливу ентропії (процесу забування вивчених слів) і створює умови для формування навичок володіння іноземною мовою. Саме такий системний приплив у систему впорядкованості можна вважати своєрідною моделлю забезпечення стійкого розвитку. Адже стійкий приплив упорядкування починає протидіяти такому ж стійкому антиподу (в даному випадку – забуванню) й створює умови для регулярного відпливу ентропії з системи.

У динамічній системі величина фактору, що викликає зміну, є результуючою величиною дії багатьох параметрів, що змінюються в часі. При цьому можуть змінюватися й кількісні значення параметрів, і напрямки їхньої дії.

Наприклад, у механіці мірою одномоментного імпульсу дії сили є *кількість руху*. Цей показник для матеріальної точки визначається добутком її маси на швидкість руху. Кількість руху – величина векторна, спрямована так само, як швидкість точки. Під впливом сили кількість руху точки змінюється в загальному випадку й кількісно, й за напрямом.

*Імпульс сили* – векторна величина  $I$ , що характеризує дію, яка чиниться на тіло силою  $F$  за деякий проміжок часу від  $t$  до  $t + \Delta t$ , визначається формулою:

$$I = \int_t^{t+\Delta t} F dt, \quad (10.22)$$

де  $F dt$  – елементарний імпульс сили за короткий проміжок часу  $dt$ .

**Динаміка економічної системи.** Для економічних систем роль імпульсу сили може виконувати прибуток, що отримується за одиницю часу (годину, день, місяць) від реалізації продукції.

Наведену вище формулу можна трактувати трохи інакше. В ролі фактору часу можна розглядати *обсяг реалізованої продукції чи виконаної роботи*, а як імпульс сили – *прибуток*, що отримується від реалізації кожної одиниці продукції.

При цьому завдання ускладнюється (й наближається до реальних умов), якщо в розрахунку використовувати величину не середнього, а маржинального (граничного) питомого прибутку. Остання величина визначається різницею маржинальних питомих величин доходу (від реалізації одиниці виробленої продукції) й витрат (на її виробництво та реалізацію). В обох згаданих варіантах розрахунку роль підсумкової кількості «руху» для економічної системи (тобто її розвитку) вважатиметься *прибуток*, отриманий за певний період (від реалізації певного обсягу продукції).

На рівні системи в цілому результиуючим фактором, що викликає зміни в системі, можна вважати різницю між припливом та відтоком *негентронії* (негативної ентропії) системи (або, що те саме: відпливом та припливом ентропії системи). Це і є приріст негентронії (впорядкованості), який в даний момент має система (зміст вихідних компонентів представлені у формулі 10.18), а саме:

$$\xi = \frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV \quad (10.23)$$

Віднесена до одиниці часу подана у формулі 10.23 величина характеризує *темпи* приросту *негентронії* (впорядкованості) в системі.

## 10.5. Енергія, ентропія, впорядкованість

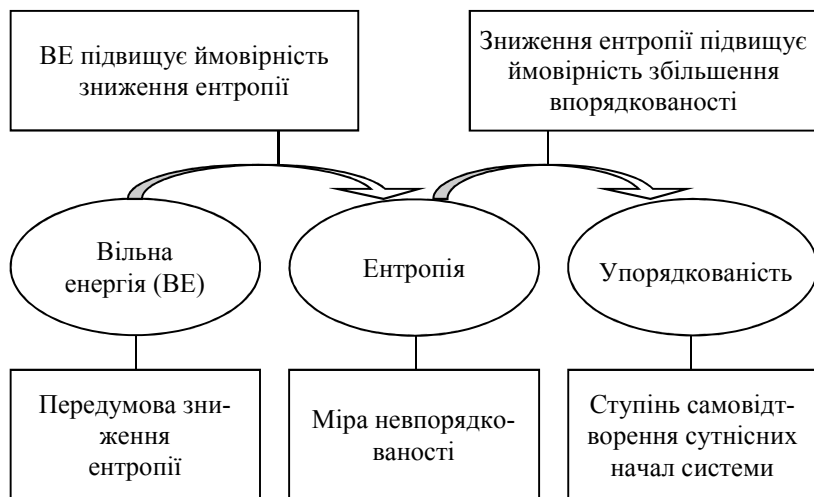
Зміст наведеної вище формули (10.23) може мати як енергетичний, так і енергоентропійний характер. У першому випадку *негентронійна* компонента ( $j_i dX_i$ ) характеризуватиме приплив *вільної енергії* в систему, а ентропійна ( $\delta dV$ ) – дисипацію енергії системою. У другому випадку згадані компоненти виражатимуть відповідно приплив і відтік *негативної ентропії*, що характеризує рівень упорядкованості.

Сказане дає привід замислитися над співвідношенням понять: *енергія* (квзіенергія), *ентропія* та *впорядкованість*. В контексті їх взаємних зв'язків можна дати їм такі характеристики:

- *вільна енергія* (квзіенергія); створює передумови здійснення роботи зі зниження ентропії системи;
- *ентропія* (за Больцманом і Планком) – міра «безладу, що панує в системі»;

- *упорядкованість* – інформаційна характеристика ступеня досконалості системи, що обумовлює її здатність самовідтворення своїх сутнісних начал: матеріального, інформаційного, синергетичного – й потенціал для здійснення креативної діяльності.

Між зазначеними поняттями існують зв'язки, що мають характер своєрідних «імовірнісних мостів» (рис. 10.4). Доцільно докладніше зупинитися на їхньому змісті.



**Рисунок 10.4** – Функціональні зв'язки між трьома понятійними характеристиками системи

Приплив до системи вільної енергії підвищує ймовірність зниження її ентропії.

В. Ебелінг, А. Енгель, Р. Файстель дуже виразно описали процес зниження ентропії в системі: «Експорт ентропії, що перевершує її виробництво, виникає не спонтанно, а вимагає «ентропійного насоса». Для приведення цього насоса в дію, як і для приведення в дію будь-якої машини, необхідно витратити вільну енергію... Цей «насос» може черпати із зовнішніх або внутрішніх джерел... «Ентропійні

насоси» зустрічаються як усередині, так і поза структуроутворюючої системи. Активні системи (живі організми, двигуни Отто та ін.) містять ентропійні насоси всередині себе й тому повинні, як правило, мати високу внутрішню організацію. Крім того, вони повинні отримувати з зовнішнього середовища приплив високоенергетичних сировинних речовин. Отже, «ентропійний насос» веде як активні, так і пасивні системи вбік від рівноваги» (Эбелінг и др., 2001).

### ***Зниження ентропії та ймовірність упорядкування.***

Зниженням ентропії системи збільшує ймовірність підвищення рівня *впорядкованості*. Адже ентропія є мірою *невпорядкованості* системи. При цьому слід враховувати два моменти.

По-перше, самі поняття «невпорядкованість» та «впорядкованість» (антипод першого поняття) – є абстрактними категоріями й характеризують, відповідно, певний рівень неблагополуччя, відхилення від теоретично можливого ідеального рівня організації системи або (для другого поняття) благополуччя (наближення до ідеального стану).

По-друге, ентропія, що характеризує міру *невпорядкованості* системи, є за своєю природою ймовірною величиною – своєрідним аналогом «середньої температури хворих по лікарні». Не кажучи вже про те, що такий умовний показник, як ентропія, може мати різні підходи до своєї оцінки.

Як уже зазначалося у попередніх підрозділах, у літературі виділяють кілька видів *ентропії*, згідно з напрямками, за якими можуть йти процеси її збільшення та, відповідно, порушень у системі. Серед основних їх можна назвати:

- *енергетичний* – коли система збільшує частку дисипативної складової (тобто втрат енергії) в своєму енергобалансі (зростають питомі витрати на виконання одиниці роботи та падає ефективність функціонування системи); при цьому система продовжує зберігати свою структуру та функції, що виконує;

- *структурний* – коли відбувається порушення структури; втрачаються окремі ланки, а з ними – й частина функцій, що виконуються;
- *інформаційний* – коли відбувається порушення інформаційного алгоритму функціонування системи, зокрема, порушуються зв'язки між її ланками; в результаті, знижується ефективність діяльності системи та якість функцій, що вона виконує.

Щоб встановити зв'язок між надходженням у систему вільної енергії та рівнем можливого впорядкування системи, потрібно, образно кажучи, перейти два «вірогіднісні мости». Перший умовний міст існує між показниками *збільшення вільної енергії* та можливого *зниження ентропії*. Другий – умовний міст зв'язує оцінку передбачуваного *зниження ентропії* та рівень реального підвищення *впорядкованості* системи.

***Вільна енергія – впорядкованість.*** З того факту, що до системи надійде додаткова кількість *вільної енергії*, не впливає однозначно факт того, що система автоматично підвищить рівень своєї *впорядкованості*. Адже вона має зуміти конвертувати (тобто знайти необхідний інструментарій, щоб перетворити) отриману енергію на підвищення рівня своєї *впорядкованості*. А кожна система (як і кожна біологічна особина, підприємство чи національна економіка) робить це виключно по-своєму.

Зокрема, щоб реалізувати можливості додаткового припливу капіталу в систему, підприємство має сформувавши стратегічне рішення про свій розвиток (наприклад, вибрати види продукції для виробництва, підібрати технології, набрати та навчити виконавців, визначити схеми логістики, маркетингу та реалізації продукції, обрати оптимальні системи фінансових операцій та ін.). Кожен крок у цьому ланцюжку подій пов'язаний з ризиком помилок та невдач. Спектр можливих наслідків квазіенергетичного впливання в

систему є надзвичайно широким: від її краху до повного успіху, що веде до подальшого процвітання та розвитку.

Тож навіть приплив додаткових коштів на підприємстві ще не гарантує вдосконалення й поліпшення його діяльності. Вкладення капіталу має бути конвертоване в цілий комплекс дій. Ризик невдачі зростає, якщо планується модернізація за принципово новим напрямом діяльності з можливими наслідками. А всі їх важко спрогнозувати.

Руйнування системи може статися, якщо в системі не вистачить запасу міцності для трансформації та функціонування в новому посиленому режимі (так в електричній мережі можуть не витримати та перегоріти дроти від збільшення сили струму). В *економічній* системі, як відомо, запас міцності визначається здатністю персоналу та технічних систем працювати в посиленому режимі.

Успіх системи в реалізації переваг від надходження до неї вільної енергії залежить від багатьох чинників. Для економічних систем провідним є їхня організованість та майстерність керівного персоналу.

Нарівні зі сказаним незаперечним фактом є те, що в умовах великих чисел невідворотно «спрацьовують» закономірності залежностей між зростанням вільної енергії та рівнем упорядкованості. Зокрема, якщо мова йде про значну кількість систем, то можна стверджувати, що загальною закономірністю є збільшення середнього рівня їх упорядкованості при збільшенні надходження в систему вільної енергії. При «відкачуванні» вільної енергії середній рівень впорядкованості знижується.

Для будь-якого регіону можна вивести цілком достовірну залежність зростання кількості підприємств малого бізнесу та їхнього якісного розвитку при зниженні податкового пресу. Не менш достовірною залежністю свідчить, що зі збільшенням податків кількість підприємств знижуватиметься, а якісний рівень тих, хто вижив, – падатиме.

Сказане дає змогу узагальнити таке. Неправомірно ототожнювати поняття: приплив вільної енергії та підвищення впорядкованості (як це іноді робиться в науковій літературі). Хоча безперечно, між ними існують тісні причинно-наслідкові зв'язки. Зокрема, зміна кількості вільної енергії, що надходить у систему, та зміна рівня її впорядкованості пов'язані одна з одною, як пов'язані між собою причина та наслідок. При цьому існує ще ряд факторів (причин), здатних призвести до такого самого наслідку. В тому числі можна назвати: зміна темпів виробництва ентропії всередині самої системи; зміна ефективності конвертації вільної енергії на підвищення впорядкованості системи та ін.

Щоб зрозуміти нетотожність зазначених величин (приросту впорядкованості та вільної енергії), достатньо навести кілька прикладів.

➤ Навряд чи слід очікувати підвищення температури в кімнаті, якщо одночасно з початком роботи системи обігріву відкрити вікна. Збільшення припливу теплової енергії нівелюватиметься підвищенням рівня її дисипації (розсіювання в зовнішнє середовище).

➤ Навіть найздоровіша й найбагатша на вітаміни їжа не сприятиме підвищенню здоров'я людини, якщо у неї розлад шлунку. Організм виявляється нездатним засвоювати корисні йому (у принципі) речовини.

➤ Навіть найвищі доходи підприємства не вбережуть його від банкрутства, якщо зароблені кошти вкладатимуться в збиткові чи авантюрно ризикові проекти.

➤ Зниження ресурсоемності продукції та підвищення ефективності виробництва часто значно більше сприяють розвитку економічної системи, ніж додатковий приплив капіталів.

*Темпи приросту вільної енергії* в системі відповідатимуть темпам відпливу з неї ентропії лише в тому випадку, якщо зберігатимуться незмінними інші чинники, здатні

вплинути на цей показник (зокрема, ефективність діяльності системи, напрями її метаболізму тощо.).

**Приріст упорядкованості в економічній системі.**  
Якщо йдеться про економічну систему (наприклад, підприємство), аналогом вільної енергії у формулі 10.23 можна вважати обсяг чистого доходу, який отримує підприємство за певний період часу. При цьому аналогом рушійної сили (що відтворює різницю економічних потенціалів –  $dX_i$ ) є попит на  $i$ -й вид товарів, а показник  $j_i$  – параметри потоків надходжень за  $i$ -им видом товару; вони забезпечують отримання питомого доходу, який отримує підприємство від одиниці товару.

Друга складова формули 10.23 (тобто  $\sigma dV$ ) може асоціюватися з витратами, необхідними для функціонування системи, зокрема, для виробництва та реалізації цього виду продукції.

Слід ще раз зазначити, що надходження до системи вільної енергії є лише передумовою відтоку із системи ентропії та впорядкування системи. Надзвичайно важливим моментом є те, наскільки ефективно система здатна розпорядитися отриманою вільною енергією для підвищення рівня свого впорядкування. Останнє означає підвищення інформаційного статусу (тобто вдосконалення, збільшення ефективності виконання ключових функцій) трьох груп компонентів системи: матеріальних, інформаційних та синергетичних, а також підвищення ступеня їхньої відповідності одна одній.

Сказане особливо актуально для економічних систем. У них, зокрема, ступінь переведення вільної енергії (вільного капіталу) в терміни впорядкованості системи надзвичайно залежить від особистісних здібностей персоналу, що керує цими процесами (тобто знань, навичок, бажань, моральних властивостей).

Під підвищенням рівня впорядкованості підприємства розуміється, зокрема, підвищення ефективності його робо-

ти та інформаційного рівня продукції, що випускається, зниження собівартості її виготовлення, ін.

На жаль, нерідко ми стаємо свідками, ситуацій, коли потік доходу на підприємство чи в країну не тільки не сприяє прогресивному розвитку, але фактично стає причиною, яка прискорює їхню деградацію й навіть банкрутство. Досить згадати долю Радянського Союзу, який не зумів ефективно розпорядитися багатством своїх природних ресурсів або сумний результат діяльності на початку 1990-х років багатьох колись успішних підприємств. Вони також мали значні капітали, але не зуміли конвертувати їх у свій розвиток.

*Ефективність* діяльності системи можна визначити за співвідношенням припливу ( $\xi$ ) та відтоку ( $\delta dV$ ) негативної ентропії в систему:

$$N = \frac{\xi}{\int \delta dV}. \quad (10.24)$$

Ця формула дуже добре знайома економістам. Вона відображає співвідношення *результату* (доходу) та *витрат*, що викликали його приріст. У цьому трактуванні формула показує співвідношення припливу та відтоку вільної енергії в економічну систему.

## 10.6. Висновки з аналізу енергоентропійного балансу

Аналіз енергоентропійного балансу та умов прогресивних змін у системі дозволяє сформулювати загальні закономірності впорядкування системи.

*Темпи збільшення впорядкованості* системи залежать від двох факторів:

- темпів виробництва ентропії всередині системи;
- темпів відведення ентропії з системи.

Виходячи з цього, умови прогресивного розвитку можуть бути визначені таким чином: темпи збільшення впорядкованості системи будуть тим вищими,

*чим більший приплив негентропії ззовні* (при незмінному рівні виробництва ентропії всередині системи), або:  
*чим меншим буде виробництво ентропії всередині системи* (при постійному припливі негентропії в систему).

Аналізуючи закономірності енергоентропійного балансу, можна зробити низку висновків.

**Висновок 1. Можливий однаковий результат за різними витратами.**

Це пояснюється ось чим. Підсумковий результат – рівень упорядкованості системи – оцінюється різницею двох параметрів: а) надходженням до системи за рахунок зовнішньосистемного обміну *негативної ентропії* (або, що те саме, відпливом ентропії до зовнішнього середовища); б) *виробництвом ентропії* у самій системі.

Різниця між згаданими параметрами не зміниться, якщо кожен із них збільшиться чи зменшиться у кілька разів чи певну однакову величину.

Якщо приріст негентропії позначити величиною  $\eta$ , а виробництво ентропії у системі –  $s$ , можна записати, що:  $k \cdot \eta - k \cdot s = \eta - s$  (де  $k$  – будь-який довільний множник). Або:  $(\eta + \Delta m) - (s + \Delta m) = \eta - s$  (де  $m$  – будь-яке довільне число).

Розглянемо лише один чинник, що характеризує рівень упорядкованості проживання людини в приміщенні, – температуру повітря в ньому. Комфортна температура тут у холодні періоди часу забезпечується системою опалення. Тепер уявімо, що взимку ми відкриємо вікно й одночасно підвищимо температуру батарей. Якщо додаткового тепла від обігрівача надходитиме стільки, скільки втрачатиметься через відкрите вікно, то рівень температури в кімнаті не зміниться.

Постійна температура в кімнаті буде спостерігатися і тоді, коли ми нагріватимемо й одночасно охолоджувати-

мемо кімнату вдвічі (або: на 10, 20, 30...100, 200%) інтенсивніше.

Тим часом, ідентичність лівої та правої частини наведених рівностей справедлива лише з математичної точки зору, оскільки забезпечується однаковий кінцевий арифметичний результат. У житті ситуації, що стоять за цим, значно відрізняються своїм внутрішнім змістом. Ліва частина рівностей характеризує менш ефективний стан системи порівняно зі станом, зображеним у правій частині. Причому, чим більше множник  $k$  (чи доданок  $\Delta m$ ), тим більше різниця в ефективності зазначених станів системи. Бо підтримання порядку, еквівалентного стану, позначеному лівою частиною рівняння, обходиться значно дорожче. Адже через втрати (дисипацію) енергії в  $k$  разів (або на  $\Delta m$ ) вище, доводиться витратити роботи в  $k$  разів (або на  $\Delta m$ ) більше.

До подібних висновків дозволяє дійти аналіз ситуації в наведеному прикладі з опаленням приміщення. Хоча за рахунок інтенсифікації опалення при відкритих вікнах можна підтримувати температуру на постійному рівні, це обходиться набагато дорожче. Причому, крім додаткових витрат на опалення, доведеться нести додаткові витрати за рахунок більш швидкого зношування опалювальної системи, яка повинна працювати в посиленому режимі. Цілком можливо, що можуть з'явитися й інші додаткові витрати, наприклад, за надлімітну витрату палива або електроенергії.

Ми зазначили лише витрати, які сприймаються з погляду економіста. Але до них слід додати витрати екологічного характеру. Адже підвищена витрата палива неминуче супроводжуватиметься посиленням навантаження на довкілля. Причому це пов'язано не тільки зі збільшенням атмосферних викидів від спалювання додаткової кількості палива. Видобуток кожної зайвої одиниці будь-якого ресурсу (чи то паливо, чи металу, що йде на створення облад-

нання електростанцій) пов'язаний з екодеструктивною діяльністю (руйнуванням ландшафту, забрудненням природних компонентів та ін.). Звичайно, це веде до збільшення екологічних наслідків, а з ними і до зростання економічних збитків. Отже, чим менш ефективний стан системи, тим більші витрати потрібні для підтримки його на певному рівні.

Сказане дозволяє науково обґрунтувати два слідства, з якими більшість, ймовірно, знайома, з власного досвіду:

➤ *підтримувати порядок вигідніше (та, мабуть, і приємніше), ніж його наводити;*

➤ *не засмічувати краще (ефективніше), ніж прибирати.*

**Висновок 2. Більшого результату можна забезпечити меншими витратами.**

Логіку розглянутих вище прикладів можна продовжити. У двох рівностях наведеного вище прикладу ліва та права частина рівні між собою за математичним підсумком. Тим часом можуть виникати ситуації, коли за рахунок зниження ентропійних втрат можна виграти набагато більше, ніж за рахунок припливу вільної енергії в систему.

Скориставшись умовними позначеннями попереднього прикладу, можна уявити таку конкретну ситуацію:  $4\eta - 3s < 3\eta - s$  (де цифрові коефіцієнти означають кратність перевищення відповідного параметра над мінімально можливим значенням виробництва у системі ентропії  $s$ ). Ми бачимо, що у правій частині вираз припливу вільної енергії менше, ніж у лівій ( $3\eta$  проти  $4\eta$ ), а результат – вище: зниження ентропії становить: дві ентропійні одиниці проти однієї. Зокрема, хоча ми намагатимемося підігрівати кімнату, через слабку теплоізоляцію втрати тепла будуть більшими за підігрів. Можливо отримати більший ефект при менших витратах, якщо ми спрямуємо опалювальні кошти на поліпшення теплоізоляції та реконструкцію будівлі.

*Слідствами зі сказаного є:*

➤ *збільшення припливу вільної енергії до системи не гарантує адекватного зростання впорядкованості системи;*

➤ *нерідко невеликий енергетичний імпульс може зробити більш значну роботу, ніж великий, за умови правильного спрямування імпульсу.*

➤ *комплексне управління процесами впорядкування та розупорядкування системи (зокрема, її зносу, дезорганізації, ін.) або припливом та відтоком вільної енергії забезпечує більш ефективне функціонування системи;* управління кожним із названих факторів автономно (у відриві один від одного) не може гарантувати позитивного результату.

Зокрема, навіщо нарощувати потоки вільної енергії в систему, якщо не вирішено питання внутрішньої впорядкованості системи? Наприклад, існують «чорні дірки» витoku коштів із балансу підприємства чи країни. Збільшення надходження вільної енергії (квазіенергії) в систему (як це видно з попереднього слідства) може навіть активізувати процеси дезорганізації в системі (збільшується функція дисипації). Зокрема, додатковий приплив вільних коштів в економічну систему (країну чи фірму) може спровокувати процеси розкрадання грошей (зокрема, «розпилювання» бюджету) та пов'язані з цим явища деградації та розбещення соціального середовища.

Додатковий приплив вільної енергії в систему може сприяти прогресивному розвитку системи лише за умови стійкого (а ще краще – випереджаючого) характеру відтворення впорядкованості системи. Зокрема, має бути гармонізоване відтворення матеріальних, інформаційних та синергетичних компонентів системи.

Зокрема, навіть якби Україні, за очевидного дефіциту власних енергоресурсів, вдалося певним чином організувати бездефіцитне постачання дешевих енергоносіїв (наприклад, за рахунок видобутку власного сланцевого газу), то без іс-

точної реструктуризації економіки це призвело б до погіршення економічної ситуації в країні. Все пояснюється просто. Додаткові енергоресурси «узаконили» б і «законсервували» б той економічний устрій, який призвів до формування енергозалежної, «обтяженої» та енергодефіцитної економіки.

### ***Висновок 3. Енергія та інформація – умовно взаємозамінні фактори.***

Раніше ми переконалися, що однакового результату можна досягти, забезпечивши приплив негативної ентропії (негентропії) в систему чи поліпшивши внутрішню впорядкованість системи. Але перше зазвичай більшою мірою обумовлено енергетичними (квазіенергетичними) чинниками, оскільки потребує постійного припливу до системи вільної енергії, а друге – інформаційними чинниками, оскільки вимагає інформаційної перебудови системи.

Безумовно, безперебійне забезпечення ресурсами – це ресурсомісткий шлях підтримання упорядкованості в економічній системі (й потребує чималих коштів). Проте при загостренні ситуації (наприклад, у разі підвищення ціни ресурсів чи виникненні їхнього дефіциту) проблема значною мірою може бути пом'якшена чи знята взагалі завдяки раціональному використанню ресурсів, тобто, «розумніших» (інформаційноємних) алгоритмів господарювання економічних систем.

*Окремі слідства:*

- *у певних межах інформацією можна компенсувати нестачу енергії чи матеріалів;*
- *інформація заміщує в метаболізмі системи матеріальні компоненти через зміну функцій, що виконуються системою.*

На використанні цього принципу заснована відома солдатська кмітливність. Саме винахідливість (а значить,

досвід і навички нелінійного мислення) дозволяє винахідливим людям компенсувати брак певних речей або ресурсів підсобними матеріалами, що спеціально не призначені для даних функцій і є під рукою. Але й досвід, і знання, й кмітливість є інформаційними категоріями. Виходить, що інформація дозволяє собою замінити певний брак матеріальних активів.

У ряді випадків зазначений підхід дозволяє значно знизити потребу в матеріальних компонентах системи або взагалі обійтися без певних матеріалів, змінивши функції, що виконуються.

***Висновок 4. Усі фактори, що визначають стан системи, взаємопов'язані та взаємообумовлені.***

Взаємозв'язок та взаємозумовленість різних параметрів та функцій системи є однією з її фундаментальних властивостей. Вони власне дозволяють формувати систему з розрізнених частин та елементів. Саме ця властивість була покладена Б. Коммонером в основу одного з його відомих екологічних законів: «Все пов'язане з усім».

Формально (з фізичної точки зору) рушійна сила (різниця потенціалів) є причиною виникнення потоків. Залежність інтенсивності потоку від рушійної сили не викликає сумніву. Саме різниця потенціалів формує потоки речовини, енергії та інформації як у систему, так і з неї. Однак зазначена залежність насправді має складний характер. У її реалізації беруть участь зворотні зв'язки. Реальністю є те, що не тільки рушійна сила впливає на кількісні параметри потоку, але й властивості потоків здатні впливати на параметри рушійної сили. Згадаймо, як у гідравліці змінюється напір залежно від консистентності рідин, що прокачуються, а в економіці *попит залежить* від особливостей товарів.

***Висновок 5. Можливий альтернативний вибір засобів забезпечення припливу вільної енергії в систему, ефективність яких значно різниться.***

В даному випадку під засобом припливу вільної енергії розуміється вид субстанції (енергії, речовини, інформації), за допомогою якого система задовольняє свою певну потребу та/або шлях, за допомогою якого дана субстанція потрапляє в систему або виводиться з неї. Вибір того чи іншого засобу зумовлений рівнем упорядкованості системи.

*Ефективність* засобів припливу вільної енергії визначається їхньою здатністю здійснювати роботу з упорядкування системи, а також внутрішньо обумовленими рівнями відхідності даних засобів; останнє визначається їх ентропійними властивостями.

Зокрема, на підприємстві види вхідних ресурсів та енергії обумовлені характером продукції, що виробляється, та застосованими технологіями. У свою чергу, особливості використовуваних матеріалів та джерел енергії впливають на характер виробничих процесів. Наукоємна, нересурсомістка продукція покращує виробництво, створюючи передумови для подальшого підвищення інформаційного рівня виробництва. І навпаки, матеріаломістка та енергоємна продукції спричиняє «консервацію» застарілих технологій, у тому числі, через складність гнучкого переозброєння та модернізації «обтяжених» виробничих потужностей.

***Висновок 6. Найбільш ефективним засобом припливу впорядкованості (негативної ентропії) в систему є інформація.***

Це пояснюється, по-перше, мінімальним рівнем дисипативних характеристик, властивих цьому виду засобів (викликають мінімальний потік матеріальних ресурсів і відходів, що пов'язані з обслуговуванням інформаційних потоків); по-друге, тим, що інформація (наприклад, нові знання, досвід, ідеї) має максимальну здатність підвищення рівня впорядкованості системи.

Можна зробити також певні висновки, що зумовлені впливом фактору часу на характер процесів функціонування та розвитку систем.

## **10.7. Вплив фактору часу на процеси зміни систем**

Більшість чинників, що визначають характер ентропійного балансу, характеризується динамічними параметрами. Це означає, що їх значення можуть змінюватися з часом. Отже, час є важливою характеристикою, що визначає підсумковий стан системи. Сказане дозволяє зробити ще один важливий висновок.

***Висновок 7: Для динамічних систем час є системоформуючим фактором.***

Цей висновок дозволяє сформулювати кілька окремих слідств:

- *однаковий стан системи може бути досягнутий нетривалим, але сильним за величиною енергетичним (квазіенергетичним) імпульсом, або малим за інтенсивністю імпульсом, який діє тривалий період часу;*
- *при фіксованій тривалості дії фактору, що викликає у системі зміни, їх розмір визначатиметься величиною зазначеного фактору;*
- *при фіксованому значенні фактору, що впливає (імпульсу), результат змін стану системи визначатиметься часом дії імпульсу;*
- *при тривалому періоді існування системи тенденція до зміни її стану стає системоформуючим фактором.*

Навіть невеликий питомий енергійний імпульс, помножений на кількість часу його впливу (кількість разів), може зробити колосальну роботу («терпіння та праця все

перетруть»). І навпаки, безсистемний енергетичний імпульс великої потужності (тобто, який постійно змінює напрямок свого впливу), як правило, має незначний творчий потенціал.

Як тут не згадати прислів'я: «Безногий, що рухається вірною дорогою, обжене вершника, що носить без мети»!

Урахування даних слідств особливо актуальне в екології. Дія будь-якого незначного, але стійкого за своїм характером сприятливого чи деструктивного фактору може бути багаторазово посилена часом («час лікує рани», «вода камінь точить»).

Про те, наскільки небезпечними можуть бути «малі», але стійкі й тривалі процеси антропогенного впливу на природу, свідчать наслідки деградації екосистем планети. Зокрема, на думку деяких вчених, більшість пустель Землі (зокрема, Сахара й Австралійські пустелі) є рукотворними. Іншими словами, вони є результатом діяльності людини. В одному випадку (приклад Сахари) основним екодеструктивним фактором стало скотарство та землеробство, що зруйнували екосистеми регіону; в іншому (приклад Австралії) – традиції аборигенів використовувати вогонь для випалювання рослинності.

В Україні «бідюю» природи став плуг та його невправильне використання (зокрема, оранка вздовж схилів). За кілька десятиліть вітрова та водна ерозія забрали близько половини колись еталонних чорноземів.

Як ми вже переконалися в попередніх розділах, *упорядкування* системи безпосередньо пов'язане з підвищенням рівня її інформативності, тобто *кількості інформації*, що міститься в системі. Вищий рівень упорядкованості системи, означає, що вона містить в собі більшу кількість інформації (хоча залежність має нелінійний характер).

Інформація – величина *ймовірнісна* (вірогіднісна). Більше інформації несе те повідомлення, яке менш імовірне. Відповідно, чим менш імовірний стан системи, тим більше інформації повинна мати система, щоб підтримувати такий стан.

Отже, щоб кількість інформації в системі збільшувалася, ймовірність можливих станів системи має зменшуватися. Це можливо за двох умов:

- по-перше, якщо система ускладнюватиметься, тобто в ній збільшуватиметься кількість елементів та зв'язків між ними;

- по-друге, якщо система буде ставати динамічнішою, тобто, її стан залежатиме від більшої кількості факторів, що змінюються невизначеним та випадковим чином; при цьому важлива як швидкість зміни чинників, так і прискорення, з яким відбуваються процеси змін.

За таких умов ймовірність кожного зі станів, в яких може перебувати система, буде зменшуватися, а інформація, що передається таким станом, буде збільшуватися. Більшу інформацію, отже, матиме й система в цілому.

У цьому переконує аналіз умов енергоентропійного балансу. Від чого залежить надходження інформації в систему? Від кількох найважливіших факторів. Серед основних:

- *інтенсивність* обміну системи із зовнішнім середовищем;

- *інформаційна ємність* обмінних контактів;

- здатність системи трансформувати матеріальні субстанції та первинні інформаційні потоки в засвоювані системою активи;

- *ємність та інтенсивність роботи пам'яті* системи, що дозволяє системі засвоювати (фіксувати, переробляти, закріплювати та відтворювати) інформацію.

Щоб була зрозумілою сутність викладених теоретичних положень, спробуємо проілюструвати їх на прикладі діяльності підприємства. Говорячи про підвищення рівня його впорядкованості, ми передусім розуміємо підвищення інформаційного статусу виробничого та людського капіталу підприємства. Це, в свою чергу, означає:

по-перше, збільшення можливості отримання з одиниці капіталу (зокрема, з одиниці ресурсів, що проходять через підприємство) більшого економічного результату; таке буде можливим, якщо постійно знижуватимуться питомі виробничі витрати, підвищуватиметься якість продукції та оновлюватиметься її номенклатура;

по-друге, вміння підприємства конвертувати додатково отримані доходи в кількісні (тобто квазіенергетичні – грошові), та й якісні (інформаційні) вигоди; це відбуватиметься, якщо підприємство зможе використовувати додатковий прибуток не тільки (а може, й не стільки) для нарощування виробництва, але й для конвертування змін у технологічні перетворення, оновлення номенклатури виробництва, конкурентні переваги, підвищення кваліфікації свого персоналу;

по-третє, те, що позитивні зміни, що відбуваються, закріплюватимуться пам'яттю підприємства; це забезпечить його від «скочування» в старий, менш ефективний стан.

На основі сказаного можна зробити такі висновки:

***Висновок 8: Вищий рівень інформаційної впорядкованості системи зумовлює підвищення її ефективності та збільшення інтенсивності обміну із зовнішнім середовищем.***

***Висновок 9: Темпи зростання впорядкованості системи будуть тим вищими, чим вищим буде ступінь динамічності системи.***

***Висновок 10: Темпи динамічності системи будуть тим вищими, чим більшими будуть ємність та швидкодія її пам'яті.***

Висновки 9 і 10 дають підстави сформулювати також важливі слідства:

➤ ***Інновації є ключовим засобом прискорення темпів зростання впорядкованості.***

Виходячи з цього слідства, можна сформулювати ще два. Підстави для цього – ось у чому... Інновації тісно пов'язані зі зносом системи. Більш інтенсивне зношування системи змушує її заново відтворювати свої компоненти. Й ці відновлення відбуваються вже з застосуванням нових досягнень.

➤ ***Чим інтенсивніші темпи зносу (висловлюючись мовою фізиків, параметри ентропійної активності), тим більшими мають бути обсяги «субстанцій», які змушена залучати система до процесів обміну з довкіллям.***

Ці надходження необхідні для задоволення потреб у постійній реконструкції системи. З урахуванням накопиченого досвіду в процесі відтворення компонентів системи вносяться інноваційні зміни, які відіграють роль своєрідних «мутацій», покликаних удосконалювати діяльність системи.

Як було зазначено, система розвивається тим швидше, чим вона є динамічнішою. Стабільні, застигли системи, що не зношуються, не мають потенції до розвитку. Системи, в яких процеси зношування йдуть швидше, змушені оновлюватися вищими темпами. Отже, фізичне зношування системи формує передумови до більш інтенсивних процесів її розвитку.

Але зворотні зв'язки в системі діють не лише в одному, описаному вище, напрямі. Необхідність внесення змін може наступати й тоді, коли фізичне зношування певних компонентів ще не відбулося. Тоді причина і наслідок змінюються місцями: причиною інновацій стає не зношування системи, а навпаки: необхідність інновацій обумовлює

прискорені темпи зношування компонентів системи (зокрема, заміни морально застарілих активів). В цьому випадку йдеться про моральне зношування.

Сказане дає підстави сформулювати ще два слідства:

➤ *Інновації підвищують ефективність системи та прискорюють моральний знос її компонентів.*

➤ *Зношування компонентів системи може бути як наслідком, так і засобом підтримання високих темпів її розвитку.*

У порівнянні з камінням рослини значно більш динамічні. Речовини, що входять до складу клітин, оновлюються дуже швидко. Однак за це рослини в порівнянні з неживою природою змушені були заплатити певну ціну – більш короткий період життя (від кількох місяців до кількох десятків років). Щоправда, деяким деревам відпущено значно більше – період їхнього життя сягає кількох сотень і навіть тисяч років. У порівнянні з такими «старожилами» більшої частині тварин природою відпущено набагато менше: лише у деяких видів їх вік може досягати сто й більше років. Проте тварини отримують значно більший ступінь свободи цілеспрямованої динаміки руху.

Як не згадати афоризм М. Жванецького: «Чоловіки живуть на 20% швидше, ніж жінки!» Звичайно, це – реакція письменника-філософа на відомий факт, що тривалість життя у чоловіків менша, ніж у жінок. Проте, прискорений знос організму чоловіків пояснюється, мабуть, саме тим, що вони живуть (чи змушені жити) інтенсивніше, тобто є динамічнішими системами.

*Інновації* стають однією з основних деталей механізмів, за допомогою яких природа забезпечує високі темпи зносу систем і цим підтримує наростаючі темпи еволюції. Дієвим інструментарієм при цьому стають: збільшення різноманіття предметів і явищ природи, активізація біфур-

каційних механізмів розвитку, формування нових форм диференціації та інтеграції природних сутностей.

## Питання до розділу

1. Наведіть приклади виробництва ентропії у економічних системах.

2. Викладіть передумови необхідності та достатності упорядкування систем.

3. Який принцип має закладатися для формування мотивації антиентропійної діяльності у соціально-економічних системах?

4. Охарактеризуйте зміст енергоентропійного балансу. У чому його принципова відмінність із енергетичним (квазіенергетичним) балансом?

5. Охарактеризуйте зовнішні (екзогенні) фактори виробництва ентропії.

6. Охарактеризуйте внутрішні (ендогенні) чинники виробництва ентропії.

7. Поясніть, за рахунок яких груп факторів формується впорядкованість системи.

8. Від чого залежить рівень структурної впорядкованості системи?

9. Від чого залежить рівень функціональної впорядкованості системи?

10. Як можна визначити приріст упорядкованості системи? Від чого він залежить?

11. Як на приріст упорядкованості системи впливають параметри метаболізму?

12. Охарактеризуйте види ефектів, які досягаються завдяки підвищенню рівня впорядкованості економічних систем?

13. Охарактеризуйте умови прогресивного розвитку системи.

14. Дайте порівняльну характеристику статичної та динамічної систем.

15. Від яких властивостей залежить стан динамічної системи?

16. Охарактеризуйте функціональні зв'язки між трьома характеристиками системи: вільною енергією, ентропією та впорядкованістю.

17. Від чого залежить приріст упорядкованості в економічній системі?

18. Які основні висновки можна зробити з енергоентропійного балансу?

19. На конкретних прикладах обґрунтуйте, що можливі однакові результати за різних витрат і різні результати за однакових витрат.

20. На конкретних прикладах обґрунтуйте, що енергія та інформація – умовно взаємозамінні фактори.

21. Охарактеризуйте такі характеристики, що впливають на підвищення рівня упорядкованості системи, як потік і рушійна сила.

22. Дайте обґрунтовану відповідь, чому інформація є найефективнішим фактором підвищення впорядкованості системи.

23. На конкретних прикладах охарактеризуйте вплив чинника часу на зміни стану системи.

## *Розділ 11*

# **ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ФАКТОРІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ**

### **11.1. Системність факторів розвитку систем**

Будь-яка відкрита стаціонарна система є дуже складним динамічним організмом, стан якого має постійно відтворюватися в просторі та часі. Зокрема, системи як цілісні комплекси складаються: по-перше (у просторі), з матеріально-інформаційних елементів; по-друге (у часі), з процесів (циклів) відтворення системи. Обидві сутнісні грані системи відповідають формулі: ціле, більше суми частин (у першому випадку – матеріальних елементів, у другому – складових процесів, етапів, стадій).

Насправді характер формування системи як цілісного явища є ще складнішим. Триалектична природа системи зумовлює участь у процесі її формування цілий ряд матеріальних, інформаційних та синергетичних (комунікаційних) груп факторів (цілей та функцій, синергетичних зв'язків, параметрів метаболічних потоків тощо). Кожна з них по суті теж є системою, адже до неї може бути застосована та сама формула: «ціле, більше суми частин». Тож, будь-яка система насправді сама по собі складається з комплексу окремих компонентів. Іншими словами, є «системою систем». На рис. 11.1 нами представлені лише дванадцять ключових комплексів, що формують своєрідну систему систем. Їх зміст може бути охарактеризований таким чином:

- система матеріальних (матеріально-інформаційних) елементів (підсистем), що утворюють просторове тіло системи;
- система цілей та функцій, що виконуються системою та її окремими елементами;



**Рисунок 11.1** – Система системних комплексів («система систем»), що реалізується в рамках будь-якої системи

- система складових процесів (етапів, стадій) відтворення станів системи, її елементів та зв'язків;
- система етапів (циклів) еволюції (передісторії) системи, включаючи історію систем попередниць цієї системи;
- система метаболічних потоків та їх перетворень (конвертацій);
- система інформаційних систем, що формують окремі компоненти системи, та їх систем пам'яті (тобто матеріально-інформаційних компонентів, які забезпечують накопичення, закріплення та відтворення інформації);
- система внутрішньосистемних та зовнішньосистемних зв'язків;
- система обмежень (просторових, часових, ресурсних, ін.), у межах яких має існувати та розвиватися система, а також відбуватися окремі процеси (фактори критичної тривалості, випередження, синхронізації тощо);
- система факторів довкілля (природних екосистем, соціальних спільнот, техногенної інфраструктури, клімату, космічних факторів, ін.);
- система рушійних сил (потреб, протиріч, мотивацій), що забезпечують прагнення системи (та її окремих елементів) до функціонування та розвитку;
- система механізмів, що забезпечують стійкість стану системи та її змінність (механізми зворотного зв'язку, механізми трансформації, еволюційні механізми);
- система організаційних принципів функціонування системи та її самоорганізації.

Зазначені системні комплекси ще не вичерпують всього того різноманіття сутнісних граней, які формують процес відтворення стану системи. Зокрема, для соціально-економічних систем надзвичайно важливими є інші системні комплекси, в рамках яких функціонує система: система прав та обов'язків; система громадських інститутів; система факторів соціального середовища та ін.

У науковому світі існує й інше поняття «системи систем» (Held, 2008). Це сукупність окремих системних утворень, що мають свої власні цілі та продовжують функціонувати автономно одне від одного; при цьому зазначені структури починають координувати свою діяльність та поєднувати ресурсну базу для досягнення спільного синергетичного ефекту. Прикладом є розвиток сучасної глобальної соціально-економічної спільноти. Автономно розвиваються системи: торгівлі, зв'язку, транспорту, банків, телебачення, Інтернету тощо. – зі своїми цілями та ресурсами. Інтеграція їхньої діяльності починає давати синергетичний ефект у формі прискорення соціально-економічного розвитку людства. Іншим прикладом є функціонування міжнародного «карбонового» ринку (тобто системи торгівлі між країнами дозволами викиду вуглекислого газу).

В літературі зустрічаються кілька важливих властивостей «системи систем»:

- *операційна та управлінська незалежність*: системи, які утворюють «систему систем», автономно виконують власні функції й незалежно одна від одної підтримують оперативне управління;
- *еволюційність стану*: «система систем» ніколи не буває остаточно сформованою; її форми еволюціонують разом із функціями та завданнями, які модернізуються, доповнюються та видаляються в міру розвитку базових систем;
- *спонтанність поведінки*: «система систем» виконує функції та вирішує завдання, які не плануються в рамках базових систем; вони виникають значною мірою спонтанно в ході паралельної діяльності базових систем та їхньої вимушеної взаємодії.

Виникнення та розвиток «систем систем», що трактуються подібним чином, зазвичай є початковим етапом метасистемного переходу й виникнення нового надсистемного рівня.

## 11.2 Часові системоутворювальні фактори

Будь-яка відкрита стаціонарна система – це не тільки просторовий об'єкт (що складається з окремих компонентів), але й процес, що безперервно триває в часі (що складається з паралельних і послідовно окремих підпроцесів, тобто його більш дрібних періодів, або фаз). Тому визначення системи (як цілого, більшого за суму частин), очевидно, має повною мірою враховувати не лише просторові, а й часові аспекти відтворення системи.

Коли свідчать, що система формується в ході взаємодії різних її елементів (частин), найчастіше мають на увазі, що ці елементи є різними частинами простору, які здійснюють узгоджені дії у єдиному часовому континумі. Це означає, що у кожен із моментів часу певного періоду елементи одночасно здійснюють спільну діяльність (кожен – свою).

Однак, це – лише частина істини, яка набагато складніша й повніша за сказане. Адже може йтися про систему різних станів однієї й тієї самої системи чи певного її елемента, що фіксується у різні моменти часу.

Будь-яка технологічна система вимагає точного дотримання у просторі та часі поєднання різних параметрів середовища, при яких відбуваються зміни властивостей предмета праці – з точністю до часток секунди, градуса, одиниць тиску, вологості тощо. Хіба не такими є процеси термообробки металу, випалу кераміки, видування скла та ін.?

Таким чином, будь-який процес відтворення стану системи також слід розглядати як ціле, більше суми окремих підпроцесів (фаз), з яких він складається. Це, в свою чергу, означає, що будь-який із підпроцесів, вирваний із ритму загального процесу відтворення системи, повністю або частково втрачає свою функціональну спрямованість, а

значить, і зміст своєї реалізації. Те саме стосується й результатів, отриманих у ході такого підпроцесу.

Цементний розчин для будівельних робіт має обмежений термін своєї придатності. Після того, як цей термін спливає розчин втрачає можливість бути використаним за своїм прямим призначенням. Далі шматки засохлого розчину можуть бути використані як наповнювач (замість гравію) при будівництві доріг або як фрагменти пам'ятника бездумному будівництву (чи «безголовим» будівельникам). Відповідно, із загального обсягу виконаних робіт циклу будівництва даної конструкції повинна бути виключена як підпроцес (фаза) виготовлення згаданої кількості розчину, що не відбувся. Якщо з якихось причин потреба в ньому не відпала, розчин має бути виготовлений заново.

Таким чином, вирваний із загального циклу (контексту) будівельних робіт процес виготовлення цементного розчину втрачає будь-який сенс. Він знаходить його лише за двох умов. По-перше, якщо далі за згаданим процесом слідуватиме інший процес, у якому будуть використані результати попередньої стадії робіт. По-друге, якщо суворо витримуватимуться терміни між закінченням виготовлення розчину й завершенням використання всього його виробленого обсягу. При порушенні цих термінів спочатку відбуватиметься погіршення якісних характеристик розчину, а потім повна втрата його як сполучного матеріалу. Безглуздо виготовляти розчин ані раніше, ані пізніше певного терміну, відведеного йому циклом будівельних робіт. Поза цими термінами розчин просто не може бути використаний за своїм прямим призначенням.

У наведеному прикладі основним фактором, що обмежує період зберігання розчину невикористаним, є суто технічний параметр, а саме короткий період збереження його функціональних властивостей. Однак в ролі факторів, що обмежують тривалість виробничих процесів, можуть виступати й інші причини економічного, соціального або природного характеру (наприклад, зростання витрат зі збе-

рігання будматеріалів, короткий період підвищеного попиту на будь-які вироби, погодні умови тощо).

*Параметри часу* – це показники, що характеризують кількісні та якісні сторони реалізації окремих процесів (підпроцесів) відтворення системи. Серед основних їх можна назвати:

- *послідовність* (порядок слідування підпроцесів зміни стану системи);
- *тривалість* (період часу від початку до закінчення певного процесу);
- *темп* (ступінь швидкості зміни стану системи – час, протягом якого відбувається умовна одиниця змін стану системи);
- *швидкість* (кількість змін стану системи за одиницю часу);
- *рівень синхронності процесів* (ступінь одночасності перебігу процесів один до одного);
- *час перемикання* (період часу, який потрібний системі на перехід від одного процесу до іншого).

Для одних відтворювальних процесів однаково суттєвими є всі зазначені фактори. Для інших – лише окремі з них.

Крім зазначених показників може бути запропонований ще один, який зв'яже параметри часу з результатами змін стану системи – «щільність» часу.

*«Щільність» часу* – показник, що характеризує результат зміни стану системи за умовний інтервал (одиницю) загального періоду часу, включаючи як час цілеспрямованої (продуктивної) діяльності системи, так і час, який необхідний системі на перерви в роботі, перемикання між окремими операціями та трансформацію рівня її гомеостазу.

***Управління параметрами часу економіки.*** При уважному аналізі можна виявити, що в економіці існує багато показників, які пов'язують час із результатами економічної

діяльності. Саме вони можуть бути використані для того, щоб зв'язати час із вартісними оцінками. Ось основні з цих показників:

- продуктивність праці (натуральні чи вартісні показники за одиницю часу);
- норма прибутку (частка капіталу, що окупається за рік);
- банківський відсоток (ціна за позику капіталу на рік);
- норма амортизації (частка основного капіталу, що амортизується протягом року);
- зміна фондівіддачі (темпи зміни протягом одиниці часу);
- рента за використання природних ресурсів (норма прибутку, що отримується з одиниці природного ресурсу протягом року);
- зміна ступеня використання природного ресурсу;
- зміна структури витрат;
- зміна цін;
- динаміка рівня інфляції;
- зміна органічної будови капіталу;
- темпи науково-технічного прогресу.

Усі названі показники є сполучними ланками між параметрами часу та параметрами стану економічної системи, оскільки містять у собі два види показників: економічних (вартісних) та одиниць часу.

У ході економічних процесів (тобто таких, як виробництво, реалізація та споживання продукції, утилізація відходів) постійно відбувається взаємна конвертація параметрів часу в інші параметри стану економічної системи (зокрема, у продуктивність, якість праці, ефективність функціонування тощо) та навпаки.

Будь-які процеси вдосконалення та самовдосконалення систем нерозривно пов'язані з керуванням парамет-

рами часу. Будь-яке підвищення ефективності систем, будь-яка економія тією чи іншою мірою є причиною чи наслідком економії часу.

Управління *чинниками часу* є найскладнішим процесом постійного пошуку оптимальних рішень, де не мають застосовуватися прямолінійні підходи, засновані на принципах лінійного мислення, зокрема: «чим менше, тим краще» або «чим більше, тим краще». Оптимізаційний характер управління параметрами часу об'єктивно обумовлений суперечливою природою функціонування системи.

З одного боку, високі темпи метаболізму – це інструмент випередження конкурентів у боротьбі за джерела вільної енергії (доходів) та засіб успішного вирішення проблеми природного добору.

З іншого боку, всі значення параметрів часу мають власну енергетичну (квазіенергетичну) ціну. Стаціонарний стан, у якому значення параметрів системи наближені до рівня її *гомеостазу*, забезпечує найбільш ефективне (тобто з мінімальними витратами енергії на одиницю роботи, що виконується) функціонування системи. Будь-яке відхилення параметрів системи від стану її гомеостазу пов'язані з додатковими витратами: або додатковими видатками на здійснення одиниці роботи, або відносними питомими втратами вільної енергії (недоотримання доходу, втрачена вигода) чи можливостей системи.

Так, автомобіль, обганяючи на форсованому режимі попутні машини, змушений збільшувати питому (на 100 км шляху) витрату палива. Виграючи в швидкості (й позиції стосовно своїх потенційних конкурентів), він програє у витратах, що, можливо, позначиться на його подальшому пересуванні.

Ще вище енергетичні (квазіенергетичні) витрати при біфуркаційних трансформаціях, коли система, модернізуючи свою структуру, переходить до нового рівня гомеоста-

зу. При подібних трансформаціях система переживає, з фізичної точки зору, стан катастрофи: порушується лінійний характер функціонування системи, перебудовуються її зв'язки, припиняється продуктивна діяльність із залучення до системи вільної енергії. У такому стані система може витратити лише раніше накопичену енергію, не одержуючи вільної енергії ззовні.

Однак існують причини, що змушують економічні системи відмовлятися від комфортного та стабільного режиму стаціонарності. Це фізичне й моральне зношування системи, внаслідок чого параметри системи починають погіршувати свою діяльність в абсолютному й відносному значеннях. У результаті фізичного зносу система відчуває погіршення своїх параметрів відносно її власних параметрів у минулому. Внаслідок морального зносу параметри системи погіршуються стосовно теперішнього стану, але вже інших систем (передусім – конкурентів). В обох випадках результатом є зниження надходження в систему вільної енергії, аж до повного припинення.

Отже, біфуркаційні трансформації системи можна вважати вимушеною мірою у її прагненні утримувати на достатньому рівні свою конкурентоспроможність. Однак подібні трансформації можуть бути виправдані лише в тому випадку, якщо діяльність системи після її модернізації дозволить за рахунок очікуваного підвищення ефективності перекрити втрати, спричинені вимушеним простоем під час перебудови.

*Стратегічні* устремління системи до підвищення рівня своєї ефективності та пов'язані з цим спроби неухильної інтенсифікації параметрів часу повинні гармонійно ув'язуватися з тактичними завданнями щодо підтримання її стаціонарного стану, який фактично «годує» систему. Адже він фактично є джерелом надходження до системи

вільної енергії (квазенергії). Реальність така, що постійно існує необхідність вибору між:

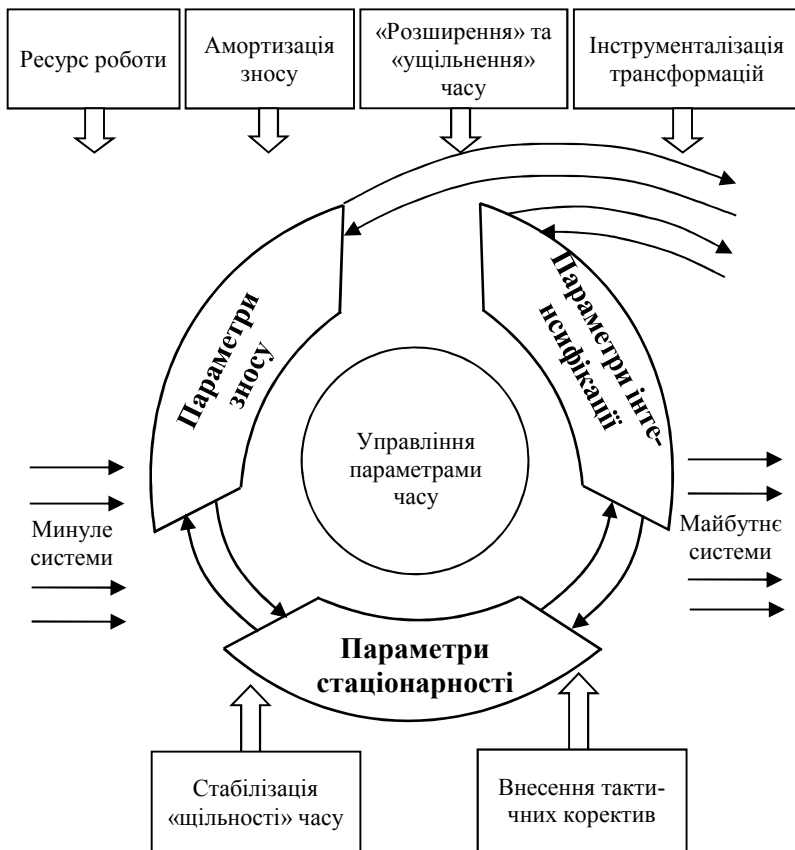
- майбутньою вигодою та поточними потребами;
- стратегічними та тактичними цілями;
- ефективністю та стабільністю;
- ризиком та надійністю;
- «журавлем у небі» та «синицею в руках».

Управління параметрами часу неминуче пов'язане з пошуком компромісу між стратегічними цілями та тактичними завданнями. А це означає спроби знайти баланс між двома групами факторів: ущільнення часу та забезпечення стаціонарності, що схематично показано на схемі (рис. 11.2). При цьому неминуче має враховуватися третя група факторів, які зумовлюють період та швидкість зносу окремих підсистем та системи в цілому.

Стрілки біля блоків «Параметри зносу» та «Параметри інтенсифікації» (на рис. 11.2) в напрямку до майбутнього та назад показують необхідність використання дослідницького та нормативного видів прогнозування для обґрунтування параметрів часу. Перший вид прогнозування відповідає на запитанням: що можна очікувати від майбутнього? Другий – на запитання: що потрібно робити в сьогодні, щоб досягти в майбутньому заданих цілей.

Можна навести низку завдань, які доводиться вирішувати під час управління параметрами часу в межах економічної системи:

- скорочення часу виконання однієї операції;
- скорочення непродуктивного часу (часу простоїв, міжопераційних перерв тощо);
- оптимізація послідовності виконання різних робіт (яка робота за якою повинні слідувати);



**Рисунок 11.2** – Схема управління параметрами часу в рамках економічної системи

- оптимізація ступеня паралельності виконання окремих операцій (поєднання режимів паралельної та послідовної робіт);
- формування ефективних виробничих циклів (оптимізація глибини переробки предметів праці);
- оптимізація тривалості виробничих циклів у часі (тобто визначення найефективніших життєвих циклів виготовлення певного виробу);

- оптимізація інвестиційних циклів реалізації проєктів (розподілу та концентрації ресурсів за певними видами робіт);
- оптимізація інтенсивності використання засобів виробництва у часі (тобто визначення найбільш ефективної – «крейсерської» – швидкості роботи обладнання);
- оптимізація режимів транспортних, складських та торгових операцій (наприклад, формування транспортних партій вантажоперевезень, що забезпечують мінімальні витрати);
- оптимізація періоду оборотності оборотних засобів (а це впливає на середній залишок оборотних коштів);
- оптимізація термінів реалізації продукції (а це означає вдосконалення цінової політики, у т.ч. режиму диверсифікації цін);
- оптимізація терміну окупності.

Частково проблему інтенсифікації чинників часу можна вирішити вже на рівні тактичних завдань, тобто у межах операційного функціонування економічних систем. Зокрема, з метою «ущільнення» часу можуть вноситися корективи до діючих виробничих процесів, логістичних та збутових систем. Існують також значні можливості розширення продуктивних та скорочення непродуктивних періодів часу. Це виразно простежується в такому виді діяльності, як транспортні послуги, де є можливості значного збільшення сукупного часу надання послуг у «пікові» періоди (години, дні, сезони) за рахунок збільшення кількості рейсів, маршрутів, одиниць транспорту. Подібний захід, втім, неминуче наштовхується на проблему значного резервування транспортних засобів, які не завжди можна переключити на використання за альтернативними напрямками в інші періоди часу, а отже, загрожує збільшенням непродуктивних періодів простою техніки.

Існують значні можливості ущільнення часу здійснення модернізаційних трансформацій. Тут найперспективніші напрями пов'язано з максимальною віртуалізацією та інструменталізацією трансформаційних процесів. Перше пов'язані з максимальним перенесенням робіт на стадії обґрунтування, підготовки й трансформації системи – тобто на віртуальний, зокрема, комп'ютерний рівень. Другий напрямок передбачає максимальну уніфікацію (за «принципом трансформера») трансформаційних технологій.

### **11.3 Конвертація системоутворювальних факторів**

Виконаний аналіз дозволяє зробити висновок, що розвиток будь-якої соціально-економічної системи є складним процесом, де постійно відбувається взаємна конвертація різних груп факторів.

Зокрема, можна навести приклади ключових конвертацій в економічних системах:

✓ *цілі* конвертуються у *засоби*, а засоби – в досягнення цілей;

✓ *товар* конвертується в *гроші* (при його реалізації);

✓ *гроші* – в *товар* (наприклад, при придбанні необхідної сировини);

✓ *ціна* – в *обсяг продажів* (чим нижче ціна, тим більший обсяг товарів вдається продати);

✓ *обсяг продажів* – у *ціну* (збільшення обсягу продажів дозволяє знизити собівартість одиниці продукції та відпускну ціну);

✓ *час* – в *ціну* (чим тривалішим є період можливої реалізації послуг, і більше послуг завдяки цьому вдається реалізувати, тим дешевше це дозволяє реалізувати послугу);

✓ *ціна* – в час (чим дешевше продається товар, тим швидше його можна продати, або: тим триваліше можна залишатися на ринку, реалізуючи свої вироби та послуги, створюючи передумови для збільшення обсягу продажу);

✓ *технологія* – в *товар* (чим досконалішою є технологія, тим вищою може бути якість товару та/або меншою собівартість його одиниці);

✓ *якість* – у *ціну/обсяг продажів* (чим вища якість товару, тим за вищою ціною та/або більшу кількість товару можна продати);

✓ *гроші* – в *інформацію* (чим вищі витрати на технологію, тим вищі шанси на її високий інформаційний рівень);

✓ *інформація* – у *людський капітал* (чим якіснішою і повнішою є підготовка фахівця, тим вищий його професійний рівень);

✓ *людський капітал* – в *інформацію* (чим вища кваліфікація персоналу – тим досконалішими є технології, які він здатний створювати та/або обслуговувати, а також якіснішою буде продукція, яку він за допомогою технології може виробляти);

✓ *інформація* – у *зв'язки* (чим досконаліший інформаційний алгоритм функціонування фірми, тим повніші та якісніші внутрішньогосподарські та зовнішньогосподарські зв'язки);

✓ *зв'язки* – в *інформацію* (чим повнішими та якіснішими є зв'язки, тим більш узгодженою буде робота підприємства, і тим більшим обсягом більш цінної інформації про ринки вихідної сировини та збуту підприємство може мати в своєму розпорядженні);

✓ *зв'язки* – в *час* (чим згодніша робота виконавців, тим менше втрачається часу при виготовленні продукції; чим надійніше та якісніше зовнішні зв'язки, тим швидше вирішуються питання постачання та збуту продукції);

✓ *одні види капіталу – в інші* (наприклад, гроші у виробничі активи і навпаки).

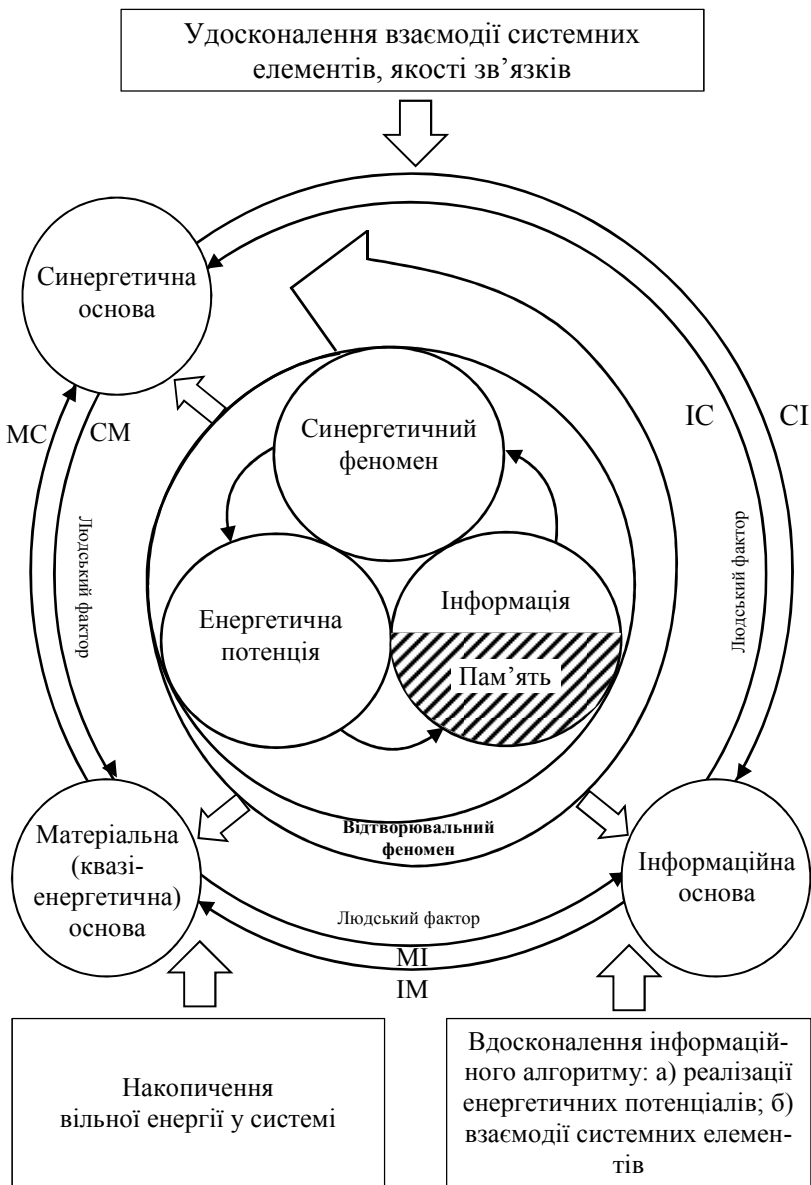
Наведемо кілька конкретних прикладів. Вкладення коштів у модернізацію технології (процесів, матеріалів, обладнання, інструментів) конвертується в економію часу (зокрема скорочуються витрати часу на виготовлення одиниці продукції), що згодом конвертується в економію сировини, трудових факторів та коштів (зокрема скорочуються питомі витрати на виробництво та реалізацію, необхідні обсяги оборотного капіталу, ін.).

Інвестиції в інформатизацію виробництва (перехід на виробництво наукомісткої продукції та застосування інформаційно-комунікаційних технологій) конвертуються у зниження витрат матеріального характеру (сировина, енергія, транспортні та складські витрати), а потім – в економію коштів.

Таким чином, в економічних процесах постійно відбувається взаємна конвертація (перетворення) різних факторів: грошей, матеріалів, енергії, часу, інформації, праці, зв'язків. Це складний, багатоетапний процес, який протікає в просторі та часі постійно, поки функціонує економічна система.

Зазначені види конвертацій та взаємозумовлена дія різних видів факторів можуть бути систематизовані у процеси взаємного впливу трьох базових груп факторів: *матеріальних, інформаційних та синергетичних* (див. рис. 11.3). Ці види взаємодії на прикладі прогресивного розвитку можна охарактеризувати так:

МІ – вплив матеріальних чинників на інформаційні: покращення стану матеріальної бази підприємства сприяє збільшенню доходів (підвищенню вільної енергії в системі) та створює передумови для підвищення інформаційного рівня (модернізації) матеріальних активів (підвищення показників ефективності);



**Рисунок 11.3** – Формування потенціалу прогресивного розвитку соціально-економічних систем

ІМ – вплив інформаційних факторів на матеріальні: підвищення ефективності функціонування матеріальної основи створює передумови для збільшення доходів підприємства та дає можливість подальшого нарощування матеріальної основи;

ІС – вплив інформаційних факторів на синергетичні: досконалість інформаційних алгоритмів реалізації зв'язків покращує умови взаємодії між собою окремих співвиконавців та підрозділів усередині самого підприємства та в його зовнішньому середовищі;

СІ – вплив синергетичних факторів на інформаційні: узгодженість роботи окремих співвиконавців та підрозділів сприяє оптимізації інформаційних алгоритмів реалізації такої взаємодії;

СМ – вплив синергетичних чинників на матеріальні: підвищення якості зв'язків між співвиконавцями та підрозділами сприяє зменшенню витрат (засобів та часу) на реалізацію таких взаємодій (транзакцій), що сприяє відтворенню вільної енергії (доходів) у системі;

МС – вплив матеріальних чинників на синергетичні: поліпшення матеріального (фінансового) стану підприємства створює передумови поліпшення якості зв'язків (взаємодії) співвиконавців і підрозділів, зокрема, за рахунок їх технічного забезпечення.

Однією з умов стійкого *прогресивного* чи стійкого *не спадаючого* розвитку є не зменшення впродовж часу ефективності функціонування системи. Розглянутий вище матеріал дозволяє сформулювати передумови, за яких можуть бути витримані зазначені умови. Це може статися, якщо послідовно відбуватиметься взаємозумовлена конвертація різних груп економічних факторів, а саме: підвищення вільної енергії в системі конвертуватиметься у вдосконалення інформаційної та синергетичної основ, а ті, в свою чергу, – конвертуватимуться у підвищення вільної енергії системи.

## 11.4 Підвищення ефективності як передумова прогресивного розвитку

Підвищення ефективності є магістральним напрямом розвитку системи. Висока ефективність є запорукою успіху системи в природному доборі, який безперестанку здійснює Природа. Неefективна система відбраковується під впливом зовнішніх чи внутрішніх чинників (природні умови, конкурентна боротьба, власні можливості системи: витривалість, стійкість, ін.). Системно ці питання розглядаються в книзі нобелівського лауреата Моріса Алле (Алле, 1998).

Послідовне підвищення ефективності сприяє зниженню дисипативних (тобто незворотних) втрат енергії та підвищенню приросту вільної енергії в системі. Тим самим створюються передумови її розвитку через інформаційне вдосконалення.

Проілюструємо сказане на прикладі економічної системи, використовуючи квазіенергетичний баланс системи. В умовах діяльності економічної системи (зокрема підприємства) дана формула набуває вигляду:

$$D = \Delta K + Z + B_n + B_k + B_m \quad (11.1)$$

Розшифровка складових даної формули має досить умовний характер, оскільки дуже важко розділити за призначенням різні види діяльності підприємства. Пам'ятаючи про цю умовність, значення компонентів можна охарактеризувати так:

$D$  – дохід підприємства від будь-яких видів його діяльності (характеризує приплив «вільної енергії» в систему);

$\Delta K$  – зміна вільного капіталу (аналогу «вільної енергії») підприємства, представленого в будь-яких видах активів. Це можуть бути кошти на рахунку підприємства:

його валютні резерви (у т.ч. у формі готівки); депозитні вклади; акції інших підприємств; не призначені для основної діяльності матеріальні активи (нерухомість, обладнання, транспортні засоби, запаси матеріальних ресурсів тощо), які в необхідний момент можуть бути конвертовані у потрібну форму капіталу для розвитку підприємства тощо;

З – будь-які форми витрат підприємства, які прямо чи опосередковано можуть вважатися його втратами (збитками) та відображають дисипативну складову квазіенергетичного балансу.

Спільною ознакою цього виду витрат є те, що вони (на відміну від трьох інших витратних складових) не супроводжуються виникненням будь-яких позитивних результатів діяльності підприємства й не ведуть до залучення в систему додаткової «вільної енергії» (доходу). Іншими словами, до втрат слід віднести ті види виплат (або інших видів витрат) підприємства, за допомогою яких не можна вплинути на параметри економічних процесів з метою збільшення доходу (виручки). Наприклад, подібні витрати не в змозі підняти обсяг продукції, що виробляється або реалізується, ціну реалізації, знизити рівень виробничих витрат та ін. До категорії втрат, зокрема, можна віднести різні види податків, багато видів платежів та виплат (зокрема пов'язаних з рекетом чи корумпованістю чиновників); збитки (зокрема пов'язані з виплатою різноманітних неустойок, нереалізованою продукцією, неплатежами клієнтів); втрати через брак, відходи, простой, неправильні дії співробітників, нераціональне використання обладнання та часу, ін.; збитки (зокрема обумовлені надзвичайними ситуаціями, забрудненням середовища, форс-мажорними обставинами тощо).

$B_n$  – продуктивні витрати, необхідні для виробництва та реалізації продукції (витрати на матеріали та технологічну енергію, зарплата виробничих робітників, витрати на відвантаження продукції, ін.);

$V_k$  – компенсаційні витрати, основне призначення яких – підтримання певного рівня гомеостазу підприємства; до них умовно можна віднести: витрати на підтримання робочого стану основних фондів (амортизаційні відрахування, витрати на ремонт, ін.); зарплата персоналу, який займається управлінням чи обслуговуванням виробництва; додаткові витрати з просування продукції на ринок та збільшення попиту, ін.;

$V_m$  – трансформаційні витрати, пов'язані зі зміною гомеостазу підприємства; передбачають витрати на переозброєння та реконструкцію підприємства, вдосконалення виробництва певного виду продукції, освоєння нових видів виробів, ін.

Наведена формула характеризує лише загальний принцип взаємозв'язку між дохідною та витратними складовими балансу. Вона не може передати динаміку внутрішнього змісту складових формули, що постійно змінюються в ході виробничої та комерційної діяльності економічної системи. При цьому причина постійно змінюється місцями зі слідства, що може бути представлено такою схемою:

$$\begin{aligned}
 D &\rightarrow \Delta K + Z + V_{\Pi} + V_k + V_T \rightarrow \\
 &\rightarrow D' \rightarrow \Delta K' + Z' + V'_{\Pi} + V'_k + V'_T \rightarrow \dots \\
 &\rightarrow D^i \rightarrow \Delta K^i + Z^i + V^i_{\Pi} + V^i_k + V^i_T \rightarrow \dots
 \end{aligned}
 \tag{11.2}$$

У першому наближенні це слід розуміти так: зміст витратних складових (у кожному циклі) є наслідком доходної складової в попередньому циклі; а зміст доходної складової (в кожному з наступних циклів) є наслідком (результатом) реалізації витратних складових у попередньому циклі.

Слід враховувати, що представлена схема має досить умовний характер. У реальних економічних процесах (за рідкісними винятками) фази різних циклів реалізуються паралельно, тобто накладаються в часі одна на одну. Це означає, що в кожен із моментів часу на підприємстві од-

ночасно можуть відбуватися всі чотири фази конвертаційного циклу діяльності підприємства: гроші – виробничі чинники – виробництво – товар – гроші. Відповідно, паралельно спостерігатимуться всі види взаємної конвертації різних форм капіталу, зокрема, переходу дохідної частини квазіенергетичного балансу до витратних складових, а витратних – до дохідної.

**Ефективність діяльності системи.** У загальному вигляді ефективність діяльності системи (відповідного витрачання коштів та взаємної конвертації різних форм капіталу) за першим із зазначених у формулі 11.2 циклів можна виразити таким чином:

$$e_1 = \frac{D'}{\Delta K' + Z' + B_n' + B_k' + B_m'} \quad (11.3)$$

Ефективність функціонування системи в другому та наступних циклах становитиме:

$$e_2 = \frac{D''}{\Delta K' + Z' + B_n' + B_k' + B_m'} \dots \quad (11.4)$$

Слід докладніше зупинитися на дохідній частині балансу, що характеризує приплив «вільної енергії» до системи. Величина доходу, який отримується підприємством, може бути виражена формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot C_i \cdot T_i \quad (11.5)$$

де  $Q_i$  – обсяг  $i$ -го виду продукції (виробів чи послуг), що реалізується в одиницю часу (добу, місяць, рік), вимірюється натуральними одиницями (шт., кг, т, м, умовні одиниці, ін.);

$C_i$  – ціна одиниці  $i$ -го виду реалізованої продукції грн (дол, євро, грн) / шт.; дол та ін./кг; дол та ін./т тощо);

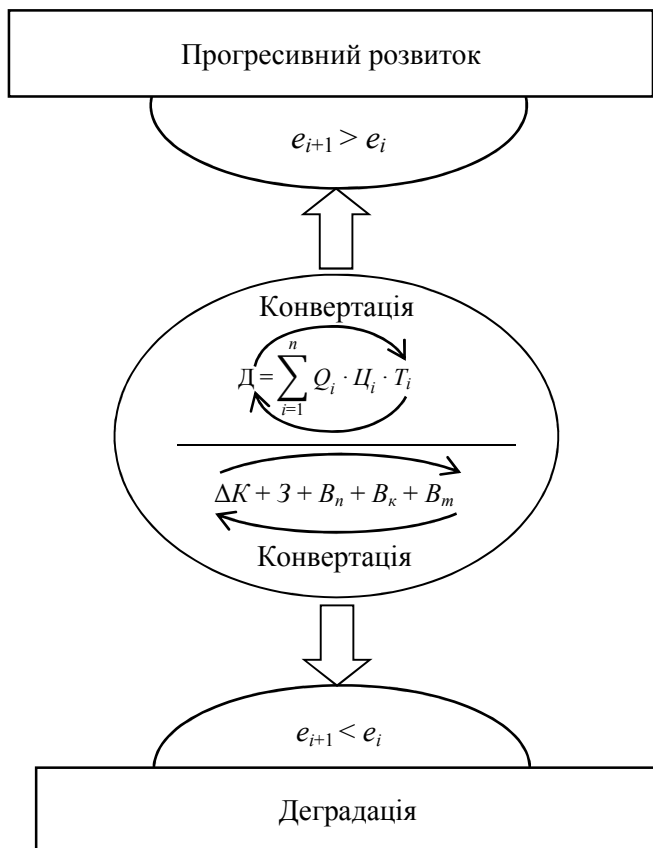
$T_i$  – період, протягом якого реалізується  $i$ -й вид продукції – виробів чи послуг (днів, місяців, років).

Ця формула є ключем до розуміння механізмів отримання підприємством «вільної енергії» з зовнішнього середовища. Будь-які зміни даного показника можуть відбуватися за такими напрямками:

- через зміну обсягу реалізованої продукції за одиницю часу (зміна кількісних показників продуктивності);
- через зміну ціни одиниці виробленої продукції (зміна якісних показників самої продукції чи процесів її реалізації);
- через зміну періоду часу дії економічного процесу (зміна якісних характеристик самого процесу виробництва та реалізації продукції).

**Динаміка ефективності – як критерій розвитку.** Повертаючись до формул оцінки ефективності функціонування системи (формули 11.3–11.5), можна зробити висновок, що прогресивний розвиток системи може відбуватися лише за умови постійного підвищення ефективності її функціонування, тобто при  $e_2 > e_1$  (або  $e_{i+1} > e_i$ ). Це показано на рис. 11.4. При цьому взаємні конвертації відбуваються як між складовими, що формують дохідну компоненту (чисельник), так і між складовими, що формують витратні компоненти (знаменник).

Наприклад, збільшення періоду продуктивної діяльності системи (так само як і прискорення оборотності оборотного капіталу або прискорення темпів реалізації продукції) може сприяти зниженню відпускної ціни, що позитивно впливатиме й на обсяги продажів, збільшуючи їх зростання. Діють і зворотні зв'язки (це показано схематичними стрілками у чисельнику).



**Рисунок 11.4** – Загальна схема формування напрямів розвитку через зміну ефективності системи

Зокрема, збільшення періоду завантаження курортних площ (наприклад, за рахунок проведення на них конференцій, семінарів, шкіл, виставок) дозволяє знизити час, протягом якого вони будуть порожніми, а населення курортного регіону залишатиметься без заробітку. Іншими словами, кількість днів, які «годують» курорт збільшиться. Це дозволить знизити ціну реалізації одного людино-дня послуг під час курортного сезону. Зниження цін дасть можливість залучити більше відпочиваючих та підвищити обсяг

реалізованих послуг. Збільшення отриманого доходу дозволить модернізувати курортну інфраструктуру та продовжити можливий період, коли можуть бути надані рекреаційні послуги.

Крім того, це дозволить збільшити кількість їх асортименту (найменувань); наприклад, за рахунок розширення числа медичних послуг. Зазначені заходи дозволяють диверсифікувати види послуг та їх ціновий спектр. Розширюється діапазон надання як дорожчих, так і дешевших послуг. Подібна політика поетапного розвитку курортного господарства в результаті може підняти середню ціну реалізації одного людино-дня послуг при істотному зниженні мінімальних цін за конкретну послугу та зростання кількості видів дешевих послуг.

Відповідні трансформації відбуваються й з складовими знаменника. Поліпшення структури витратних складових сприяє зниженню втрат підприємства (зменшується дисипативна складова та збільшується обсяг вільного капіталу). Діють і зворотні зв'язки (як показано схематичними стрілками у знаменнику).

Зокрема, якщо звернутися до вищенаведеного прикладу, що характеризує розвиток курортного господарства, то можна відзначити, що можливі зміни з розширення сезонності надання послуг, не можуть не позначитися на структурі витрат. У ній неминуче має збільшуватися частка складових, пов'язана безпосередньо з діяльністю системи (продуктивні витрати –  $B_n$ ) та її модернізацією (трансформаційні витрати –  $B_m$ ). При цьому зменшиться частка інших складових, зокрема витрат, що втрачаються (збитки, втрачена вигода через незавантаження потужностей, ін. –  $Z$ ) та компенсаційних витрат (охорона об'єктів, амортизаційні витрати, ін. –  $B_k$ ).

Якщо показник ефективності діяльності системи буде знижуватися від циклу до циклу (тобто  $e_{i+1} < e_i$ ), на систему неминуче очікує її деградація.

Сказане дозволяє сформулювати умову стійкого (тобто протягом достатнього періоду часу) прогресивного або не спадаючого розвитку системи. Такий розвиток може підтримуватись (контролюватись) за допомогою механізмів зворотного зв'язку за умови, якщо ефективність діяльності системи не зменшуватиметься з часом (тобто при  $e_{i+1} \geq e_i$ ).

## Питання до розділу

1. Розкрийте зміст поняття система систем
2. Дайте визначення поняття «час». Розкрийте зміст основних властивостей часу.
3. Як взаємодія різних елементів системи в часі впливає на її загальний процес відтворення?
4. Які фактори можуть обмежувати тривалість виробничих процесів, окрім технічних параметрів?
5. Як показник «цілільність» часу допомагає оцінити ефективність відтворювальних процесів у системі?
6. Як параметри часу пов'язані з економічними показниками, такими як продуктивність праці, рента та норма амортизації?
7. Чому управління параметрами часу в економічних системах є складним процесом, і чому не можна застосовувати лінійні підходи до цього управління?
8. Що таке біфуркаційні трансформації в економічних системах, і чому вони можуть бути необхідні для підсилення конкурентоспроможності системи?
9. Як оптимізація параметрів часу в економічній системі допомагає забезпечити баланс між стратегічними цілями та тактичними завданнями?
10. Які основні напрями можна виділити для ущільнення часу здійснення модернізаційних трансформацій в економічній системі?

11. Охарактеризуйте взаємну конвертацію часу та параметрів економічної системи.

12. Наведіть приклади впливу економічних показників на фактори часу.

13. Що означає управляти параметрами часу?

14. Розкрийте зміст тактичних стратегічних завдань управління параметрами часу.

15. Як змінюється ефективність системи через зміну кількісних та якісних показників продуктивності та процесів виробництва?

16. Чому поступове зниження ефективності системи в економічних циклах призводить до її деградації?

## Розділ 12

# ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

### 12.1. Зміст системного аналізу

**Поняття про системний аналіз.** В практиці управління економічними системами важливе місце займає системний аналіз.

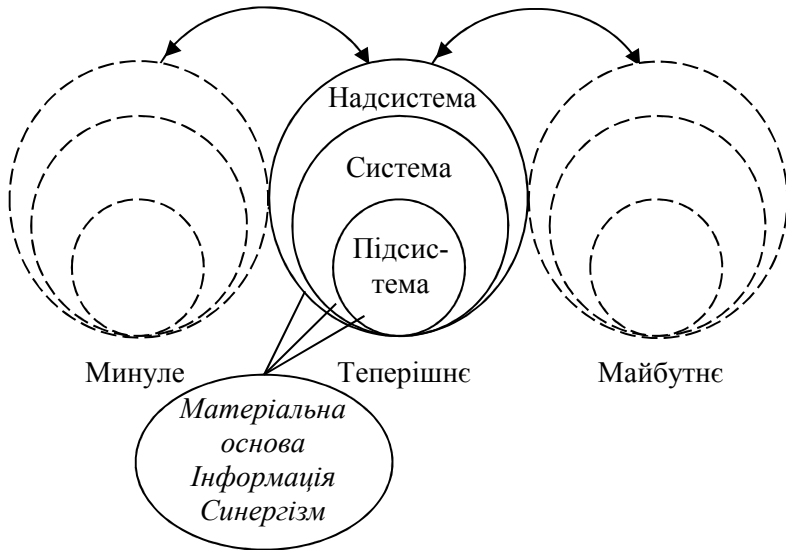
**Системне мислення** – це спосіб сприйняття об’єктів навколишнього світу як цілісних систем у взаємозв’язку та розвитку всіх їх складових частин. Системне мислення тісно пов’язане з системним аналізом, який є й інструментом, і результатом системного мислення.

**Системний аналіз** – сукупність методів та інструментів дослідження складного об’єкта, в основі яких лежить аналіз процесу відтворення та розвитку в просторі та часі певного об’єкта як цілісної системи та складової частини інших систем.

Системний аналіз будується на ряді основоположних принципів. Найважливішими є три, які в сукупності умовно можуть бути названі принципами «тріади тріад». Це означає, що будь-який досліджуваний об’єкт, має розглядатися в єдності трьох напрямків аналізу, а саме (рис. 12.1):

- *трьох начал* відтворення об’єкта в просторі (матеріальна основа – інформація – синергізм);
- *трьох періодів* його еволюції в часі (минуле – теперішнє – майбутнє);
- *трьох ієрархічних рівнів* структурної побудови даного об’єкту (підсистема – система – надсистема).

У науковій літературі (Davies, 2024; Meadows et al., 2011; Warne, 2023; What, 2024; Системне, 2023) розглядаються й інші принципи системного аналізу, які фактично є конкретизацією наведеної вище тріади ключових принципів.



**Рисунок 12.1** – Алгоритм реалізації принципів «тріади тріад» у системному аналізі

Серед найважливіших окремих принципів можна назвати:

- *холістичний* (цілісний) погляд на досліджуваний предмет у взаємозв'язку всіх його частин, виконуваних функцій, цілей функціонування та засобів досягнення цілей;
- врахування *реактивності* системи та зворотних зв'язків, за допомогою яких система реагує на зовнішній вплив;
- *еволюційний підхід*, що передбачає постійний розвиток досліджуваного об'єкта в часі;
- *інтерактивний підхід*, що передбачає постійне ітераційне моделювання поведінки досліджуваного об'єкта залежно від динаміки подій, які відбуваються;
- врахування процесів самоорганізації в досліджуваному об'єкті та в зовнішньому середовищі.

Системний аналіз активно використовується в управлінні при вирішенні багатьох складних проблем, дозволяючи значно знизити ресурсомісткість прийнятих рішень. Системний аналіз є також основою вирішення винахідницьких завдань.

**Аналіз трьох періодів часу.** Основоположником теорії вирішення винахідницьких завдань (ТРВЗ), що використовує як методичний інструмент системний аналіз, був Г. С. Альтшуллер. Він зазначав, що для реалізації алгоритму творчого мислення необхідний аналіз як мінімум дев'яти можливих станів систем (він умовно називав їх «екранами»): системи, підсистеми (підсистем) і надсистеми – в минулому, теперішньому та майбутньому (Альтшуллер, 1986).

Основоположник зазначеної теорії підкреслював, що мати уявлення про траєкторію розвитку системи у майбутньому є запорукою того, щоб не робити помилок у теперішньому. А уважний аналіз минулого системи дає можливість уникати помилок в майбутньому. Прикладом того, як аналіз віртуального майбутнього системи може допомогти уникнути помилок у теперішньому є драматична історія, що приключилася з Робінзоном Крузо. Як відомо, за волею автора, цей персонаж відомого літературного твору вирішив змайструвати човна.

Зваливши величезне дерево, він кілька місяців довбав із нього човен. Коли човен був готовий, Робінзон зрозумів, що не зможе дотягнути його до берега. Так і залишився човен стояти далеко від берега, застиглим пам'ятником несистемного мислення.

Помилкою Робінзона було те, що він не зміг розгледіти майбутніх проблем своєї роботи. Якби він спромігся це зробити, він, напевно, перекотив би до берега стовбур дерева, обрубавши гілки, коли той ще уявляв собою циліндр. І вже там, на самому березі, видовбав би з нього човен.

Г. С. Альтшуллер у своїй книзі «Знайти ідею» наводить ще один приклад системного аналізу, що дозволяє перекинути місток між минулим та майбутнім системи.

У республіці Бангладеш використовують 13 мільйонів фінікових пальм, з яких видобувається сік для виробництва пальмового цукру. Але для збирання соку необхідно зробити надріз на стовбурі високо під самою кроною, приблизно на 20-метровій висоті.

Спроби знайти технічне вирішення проблеми безпечного підйому робітників на потрібну висоту не мали успіху. Альпіністський метод підйому з вирубкою необхідних сходів на стовбурі приводив до того, що дерево засихало. Використання підйомника з висувними сходами було дуже витратним і значно підвищувало собівартість видобутку соку. І тут проектувальники дізналися, що бангладешські селяни мають секрет, який дозволяє підніматися на пальму без жодних машин.

Завдання не вирішується, якщо розглядати лише один системний рівень (пальму) в одному періоді часу (теперішньому). Рішення стає очевидним, якщо спробувати зазирнути у минуле системи. На невеликій пальмі (коли вона ще не дає соку) просто зробити невелику зарубку. В майбутньому, коли дерево виростатиме, зарубка перетвориться на сходинку. Від однієї-двох зарубок дерево не загине. Наступного року, коли дерево підросте, можна зробити ще кілька зарубок. На той час, коли дерево виросте, на стовбурі виявиться готова драбина.

Інше рішення проглядається, якщо перейти до аналізу надсистемного рівня (тобто не самотньої пальми, а всієї посадки дерев). Якщо поруч росте дві пальми, їх стовбури стають основою для майже готової драбини. Бракує тільки мотузкових перекладин (Альтшуллер, 1986).

Як ми могли переконатися в наведеному прикладі, аналіз стану системи в минулому дозволяє значно полегшити завдання управління нею у майбутньому.

**Трирівневий аналіз.** Ще одним важливим принципом системного мислення є цілісний погляд на сукупність трьох рівнів, до яких має відношення система. Жорсткість (залежність) зв'язків збільшується у бік підсистем та слабшає у бік надсистем. Це пов'язано, зокрема, з тим, що надсистема має більше компонентів, зміни в яких можуть бути використані для вирішення задачі.

В своїй книзі «Формули творчості» (2012), Г. І. Іванов наводить приклад, як можна враховувати надсистемний рівень у вирішенні організаційних завдань. У бібліотеці – сотні активних читачів, які щодня приходять по нові книжки. І ось виникла проблема переїзду бібліотеки до нової будівлі. Однак бібліотека не має ані автомобілів для перевезення книг, ані коштів, щоб сплатити за роботу вантажників. Як бути?

Рішення може прийти лише з надсистемного рівня. Рівень системи під назвою «бібліотека» є книжковим фондом з обслуговуючим персоналом. Надсистему (крім самої бібліотеки) утворюють сотні читачів, які можуть бути використані для вирішення задачі. Всім читачам може бути запропоновано повертати взяті книги до нової будівлі бібліотеки. Завдання вирішується з мінімумом коштів.

Дуже часто розв'язання задачі полегшується, якщо для цього задіяні підсистемний і надсистемний рівні.

Той самий автор наводить такий приклад. Стационарна морська бурова установка являє собою платформу, яка стоїть на трьох або чотирьох опорах – палях, закріплених на дні моря. У працюючих бурових установках у північних морях взимку виникає серйозна проблема їх зледеніння. Значне зростання ваги платформи погіршується тим, що під дією приливних сил лід, що утворився, постійно «дихає», переміщаючись то вгору, то вниз. Якщо він захопить опори платформи, установка може бути зруйнованою.

Рішення було знайдено в тому, щоб боротися не зі слідством, а з причиною. А причина криється у внутрішніх

властивостях води (тобто підсистемі), яка замерзає при нулі градусів. Отже, необхідно за допомогою тепла запобігти замерзанню води. «Зайве» тепло було знайдено в надмірній кількості в надсистемі. Дизельні двигуни, що стоять на платформі й обертають буровий інструмент, марно викидають у повітря десятки кубометрів розпечених вихлопних газів. Залишається лише опустити вихлопну трубу у воду поруч із опорою – і проблема буде вирішеною. Вихлопні гази, піднімаючись вгору, не лише обігрівають опори. Їхні бульбашки, лопаючись на поверхні води, постійно перемішують її, не даючи можливості утворитися монолітному льоду. Навіть якщо лід і утворюватиметься, він весь просочуватиметься вихлопними газами й буде абсолютно безпечною пухкою масою.

Говорячи про системний аналіз, не слід забувати й ще про одну деталь – про складніший механізм формування будь-якої системи, яка насправді є «системою систем». Іншими словами, в ідеалі можуть враховуватися й інші системоформуючі фактори (наприклад, цілі-функції, обмеження, рушійні сили, особливості пам'яті та ін.).

Зокрема, Донелла Медоуз виділяла три обов'язкові складові системи: *елементи, взаємозв'язки та призначення* (або *ціль*) (Meadows et al., 2011). Це говорить, зокрема, про те, що багато завдань, які не вирішуються шляхом впливу на елементи або взаємозв'язки системи, може бути вирішене, наприклад, за допомогою зміни структури функцій-цілей, що виконуються (досягаються) окремими елементами.

У світлі цього питання представляє інтерес концептуальна модель аналізу та вирішення екологічних проблем, запропонована Європейським екологічним агентством (European Environmental Agenda) (Хенс та ін., 2007). Модель передбачає аналіз п'яти груп факторів, що становлять:

- *імпульси діяльності* (driving forces) – соціо-економічні та соціо-культурні причини, що стимулюють екодеструктивну діяльність або, навпаки, що зменшують навантаження на природу (зміна кількості та складу населення, освоєння нової ресурсної бази, економічний та соціальний прогрес тощо);
- *навантаження* (pressure) – первинні процеси впливу людини на природу (виробничі процеси, технології споживання продукції та переробки (утилізації) відходів, ін.), що призводять до викидів в атмосферу, скидів у воду, деструкції ґрунтів, ін.;
- *стан* (state) – характеристики компонентів природного середовища, що сприймають наслідки екодеструктивної діяльності (кількісні та якісні параметри);
- *вплив* (impact) – екологічні наслідки екодеструктивної діяльності (забруднення середовища, втрата біорізноманіття, захворюваність населення, економічні збитки);
- *реакція у відповідь* (response) – реалізовані суспільством заходи щодо запобігання екодеструктивному впливу (впровадження очисного обладнання, зміна технологічної основи, нові моделі споживання тощо).

Запропонована модель дозволяє впливати на будь-яку з зазначених груп факторів. При цьому максимальної ефективності дозволяють досягати ті заходи, які максимально націлені на причини явищ.

Надзвичайно важливо також враховувати основні принципи відтворення та самоорганізації систем.

**Економічні аспекти системного аналізу.** Системне мислення та системний аналіз дозволяють значно знизити витрати проектування, виробництва та експлуатації антропогенних та еколого-економічних систем. Це сприяє значному підвищенню ефективності економічних процесів. Економічні результати використання системного аналізу можуть бути такими вражаючими, що може здаватися, що вони досягаються всупереч здоровій логіці. Зокрема, традиційні постулати економічної науки свідчать, що, чим більше вдається заощадити ресурсів, то більшу ціну треба

за це заплатити. Такої закономірності дійсно буде дотримуватися, якщо намагатися досягти результату по кожному окремому елементу системи без урахування впливу на цей процес інших елементів. Якщо для досягнення певного результату задіяти можливості всієї системи, то економія значної кількості енергії чи ресурсів може коштувати менше, ніж економія малої кількості.

Саме системне мислення та системний аналіз стають тими засобами, які дозволяють досягати більшого результату не просто з меншими витратами, але навіть при загальному зниженні витрат виробництва та експлуатації системи. Цей ефект автори книги «Природний капіталізм» (Hawken et al., 2000) П. Хокен, Е. Ловінс та Х. Ловінс називають «тунелюванням через фінансовий бар'єр», підкріплюючи свої висновки конкретними прикладами.

Системний аналіз є основою прийняття управлінських рішень. До процесу підготовки прийнятого рішення входить:

- *формулювання проблеми* (цілей та можливостей вирішення);
- *виділення систем* (об'єктів дослідження), до яких належить дана проблема;
- *вибір та формулювання альтернатив*;
- *формування моделей* для аналізу поведінки системи та дії зворотних зв'язків;
- *розробка критеріальної основи* вибору рішень;
- *аналіз показників* можливих альтернатив поведінки системи;
- *обґрунтування висновків* за рекомендованим рішенням;
- *коригування* через можливі зміни ситуації (нова ітерація всього процесу підготовки прийняття рішення).

Отже, системний аналіз є частиною сучасної методології управління. Рішення, що приймаються на його основі,

дозволяють значно підвищити ефективність функціонування технічних і господарських систем.

## 12.2 Метасистемний перехід

Особливістю функціонування та розвитку відкритих стаціонарних систем є їхня здатність об'єднуватися в системи вищого ієрархічного рівня, які також зберігають властивості відкритості та стаціонарності. Так, частки об'єднуються в атоми, атоми – в молекули, молекули – в клітини (одноклітинні організми), клітини в організми з більш складною організацією, організми у співтовариства та ін.

Процес, коли системи одного ієрархічного рівня (що функціонують паралельно одна до одної) починають об'єднуватися, формуючи надсистемне утворення (тобто систему вищого ієрархічного рівня), отримав назву *метасистемного переходу*.

Процеси метасистемного переходу мають закономірності, які є загальними при формуванні систем різного ієрархічного рівня.

Основною особливістю метасистемного переходу є формування над суміжними системами (тобто системами одного й того самого ієрархічного рівня):  $A_1, A_2, A_3, \dots A_i, \dots A_n$  – якоїсь нової системи  $X$  (інколи – на основі однієї з них). Вона бере на себе функції спочатку координування діяльності згаданих систем, а потім – й управління ними. Природа появи нової структури ( $X$ ) може бути різною. Системи множини  $A_i$  можуть добровільно ініціювати цей процес і при нагальній необхідності делегувати керуючі функції ними ж створеній структурі. Так виникали Ліга націй, а потім ООН та інші міжнародні організації. Так створюються управління різних товариств: житлових, садівничих, спортивних тощо. Однак процес може розвиватися

й за іншим сценарієм: ініціювання виконання координаційних або управлінських функцій може взяти на себе (або захопити) одна зі згаданих систем типу  $A_i$ .

У кінцевому рахунку виникає нове співтовариство вищого ієрархічного рівня, з яким системи рівня  $A_i$  починають узгоджувати свою діяльність, у вигляді якогось нового керівного («мозкового») центру, тобто системи  $X$ . Дана нова структура утворюється спочатку з простої суми структур ( $\Sigma A_i$ ). Проте згодом  $X$  починає все більше перетворюватися на системну сутність (систему систем). Поступово виявляються її характерні системні ознаки: координація узгодженої постановки для систем  $A_i$  функцій-цілей; контроль за узгодженістю поведінки елементів (систем  $A_i$ ), які стали для нової системи внутрішніми; вужча спеціалізація їх на виконанні окремих функцій. Нове ціле все більше стає «більшим за суму окремих частин». А це посилює дію принципу емерджентності. Ще нещодавно незалежні, універсальні та автономні системи поступово перетворюються на підсистеми системного цілого – нового метарівня, стаючи одночасно й об'єктами його відбору.

Одним із перших, хто досліджував закономірності метасистемного переходу, був відомий учений В.Ф. Турчин. Йому, до речі, належить і термін «метасистемний перехід» (Turchin, 1977). Глибина зроблених ним узагальнюючих висновків для різних етапів еволюції природи заслуговує на те, щоб викласти їх докладніше (хоча й у скороченому вигляді).

В. Ф. Турчин: «З функціональної точки зору, метасистемний перехід полягає в тому, що діяльність, яка є керуючою на нижчому етапі, стає керованою на вищому етапі, і з'являється якісно новий (вищий) вид управлінської діяльності. Редуплікація та відбір призводять до удосконалення внутрішнього складу нової системи. Перший метасистемний перехід, який можна спостерігати в природі, пов'язана

ний з виникненням тварин. Він активізував рух. Інтегрованими підсистемами є частини організму – клітини, що забезпечують обмін речовин та розмноження. Положення цих частин у просторі до певного часу було випадковим і некерованим. Але ось з'являються органи, що з'єднують різні частини організму – клітини, які їх рухають: клітини, мембрани, вії, джгутики. Відбувається метасистемний перехід, який можна визначити формулою:

*Управління становищем = Рух.*

На цьому етапі рух іще некерований, ніяк не корельований з рухом в доквіллі. Зробити його керованим було наступним завданням природи. Управляти рухом – це зробити його певною функцією стану середовища. Так виникає дратівливість – зміна стану якихось ділянок клітини під впливом зовнішніх чинників і поширення цієї зміни на інші ділянки, зокрема, ті, що забезпечують рух. Отже, формула метасистемного переходу від другого до третього етапу така:

*Управління рухом = Подразливість.*

Інтеграція клітин з утворенням багатоклітинного організму є власне переходом від системи до метасистеми... Що може означати управління дратівливістю? Вочевидь, створення нервової мережі, елементи якої, зокрема, ефектори, порушуються не безпосередньо доквіллям, а за допомогою складної керівної системи... Коли інтегровані підсистеми об'єднуються в метасистеми, то внаслідок поділу функцій між ними відбувається спеціалізація. Результатом є пристосування підсистем до певної частини діяльності та втрата здатності до інших видів діяльності... Цей етап еволюції можна пов'язати з поняттям складного рефлексу. На цьому етапі особливо виразно прослідковується факт управління дратівливістю в тому, що наявність мети збудження ефекторів залежить не лише від стану доквілля, а й від умов формування цієї мети, тобто від стану якихось внутрішніх нейронів мережі. Отже, формула цього стану метасистемного переходу (від третього до четвертого етапу):

*Управління дратівливістю = Складний рефлекс.*

...Управління рефlekсами треба розуміти як створення під впливом індивідуального досвіду будь-яких змін-

них зв'язків між спостерігаємими об'єктами. Такі зв'язки називають *асоціаціями уявлень*, чи просто *асоціаціями*. Термін «уявлення» розуміється тут у широкому значенні – як стан будь-яких підсистем мозку, зокрема класифікаторів та ефекторів. Утворення асоціацій зазвичай називають асоціюванням... Отже, п'ятий етап еволюції – етап асоціацій. Формула метасистемного переходу на цьому етапі:

*Управління рефлексами = Асоціювання.*

...Асоціації утворюються між уявленнями найвищого рівня ієрархії. Таким чином, найзагальніші кореляції в зовнішньому середовищі однакові для всіх часів і всіх місць проживання, відображаються в постійному впорядкуванні нижніх рівнів класифікаторів.

...Поява мислячих істот, що знаменує початок нового етапу еволюції й навіть нової ери – Ери Розуму, є не що інше, як черговий метасистемний перехід, що відбувається за формулою

*Управління асоціюванням = Мислення.*

...Коли потік вражень вкладається у вже існуючі моделі, наш «внутрішній вчитель» не бачить необхідності змінювати модель і враження прослизують без жодних наслідків. Це той випадок, коли ми наперед знаємо, що буде далі. Коли ж досвід такий, що ми не знаємо, що буде далі, або (тим більше), якщо стан речей суперечить моделі, то з'являються нові асоціації – модель ускладнюється...

Виникнення людського суспільства – великомасштабний метасистемний перехід, у якому підсистемами, що інтегруються, є цілі організми. У цьому плані його можна порівняти з виникненням багатоклітинних організмів із одноклітинних. Однак його значення, його революційність набагато більше. І якщо з чимось можна порівняти його, то лише з самим актом виникнення життя. Бо поява людини означає появу нового механізму ускладнення організації матерії, нового механізму еволюції Всесвіту. До людини розвиток та вдосконалення вищого рівня організації – устрою мозку – відбувалися лише внаслідок боротьби за існування та природного добору. Це повільний процес, що потребує зміни багатьох поколінь. У людському суспільстві розвиток мови та культури є результатом творчих зусиль усіх його

членів. Відбір варіантів, необхідний для ускладнення організації матерії відбувається тепер у голові людини методом спроб і помилок...

...Виникнення та розвиток людського суспільства знаменують початок нового (сьомого за наведеним рахунком) етапу еволюції життя. Функціональна формула метасистемного переходу від шостого до сьомого етапу така:

*Управління мисленням = Культура.*

Мова входить у культуру як найважливіша складова частина, виконуючи функції нервової системи» (Turchin, 1977).

До сказаного необхідно додати, що представлені В. Ф. Турчином етапи метасистемного переходу в еволюції людського суспільства узагальнюють, зокрема, процеси формування соціально-економічної системи будь-якого рівня.

#### **Метасистемний перехід у економічних системах.**

Ознаки зазначених етапів метасистемного переходу можна прослідити в розвитку економічних систем різних рівнів.

Зокрема, в ході акціонування підприємств відбувається об'єднання капіталів окремих власників (умовно вони можуть бути за аналогією названі системами  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_i \dots A_n$ ). Для управління акціонерним товариством обирається його орган – правління (воно може бути умовно названо системою  $X$ ). Практичну сторону виникнення та еволюції різних громадських організацій досліджувала зокрема лауреат Нобелівської премії Є. Остром (Ostrom, 1990).

Залежно від завдань створеного керівного органу, він може виконувати різні функції за аналогією з тими, що згадуються в еволюційному ряду В. Ф. Турчина:

- *дратівливості та забезпечення складного рефлексу* (адаптації під поточні умови засобів досягнення мети без зміни самої мети);
- *асоціювання* (зміни мети в межах існуючої місії);

- *мислення* (аналітичної діяльності, достатньої для зміни місії організації).

Ці аналогії можна продовжити й далі. Асоційований рівень економічної системи вимагає формування певної корпоративної культури, яка зазвичай притаманна великим економічним утворенням, де формується специфічний стиль поведінки. Тут існує своя професійна мова, свої етичні принципи, свій стиль носіння одягу й навіть свої особливості проведення дозвілля. Все разом формує те, що називається ємним терміном – корпоративна культура.

Роль культурного середовища в функціонуванні та розвитку економічних систем часто недооцінюється. Тим часом вона надзвичайно важлива як на мікроекономічному, так і на макроекономічному рівнях.

Саме культура й мова (що розуміються в найширшому значенні) створюють середовище, яке є цементуючою, синергетичною основою, що скріплює воедино розрізнені елементи (суб'єкти) економічної системи.

Загальновизнаним фактом є те, що українські письменники (й перш за все, Т. Г. Шевченко) заклали основу сучасної мови української нації. Тим самим було сформовано адекватний засіб міжсуб'єктних комунікацій, що сприяє реалізації синергетичної основи на національному (тобто надсистемному) рівні.

Мова в широкому контексті передбачає не тільки вербальну основу спілкування, але й його зміст. Іншими словами, важливо не тільки як спілкується народ (тобто за допомогою якихось символів), а й про що йде мова (тобто про що цікаво людям говорити). Загальні теми спілкування зближують людей, дозволяючи їм легше знаходити «спільну мову» (тобто загальні рішення) та досягати консенсусу (компроміс) у різних сферах діяльності (передусім професійних). Якщо людям важко знаходити спільну мову навіть на побутові теми, їм складно довго підтримувати стосунки й в суто ділових питаннях навіть за ідеального знання з обох сторін формальної мови спілкування. І навпаки, спільність інтересів й культурних особливостей часто дозво-

ляє «знаходити спільну мову» навіть при вадах розмовного характеру.

Інколи зрозумілі для співрозмовників анекдот чи жарт можуть зробити для їх зближення набагато більше, ніж спільні професійні справи. Тим самим закладається основа для кращого вирішення суто професійних проблем.

Культура та мова є інформаційними, а тому найменш енергоємними та водночас найбільш ефективними засобами *синергетичного об'єднання* соціально-економічних систем. У цьому плані вони є значно менш витратними та ефективнішими, ніж інші можливі засоби, скажімо, заходи силового впливу (через спецслужби, поліцейський контроль, армія). Вже в самій назві останні припускають як специфічний силовий спосіб впливу, так і ресурсоємність змісту відповідного апарату.

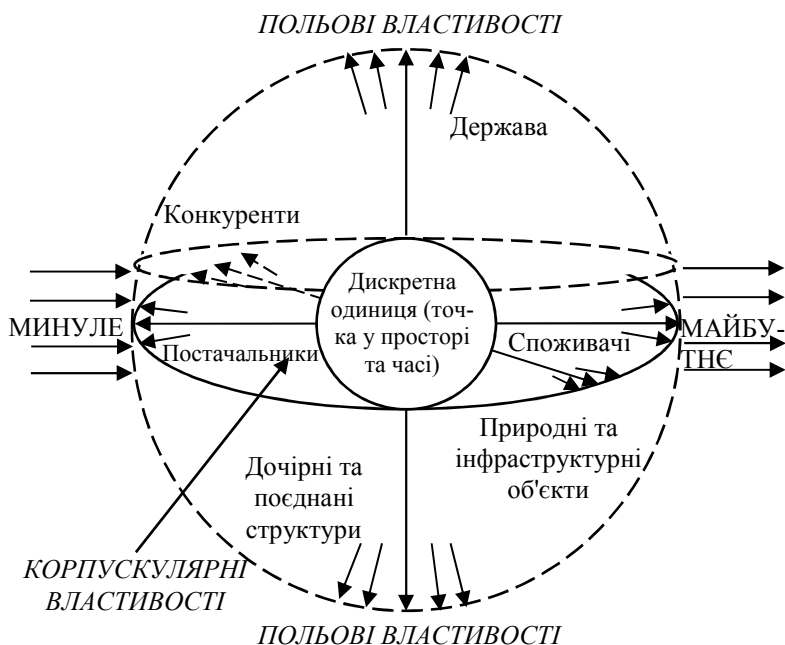
### 12.3 Дуалізм економічних систем

Фізикам відомий так званий ефект дуалізму, коли частки виявляють одночасно властивості дискретності та поля (кванта, хвилі). Але якщо певні ефекти притаманні мікросвіту, чи вони не діють і на макрорівні – зокрема, на рівні економічних систем? Чи не виявляють риси, аналогічні властивостям дискретної частки та поля, економічні суб'єкти? Цілком імовірно, можна говорити ствердно про те, що тією чи іншою мірою властивість, схожу на властивість дуалізму, має кожна з частин будь-якої системи, в тому числі економічної.

*Явище дуалізму* (що трактується в даній роботі) полягає в тому, що певний елемент має одночасно властивості: а) дискретної одиниці (корпускули), координати якої можуть бути однозначно визначені в просторі та часі як умовної точки; б) польової сутності, що має значну протяжність у просторі та поширеність у часі.

На ідею про дуалізм економічних систем нашої уваги заслуговують, зокрема, такі міркування. Як відомо, будь-яка система виявляє значно більше властивостей, ніж ті, які мають її підсистеми. Звідки беруться ці нові риси? Висловимо припущення, що їх носіями є самі частини (підсистеми), які утворюють нове системне ціле, але лише, коли вони виступають у ролі не дискретних одиниць, а польових сутностей. До утворення цього цілого згадані властивості проявляються у кожній підсистемі (частині цілого) не на реальному, а на віртуальному (тобто потенційно можливому) рівні. При цьому реалізується потенціал їх інформаційного та синергетичного начал.

Свої польові властивості економічні системи виявляють у просторі та в часі (рис. 12.2):



**Рисунок 12.2** – Подвійна природа економічних суб'єктів

- *у просторі* – як носії економічних відносин: по-перше, з постачальниками вихідних ресурсів; по-друге, з споживачами продукції, що випускається; по-третє, з державою, яка надає соціальні послуги; по-четверте, з населенням певної території (адміністративного регіону), що делегує своє право розпоряджатися громадськими (природними та інфраструктурними) активами даної території обраному органу та місцевій адміністрації; по-п'яте, з різного роду конкурентами (за ресурси, за потенційних споживачів, за можливості використання обмежених природних благ та об'єктів інфраструктури); по-шосте, з нижчими структурами (дочірніми й поєднаними підприємствами); по всім зазначеним зв'язкам реалізується інформаційна й синергетична природа систем;

- *у часі* – як суб'єкти, які є предметом дії причинно-наслідкових зв'язків: по-перше, як результат подій, що мали місце в минулому (будучи інформаційним і синергетичним носієм певної спадковості та історії своїх попередників), а по-друге, як джерело (причина) подій, що поширюються в майбутнє .

Будь-яке підприємство, виявляючи властивості економічного суб'єкта (тобто дискретної одиниці) зі своєю адресою (юридичної чи фізичної особи), власністю, виконавцями, в той же час впливає на інші сфери діяльності за межами своєї формалізованої присутності, створюючи начебто своєрідне економічне поле. Наприклад, можна говорити, що будь-яке підприємство формує передумови функціонування відповідно до постачальників ресурсів і споживачів своєї продукції.

Прекрасною ілюстрацією є розвиток автомобілебудування США. Автомобіль (що передбачає конкретні підприємства з його виробництва) створив водночас інфраструктуру, супутні товари, стиль життя Америки, забезпечив розвиток нафтопереробної промисловості, дорожнього будівництва,

танкерного флоту, сервісу обслуговування машин, навчання автомобілістів, дорожнього поліцейського контролю, а в наші дні – ще й засоби супутникової навігації, а також багато іншого.

Властивості дуалізму має й людина. Її фізіологічна природа обмежена розмірами біологічного тіла та реалізує корпускулярні властивості. Особистісна (соціальна) сутність людини має нематеріальну (інформаційну) природу реалізації. Вона формується суспільством (несе інформацію про все соціальне поле) й сама, у свою чергу, бере участь у формуванні цього поля.

Таким чином, кожне підприємство створює своєрідне інформаційно-енергетичне поле. Орієнтуючи потоки капіталу різного ступеня потужності в різні сфери (сектори) діяльності (наприклад, у виробництво ресурсів або експлуатацію продукції), дане поле є джерелом квазіенергії конкретних підприємств. Причому ця енергія певним чином інформаційно спрямована й сконцентрована. Сказане дає підстави говорити про інформаційний вектор енергетичного поля. Поле це простягається в просторі й поширюється в часі. Як ми могли переконатися, це поле може створювати як позитивний, так і негативний вплив. Останнє відбувається, коли суміжним економічним суб'єктам завдаються негативні наслідки (наприклад, у вигляді підвищених витрат, збитків, втраченої вигоди). Позитивний вплив має місце, коли суміжні суб'єкти мають можливість отримати додаткові блага економічного та інформаційного характеру.

## **12.4. Економічна система як складова біосферного антиентропійного потенціалу**

Взаємодія економічної системи та природи (біосфера) носить складний багаторівневий характер. У зазначе-

ному процесі економіка виступає як підсистема єдиного соціально-природного комплексу. Причому на сучасному етапі розвитку людської цивілізації дана підсистема дедалі все більше починає визначати характер процесів відтворення всього системного цілого. Схематично основні види зв'язків у цій взаємодії показані на рис. 12.3.

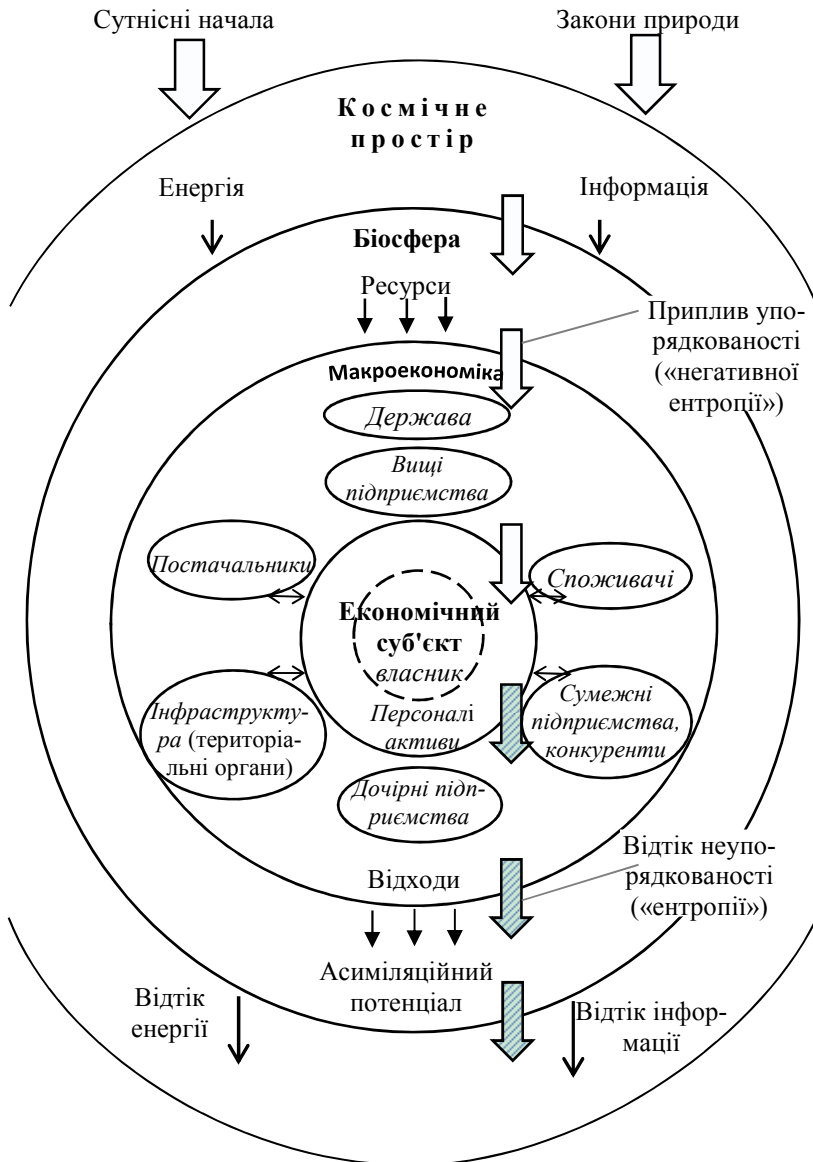
Вони можуть бути охарактеризовані таким чином.

**Підприємство (економічний суб'єкт).** Безпосередньо підприємство має, умовно кажучи, внутрішню й зовнішню оболонки. Внутрішню – формують відносини власності на засоби виробництва. Виходячи з цього, внутрішню серцевину підприємства становить його власник (який може бути й колективним), а також види капіталу, що безпосередньо належать йому. Зовнішню оболонку підприємства складають засоби виробництва (в які власник конвертує свій капітал) та найнятий ним персонал.

Саме економічний суб'єкт у системній єдності його матеріально-енергетичної, інформаційної та синергетичної складових, взаємодіючи зі зовнішнім середовищем, виробляє додану вартість та отримує *дохід*, який є аналогом вільної енергії, що надходить до системи (прибуток, який отримує суб'єкт, ієрархічно пов'язаний з діяльністю даного суб'єкта і умовно може бути названий *вільною квазіенергією*).

Частина цього доходу витрачається при оплаті іншим суб'єктам, що перебувають по відношенню до підприємства у зовнішньому середовищі, за надані виробничі фактори та створення необхідних умов для роботи (плата за ресурси, податки, різні види платежів).

Частина доходу, що залишилася, у формі прибутку (додаткової вартості) і є аналогом приросту внутрішньої вільної енергії (капіталу), одержаної власником засобів виробництва. На власний розсуд він може її витрачати на розвиток підприємства або для додаткового стимулювання персоналу.



**Рисунок 12.3** – Багаторівневий антиентропійний потенціал взаємодії економічної системи з зовнішнім середовищем

Відмінність характеру внутрішньої серцевини підприємства та його зовнішньої сфери знайшла відображення навіть термінологічно – в назвах відповідних витрат. Так, витрати на засоби виробництва та трудові фактори (зокрема, на основні та оборотні кошти), а також зарплата персоналу) відносяться до розряду зовнішніх витрат. Витрати ж, які фактично несе власник підприємства (наприклад, втрачена вигода від неправильного прийняття рішень), відносять до розряду внутрішніх.

З макроекономічного погляду зовнішнє середовище умовного економічного суб'єкта формують постачальники ресурсів, споживачі продукції, держава, територіальні органи управління, суміжні підприємства, а також вищі та нижчі підприємства, ієрархічно пов'язані з діяльністю даного суб'єкта. Всі згадані суб'єкти створюють соціальні та економічні умови, в яких функціонують та розвиваються підприємства та реалізуються економічні відносини. Зокрема, формуються інститути (моральні засади у суспільстві, смаки, звички, стиль життя людей), які зумовлюють відтворення потреб та попиту на різні види товарів. Складається кон'юнктура, що визначає умови споживання вихідних ресурсів (кількість та якість їх на ринках, ціни). В зовнішньому середовищі також закладається законодавча основа, що визначає правила формування економічних відносин. Тут же народжуються інновації (наукові ідеї та технології), реалізуються конкурентні відносини, відбувається формування освітнього та світоглядного потенціалу працюючих, актуалізуються інші необхідні для роботи підприємства інститути.

Для підприємств джерелом квазіенергії є споживачі. Продаючи їм вироблену продукцію, підприємства одержують за це гроші чи інші блага. І тут виникає два питання. Чим є та квазіенергія, яку виробники (продавці) одержують від споживачів? І звідки вона у тих береться?

Відповіді на перше запитання в першому наближенні можна цитатою з історичної лекції Нобелівського лауреата Ервіна Шредінгера «Що таке життя?», виголошеною ним ще в 1943 р.

«Що ж... становить те дороге щось, що міститься в нашій їжі та оберігає нас від смерті?...». Живий організм може залишатися живим, лише постійно витягуючи з навколишнього середовища негативну ентропію» (Schrödinger, 1944).

У згаданій лекції видатний учений розглядав процеси метаболізму в біологічних об'єктах – живих організмах та клітинах. Однак, якщо ми захочемо застосувати зроблені ним висновки стосовно економічних систем, то в наведеній цитаті не доведеться змінювати жодного слова. Просто під терміном організм слід розуміти *організм економічних систем*, скажімо, підприємства.

*Квазіенергія*, носієм якої є капітал (гроші, або блага, що мають на даний момент часу достатню ліквідність), і яку виробник отримує від споживача, служить засобом (своєрідним кодом доступу) до антиентропійного потенціалу макроекономічної системи. За допомогою його виробники (підприємства) отримують можливість позбутися ентропії, що накопичується в них, зокрема, вони компенсують ефекти зносу своїх виробничих активів). Йдеться про відтворення основних фондів, технологій, інформації, робочої сили. Цей відтворювальний процес і можна вважати аналогом виробництва негативної ентропії.

Щоб мати можливість придбати товар, споживач (покупець) повинен заробити еквівалент квазіенергії (з яким він розлучається в момент купівлі товару), власною працею на попередній економічній фазі, де він сам виступає як виробник. Саме там він, реалізуючи триалектичну (матеріально-інформаційно-синергетичну) єдність свого виробни-

чого потенціалу, створює нову додану вартість (value added), яка набуває грошової форми після продажу виробленого товару на ринку.

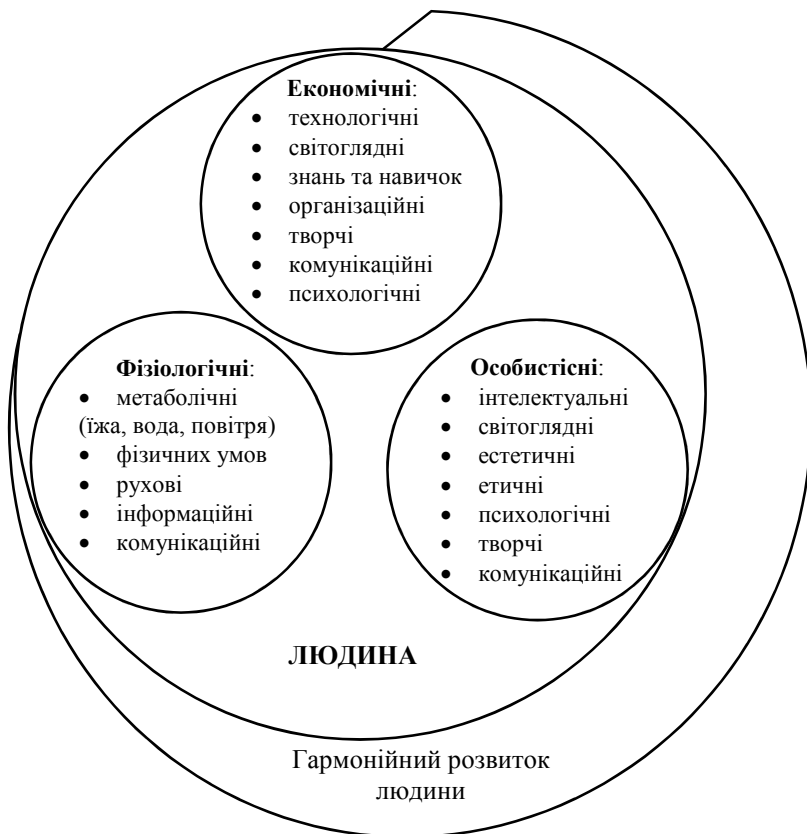
## **12.5. Особливості суспільно-економічного антиентропійного потенціалу**

Різниця між тим, що вилучають із *природного антиентропійного потенціалу* звичайні живі організми, і тим, що отримує від економічних систем людина, досить суттєва. Вона настільки ж велика, наскільки значною є різниця в потребах людини та інших представників живої природи.

Рівень організації процесів відтворення людини набагато складніший. Триєдина природа її сутності (біо-соціо-трудю) зумовлює триєдину природу відповідних потреб. Вони необхідні для відтворення в єдиному тілі людини трьох взаємопов'язаних сутностей: біологічного організму, соціальної особистості та суб'єкта економічної системи. Кожна з цих сутностей може відтворюватись лише при задоволенні відповідних потреб (рис. 12.4). Задоволення більшості з них можливе лише через участь у суспільній системі виробництва та споживання.

Беручи участь у суспільному виробництві, люди роблять свій внесок у нарощування суспільного антиентропійного потенціалу, функції якого взяла на себе економічна система. Саме вона забезпечує в суспільстві виробництво «негативної ентропії».

Під суспільним антиентропійним потенціалом слід розуміти об'єднані в єдину систему працею людей та громадськими інститутами *природні фактори, засоби виробництва (матеріальні та нематеріальні активи), комунікації та сферу споживання продукції (виробів та послуг)*.



**Рисуюнок 12.4** – Види потреб людини

Таким чином, як рівноправні компоненти суспільного антиентропійного потенціалу виступають: людські властивості (знання, навички, світогляд, звички, інтереси), соціальні інститути (моральні засади, традиції, економічні відносини), природні фактори (ресурси та властивості середовища), виробничі фактори (технології, обладнання, споруди, інформація, бази даних, ін.), комунікації (інфраструктура, транспорт, зв'язок, торгові мережі, система освіти та виховання людини, сфера духовного, творчого та

фізичного розвитку людини (релігія, мистецтво, спорт, фізкультура), охорона здоров'я, рекреація та відпочинок).

У ході продажу споживачеві виробленої продукції (виробів чи виконаної роботи) результати праці проходять своєрідний тест на їхню суспільну корисність. Тест можна вважати успішним, якщо товар продано за ціною, яка щонайменше покриває витрати його виготовлення та реалізації. Після цього внесок виробника в громадський антиентропійний потенціал набуває форми доданої вартості, а люди або трудові колективи, що його здійснили отримують право на винагороду – як правило, у грошовій формі.

Отримуючи зароблені кошти, економічні суб'єкти (юридичні та фізичні особи) також фактично набувають своєрідної ліцензії (коду доступу) на підключення до згаданого суспільного (соціально-економічного) антиентропійного потенціалу (громадського фонду з виробництва «негативної ентропії»). Це передбачає можливість підвищення рівня впорядкованості існування (розвитку) певної людини (або економічного суб'єкта) та відтворення трьох згаданих її основ. На отриману суму коштів людина може, наприклад, на свій розсуд придбати продукти харчування для задоволення своїх фізіологічних потреб, скористатися певними послугами для розвитку її особистісного начала, придбати засоби виробництва або пройти тренінг для реалізації виробничих функцій. Подібні цілі підвищення впорядкованості переслідують і юридичні особи, які представляють інтереси економічних суб'єктів (підприємств). Підключаючись до суспільного антиентропійного потенціалу, вони вирішують проблеми відтворення свого триалектичного змісту (матеріально-енергетичної основи, інформаційних активів, комунікацій та зв'язків).

При товарно-грошовому обміні обидві сторони, що беруть у ньому участь, отримують можливість підвищити рівень своєї впорядкованості. При цьому для продавця та-

ка можливість є більш абстрактною та універсальною. Отримані від продажу товару гроші він може конвертувати у види антиентропійної діяльності (споживання) в багатьох напрямках. Для покупця подібна можливість є більш конкретною та спеціалізованою. Придбаний товар (виріб чи послуга) дозволяє задовольнити конкретний вузький спектр потреб. Ми не розглядаємо ті випадки, коли товар купується для подальшого перепродажу. У цьому випадку збільшення триалектичного статусу товару, що продається, відбувається в кілька стадій (наприклад, створюються можливості для продажу товару в більш зручній для покупця час і в більш зручному місці), поки товар не знайде свого кінцевого споживача, готового заплатити ціну, яка відповідає його новому триалектичному статусу .

Національні економічні антиентропійні потенціали є основою національного багатства. Їх зовнішньою формою є макроекономіки, що функціонують у межах відповідних країн. Виходячи зі сказаного вище, основними видами функцій макроекономіки, яка виступає як зовнішнє середовище для економічних суб'єктів (підприємств), є:

- формування суспільного (економічного) антиентропійного потенціалу (системного механізму відтворення «негативної ентропії»), спрямованого на підвищення впорядкованості економічних суб'єктів (юридичних та фізичних осіб);
- формування інформаційної системи управління процесами виробництва та споживання продукції;
- формування синергетичного середовища взаємодії окремих економічних суб'єктів;
- відтворення механізмів самоорганізації економічних суб'єктів та макроекономічної системи в цілому.

Тепер ми можемо дати відповідь на два питання, які є актуальними для даного підрозділу:

1) «чим є та квазіенергія, яку виробник (продавець) отримує від споживача (покупця)?»

2) «звідки вона береться?»

*Зміст квазіенергії.* Насправді, покупець, розплачуючись із продавцем, передає йому (а через нього – частково і виробнику) зароблене раніше самим покупцем своє універсальне право скористатися певною частиною суспільного антиентропійного потенціалу. Ця частина еквівалентна тій сумі грошей (благ), з якою розлучається покупець. Це підключення до антиентропійного потенціалу власника згаданої суми коштів здатне задовольнити частину його потреб (на його розсуд). Тим самим може бути знижена на відповідну суму коштів їх власником невпорядкованість його триєдиної (біо-соціо-трудо) сутності.

У разі, якщо розпоряджатися отриманими від продажу товару коштами буде підприємство, воно може використовувати їх для відтворення власного триєдиного потенціалу, що включає матеріально-енергетичну, інформаційну й синергетичну основи.

Насправді термін «квазіенергія» досить вдало відображає зміст того, що передається від покупця продавцю. Це щось за ефектом свого прояву зовні схоже на енергію. Приставка квазі – від латин. *quasi* – нібито, схоже – якраз і відображає якусь схожість, оскільки одержувані продавцем кошти справді здатні викликати до життя процеси руху, зміни, розвитку систем. Насправді ж природа квазіенергії триалектична, оскільки, з одного боку, це (зокрема, гроші) є результатом дії трьох взаємопов'язаних та взаємозумовлених природних начал (матеріально-енергетичного, інформаційного та синергетичного), з іншого – квазіенергія є вихідною основою ініціювання отримання нового ефекту (результату) спільної дії трьох цих начал у майбутньому. І цей ефект також матиме триалектичну природу.

*Витоки квазіенергії.* Звідки береться у покупця квазіенергія у вигляді коштів, якими він розраховується з продавцем? Покупець її отримує, сам виступаючи в поперед-

ньому товарно-грошовому циклі як виробник, продаючи створену ним продукцію. При всьому різноманітті видів і форм продукції є щось спільне в процесі її виробництва. Це загальне полягає в зміні (як правило, підвищенні) триалектичного статусу вихідного предмета праці – видобутих природних ресурсів, вироблених напівфабрикатів або первинної інформації. Ця зміна і становить основу виробленої даним виробником доданої вартості. На її величину й збільшується розмір (ємність) згаданого вище соціального (економічного) антиентропійного потенціалу.

З розвитком людської цивілізації відбуваються кількісні та якісні зміни в суспільному (економічному) антиентропійному потенціалі. Кількісно в ньому накопичуються матеріальні активи (будівлі, споруди, комунікації), які можуть використовуватися багатьма поколіннями. Якісні зміни пов'язані з трансформацією його інформаційної та синергетичної складових.

Частка інформації (наукові засади, технології, знання, навички) постійно зростає. Наслідком є постійне зростання ефективності громадського виробництва. У результаті, кожне нове покоління у виробничій сфері витрачає дедалі менше часу для забезпечення задоволення своїх потреб. Щоправда, помітним це явище стає лише у країнах, у яких реально відбувається інформатизація виробництва та життя.

Змінюється і роль синергетичної складової. Внаслідок цього стає можливою взаємодія все більшої кількості людей на планеті, при витратах на це все менше часу. Завдяки розвитку комп'ютерних систем, Інтернету та комунікацій значно розширюються можливості інформаційного контакту між жителями Землі у просторі та в часі, у тому числі й між представниками різних поколінь. Зокрема, сучасні комп'ютерні технології дозволяють віртуально реконструювати події, що відбувалися у минулому, та моделювати варіанти можливих подій у майбутньому. Сьогодні

окремі макроекономіки світу об'єднуються в єдину глобальну економічну систему, як колись окремі локальні виробництва та ринки об'єднувалися в національні макроекономіки. Зовнішнім середовищем для макроекономічних систем є природне середовище планети.

Узагальнюючи сказане, можна констатувати, що біосфера Землі з соціально-економічною системою, що розвинулася в її лоні, є єдиним багатоступеневим антиентропійним потенціалом випереджувального впорядкування Природи (виробництва «негативної ентропії»). Випереджувальним він є в тому розумінні, що випереджає процеси виробництва позитивної ентропії на планеті. При цьому кожен із ступенів: біосфера, соціально-економічна система, економічний суб'єкт (які є відкритими стаціонарними системами) імпортує із зовнішнього середовища впорядкованість («негативну ентропію») і експортує туди невпорядкованість (ентропію).

З формуванням людини як особистісної сутності над її фізіологічною матеріально-інформаційно-синергетичною тріадою як біологічної істоти поступово почала виникати нова тріада біо-соціо-трудо-людини. Вона стала новою, потужнішою ланкою, що приводить у рух механізм розвитку природи. Основою цього механізму стало відтворення фізіологічних, особистісних та виробничих потреб людини. На відміну від інших біологічних істот в структурі потреб людини стали переважати не матеріальні, а інформаційні й синергетичні (комунікаційні) види благ. Потужність всепланетного інтегрального антиентропійного потенціалу багаторазово зросло. Щоправда, при цьому суттєво зросло й ентропійне виробництво. Тепер нагальним завданням людства стала гармонізація діяльності суспільного та біосферного антиентропійного потенціалів.

## Питання до розділу

1. Яку роль відіграє принцип «тріади тріад» у системному аналізі, і які його основні складові?
2. Як принципи системного аналізу допомагають у прийнятті управлінських рішень та вирішенні складних проблем?
3. У чому полягає значення аналізу трьох періодів часу (минулого, теперішнього та майбутнього) для розуміння розвитку системи?
4. Яким чином рівень жорсткості зв'язків змінюється між підсистемами та надсистемами, і чому це відбувається?
5. Чому системний аналіз дозволяє знижувати витрати на виробництво та експлуатацію, всупереч традиційним економічним постулатам?
6. Дайте визначення метасистемносу переходу. Які його основні закономірності?
7. Як метасистемний перехід проявляється в розвитку економічних систем, і які його основні етапи?
8. Яку роль відіграє корпоративна культура у функціонуванні великих економічних утворень?
9. Чому культура та мова є ефективними засобами об'єднання соціально-економічних систем, ніж силові методи?
10. Як проявляється ефект дуалізму в економічних системах, і які основні аналогії можна провести з фізичним дуалізмом частки та хвилі?
11. Яким чином економічні суб'єкти можуть мати одночасно дискретні (корпускулярні) та польові властивості?
12. Як інформаційно-енергетичне поле підприємства впливає на його економічне оточення та які можуть бути позитивні або негативні наслідки цього впливу?

13. Як підприємство взаємодіє з внутрішнім і зовнішнім середовищем у процесі створення доданої вартості?

14. Яку роль відіграє квазіенергія в економічних процесах, і як вона пов'язана з капіталом та антиентропійним потенціалом макроекономічної системи?

15. Яким чином економічні системи можуть бути порівняні з біологічними організмами щодо процесів обміну енергією та підтримання стійкості?

16. Яким чином економічна система забезпечує виробництво «негативної ентропії» в суспільстві?

17. Які основні компоненти суспільного антиентропійного потенціалу, та яку роль вони відіграють у відтворенні людських, соціальних та економічних потреб?

18. Як пов'язана квазіенергія з антиентропійним потенціалом суспільства, і яку роль вона відіграє в економічному циклі?

19. Яким чином розвиток інформаційних та синергетичних складових суспільного антиентропійного потенціалу впливає на глобальну економічну систему?

## Розділ 13

# ПЕРЕДУМОВИ ПРОГРЕСИВНОГО РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

### 13.1. Якість соціально-економічного розвитку

*Загальні поняття.* У попередніх розділах ми мали змогу переконатися, що для успішного розвитку соціально-економічної системи кількість вільної енергії (квaziенергії) в ній має наростати (або хоча б не зменшуватися). Саме вільна енергія (а на підприємстві – достатній капітал) є засобом подальшого інформаційного та синергетичного вдосконалення системи: ускладнення її структури, підвищення функціонального рівня зв'язків, полегшення (в розумінні, дематеріалізації) метаболічних потоків, підвищення ефективності роботи та збільшення інших переваг систем. Збільшення вільної енергії (квaziенергії) в системі з фізичної точки зору є необхідним критерієм такого типу розвитку системи, який умовно можна назвати прогресивним.

Сказане, між тим, залишає чимало запитань. І основне із них: чи є згаданий необхідний фізичний критерій також достатнім, щоб вважати зазначені зміни прогресивним розвитком соціально-економічної системи? Зокрема, чи можна вважати будь-який розвиток соціально-економічної системи, за якого в ній зростає вільна енергія, сприятливим із соціальної точки зору? Чи можна вважати названий критерій універсальним? Іншими словами, чи можна до оцінки стану системи застосовувати принцип: «чим більше (вільної енергії), тим краще»? На кожне зі згаданих питань доводиться відповідати негативно.

Це пояснюється низкою обставин. Обґрунтовуючи свою відповідь, ми торкнемося двох ключових аспектів соціально-економічного розвитку:

- *якості стану* соціально-економічної системи;
- *стійкості* цього стану.

*Якість стану.* Стан системи обумовлений комплексом параметрів, що характеризують здатність окремих підсистем та системи в цілому виконувати свої функції. Основною функцією соціально-економічної системи є задоволення матеріальних та соціальних (особистісних) потреб людей, які становлять цю систему. Але самі ці люди формують і зміст ключових компонентів соціально-економічної системи, необхідних для виконання її функцій. Таким чином, людина з її потребами є й метою, й засобом функціонування соціально-економічної системи.

Серед основних потреб людини можна назвати: забезпечення певного рівня громадського добробуту, здоров'я, психологічної стійкості; підвищення рівня освіти; розвиток світогляду; вдосконалення навичок; естетичний розвиток; вдосконалення моральних засад; розвиток творчої активності, ін.

Доречно відзначити, що фізіологічні потреби людини (забезпечення її добробуту, здоров'я, потреб у їжі, ін.) обмежені своїми природними межами згори та знизу. Відповідно, завдання щодо їх задоволення носять оптимізаційний характер. Особистісні (соціальні) потреби людини (отримання знань, вдосконалення навичок, розвиток творчої активності, ін.) таких меж не мають. Особистісна природа людини є нематеріальною за своєю сутністю і не обмежена в своєму розвитку.

Як бачимо, вільна квазіенергія, що надходить до соціально-економічної системи, не може вважатися виключно єдиним (і навіть завершальним) чинником функціону-

вання системи. Ця енергія має бути конвертована в зміну певних параметрів соціально-економічного розвитку людини.

*Стійкість* системи характеризується її здатністю зберігати або покращувати параметри свого стану при різних змінах зовнішнього середовища протягом досить тривалого періоду часу. Стійкість значною мірою пов'язана з *темпами розвитку* системи, які, в свою чергу, обумовлені взаємодією низки параметрів: швидкості продуктивної активності системи, її ефективності, періодів та умов відтворення окремих підсистем, ресурсу (функціонального часу) існування системи та її компонентів, ін. Згадані питання заслуговують на докладніше їх висвітлення.

***Багатофакторність конвертації передумов у результат.*** Будь-яка передумова – не гарантія, а лише засіб для досягнення певних результатів. Для того, щоб з'явився результат, засіб має бути конвертований у певні події, що змінюють стан системи. Передумову пов'язує з результатом те, що називається результативністю дій. А вона залежить від багатьох факторів: напрямів використання отриманих коштів, ефективності застосованих технологій, кваліфікації виконавців, їхньої мотивації, рівня організації процесів, громадських інститутів тощо.

Соціально-економічна система (на відміну, наприклад, від екосистем) має низку особливостей, що віддаляють результати її функціонування від засобів (зокрема, від кількості надходження вільної енергії до системи). Для отримання конкретних результатів вільна квазіенергія (капітал) має бути спочатку капіталізована у відповідні матеріалізовані чи інформаційні активи (засоби виробництва, науково-технічну документацію, трудові фактори певної кваліфікації). Після цього має відбутися їх конвертація в параметри системи. Існує також ймовірність короткострокового або довгострокового консервування квазіенергії,

що надійшла, в приватних заощадженнях громадян (скарби, накопичення «на чорний день», ін.) або на банківських депозитах. Але навіть інвестування квазіенергії у конкретні проекти (матеріальний і людський капітали) ще не означає її автоматичну конвертацію в кінцеві позитивні результати. Причиною тому може бути низька, нульова або навіть негативна ефективність прийнятих рішень (коли замість запланованих доходів отримуються збитки).

Можна навести чимало прикладів, коли замість очікуваної соціальної вигоди та доходів реалізовані проекти завдавали значних економічних, еколого-економічних та соціально-економічних збитків, які викликали або відразу ж після початку реалізації проектів або після кількох років (можливо, ще й отриманням перших ейфорійних позитивних результатів). Досить згадати осушення боліт та розорювання заплавлених лук у СРСР, вирубування лісів у Західній Україні, спрямовування русел малих річок в Україні, освоєння цілини, будівництво каскаду гідроелектростанцій на Дніпрі, спроби зміни напрямків течії річок та багато іншого.

Значну роль у формуванні ефективності освоєння квазіенергетичних засобів (інвестування коштів) грають соціально-економічні засади суспільства. Історія знає чимало прикладів, коли соціально-економічні системи, що стартували з однакових позицій, демонстрували кричущу різницю результатів. Досить згадати про Південну та Північну Кореї (розташовані на одному півострові), Домініканську республіку та Гаїті (що ділять один острів). Одні із названих соціально-економічних систем демонструють високий рівень соціального та економічного розвитку. Інші – колосальний рівень бідності населення.

***Структура розподілу результатів діяльності системи.*** Велику роль відіграє як кількість вільної енергії (квазіенергії) в системі, так і структура розподілу резуль-

татів її освоєння між окремими компонентами системи. Особливо це суттєво для суспільних систем, де важливий стан окремо кожної з підсистем (громадян, підприємств, територій).

Значення будь-якого середньостатистичного показника загалом по системі так само мало говорить про її стан, як мало свідчить про стан здоров'я хворих середній по лікарні показник їх температури. Суто теоретично, в однієї половини хворих температура може бути вищою за норму, а в іншої – нижче. За ідеального середньостатистичного показника (36,6°C) жодна людина, яка перебуває на лікуванні в лікарні, не має нормальної температури й здоровою вважатися не може.

Навіть цілком благополучні цифри національного доходу на душу населення, що демонструє країна, самі по собі ніяк не можуть свідчити про високий рівень її соціально-економічного розвитку.

**Організаційна структура економіки.** До сказаного слід додати, що на стан соціально-економічної системи значною мірою впливає органічна структура виробництва (економічної системи) та соціальний статус населення (людський та соціальний капітали). Зокрема, велику роль відіграє те, за рахунок чого система забезпечує приріст квазіенергії.

*Характер економічної системи, основу якої становить виробництво наукомісткої продукції обумовлює соціальний розвиток основної маси населення, підвищення його освітнього рівня, зростання інформаційних потреб. Необхідною умовою цього є саме достатній рівень матеріального добробуту. Високі темпи економічного зростання можуть бути також наслідком торгівлі природними ресурсами, які має країна, і вдалою економічною кон'юнктурою на ринках сировини. При цьому в країні може мати місце колосальна нерівність у доходах населення. Економічна система, заснована на торгівлі природними копалинами, формує умо-*

ви, де соціальний розвиток більшої частини населення виявляється мало затребуваним.

Таким чином, зовні приваблива за середньостатистичними показниками картина економічного добробуту може спостерігатися на тлі зубожіння та соціальної відсталості більшої частини населення – його низькому освітньому рівні та низькій якості життя.

***Квазіенергетично-інформаційна відповідність підсистем.*** Згадана вище проблема економічної нерівності має ще один вимір. Йдеться про нерівність окремих підсистем у рамках єдиного цілого. Окремі підрозділи виробничого підприємства чи регіону національної економіки мають бути однаково багаті (передусім, мається на увазі рівень матеріального забезпечення виробничих функцій). При цьому вони повинні мати різні інформаційні профілі (передбачається, зокрема, диверсифікація видів діяльності, поділ праці, ін.).

Як це, може, звучати не дивно, але різниця квазіенергетичних потенціалів між частинами економічної системи створюється не за рахунок нерівності їх квазіенергетичних рівнів, а за рахунок їхньої інформаційної різниці, тобто своєрідної різниці інформаційних потенціалів. Чим вище інформаційне відмінність підсистем і ближче один до одного рівень їхнього матеріального добробуту, тим більшу роботу вони здатні здійснювати, й навпаки, чим вищий рівень економічної нерівності та ступінь уніфікованості підсистем, тим нижче можливості здійснення ними спільної роботи (а, відповідно, й можливість обміну товарно-грошовими потоками). Ось чому для розвитку соціально-економічних систем так важливо їхнє інформаційне різноманіття (економічне, культурне, природне). Відповідно, такою безпекою є його втрата (Кубатко, 2009).

Це цілком зрозуміло. Адже підсистеми можуть обмінюватися (торгувати) лише тим, чого не вистачає у одній й

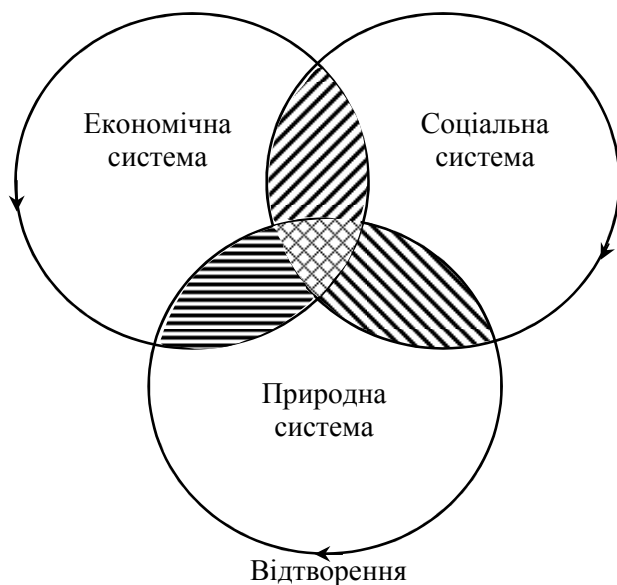
надлишок у іншої. Максимального обсягу такий обмін може досягати при порівнянних квазіенергетичних рівнях підсистем. За економічної нерівності спроби збільшити результати обміну наштовхуватимуться на низьку купівельну спроможність «бідніших» підсистем. При цьому через неадекватність можливостей програють і багатша, й бідніша сторона. При некомерційному обміні (зокрема, на виробничому підприємстві) економічна (матеріальна) нерівність підрозділів може породжувати проблеми «вузької ланки», коли через низький технічний рівень певного підрозділу (або підрозділів) страждатиме процес кооперації всього підприємства. Наслідком може бути зниження обсягу виробництва та рівня якості продукції, що випускається.

У силу сказаного дедалі більше економістів та вчених інших галузей знань висловлюється проти використання валових економічних показників (ВВП, ВНП, національний дохід, ін. – які є аналогами вільної енергії) як універсальних критеріїв соціально-економічного розвитку.

Як альтернатива пропонуються комплекси інших показників. *Індекс сестейнового розвитку* визначається на основі 49 індикаторів, які оцінюють рівень конкурентоспроможності країн, ступінь економічної свободи, економічну стійкість, якість та безпеку життя, рівень освіти, ступінь соціального розвитку та ін. (Sustainable, 2024; Hickel, 2020). Індекс людського розвитку, крім показника валового внутрішнього продукту, враховує також показник тривалості життя та показник освіти (Herre et al., 2024; UNDR, 2024). Індекс щасливої планети враховує задоволеність людей життям, очікувану тривалість життя та показник економічного сліду (середня оцінка площі території планети, необхідна для забезпечення життя однієї людини) (The Happy, 2024). Індекс Цілей сестейнового розвитку (ICP) показує рівень виконання ICP (Schread-Tishler et al., 2024).

## 13.2 Сестейновий розвиток соціально-економічних систем

Окрім показників, що характеризують зміну якості стану системи, ще одним важливим показником є її стійкість у часі. Стійкість соціально-економічного розвитку обумовлена характером процесів відтворення стану трьох базових систем: економічної, соціальної та екологічної (рис. 13.1). Кожен із цих процесів обумовлений власними параметрами часу: швидкістю, темпом, циклом.



**Рисунок 13.1** – Взаємодія процесів відтворення трьох ключових систем (економічної, соціальної та екологічної), що зумовлюють соціально-економічний розвиток

*Економічна стійкість* передбачає стабільність економічних показників системи. Зовні це проявляється темпами зростання показників, що не знижуються. Вони відображають квазіенергетичний стан системи (дохід, прибу-

ток) у часі: з року в рік, від покоління до покоління. Цьому перешкоджає низка обставин: фізичний і моральний знос основного капіталу, кризи надвиробництва, моральне застарівання продукції, зростання дисипативних витрат у разі частого здійснення трансформацій (біфуркацій), деградація людського та соціального капіталу (що зумовлює зниження продуктивності праці, збільшення корупційних витрат, ін.) .

Всі ці явища впливають на параметри часу й самі, своєю чергою, є їх наслідками. Наприклад, швидке фізичне й моральне зношування основного капіталу негативно позначається на темпах економічного зростання (частина коштів система змушена відволікати на амортизацію засобів виробництва). У свою чергу, темпи економічного розвитку впливають на періоди зносу основного капіталу. Й тут накладається кілька чинників.

По-перше, інтенсифікація використання устаткування призводить до прискорення його фізичного зношування. По-друге, швидші темпи розвитку зумовлюють прискорення морального зносу. По-третє, додатковий приплив капіталу до системи може дозволити підвищити якість основного капіталу та підняти (там, де це доцільно) термінів служби устаткування.

Так само складну картину представляють процеси взаємного впливу інших названих чинників. Усе це зумовлює необхідність ретельного обліку всіх можливих чинників впливу з метою оптимізації темпів розвитку економічної системи.

*Соціальна стійкість* передбачає відносну стабільність та безпеку життя населення, наступність поколінь, високу якість життя, умови для існування стабільних сімей, гарантії щасливого проживання людей у будь-якому з періодів їх життєвого циклу тощо.

Інтенсифікація роботи виробничих систем, непомірне прискорення темпів соціально-економічного розвитку, бі-

фуркації, що часто повторюються, з різного роду великими та малими революціями створюють далекі від ідеальних умови для сестейнового розвитку соціальної сфери життя людини. Досить згадати про вимушену необхідність багаторазово за життя змінювати профіль роботи, можливі переїзди на нові місця проживання (не виключено, в нових природних умовах), зміни соціального середовища життя та діяльності, ін.

*Екологічна стійкість* передбачає можливість відтворення кількісних та якісних характеристик локальних екосистем та біосфери в цілому за рахунок їх відтворювального потенціалу.

Екосистеми як гігантські реактори відтворюють відновлювані природні ресурси, а також порушену людиною якість компонентів природного середовища: атмосфери, води, ґрунту. Працюючи в такому режимі, природні системи мають певні відтворювальні характеристики: необхідний набір своїх компонентів, несучу здатність (тобто питому потужність або навантаження, яке вони здатні витримувати в одиницю часу). Ці характеристики відображають оптимальний режим роботи «природного реактора», зокрема, необхідний період часу, за який може бути виконана одиниця роботи (вироблена умовна одиниця природних ресурсів або очищений питомий обсяг природного компонента). Посилення екологічного навантаження на екосистеми вище за оптимальний рівень веде до двох негативних наслідків: по-перше, забруднення, що потрапляють у природу, залишатимуться неочищеними; а по-друге, руйнуватимуться самі екосистеми.

*Сильна та слабка стійкість.* Економічну та соціальну стійкість розвитку систем прийнято називати слабкою стійкістю. Таке визначення обумовлено тим, що подібний тип розвитку соціально-економічної системи не враховує зміни стану природної системи, яка є підосною процесів

метаболізму в суспільстві. Хоча розвиток соціально-економічної системи відбувається відносно стабільно (без суттєвих кризових явищ), накопичуються наслідки невідомого порушення екосистем. Розвиток же, що гарантує непогіршення стану всіх трьох систем (включаючи природу), називають сильною стійкістю.

Саме вона забезпечує сестейновий розвиток людства, визначення якого було сформульовано міжнародною комісією та прийнято на конференції ООН з навколишнього середовища та розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 році: «Сестейновий розвиток – це такий розвиток, який задовольняє потреби нинішніх поколінь, не ставлячи під загрозу можливість майбутніх поколінь задовольняти власні потреби» (Parson et al, 1992; Report, 1987).

### **13.3 Індустріальний метаболізм і процеси розвитку**

Прийнято вважати, що серйозною небезпекою, яка може загрожувати системі, є її застій, тобто відсутність у системі змін. Це справді так, але лише частково (точніше, це вірно лише за певних умов). Справа в тому, що відсутність змін перетворюється на загрозу для існування системи лише в умовах конкурентної боротьби, зокрема, за джерела вільної енергії в зовнішньому середовищі. У цій ситуації саме інновації стають інструментом у боротьбі за успіх. І погано для певного підприємства, якщо цим інструментом починають краще користуватися конкуренти.

Якщо кормова база є умовно необмеженою, то консервацію метаболізму системи (тобто мінімізацію внесення змін до його параметрів), а отже, й блокування процесів розвитку системи можна вважати як цілком розумну стратегію поведінки, що зберігає спокій та добробут системи. Саме таку стратегію, наприклад, обрали для себе мурахи та

терміти. Подібні ж цілі становило перед собою й керівництво Радянського Союзу у горезвісні «застійні роки» з їхніми високими цінами на нафту та великою кількістю цього ресурсу в країні. Невипадково, тоді улюбленою приказкою Л. І. Брежнєва була фраза: «Не треба розгойдувати човен» (що тоді однозначно розумілося як: «не потрібно жодних змін»).

Подібна модель проведення цілком зрозуміла: «від добра добра не шукають», бо «краще ворог – хорошого». Як тільки така ідилія закінчується, і з'являються обмеження (передусім кормової бази), настає час конкурентної боротьби. Причому ця боротьба може набувати і внутрішньосистемного характеру, адже зазвичай розгортається вона як на зовнішньосистемному рівні, так і в самій соціально-економічній системі.

Солодкий анабіозний спокій із захисного засобу невідворотно перетворюється на реальну небезпеку, яка несе системі поступове відставання від конкурентів (у тому числі на зовнішньосистемному рівні) та роль аутсайдера, а з нею й енергетичний (квазіенергетичний) голод, хвороби, руйнування та деградацію. Чим раніше система зможе відчутти ознаки необхідності зміни ситуації, тим більше у неї шансів своєчасно в потрібному напрямку трансформувати параметри свого метаболізму.

Розвиватися система може не інакше, як вносячи зміни до свого метаболізму. Трансформація метаболізму, як правило, є для системи надзвичайно болісним процесом, що потребує значних витрат енергії та роботи.

Інформаційні характеристики метаболізму закріплюються *пам'яттю* системи. Її матеріальними носіями є компоненти (підсистеми), які забезпечують функції метаболізму. Але й сам метаболізм є інструментом реалізації пам'яті, що зумовлює формування згаданих функцій.

Зміна метаболізму потребує вирішення, як мінімум, двох найважливіших інформаційних завдань. По-перше, система має «забути» параметри старого гомеостазу. Це означає, що вона повинна усунути відповідні функції й матеріальні компоненти системи, що їх реалізують. По-друге, необхідно зафіксувати («запам'ятати») параметри нового метаболізму (зокрема, сформувати нові або трансформувати вже існуючі матеріальні компоненти для виконання нових функцій).

Вище ми вже зазначали, що матеріально-інформаційні потоки формують структуру системи, а та, в свою чергу, зумовлює характеристики потоків. Свого часу було сформульовано принцип Кюрі: структура об'єкта (системи) відповідає структурі середовища проживання і навпаки (Castellani et al., 2016). Цьому є просте пояснення. Якщо в середовище помістити систему й через нього пропустити матеріально-інформаційний потік, система буде адаптуватися до потоку, перебудовуючи себе. Одночасно вона впливатиме на параметри самого потоку, переформатуючи його під себе. Аналогічно, якщо поруч існують, взаємодіючи, дві системи одного рівня, вони неминуче впливають (хоч і по-різному) одна на одну.

Якщо йдеться про соціально-економічну систему, то можна сказати, що вирішення зазначених завдань із трансформації метаболізму, як правило, пов'язане з виникненням цілої низки складних економічних, соціальних та екологічних проблем. Зокрема, будь-яка реструктуризація економіки означає втрату робочих місць в одній галузі й створення нових робочих місць у іншій. Останнє означає необхідність освоєння нових кваліфікацій працюючими, що вже само по собі є проблемою.

Найчастіше, робочі місця, що ліквідуються й створюються, розділені в просторі й розміщуються на різних територіях. Отже, змінитись мають не лише самі виробничі

сфери, а й інфраструктури тих поселень, які обслуговують ці виробництва. Це означає, що одні населені пункти починають занепадати, а інші (можливо, за сотні кілометрів від перших) – одержують імпульс до свого розвитку. Згорання будь-яких виробництв автоматично означає «згасання» секторів економіки, які обслуговують як самі виробництва, так і людей, які працюють (тобто працівників промисловості, сільського господарства, транспорту, сфери послуг, освіти, медицини, шоу-бізнесу, ін.). Території, що ще недавно процвітали, починають відчувати бюджетне голодування та «хворіти» цілим спектром різних соціальних хвороб (включаючи й хвороби людей у буквальному розумінні цього слова).

Значна кількість проблем виникає в зв'язку з вимушеним переселенням сімей на нові території та адаптацією людей до нових природних умов та нового соціального середовища проживання (навчання у нових навчальних закладах, нові знайомі, нові соціальні проблеми).

Не менш складною є проблема освоєння нових виробництв. Крім значних інвестицій у виробничі потужності необхідно нести суттєві витрати на навчання та перенавчання персоналу, зміну виробничої, соціальної та екологічної інфраструктур, формування законодавчого забезпечення нового бізнесу. Прикладами конкретних трансформацій індустріального метаболізму та пов'язаної з цим реструктуризації економіки є сучасна історія США.

Навіть проста зміна технологій при збереженні традиційних виробництв пов'язана зі значними соціально-економічними зрушеннями (відповідно, й перерозподілом ресурсо-грошових потоків). У наші дні індустріалізація сільськогосподарського виробництва з її колосальним зростанням продуктивності праці залишає «не при ділі» практично все сільське населення, яке було необхідне для обслуговування ще недавно такого трудомісткого виробництва. Це, зокрема, загрожує «змести» з сучасної карти України більшість сіл із їхньою соціальною інфраструктурою

(школами, клубами, медичними пунктами), а головне з населенням, яке є носієм певної культури. Більшість його неминуче змушено буде змінити умови життя та діяльності.

Ліквідація навіть «брудних» грошових потоків (наприклад, пов'язаних з корупційними схемами, торгівлею спиртним, наркотиками, тютюном, контрабандою, «тіньовою» та «сірою» продукцією, ін.) супроводжується виникненням «болючих» соціально-економічних проблем. Власники цих грошей повинні їх кудись витратити. І вони їх витрачають, купуючи нерухомість, купуючи товари, користуючись різними видами послуг. Первинно «брудні» гроші (замішані на нещастях, хворобах, стражданнях і крові багатьох людей), включаючись у процеси індустріального метаболізму, стають джерелом функціонування цілком здорових секторів економіки (будівництва, проектних розробок, сфери послуг, освіти, охорони здоров'я тощо). Люди, які там працюють, зазвичай навіть і не здогадуються про походження лівової частки коштів, завдяки яким вони мають роботу, а члени їхніх сімей – нормальні житлові умови, добротне медобслуговування, можливість отримання якісної освіти та здорового проведення дозвілля.

У разі блокування потоків «брудних» грошей неможливо швидко нейтралізувати пов'язані з цим негативні соціальні наслідки (для реабілітації людей, які страждають від «брудного» бізнесу, має пройти час). Натомість сектори економіки, які обслуговували власників «брудних» грошей, настання поганих часів «відчують» досить швидко. Замовлення на їхню продукцію та послуги стрімко скорочуються, доходи катастрофічно тануть, сотні людей змушені втрачати роботу, до їхніх родин приходять туга та зневіра.

Настає найважчий період для соціально-економічної системи, коли однієї маси людей ще не прийшло полегшення, а для іншої – вже настало істотне погіршення умов життя. Ця своєрідна «ломка» соціально-економічної системи триває доти, доки не буде завершено реструктуризацію економіки й потоки індустріального метаболізму не «проб'ють струмки» за іншими напрямками. Іншими словами, поки виробництва не освоють випуск нової продукції,

люди не отримають нову роботу й не набудуть нових навичок продуктивної праці. Тоді споживачі почнуть витрачати зароблені кошти на нові види товарів, а ті, хто вийде на високорентабельний рівень виробництва, почнуть платити податки до державного та місцевого бюджетів.

Зміна метаболізму системи може відбутися лише через зміну його інформаційної та синергетичної основ. Перша – забезпечує зміну інформаційного алгоритму циркулювання метаболічних потоків, а друга – їхню просторово-часову реалізацію через системні зв'язки.

У звичайному режимі функціонування системи забезпечується напруженою роботою її елементів (підсистем). Кожен із них виконує свої власні функції для залучення до системи вільної енергії.

***Інформаційно-синергетичні передумови прогресивного розвитку.*** Для того, щоб система розвивалася прогресивно і в ній накопичувалася вільна енергія, система повинна вдосконалювати свою інформаційну та синергетичну основи. У цьому випадку *підвищується ефективність* здійснення процесів метаболізму (обробки матеріально-енергетичних потоків), а також реалізації внутрішніх та зовнішньосистемних зв'язків. В підсумку, скорочуються питомі витрати здійснення окремих операцій на умовну одиницю вільної енергії, що залучається до системи.

Подібні прогресивні перетворення системи досягаються за рахунок трансформації її інформаційної та синергетичної основ у напрямку покращення їх якісних характеристик та ускладнення системи. Навіть у тому випадку, якщо заради підвищення ефективності спрощується технологічний алгоритм обробки метаболічних потоків, це спрощення має відносний характер, оскільки відбувається за формулою: спрощення матеріального за рахунок ускладнення інформаційно-синергетичного. Відповідно, відбу-

вається інформаційне ускладнення й самого метаболізму. Іншого бути не може.

Цей висновок можна проілюструвати на відомій приказці: «любиш кататися – люби й саночки возити». Кому не знайоме це таке нелегке сходження з санчатами або з лижами на гору заради кількох миттєвостей стрімкого, сповненого хвилювань спуску вниз. Для окремого індивіда процес підйому в гору може бути багаторазово спрощений. Але це може бути досягнуто лише ціною ускладнення всієї системи підйому, наприклад, через спорудження спеціального підйомника.

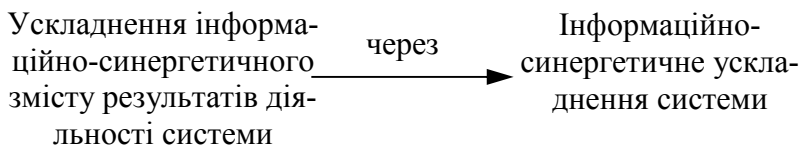
Можливо також значно спрощено (полегшено) для водія керування транспортним засобом. Однак це спрощення забезпечується за рахунок застосування складної системи, що інтегрує роботу комп'ютера й технічних механізмів.

Ще раз підкреслимо, що прогресивний розвиток відкритих стаціонарних систем може відбуватися не інакше, як через інформаційно-синергетичне ускладнення систем (підвищення кількості та якості інформації, що міститься в них).

Не випадково, магістральний напрям прогресивного розвитку систем є дематеріалізація їх метаболічних потоків. Це означає, що дедалі більше своїх функцій система виконуватиме, витрачаючи дедалі менше матеріальних і енергетичних ресурсів (які є аналогами тієї ж вільної енергії), заміщуючи їх удосконаленням інформаційних і синергетичних чинників. Для економічної системи ця умова передбачає, що досягнення її економічних, соціальних та екологічних результатів досягатиметься з меншими витратами матеріальних, трудових та фінансових ресурсів (на одиницю умовного результату). Зокрема, може знижуватися матеріаломісткість, енергоємність і трудомісткість (тобто питомих витрат праці) продукції, а натомість – підви-

щуватися інформаційна ємність (наприклад, наукомісткість) продукції.

Таким чином, якість розвитку системи (тобто ступінь прогресивності її змін) відображається як на самій системі, так і на результатах її діяльності: інформаційно ускладнюється й система, й результати її діяльності. Сказане дає підставу вивести своєрідну формулу прогресивного розвитку:



На рівні підприємства це означає, що освоїти новий, складніший вид продукції воно зможе лише піднявши складність свого власного виробництва. Наприклад, щоб випустити автомобілі-безпілотники, що не тільки мають більш досконалу конструкцію (інформаційний алгоритм функціонування), але й здатні самостійно орієнтуватися в просторі населеного пункту за допомогою навігаційної системи (високого рівня синергетичної основи), підприємство має вийти на більш складні технології та підвищити якість внутрішньогосподарських та зовнішньогосподарських зв'язків.

На рівні індивіда інформаційне ускладнення відбувається через його фізичне та особистісне вдосконалення. У результаті він виконуватиме дедалі складніші види діяльності. Одним із критеріїв цього є той факт, що все менше людей буде в змозі їх повторити. Достатньо згадати творчі результати діяльності майстрів мистецтва (музики, живопису, літератури) та спорту.

Слід зазначити дуже важливий факт: удосконалення системи досягається ціною її напруженої внутрішньої роботи. Від людини це потребує витрат фізичної та розу-

мової праці, навчання, тривалих тренувань. Для економічної системи – обумовлює модернізацію матеріальної бази, вдосконалення конструкторської та технологічної підготовки, навчання персоналу тощо.

Результат удосконалення системи закріплюється у її метаболізмі. Для людини це означає, що їй вдається змінити та закріпити в пам'яті організму нові біохімічні параметри обмінних процесів, що забезпечуватимуть її творчу діяльність. У потрібний час у потрібних пропорціях у її мозку та м'язах відбуватимуться необхідні реакції із потрібною швидкістю. Наголосимо, що це болісний, але вірний шлях творчого самовдосконалення людини.

Схожі процеси відбуваються при вдосконаленні економічних систем. Воно досягається через напружену роботу їх колективів. Результатом є економічний і соціальний успіх, що переживається цими системами.

### **13.4 Квазінаркотичний індустріальний метаболізм і деградація систем**

Існує, тим часом, й інший шлях досягнення системою результатів, які до певного часу, можуть розцінюватися нею й оточуючими як прояв успіху. Зовні подібні процеси трансформації системи буває дуже важко відрізнити (особливо на початкових етапах) від описаної раніше напруженої роботи з удосконалення системи. Система починає демонструвати дуже високі показники своєї діяльності. Людина радує себе та оточуючих високою працездатністю та творчими успіхами. Підприємство чи країна показує високі темпи економічного зростання.

Тим часом, цей успіх є лише зовнішнім виявом благополуччя системи й видимістю успішних результатів її діяльності. За великим рахунком, успішним такий результат може бути названий лише з приставкою «квазі-» (що

означає уявний, схожий на дійсність). Насправді він виявляється дуже небезпечною пасткою, пасткою для системи. Вибратися з неї дуже складно (а часом і просто неможливо). Причина цього криється в самій природі такого квазі-успіху.

Справа – ось у чому. Наявність вільної енергії є необхідною передумовою функціонування та розвитку будь-якої системи. Зазначимо при цьому дві дуже важливі обставини.

Перше: зазвичай надходження вільної енергії в систему є результатом її напруженої метаболічної діяльності. Друге: додаткова вільна енергія є лише засобом (своєрідним трампліном) для подальшого інформаційного та синергетичного вдосконалення системи.

Сказане суттєво відрізняється від обставин виникнення квазіуспішних результатів. Їх вихідним моментом є те, що в систему прямо чи опосередковано починає надходити в значних кількостях вільна енергія при мінімальних витратах самої системи.

Якщо йдеться про економічну систему, то подібні вливання вільної енергії можуть бути обумовлені дуже дешевими джерелами вихідних ресурсів: сировини, напівфабрикатів, готової до реалізації (або близької до цього) продукції. Ці предмети праці, які безпосередньо чи опосередковано є джерелами отримання доходу (вільної квазіенергії), починають надходити у систему, залишаючи у минулому «трудовий» (отже, витратний) шлях отримання квазіенергії. Ще однією формою отримання дешевої вільної квазіенергії є імпорт кваліфікованої робочої сили (зокрема, «мозків»).

Спочатку система відчуває стан підйому від додаткової отриманої вільної енергії, яка дістається їй з мінімальною напругою. Однак незабаром їй доводиться за це дуже дорого заплатити. Ціною є руйнація структури самої систе-

ми. Справа в тому, що ті підсистеми, які раніше напружено працювали в ланцюжку метаболізму, тепер виявляються незатребуваними. Вони починають стрімко «вимиватися» зі структури системи як непотрібні їй або максимально скорочуються й спрощуються, починаючи виконувати нові, спрощені або другорядні функції. У будь-якому випадку це робить їх нездатними повернутися до функцій, які вони виконували раніше.

І якщо джерела полегшеного надходження до системи вільної енергії вичерпуються, система починає відчувати різке погіршення свого стану (своєрідну «ломку»). Те, що ще нещодавно приносило системі та її елементам колосальне полегшення в роботі й постачало в систему дармові енергомісткі речовини або дозволяло значно економити на виконанні енергоємних раніше функцій, як показує час, обертається «троянським конем», викликаючи деградацію системи та руйнуючи її елементи.

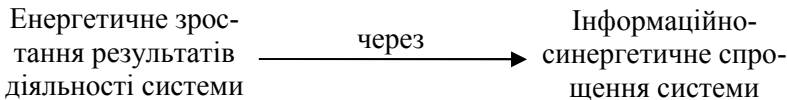
На рівні організму роль таких «троянських коней» виконують наркотичні чи квазінаркотичні речовини (алкоголь, нікотин, допінг, харчові добавки). Вони входять у процеси метаболізму й починають витісняти звідти традиційні речовини, які, перебуваючи у мікроскопічних (гомеопатичних) дозах, регулюють різні функції організму, зокрема, його емоційний стан.

У економічних системах роль квазінаркотиків можуть виконувати джерела природних ресурсів (особливо під час підйому цін них). Вони тим руйнівніше впливають на економіку країни, чим меншою мірою ресурси піддаються переробці перед безпосереднім продажем їх на експорт. Невипадково, достаток у країні, що спеціалізується на експорті природних ресурсів, нерідко називають «ресурсним прокляттям». Своєрідним квазінаркотиком є можливість надвидгідної реалізації своєї продукції (виробів, послуг, функцій), що може лобіюватися відповідними керівними органами. Але таке райське життя закінчується, як тільки падають ціни на природні ресурси або закінчується для авто-

ритетного «даху», який забезпечував безпроблемний збут. Життя продемонструвало це на прикладі Радянського Союзу. Те саме чекає й росію.

Роль своєрідного наркотику для економічної системи, в такий спосіб, може відіграти її монопольне становище на ринку якоїсь групи товарів. Це дозволяє отримувати надприбутки з мінімальними витратами. Ще однією формою квазінаркотичного стану економічної системи може бути близькість до розподілу грошових потоків (наприклад, бюджетних коштів), що дозволяє отримувати корупційні доходи. На діловому сленгу у країнах пострадянського простору це отримало назву «сісти на джерело».

**Квазінаркотична деградація системи.** Ситуація квазінаркотичного (чи наркотичного в буквальному значенні) успіху системи принципово відрізняється від успіху, зумовленого її прогресивним розвитком. Ця різниця полягає в тому, що квазінаркотичний успіх супроводжується не ускладненням, а спрощенням інформаційної структури системи, її зв'язків і метаболізму. Подібна ситуація може бути виражена схемою:



Таким чином, квазінаркотичний успіх системи супроводжується процесами її деградації (інформаційного спрощення) та руйнування.

Зі зробленого висновку витікає дуже важливе слідство. У випадку прогресивного розвитку система легко може повернутися у вихідний стан, який за її функціями є для неї легшим. Напрацьована в ході розвитку системи її інформаційно-синергетична складність виявляється для колишнього стану вже надмірною. Вона служить для системи як

своєрідна «подушка безпеки». З більш простою роботою система легко може впоратися.

Інша ситуація складається у разі квазінаркотичних трансформацій. Кожен наступний стан системи виявляється менш складним, ніж попередній. У разі зникнення квазінаркотичних факторів системі доводиться повертатися до складніших функцій, навички виконання яких вона вже втратила. Більш того, і це головне: система втрачає необхідну для цього матеріальну основу (забезпечувальну інфраструктуру), втрачаючи відповідні функціональні елементи або трансформуючи їх до «усіченого» вигляду.

Наприклад, зі структури економіки країни, що «підсіла на природноресурсну (нафтову, газову тощо) голку» і нарощує експорт «сирих» неперероблених ресурсів, починають стрімко «вимиватися» сектори зі складними виробничими циклами (базове машинобудування, приладобудування, ін.).

Ситуація погіршується тим, що системі доводиться долати вплив тенденції динаміки процесів. Він проявляється в тому, що система постійно перебуває в очікуванні нових полегшених (з точки зору витрат на їх отримання) порцій вільної енергії, а тому обіцяють полегшити стан та спростити структуру системи.

Таким чином, система ніби за інерцією продовжує спрощувати свою інформаційну структуру й тоді, коли надходження низьковитратної вільної енергії до системи вже припинилося. Цим, зокрема, пояснюється те, що наркоманам постійно потрібно збільшувати дозу вживаних наркотиків, а спортсменам, які використовують стимулятори, навіть для повторення показаних раніше результатів необхідно нарощувати кількість використаного допінгу.

Щось схоже відбувається й з економічними системами. Системи, що прогресивно розвиваються, можуть деякий час продовжувати вдосконалюватися за інерцією навіть після того, як вже немає для цього достатніх передумов. Економічні системи, які відчують на собі квазінаркотичний вплив, можуть продовжувати деградувати за інерцією й після того, як його вже знято.

«Ломка» повернення до життя без наркотиків (квазінаркотиків) виявляється дуже «болісною». Система «відвикає» від напруженої діяльності з видобутку вільної енергії. Втрачаються навички (в самому широкому розумінні) виконання відповідних функцій, а часто втрачаються й самі підсистеми, здатні це робити. Для біологічного організму такі зміни можуть мати незворотний, тобто фатальний характер. За мільйони років еволюції природа так спроектувала біологічні організми, що їх органи в принципі не здатні перебудуватися на виконання інших функцій на метаболізми, що істотно відрізняється своїми параметрами від звичних. Вони можуть краще або гірше виконувати властиві їм функції або не виконувати їх взагалі. Але перебудуватися на принципово інші функції вони не можуть.

На відміну від біологічних організмів економічні системи є гнучкішими. Вони в принципі здатні змінювати свої функції та функції своїх підсистем, хоча подібна перебудова потребує великих енергетичних (квазіенергетичних) витрат. Зокрема, національна економіка може послідовно змінювати структуру своїх секторів, здійснюючи реструктуризацію. Підприємства також можуть змінювати цілі та види діяльності, трансформуючи функції та зміст своїх підрозділів (цехів, служб). Економічні суб'єкти схожі на автономні організми зі своїми власними системами життєзабезпечення (логістики, виробництва, маркетингу, реалізації). Це дозволяє їм протидіяти руйнівному впливу

квazăнаркотиків, наприклад, організовуючи паралельно з масовими (легкими у виробництві) високотехнологічні види виробництва.

При правильній постановці живлення додатково отримувана економічною системою вільна енергія може бути використана для модернізації та налагодження напрямів діяльності, які б забезпечували прогресивний розвиток (ІТ, нано- та біотехнології, комунікаційні засоби тощо). Ще одним напрямом, що захищає економічну систему від деградації, є поглиблення ступеня переробки природних ресурсів, що добуваються нею, з отриманням на виході складних видів продукції. Однак для цього керівна ланка, що визначає розвиток цих економічних систем, має демонструвати мудрість, волю та здатність реалізовувати намічені плани. Втім, і сама керуюча система є продуктом громадських інститутів (традицій, моральних засад, переконань і знань людей), у межах яких функціонує дана соціально-економічна система.

Для економічних систем небезпеку представляє не сама вільна енергія, що надходить на підприємство (нехай навіть і дістається малою ціною), а невміння людей нею правильно розпоряджатися. Тут багато залежить від якості людського капіталу, що становить основу економічних систем. Вигідні кредити можуть стати імпульсом до розвитку підприємства чи країни, а можуть перетворитися на перший крок квazăнаркотичної деградації систем на шляху до нахлібництва та непродуктивного проїдання ресурсів.

Метаболізм є й причиною, й наслідком будь-яких змін у системі. Квazăнаркотична трансформація системи – це не абсолютне, але умовне поняття. Надходження в систему вільної енергії в будь-якій кількості й за будь-яких витрат системи само по собі не є ані руйнівним, ані стимулюючим розвитком системи фактором. Воно стає тим чи

іншим лише у взаємодії з людським капіталом, що формує систему.

Наприклад, відкриття на території країни родовищ корисних копалин (нафти, газу, чорних і кольорових металів, алмазів, ін.) може створити передумови для науково-технічного зльоту країни та прогресивного соціально-економічного розвитку її народу, а може відкинути країну на позиції сировинного придатку для розвинених країн. На сучасній карті світу багато прикладів і того, й іншого. Вирішальним у цьому є інститути суспільства, які формують переконання, знання, навички, моральні засади людей. Саме вони в кінцевому рахунку визначають напрями використання вільної квазіенергії, що надходить у систему.

### **Питання до розділу**

- 1. Як впливає збільшення вільної енергії (квазіенергії) на розвиток соціально-економічної системи, і чому цей процес є необхідним для її прогресивного розвитку?*
- 2. Які фактори визначають стійкість соціально-економічної системи, і як вони взаємодіють для забезпечення її довгострокового розвитку?*
- 3. Яким чином соціально-економічні засади суспільства можуть впливати на ефективність використання квазіенергії та досягнення позитивних результатів у розвитку системи?*
- 4. Як нерівність між підсистемами економічної системи може впливати на ефективність її функціонування та соціально-економічний розвиток?*
- 5. Чому використання валових економічних показників, таких як ВВП або національний дохід, не є достатнім для оцінки рівня соціально-економічного розвитку країни?*

6. Які основні фактори перешкоджають економічній стійкості, і як вони впливають на довгострокову стабільність економічних систем?

7. Як екологічна стійкість пов'язана з соціально-економічним розвитком, і чому слабка стійкість розвитку є небезпечною для екосистем?

8. Як відсутність змін у системі може стати загрозою її існуванню в умовах конкурентної боротьби за ресурси?

9. Які основні проблеми виникають під час трансформації метаболізму системи, зокрема в соціально-економічній сфері?

10. Як зміна технологій і реструктуризація економіки впливають на соціальну інфраструктуру та населення, наприклад, у сільській місцевості?

11. Як інформаційно-синергетичне ускладнення системи сприяє її прогресивному розвитку та підвищенню ефективності метаболізму?

12. Які економічні наслідки має дематеріалізація метаболічних потоків для економічної системи, і як це впливає на матеріаломісткість, енергоємність та трудомісткість продукції?

13. Як система, що знаходиться в стані квазіуспіху, може потрапити в «пастку» від надмірного надходження вільної енергії (квазіенергії)?

14. Чому монопольне становище на ринку чи близькість до розподілу грошових потоків може призвести до деградації економічної системи?

15. Яким чином квазінаркотична деградація системи відрізняється від прогресивного розвитку, і які наслідки вона може мати для інформаційної структури системи?

16. Яку роль відіграє людський капітал у перетворенні наявних ресурсів на продуктивний розвиток або на квазінаркотичну деградацію економічних систем?

## Розділ 14

# ОСНОВИ САМООРГАНІЗАЦІЇ ТА САМОРОЗВИТКУ СИСТЕМ

### 14.1 Поняття самоорганізації

Слово «організація» є базовим для формування поняття *самоорганізації*. І обидва терміни мають як ширший, так і вузький змістовний контекст.

У широкому значенні під організацією розуміється сукупність процесів чи дій, які ведуть до утворення та вдосконалення взаємозв'язків між частинами цілого, що й забезпечує їх інтеграцію в систему.

З урахуванням сказаного, розглядаючи самоорганізацію в широкому контексті, можна сформулювати таке визначення.

*Самоорганізація* – властивість системи самостійно (тобто без спрямованого впливу ззовні) реалізовувати процеси, що забезпечують функціонування та розвиток системи.

Г. Хакен, один із основоположників *синергетики*, критерієм самоорганізації називає здатність діяти без специфічного впливу ззовні, розуміючи під останнім такий вплив, який визначає структуру системи чи її функції (Haken, 2006).

У вузькому значенні під організацією розуміється внутрішнє впорядкування, узгодження у просторі та/або в часі дії окремих елементів (частин системи) відповідно до структури цілого. Розглянуту в цьому контексті організацію слід розуміти як окремий результат реалізації сукупності процесів (дій), згаданих у попередньому (ширшому за змістом) визначенні.

Трактуючи явище самоорганізації у вузькому значенні, можемо дати їй відповідне визначення за аналогією зі значенням терміна «організація» (у його вузькому значенні). Однак, щоб уникнути дублювання різних смислів в одному слові, цього разу використовуємо термін *самовпорядкування* системи. Тим паче, що цей термін більш точно характеризує специфіку інформаційного контексту зазначеного поняття.

*Самоупорядкування* – властивість системи за рахунок своїх внутрішніх чинників забезпечувати впорядкованість у просторі та/або в часі окремих елементів (частин) системи або процесів, що протікають у ній.

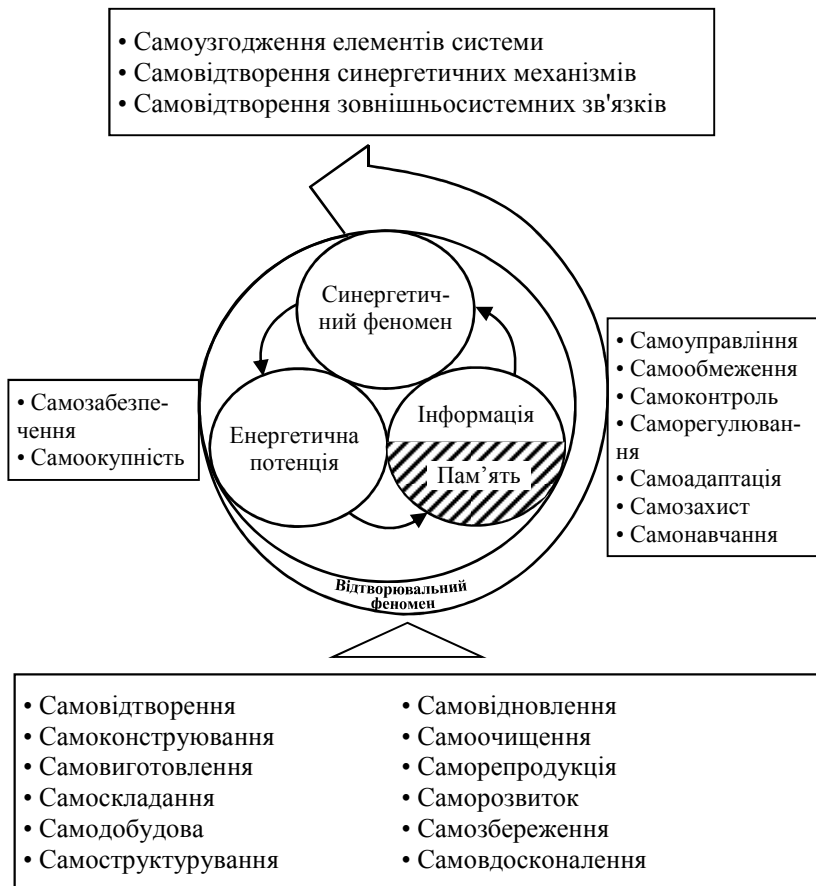
Як було показано в попередніх розділах, розвиток систем передбачає збільшення ступеня саме їхньої впорядкованості. У свою чергу, впорядкованість систем формується за чотирма основними напрямками, які умовно можуть бути названі: матеріальним, інформаційним, синергетичним та інтегральним, що схематично показано на рис. 14.1.

Перші три зумовлені впливом на відповідну групу чинників (начал) формування системи, а четвертий напрямок пов'язаний з інтегральним процесом відтворення всіх трьох груп чинників, тобто обумовлений впливом на весь відтворювальний феномен формування системи.

*Відтворювальний феномен*, що реалізує в кожній природній системній сутності (від елементарної частки до біосфери) властивості відтворювати триєдність зазначених природних начал, і є тим явищем, через яке проявляється здатність до їх самоорганізації.

Можливо, саме таким чином у природних сутностях реалізується дія Божественної Трійці. Тут доречно провести одну цікаву паралель. У традиційній японській релігії синто – сім мільйонів богів. Кожна сутність: дерево, кущик чи тварина є божеством, оскільки здатна самостійно відт-

ворювати свою потенцію (а це означає, свою матеріальну, інформаційну та синергетичну основи) до самоорганізації.



**Рисунок 14.1** – Напрями самоорганізації систем

Зміст основних процесів самоорганізації систем систематизовано на рисунку 14.2.

### **Самозабезпечення**

- властивість системи задовольняти свої потреби в енергії (квазіенергії) за рахунок енергопотоків (матеріалів, трудових факторів, грошових коштів), що залучаються в систему з зовнішнього середовища, й зумовлені діяльністю самої системи.

### **Самоокупність (самофінансування)**

- режим (спосіб) господарювання економічного суб'єкта, що передбачає повне покриття видатків доходами, одержаними від результатів господарської діяльності (реалізації випущеної продукції або наданих послуг).

### **Самовідтворення**

- властивість системи безперервно відтворювати сутнісні фактори (матеріальні, інформаційні та синергетичні), що формують цю систему, протидіючи процесу її ентропійного саморуйнування.

### **Самоконструювання**

- формування самою системою просторово-часової моделі свого функціонування

### **Самовиготовлення**

- продукування необхідних компонентів системи за рахунок її внутрішніх ресурсів або залучення їх ззовні.

### **Самоскладання**

- здійснення самою системою процесів складання власної структури.

### **Самообмеження**

- реалізація системою обмежень своєї діяльності будь-якими межами, які формуються самою системою під впливом обставин, що складаються (внутрішніх або зовнішніх змін) або закладених у неї первинними зовнішніми факторами природного або антропогенного походження.

### ***Самовідновлення***

- повернення стану системи у вихідні значення після будь-якого його порушення чи повернення у вихідний стан будь-яких порушених параметрів системи.

### ***Самоочищення***

- процес нейтралізації дії забруднювачів (в т.ч. за допомогою їх розкладання та поглинання) завдяки діяльності самої системи.

### ***Репродукція (самовідтворення)***

- властивість системи створювати інші системи, що відтворюють спадкові характерні ознаки базової системи.

### ***Самоуправління***

- властивість систем формувати та реалізовувати інформаційну програму свого функціонування та розвитку.

### ***Контроль (самоконтроль)***

- властивість системи оцінювати стан зовнішнього середовища (власний стан) та реагувати на це впливом на метаболічні процеси (потоки речовини, енергії, інформації).

### ***Саморегулювання***

- властивість системи за допомогою механізмів зворотного зв'язку підтримувати параметри свого стану в межах вузького інтервалу значень відповідає гомеостазу системи.

### ***Самоадаптація***

- властивість системи змінювати параметри свого стану або приграничного простору довкілля з метою покращити зв'язки системи з зовнішнім середовищем (зазвичай при зміні стану останнього).

***Самовідтворення зовнішньосистемних зв'язків***

- встановлення системою зв'язків з об'єктами (суб'єктами) в зовнішньому середовищі, необхідними для реалізації функцій існування та розвитку систем.

***Самовідтворення синергетичних механізмів***

- властивість системи забезпечувати реалізацію ефектів синергетизму на внутрішньо- та зовнішньосистемному рівнях.

***Самозбереження***

- властивість системи підтримувати з допомогою своєї діяльності такі параметри стану та умов довкілля, які б гарантували збереження цілісності системи, виконання нею основних функцій (включаючи репродуктивні) і навіть стійкий (сестейновий) розвиток системи в її наступних поколіннях.

***Самовдосконалення***

- властивість системи стійко підвищувати ефективність свого функціонування.

***Саморозвиток***

- довільні зміни системи, які мають ознаки розвитку (незворотність, спрямованість, закономірність) та обумовлені внутрішніми протиріччями системи.

**Рисунок 14.2** Визначення основних процесів самоорганізації систем

Усі перелічені на рисунку 14.2 окремі процеси зрештою формують інтегральний потенціал того явища, яке називається самоорганізацією системи.

## 14.2 Закони самоорганізації систем

Ведучи мову про самоорганізацію систем, не можна залишити без уваги закони, що лежать в основі зазначених процесів. У даному разі під законом розуміється необхідний, істотний, постійно повторюваний взаємозв'язок між явищами функціонування (розвитку) системи, який визначає специфіку та форми процесів, що відбуваються.

Закони мають об'єктивний характер. Це означає, що їхній дії підпорядковані всі процеси та явища. Можливі винятки пояснюються лише неповним врахуванням факторів, здатних впливати на хід поточних процесів.

У принципі можна говорити, що будь-яка відкрита стаціонарна система підпорядковується всім фізичним законам, відомим та невідомим людству. Доречно виділити кілька законів, які відіграють ключову роль для розуміння специфіки поведінки систем, що самоорганізуються.

Авторське трактування основних законів самоорганізації систем представлено в табл. 14.1.

**Таблиця 14.1** – Формулювання основних законів самоорганізації систем

Назва 1	Формулювання 2
Закон збереження енергії	Жодна матеріальна система неспроможна розвиватися чи функціонувати, не споживаючи енергію; при цьому система може витратити енергії (квазі-енергії) не більше тієї кількості, яка міститься в системі або залучається до неї з зовнішнього середовища.
Закон балансу припливу-відтоку ентропії	Зміна рівня впорядкованості системи за певний період визначається рівнем зміни ентропії в системі за цей період; упорядкованість системи зростає при зменшенні ентропії в системі та знижується при її зростанні.

Продовження табл. 14.1

1	2
Закон оптимуму системоутворювальних факторів	Для будь-якої відкритої стаціонарної системи існує такий набір та поєднання в просторі та часі системоутворювальних факторів (матеріальних, інформаційних, синергетичних), при якому досягається максимально можливе зниження ентропії в системі; при такому стані системи параметри системоутворювальних факторів максимально відповідатимуть цілям та завданням функціонування системи та найкраще ув'язуватимуться між собою.
Закон адекватності реакцій системи на вплив довкілля	У будь-який з моментів часу існує певний гіпотетичний оптимум адекватних реакцій системи через механізми зворотного зв'язку на зміни довкілля за якістю (правильністю) та своєчасністю (швидкістю) реалізації зазначених механізмів; даний оптимум забезпечує найефективніший режим функціонування системи; відхилення від нього ведуть до збільшення виробництва системою ентропії (зниження її відтоку у довкілля).
Закон емерджентності	У функціонуванні системи завжди існує такий баланс свободи децентралізованого управління діяльністю окремих підсистем та загальносистемного централізованого регулювання, за якого в системі досягається максимальний емерджентний (синергетичний) ефект системи.
Закон відповідності ефективності системи її інформаційному рівню	Максимальна межа ефективності функціонування системи відповідає рівню її інформаційної складності: вищому граничному рівню ефективності відповідає більш високий рівень інформаційної складності системи.
Закон швидкості розвитку систем	Швидкість розвитку систем визначається трьома групами чинників: а) швидкістю реалізації еволюційної тріади: мінливість – спадковість – добір; б) ефективністю роботи механізмів трансформації системи (адаптаційних та біфуркаційних); в) потенціалом пам'яті системи, що зумовлює темпи накопичення, закріплення та відтворення енергії та інформації.

Продовження табл. 14.1

1	2
Закон достатньої інформаційної складності керуючої системи	Складність (інформаційне різноманіття) керівної системи повинна бути вищою за складність керованої системи.

Розглянемо докладніше три зі згаданих законів, ефекти реалізації яких значно менше за інші висвітлені в літературі.

**Закон балансу припливу-відтоку ентропії.** Цей закон логічно продовжує та розвиває попередній закон (збереження енергії). У ньому враховується, по-перше, ентропійний характер різних видів енергії (їх ентропійна якість), а по-друге, фактор часу.

*Закон збереження енергії* обумовлює передумови необхідності впорядкування системи. Фактично він відкриває дуже просту істину: без необхідних коштів (грошових, матеріальних, інформаційних, трудових) будинок не збудуєш, дорогу не відремонтуєш і врожай не виростиш. Однак надходження вільної енергії в систему є лише необхідною, а не достатньою передумовою впорядкування системи. Зокрема, лише наявності зазначених вище коштів – ще недостатньо задля реалізації задуманого. Іншими словами, це не є гарантією, що будинок буде збудовано, дорога – відремонтована, багатий урожай – вирощений. Гроші можуть бути витрачені не за призначенням, матеріальні ресурси (наприклад, цемент, асфальт, насіннєвий фонд) можуть втратити кондиції через неправильне зберігання (а то й просто розкрадені), інформація неправильно зрозумілою виконавцями, а потенціал трудових факторів може бути розгублений через неправильну організацію роботи.

Розглянутий *закон балансу припливу – відтоку ентропії* встановлює відповідність між витратами енергії (кваліенергії, зокрема, коштів) та кінцевим результатом її застосування (наприклад, завершенням певного етапу буді-

вельних робіт, ремонтом ділянки дороги, вирощуванням сільгосппродукції).

Згідно з виразом нобелівського лауреата Е. Шредінгера: «живі організми харчуються негативною ентропією» (Shrödinger, 1944). Зміна ентропії має розглядатися як критерій кінцевого результату роботи системи. У світлі сказаного може бути сформульований закон *балансу припливу-відтоку ентропії*.

*Зміна рівня упорядкованості системи за кожен із періодів її існування обумовлена рівнем зміни ентропії в системі за цей період; упорядкованість системи зростає при зменшенні ентропії у системі та знижується при її зростанні.*

Цей закон може бути формалізований у вигляді формули:

$$\int_0^T \frac{d(S_{\text{вр}} + S_{\text{зн}})}{dt} = \int_0^T \frac{d\sigma}{dt}, \quad (14.1)$$

де: у лівій частині – виробництво системою за аналізований період ентропії ( $S$ ), обумовлене внутрішніми ( $\text{вр}$ ) та зовнішніми ( $\text{зн}$ ) факторами;

у правій частині – відтік за цей період ентропії з системи ( $\sigma$ ).

Упорядкування системи відбувається в рамках балансу припливу-відтоку ентропії:

- *стійкий стан* системи забезпечується, якщо за даний період виробництво ентропії у системі відповідає відтоку її в зовнішнє середовище;
- *підвищення впорядкованості* системи досягається в тому випадку, якщо відтік ентропії в зовнішнє середовище за даний період перевищує її виробництво системою;

- *зниження впорядкованості* відбувається у тому випадку, якщо виробництво ентропії системою за період перевищує її відтік у зовнішнє середовище.

***Слідства із закону:***

*Слідство 1:* Чим менше приплив ентропії в системі, тим менше потрібно забезпечувати її відтік для впорядкування системи («не смітити легше, ніж прибирати», або «чисто не там, де прибирають, а там, де не засмічують», «ледачий двічі робить») та ін.

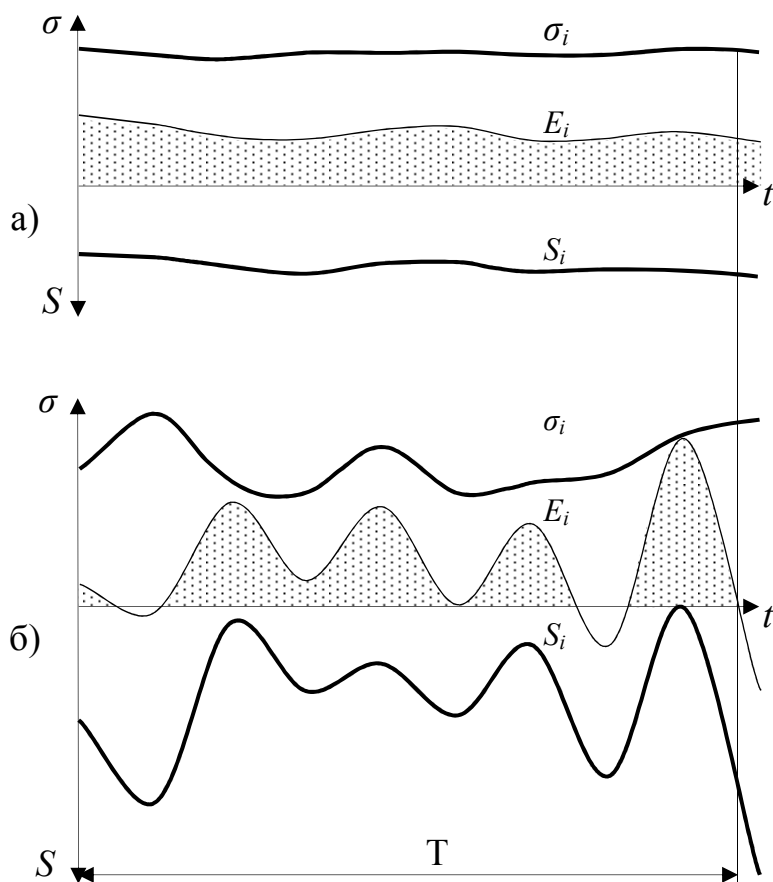
*Наслідок 2:* Ефекти розвитку динамічних систем прямопропорційні добутку імпульсу внутрішнього або зовнішнього впливу на час, протягом якого він діє.

Невеликий імпульс, що діє тривалий час, може принести більше вигоди або завдати більшої шкоди (залежно від напрямку дії), ніж більший за величиною вплив короткострокового характеру («вода камінь точить», «терпіння й праця все перетруть»).

Надзвичайно важливо за кінцевим підсумком, що характеризує сумарні результати динаміки стану системи за період, бачити якісну сторону процесів, що відбуваються в часі.

Зокрема, короткочасні, проте значні за силою впливу коливання параметрів системи можуть призвести до тяжких навіть необоротних наслідків у майбутньому. При цьому може спостерігатися загалом за період позитивний сумарний баланс негентропійної та ентропійної складових системи (наприклад, перевищення отриманого доходу над виробничими витратами підприємства). Іншими словами, є ситуація, яка образно характеризується лікарями: «можна важко хворіти й одужати, а можна легко хворіти й померти». Причиною фатального результату й є зазвичай те короткочасне, але критичне відхилення будь-якого з найважливіших параметрів організму.

Схематично це показано на рис. 14.3, де представлено два сценарії зміни в часі вільної енергії в системі ( $E_i$  – заштрихована частина графіка) під впливом показників швидкості приросту негативної ентропії (вільної енергії) ( $\sigma_i$ ) та швидкості приросту ентропії ( $S_i$ ) системи.



**Рисунок 14.3** – Схематична ілюстрація двох можливих сценаріїв функціонування умовної системи:  
 а) з незначними коливаннями;  
 б) зі значними коливаннями параметрів системи.

При цьому сумарне алгебраїчне значення показників зменшення ентропії в системі  $\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^n (\sigma_i - s_i)$  за період часу  $T$  у двох сценаріях однаково. Проте, навіть разове короточасне відхилення показника  $E_i$  в зону негативних значень може виявитися критичним для системи – його система може не пережити.

При цьому слід відзначити те значення, яке має для стійкого функціонування системи акумульований у ній запас енергії. Він відображається в енергетичному балансі системи, який ми раніше аналізували (зокрема, у формулі 2.1 він позначений символом  $U$ ). Його роль не обмежується функцією законсервованого джерела енергії для забезпечення поточної діяльності системи. Часто система змушена мати запас енергії значно більший за ту кількість, яка їй потрібна для згаданих цілей. Ще одне призначення цього запасу – забезпечити виживання у разі короткострокових екстремальних коливань параметрів довкілля. Іншими словами, цей запас енергії відіграє роль страхового фонду. Даного запасу (та інших ресурсів системи) має вистачити для того, щоб виживати в екстремальних режимах. Для них і запас має бути надлишковим.

У економічних системах ця страхова функція забезпечується низкою інститутів. Один із них – буквально система страхування. Вона формує колективний громадський фонд страхового запасу акумульованої квазіенергії. Ще одним інститутом є банківська система. Зокрема підприємство може взяти кредит для подолання тимчасових труднощів (наприклад, погашення можливих збитків). Й нарешті, підприємства мають ще один прихований ресурс взаємної допомоги – можливу підтримку різноманітних економічних суб'єктів: держави, підприємств-суміжників, працюючого на підприємстві персоналу. Ця допомога може надаватися у формі списання боргів, отримання субсидій, відстрочення платежів, затримки виплати зарплати тощо.

Якщо аналізувати динаміку стану системи з позицій витрат енергії, можна дійти висновку: чим менше коливань (перепадів) параметрів системи відбуватиметься протягом періоду, тим краще. Така динаміка стану системи дозволяє підтримувати їх у стійкій рівновазі з мінімумом витрат енергії (квазіенергії). Подібний стабільний стан системи виявляється особливо виграшним у короткостроковому періоді.

Однак за такого сценарію функціонування знижується потенціал напрацювання інформаційного різноманіття, надзвичайно необхідного для формування віртуальних траєкторій майбутнього розвитку системи. Це може призвести до застою, тобто уповільнення темпів її розвитку у віддаленій перспективі. Зокрема, саме в подібних екстремальних режимах роботи економічні суб'єкти змушені генерувати інновації, які дають поштовх для подальшого розвитку системи. Тому стійкий у енергетичному плані режим функціонування системи (з мінімальними коливаннями) має поєднуватися з формуванням інформаційного різноманіття її станів.

*Закон оптимуму системоутворювальних факторів.* Розглянутий вище закон (баланс припливу – відтоку ентропії) обумовлює результуючий стан функціонування системи залежно від її ентропійної діяльності, що є наслідком взаємодії системоутворювальних факторів. Закон оптимуму системоутворювальних чинників обумовлює безпосередньо процес взаємодії згаданих чинників. Ймовірно, зазначений закон може бути сформульований у такий спосіб.

*Для будь-якої відкритої стаціонарної системи існує такий набір та поєднання в просторі та часі системоутворювальних факторів (матеріальних, інформаційних, синергетичних), при якому досягатиметься максимально можливе зниження ентропії в системі; при такому стані системи параметри системоутворювальних факторів*

*максимально відповідають цілям та завданням функціонування системи, а також найкращим чином ув'язуються між собою.*

Набір сільгоспкультур, їх сорти, технології, матеріальні засоби (техніка, добрива), агротехнічні прийоми роботи, що використовуються агрогосподарством, повинні максимально відповідати природно-кліматичним умовам, параметрам земель, економічній кон'юктурі на ринку сільгосппродукції та іншим факторам. А поєднання всього зазначеного вище – поточним погодним умовам та економічній ситуації в господарстві. Таким чином, досягається динамічна інтеграція в єдиному процесі функціонування та розвитку агрогосподарства трьох різних груп системоутворювальних факторів: матеріальних (енерговитрати, праця, технічні засоби, добрива), інформаційних (насінневий фонд, технології, управлінські рішення, система організації та ін.) та синергетичних (способи поєднання матеріальних та інформаційних активів, взаємозв'язок виконавців).

Можливість і необхідність досягнення економічної системою стану оптимуму пронизує всю теорію маржиналізму. Розглянутий закон безпосередньо пов'язаний із законами: зростаючої віддачі, спадної віддачі, спадної продуктивності праці та спадної продуктивності капіталу. Закони неодноразово інтерпретувалися та обґрунтовувалися відомими економістами (Т. М. Мальтусом, Д. Рікардо, Дж. С. Міллем, І. фон Тюненом, Дж. Б. Кларком, А. Маршаллом, П. Самуельсоном та ін.).

*Закон оптимуму системоутворювальних факторів може бути формалізований у вигляді функції:*

$$\varepsilon_i = f(M_i, I_i, S_i, T_i) \rightarrow \max \quad (14.2)$$

де  $\varepsilon_i$  – показник питомого (за одиницю часу) зменшення ентропії в оптимальному стані системи, що найкраще відповідає

цілям і завданням системи в умовах зовнішнього середовища (відповідає  $i$ -му набору й поєднанню системоутворювальних факторів);  $\varepsilon_i$  дорівнює значенню різниці параметрів:  $\sigma_i - S_i$  із формули 14.1, тобто відтоку ентропії із системи ( $\sigma_i$ ) та її припливу в систему ( $S_i$ );

$M_i$  – множина матеріальних факторів, значення яких відповідають оптимальному –  $i$ -му стану системи;

$I_i$  – множина інформаційних факторів, значення яких відповідають оптимальному –  $i$ -му стану системи;

$S_i$  – множина синергетичних факторів, значення яких відповідають оптимальному –  $i$ -му стану системи;

$T_i$  – тривалість множини циклів діяльності системи, які відповідають оптимальному  $i$ -му стану системи.

*Закон адекватної реакції системи на вплив довкілля.* Цей закон є логічним продовженням двох попередніх. За його допомогою закони «оптимуму системоутворювальних факторів» і «балансу припливу – відтоку ентропії» доводяться до кожного епізоду дій у відповідь системи на зміну умов зовнішнього середовища.

*У будь-який з моментів часу існує певний гіпотетичний оптимум адекватних реакцій системи (через механізм зворотного зв'язку) на зміни довкілля за якістю/правильністю та своєчасністю/швидкістю реалізації зазначених механізмів; даний оптимум забезпечує найбільш ефективний режим функціонування системи; відхилення від нього ведуть до збільшення виробництва системою ентропії (зниження її відтоку у довкілля).*

На роботу підприємства впливають багато змін довкілля, зокрема, коливання економічної кон'юнктури. Такими змінами можуть бути: зниження попиту на одні групи товарів та збільшення попиту – на інші; зростання чи зниження цін на різні види ресурсів та енергоносіїв; коливання погодних умов, які впливають на режим роботи самого

підприємства, підприємств-постачальників чи споживачів продукції, та багато іншого.

Згадані зміни в зовнішньому середовищі є сигналами (дзвінками) для перебудови роботи підприємства. Воно змушене приймати рішення щодо зміни режимів своєї діяльності. Ці рішення можуть зачіпати: зміну номенклатури та асортименту продукції (відмова від одних виробів та впровадження інших), зменшення або збільшення обсягу випуску за різними групами товарів; зміна структури споживчих матеріалів та енергоносіїв; вихід з одних сегментів ринку та експансію на інші; зміна цінової політики тощо.

Наскільки правильно підприємство реагуватиме на сигнали довкілля, настільки успішними будуть результати його роботи.

Теоретично можна припускати, що існує певний гіпотетичний оптимум ухвалених підприємством рішень щодо зміни показників своєї діяльності, наприклад, структури товарів, обсягів виробництва (по кожній групі товарів), цін, ін. Цей гіпотетичний оптимум забезпечуватиме підприємству максимальну ефективність роботи (зокрема, мінімальні виробничі витрати, максимальний обсяг продажів або максимально можливу ціну, що не зменшує обсяг реалізації). Відхилення від даного оптимуму в той чи інший бік неминуче вестиме до погіршення згаданих показників роботи підприємства.

У загальному вигляді цей закон може бути формалізований формулою:

$$\varepsilon'_i = f(\Delta M_i; t_{mi}; \Delta I_i; t_{li}; \Delta S_i; t_{si}; \Delta T_i) \rightarrow \max, \quad (14.3)$$

де  $\varepsilon'_i$  – показник питомого зменшення ентропії в системі (за одиницю часу) при найбільш адекватній  $i$ -тій реакції системи на зміну стану зовнішнього середовища;

$\Delta M_i$  – зміна масиву матеріальних факторів ( $M_i$ ) за момент часу  $t_{mi}$  у відповідь на зовнішній імпульс;

$\Delta I_i$  – зміна масиву інформаційних факторів ( $I_i$ ) за момент часу  $t_{li}$  у відповідь на зовнішній імпульс;

$\Delta S_i$  – зміна масиву синергетичних факторів ( $S_i$ ) за момент часу ( $t_{si}$ ) у відповідь на зовнішній імпульс;

$\Delta T_i$  – зміна тривалості окремих операцій та циклів діяльності системи у відповідь на зовнішній впливовий імпульс; скажімо, ситуація, що змінилася, змушує підприємство прискорити процеси виготовлення або реалізації продукції в порівнянні з раніше існуючими на ньому режимами роботи (а головне, показниками діяльності конкурентів), або погодні умови вимагають призупинити чи уповільнити виконання роботи.

Слід підкреслити надзвичайно важливу роль, яку відіграє в прийнятті рішень фактор часу. Більше того, можна стверджувати, що без урахування фактора часу будь-які міркування про правильність рішень втрачають будь-який сенс. Адже невчасність якихось дій одна з ознак їх неправильності. Те, що доречно й ефективно в даний момент, може виявитися малоефективним і навіть недоречним, якщо буде здійснено раніше чи пізніше.

Сказане, аж ніяк не суперечить принципу превентивності заходів, що вживаються. Система має прогнозувати майбутні події (чим раніше, тим краще). Реагуючи на очікування подій, система готує себе до реальних змін середовища. Дії, що вживаються, мають диференціюватися залежно від періоду прогнозування. І, безумовно, дії, що вживаються системою до настання подій, можуть істотно відрізнитися від заходів, які система здійснюватиме в умовах подій. Наприклад, економічна система напередодні кризи має вивести свої активи з зон високого ризику. З настанням кризи нарівні з заходами, спрямованими на забезпечення максимальної ефективності поточної виробничої діяльності, слід готувати «плацдарми» для докорінних трансформаційних змін, можливо, приймаючи ризиковані рішення з урахуванням ситуації, що швидко змінюється.

У чому значення останніх двох із аналізованих законів («оптимуму системутворювальних факторів» та «адекватності реакцій системи на вплив зовнішнього середовища») для управління соціально-економічними системами?

Насамперед, вони є основою для формування оптимізаційного мислення. Необхідність орієнтації на досягнення певного оптимуму параметрів у режимі функціонування економічних систем (зокрема, визначення співвідношення витрат постійних та змінних факторів, обсягу виробництва, структури видів продукції, що виробляється, цін на виробі, ін.) органічно випливає із загальної теорії маржиналізму. Однак це, на жаль, не завжди і не для всіх виявляється очевидним у реальних умовах практичної діяльності, де часто панує тенденція лінійного мислення: чим більше (наприклад, обсяг виробництва), тим краще або чим менше (питомі витрати), тим краще. Особливо це притаманне для економік, що залишаються під впливом посткомандних методів управління.

Розглянуті закони також можуть бути теоретичною основою розробки економетричних інструментів для діагностики ступеня відхилення параметрів функціонування систем від оптимальних (найбільш ефективних) значень. Це, в свою чергу, дає можливість формувати механізми наближення параметрів системи до оптимального (найбільш ефективного) стану.

Знання законів самоорганізації систем дозволяє значно збільшити ефективність процесів управління розвитком економічних систем. З'являється науково обґрунтована методична основа на вирішення низки управлінських завдань: постановки стратегічних і тактичних цілей розвитку системи; оптимізації в просторі та часі системутворювальних факторів; вибору ефективних режимів функціонування системи; максимізації використання природних ефектів самоорганізації систем; вибору раціональних інстру-

ментів реалізації механізмів зворотного зв'язку; формування ефективних інформаційних алгоритмів управління розвитком системи.

### **14.3 Аналіз циклу самоорганізації систем**

Коли йде мова про самоорганізацію систем, зазвичай мають на увазі якісь окремі процеси такого складного явища: самовпорядкування, самозабезпечення (самофінансування), самоуправління, самовідтворення, самовідновлення, самоконтролю та ін.

Як правило, кожен окремо згаданий процес не викликає проблем із його сприйняттям у дослідника. Дійсно, кожному з нас неодноразово доводилося бути учасником процесів самовпорядкування (при прибиранні у власній квартирі), самоуправління (при складанні плану своєї роботи на тиждень чи місяць), самоокупності (при визначенні напрямків заробітку та витрачання коштів) тощо.

Набагато складніше осягнути сутність саморозвитку системи як цілісного явища, що розгортається в просторі і часі.

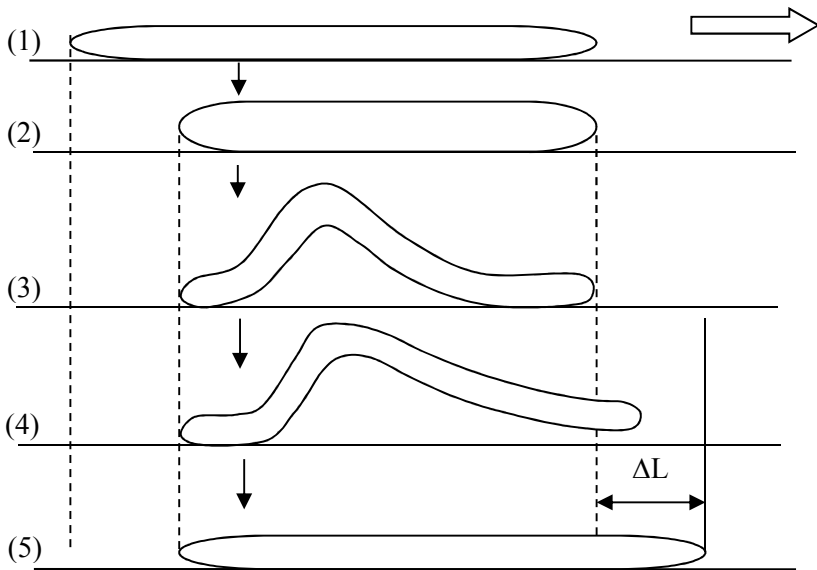
Мабуть, багато хто пам'ятає епізод із пригод «найправдивішого» в світі оповідача – барона Мюнхгаузена, коли той витягнув себе з болота, потягнувши за власну шевелюру. Таким чином, ним було подолано опір і сили тяжіння (власної ваги), й сил засмокування трясовини. При всій гротескності представленої картини в ній, втім, щонайменше, охарактеризована загальна проблема, яку необхідно вирішувати під час будь-яких процесів самоорганізації й саморозвитку, а саме: подолання опору середовища. Інша річ, що згаданим персонажем обрано модель вирішення проблеми, м'яко кажучи, далеку від реально працюючої. Головною помилкою є те, що його основні зусилля докладаються до самого себе, а не до об'єктів зовнішнього середовища, опір якого доводиться долати. Як це

потрібно робити – наочно демонструють птахи, створюючи за рахунок помахів крил підйомну силу. Долають опір середовища й риби. Їм допомагає міхур, що розташовується всередині тіл. Він виштовхує їх на поверхню. Зовсім іншу стратегію подолання земного тяжіння використовують рослини. Вони ростуть, послідовно піднімаючи себе над землею, неначе за допомогою домкратів.

В будь-якому разі, все живе на Землі, переміщаючись у просторі нашої планети, змушене по-своєму вирішувати проблему подолання опору середовища.

І все-таки, напевно, можна сформулювати загальні закономірності поведінки системи під час реалізації нею того явища, що називається саморозвитком.

Для наочності звернемося ще до одного представника світу живої природи, проаналізувавши процес переміщення у просторі гусениці. Його можна розділити на кілька основних фаз (рис. 14.4):



**Рисунок 14.4** – Фази здійснення гусеницею свого переміщення

1) *Перша фаза: перехід із стану (1) до стану (2)* – являє собою конвертацію вільної енергії, яку отримала протягом попереднього циклу функціонування система в змїну її інформаційного статусу. Фіксуєчи на площі передній край свого тіла, гусениця підтягує вперед свою задню частину й стискується. При цьому змінюється взаємне розташування частин тіла так, щоб між ними створилася різниця потенціалів, необхідна для здійснення відповідної роботи.

Якщо проводити паралель із економічною системою, ця фаза пов'язана із трансформацією грошової форми капіталу підприємства у конкретну виробничу структуру з необхідними засобами виробництва. При цьому одні форми капіталу конвертуються в інші, що може бути виражено умовною формулою:

$$Г \rightarrow В (М, І, С, Л), \quad (14.4)$$

де Г – означає грошову, а В – виробничу форму капіталу; М, І, С, Л – відповідно матеріальний, інформаційний, синергетичний та людський фактори (капітали).

2) *Друга фаза: (2)  $\rightarrow$  (3)* – є конвертацією накопиченого внутрішнього енергетичного потенціалу гусениці в створення різниці потенціалів її тіла із зовнішнім середовищем. Задній край гусениці піднімається (як на домкратах), використовуючи як опору зовнішнє середовище.

У економічній системі це відповідає початку виробничої діяльності, коли підприємство починає випускати продукцію, на яку існує попит у зовнішньому середовищі, тобто починає створювати різницю економічних потенціалів між підприємством та середовищем (на підприємстві створюється надлишок товарів, нестача яких є на ринку). При визначенні основних вихідних параметрів виробничої та комерційної діяльності підприємство відштовхується від аналізу характеристик довкілля (споживчого попиту, пове-

дінки конкурентів тощо). Умовна формула конвертаційної трансформації має вигляд:

$$B(M, I, C, L) \rightarrow T, \quad (14.5)$$

де  $T$  – товарна форма капіталу.

3) *Третя фаза: (3) → (4)* – є конвертацією створеної різниці потенціалів між частинами тіла гусениці в різницю потенціалів між тілом гусениці та середовищем для просування гусениці вперед і фіксації нового стану її тіла в просторі.

На підприємстві ця фаза пов'язана з процесом реалізації різниці економічних потенціалів між підприємством та середовищем, тобто продажем виробленої продукції. Якщо попередні розрахунки були неточними та значення різниці економічних потенціалів (попиту) було визначено помилково, підприємство недоотримає очікуваний дохід (аналог вільної квазіенергії). Це означає, що не буде досягнуто запланованих обсягів продажу або ціни реалізації продукції. Умовна формула конвертації має вигляд:

$$T \rightarrow G. \quad (14.6)$$

4) *Четверта фаза: (4) → (5)*. Знаменує завершення чергового циклу розвитку. Тіло гусениці повертається у вихідний стан стосовно поверхні опори. Результатом циклу є просування гусениці вперед на певну дистанцію  $\Delta D$ .

А підприємство при правильному розрахунку та безпомилкових діях має отримати прибуток (при зростанні вільного капіталу).

Якщо вважати поведінку гусениці раціональною (а в природі зазвичай її сутності ведуть себе раціонально, підпорядковуючи свої дії досягненню певних цілей, пов'язаних з отриманням додаткової вільної енергії), можна з ве-

ликим ступенем достовірності припустити, що в нове місце гусениця переміщається в потрібному напрямі для поповнення свого енергетичного запасу за рахунок нових харчових ресурсів.

На підприємстві капітал, раніше витрачений для організації виробничої діяльності, повертається в грошову форму. Підприємство отримує можливість розпочати відтворення нового виробничого циклу. Це передбачає закупівлю сировини та матеріалів, амортизацію виробничих активів, ін.

### *Відтворювальний цикл у економічних системах.*

Якщо підприємство діяло досить раціонально, реалізація циклу економічної діяльності означає не просто повернення раніше витрачених коштів, а й створення певного доробку (матеріального, фінансового та інформаційного) задля подальшого розвитку системи (просування вперед). Амортизація вартості основних фондів дозволяє придбати більш досконале обладнання; отримання додаткового прибутку дає можливість інвестувати кошти в модернізацію виробництва; накопичений у попередньому циклі досвід дозволяє вдосконалювати прийоми та методи роботи.

Слід зауважити, що представлені на схемі етапи в умовах підприємства можна виділяти лише умовно, оскільки вони реалізуються зазвичай одночасно. Це означає, що у будь-який із моментів часу для підприємства відбувається паралельно й придбання сировини, і виготовлення продукції, й продаж раніше виготовлених виробів.

Наведений приклад може бути аналогом процесів саморозвитку економічних систем, проте лише в першому наближенні. Більш точно їх може відобразити модель, де показана роль синергетичної основи, що впливає на поведінку системи. В цьому контексті найвдалішим прикладом є рух човна з командою веслярів. Нарівні з досконалістю

інформаційного алгоритму діяльності веслярів тут значну роль починає відігравати їхня синергетична взаємодія, яка зумовлює узгодженість дій окремих виконавців. А вона залежить, у свою чергу, від знання, вміння та бажання кожного діяти синхронно, в єдиній команді.

У згаданому на рис. 14.4 прикладі особливістю станів системи, позначених цифрами 1 і 5, є те, що в них система має максимальний для певного циклу запас вільної енергії. Зазначеними станами система завершує кожен черговий цикл свого функціонування. В них доводиться збирати своєрідний «урожай» вільної енергії, отриманої завдяки прикладеним раніше зусиллям і витраченої енергії. Але одночасно можна констатувати, що кожен із згаданих станів є вихідним для нового, чергового циклу функціонування системи. А він зумовлює й нові напрями витрачання вільної енергії на вдосконалення матеріальної, інформаційної та синергетичної основ системи.

## 14.4 Рушійна сила самоорганізації

Можна виділити два основних напрями, дотримуючись яких може функціонувати та розвиватися система залежно від умов зовнішнього середовища та потенціалу власних адаптаційних можливостей: розвиток, заснований на кількісних змінах, та розвиток, що базується на якісних змінах.

*Розвиток, що ґрунтується на кількісних змінах.* Передбачає функціонування та еволюцію системи без її суттєвих якісних перетворень. При цьому можуть бути виділені три різні ситуації: 1) зростання системи; 2) її відносна стабільність («нульове зростання»); 3) «згортання».

*Розвиток, що ґрунтується на якісних змінах.* Передбачає якісну зміну структури метаболізму системи. Для економічної системи це означає суттєву зміну технологіч-

них процесів (наприклад, при значному зниженні ресурсоємності виробництва починають використовуватися принципово нові вихідні ресурси та види енергії) та/або змінюється профіль продукції, що виробляється.

**Стратегії розвитку.** Залежно від конкретних умов господарювання економічна система може вибрати ключові стратегії, що забезпечують три основні типи розвитку, які умовно можуть бути названі.

- *стійким прогресивним*; передбачає нарощування обсягу метаболізму й збільшення рівня гомеостазу (збільшуються розмір матеріально-інформаційних потоків, що проходять через підприємство, та обсяг реалізованої продукції);

- *стійким неспадаючим*; передбачає стабілізацію обсягу метаболізму й рівня гомеостазу (зберігається стійкий обсяг реалізації продукції);

- *стійким спадаючим*; передбачає (за аналогією зі спадною віддачею) зниження обсягу метаболізму та рівня гомеостазу (в умовах підприємства це означає – контрольоване зменшення обсягу реалізації продукції).

Якісні зміни системи не приходять самі собою. Їм необхідний інформаційний поштовх у формі протиріччя між потребами та можливостями системи, щоб змусити її змінитись якісно. Тільки тоді, коли потреби системи починають перевищувати її можливості, система починає переживати кризу (поведінка системи стає неадекватною стану зовнішніх факторів), і запускається довгий ланцюжок механізмів її самоорганізації. Це й забезпечує якісні зміни.

Причини, внаслідок яких можуть виникати протиріччя, формуються під впливом двох груп факторів:

- по-перше, *імпульсів впливу*, тобто зовнішніх та внутрішніх факторів, що викликають зміну стану системи;

- по-друге, *обмежень*, тобто зовнішніх та внутрішніх факторів, що обмежують можливість системи провести

адекватну адаптаційну стабілізацію свого стану на основі механізмів зворотного зв'язку (рис. 14.5).

<i>Внутрішньосистемні</i>	<i>Зовнішньосистемні</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• знос обладнання;</li> <li>• аномальні зміни виробничих умов;</li> <li>• зміни людського капіталу;</li> <li>• зниження мотивації працюючих;</li> <li>• соціальні конфлікти, ін.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зміна ринкової кон'юнктури;</li> <li>• динаміка попиту;</li> <li>• зміна природних умов;</li> <li>• зміна конкуренції, ін.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• матеріальні та інформаційні;</li> <li>• природні та антропогенні;</li> <li>• абсолютні та відносні;</li> <li>• об'єктивні та суб'єктивні;</li> <li>• соціальні, політичні, економічні, правові, технічні;</li> <li>• об'єктні, функціональні, просторові, часові;</li> <li>• фізичні, хімічні, механічні, біологічні, інституційні, особистісні, психологічні, ін.</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Рисунок 14.5** – Чинники, що зумовлюють виникнення протиріччя в економічній системі

Наприклад, приріст населення, що проживає в певній екосистемі, як імпульс впливу обумовлює необхідність збільшення потреб даного соціуму. Це зумовлює потребу в збільшенні кількості природних ресурсів, що залучаються до виробництва. Проте реалізація цього натикається на природні межі: обмежену кількість невідновлюваних природних ресурсів (території, корисних копалин) або обмежені темпи відтворення відновлюваних ресурсів.

*Імпульс впливу* – це причина, що викликає порушення динамічної рівноваги між системою й зовнішнім середовищем. Він може мати як внутрішньосистемний, так і зовнішньосистемний характер.

Як приклади імпульсів впливу внутрішньосистемного характеру стосовно економічної системи можна назвати: фізичне і моральне зношування обладнання, різноманітних інновацій, техногенні (надзвичайні) ситуації, зміна якості людського капіталу, зміна структури та числа працюючих, зміна мотивації персоналу, соціальні конфлікти, ін.

В ролі зовнішньосистемних імпульсів впливу можуть виступати: зміна ринкової кон'юнктури (цін, витрат, позицій ресурсів), динаміка попиту, зміни природних умов, законодавства (зокрема, податкового клімату) або конкурентного середовища, ін.

*Обмеження* – це зовнішні та внутрішні фактори, що перешкоджають кількісній чи якісній зміні параметрів системи. Зокрема, обмеження можуть перешкоджати можливості відновлення динамічної рівноваги між системою й зміненими параметрами зовнішнього середовища за допомогою механізмів прямої дії зворотних зв'язків у рамках адаптаційних трансформацій.

Сказане, ймовірно, потребує додаткових коментарів. Що таке механізми прямої дії зворотних зв'язків? Це механізми, що дозволяють відновити необхідний стан системи у

вигляді прямої реакції на причину зміни параметрів середовища.

Наприклад, при падінні попиту на свою продукцію підприємство, активізуючи маркетингову діяльність (а, отже, витрачаючи додатково кошти на рекламу та торгові акції), може повернути увагу покупців (колишні параметри попиту) до своєї продукції й відновити обсяг продажу. Цієї ж мети (із втратою, щоправда, частини прибутку) можна досягти, низивши ціну продукції, що реалізується.

Проте існують ситуації, коли через певні обставини обидва згадані напрями можуть виявитися безрезультатними. Причиною є обмеження, які роблять малоефективними (чи взагалі безглуздими) будь-які дії, спрямовані на збільшення попиту. Одним з подібних обмежень може виступати низька купівельна спроможність населення, яка дозволяє йому (навіть за високої потреби в цьому вигляді виробів) купувати згадану продукцію лише дуже дешево (хіба що за цінами нижче собівартості). Але це вже буде збитковим для підприємства. При спробі привести пропозицію у відповідність до попиту починає діяти ще одне обмеження – технологічна межа здешевлення продукції.

Підприємство може зіткнутися й ще з одним видом обмежень – незворотним падінням потреби в певному виді продукції. У наші дні подібне сталося з продукцією традиційної (умовно, хімічної) фотоіндустрії, практично повністю витісненої з ринку внаслідок розвитку цифрових технологій. Приклад – поруч. На початку 2012 року основні інформаційні агентства світу рознесли звістку про банкрутство всесвітньо відомої фірми Kodak, заснованої ще в 1880 році й успішно проіснувавшої майже півтора століття.

В обох вищенаведених випадках погіршення економічного стану підприємства – як через зниження купівельної спроможності населення, так і через падіння потреби в даному виді виробів – проблема не може бути вирішена шляхом прямого впливу на причину її виникнення. Цьому перешкоджають існуючі обмеження, які не можуть бути зняті силами підприємства в принципі. Якщо підприємство намагатиметься знайти вихід із ситуації, то застосовані ним механізми зворотного зв'язку носитимуть непрямий харак-

тер і будуть спрямовані на чинники, які не мають прямого відношення до причини виникнення проблеми й попиту на даний вид виробів. Як правило, такі заходи мають складний, багатоланковий механізм реалізації. Наприклад, підприємству доведеться переходити на випуск нових видів продукції із застосуванням якісно інших технологій.

**Види обмежень.** В ролі обмежень можуть виступати: предмети, явища, властивості, характеристики, функціональні особливості, ін.

Обмеження можна класифікувати:

- за *сутнісним началом* – на матеріальні, що накладаються на матеріальну природу предметів та явищ (наприклад, на кількість природних ресурсів) та нематеріальні, що накладаються на інформаційну чи синергетичну природу предметів та явищ (наприклад, на максимальний обсяг інформації чи зв'язків, які здатні контролювати суб'єкт у одиницю часу);

- за *природою походження* – на природні (наприклад, обумовлені обмеженою несучою здатністю екосистем) та антропогенні (напр., обумовлені обмеженою продуктивністю технічних засобів);

- за *можливістю зняття* – на абсолютні та відносні; перші не можуть, а другі – можуть бути зняті людиною в рамках сучасних знань та її технічної озброєності (наприклад, межа швидкості світла поки не може бути подолана людиною, а закону всесвітнього тяжіння можна протидіяти за допомогою літальних апаратів);

- за *характером формування* – на об'єктивні, що обумовлені законами природи, та суб'єктивні, засновані на законах та особливостях (у тому числі, індивідуальних) дій людини та суспільства;

- за *сферою походження* – на політичні (обумовлені політичними реаліями), соціальні (обумовлені соціальними відносинами), економічні (обумовлені законами економі-

ки), правові (обумовлені законодавчими актами); технічні (обумовлені закономірностями функціонування технічних систем) тощо;

- *за формою* – на об'єктні (зумовлені факторами об'єктного характеру), функціональні (зумовлені здатністю системи функціонувати у різних умовах), комунікаційні, просторові, часові тощо;

- *за змістом* – на фізичні, хімічні, механічні, біологічні, інституційні, особистісні, психологічні тощо.

**Напрями вирішення протиріччя.** Виникаючі протиріччя може бути зняті впливом однієї чи обох груп чинників, які стосуються зазначених груп – тобто як на імпульси впливу, так і на обмеження.

Наприклад, вирішення наведеного вище протиріччя, обумовленого необхідністю задоволення потреб населення, що зростає, природними ресурсами та їх обмеженою кількістю, може відбуватися за двома напрямками.

*Перший* – пов'язаний з впливом на імпульс, тобто на потенційне збільшення потреб населення. Вони можуть бути зменшені за допомогою трьох ключових заходів: 1) зниження приросту населення; 2) зниження природоємності задоволення традиційних потреб (при цьому темпи зниження природоємності повинні дорівнювати темпам приросту населення або навіть випереджати їх); 3) зміни структури споживання та заміщення природоємних (зокрема, матеріаломістких та енергоємних) потреб неприродоємними (наприклад, інформаційноємними благами).

*Другий* напрямок пов'язаний із впливом на самі обмеження. Зокрема, обмеженість природних ресурсів може бути подолана розвідкою нових родовищ чи переходом на альтернативні джерела ресурсів, наприклад, відновлювані.

Одним із ключових напрямів вирішення протиріч між зростаючими потребами та обмеженими можливостями системи є підвищення ефективності її функціонування.

## Питання до розділу

1. *Охарактеризуйте взаємозв'язок основних законів самоорганізації систем щодо системоутворювальних чинників.*
2. *Розкрийте основну суть закону збереження енергії та її роль у самоорганізації систем.*
3. *Розкрийте зміст закону балансу припливу-відтоку ентропії. У чому його принципова відмінність від закону збереження енергії?*
4. *Яка роль чинника часу в реалізації закону балансу припливу-відтоку ентропії?*
5. *На конкретних прикладах розкрийте зміст закону оптимуму системоутворювальних факторів.*
6. *На конкретних прикладах розкрийте зміст закону адекватності реакції системи на вплив довкілля.*
7. *Яка роль зворотних зв'язків у реалізації закону адекватності реакції системи на вплив довкілля?*
8. *Розкрийте зміст закону емерджентності.*
9. *Яка роль ступеня свободи компонентів системи в реалізації закону емерджентності? Поясніть це на прикладах економічних систем.*
10. *У чому суть закону відповідності ефективності системи її інформаційному рівню.*
11. *Розкрийте зміст закону достатньої інформаційної складності керівної системи.*
12. *У чому суть закону швидкості розвитку систем?*
13. *Яка роль еволюційної тріади в реалізації закону швидкості розвитку систем?*
14. *Яка роль трансформаційних механізмів у реалізації закону швидкості розвитку систем? Проілюструйте це на прикладі економічних систем.*
15. *Яка роль пам'яті у реалізації закону швидкості розвитку систем?*
16. *За рахунок чого можливе прискорення розвитку соціально-економічних систем?*

## Розділ 15

# УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

### 15.1 Особливості розвитку соціально- економічних систем

Основною особливістю розвитку соціально-економічних систем є ключова роль ньому чинника людини. Саме людина задає вектор розвитку в таких системах, визначаючи основні цілі, до яких повинна прямувати в своєму розвитку система. Людина ж виступає також і у ролі основного реалізатора, забезпечуючи своєю діяльністю основні засоби для досягнення поставлених соціальних та економічних цілей (наприклад, задоволення певних матеріальних чи духовних потреб, отримання прибутку тощо).

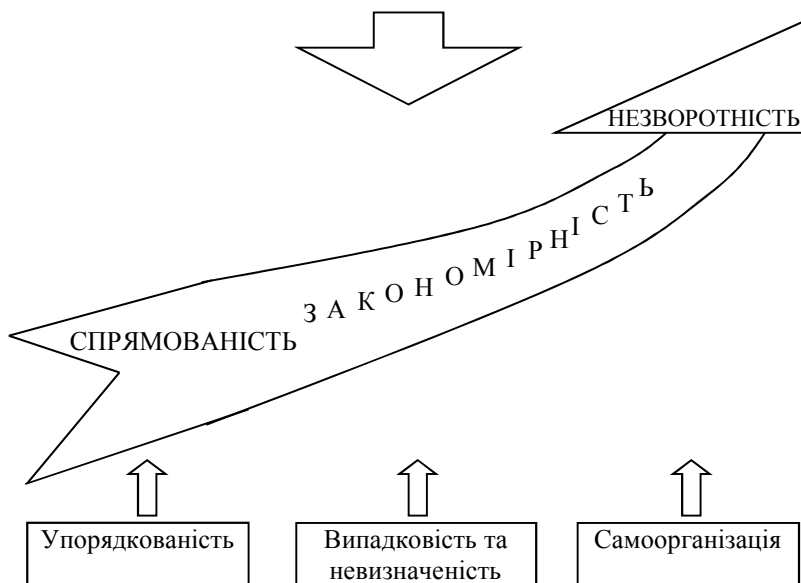
Будь-які соціально-економічні системи тією чи іншою мірою пов'язані з природою, яка є джерелом ресурсів, середовищем життєдіяльності, фактором самовідтворення кількісних та якісних параметрів компонентів природного середовища. Це дозволяє ширше підійти до визначення соціально-економічної системи.

*Соціально-економічна система* в широкому контексті – це функціонуюча як єдине ціле сукупність людей (включаючи відносини між ними), природних чинників, антропогенних матеріально-інформаційних активів, об'єднаних єдністю функцій і природно-індустріального метаболізму (матеріально-інформаційних потоків).

З урахуванням наведеного раніше визначення *розвитку* систем через *необхідні* ознаки (незворотна, спрямована, закономірна зміна стану системи) та достатні чинники, що зумовлюють процеси розвитку (самоорганізація через випадкові, невизначені зміни), можна сформулювати осно-

вні вектори реалізації передумов прогресивного розвитку соціально-економічних систем (рис. 15.1).

**Спрямованість** → через цілепокладання системи;  
**Закономірність** → через відповідність поведінки системи законам природи;  
**Незворотність** → через закріплення змін пам'яттю системи;  
**Прогресивність** → через підвищення ефективності та акумулювання вільної енергії;  
**Упорядкованість** → через підвищення інформативності;  
**Випадковість** та **невизначеність** → через свободу поведінки системи;  
**Самоорганізація** → через самоокупність та самоуправління.



**Рисунок 15.1** – Схема формування передумов розвитку соціально-економічних систем

Дана конструкція в схематичній формі є змістовною основою феномена соціально-економічного розвитку. Хоча вона, можливо, здається надто складною, її не можна спростити без втрати ключових смислових вузлів. Кожен із блоків цієї конструкції є суттєвим, тобто несе інформацію

про зміст, без якого характеристика феномена розвитку як такого виявляється неповною.

Як зазначалося раніше критерієм прогресивності розвитку будь-якої системи є підвищення ступеня впорядкованості систем, що зрештою обумовлює зниження рівня виробництва ентропії системою. Ступінь упорядкованості будь-якої із систем визначається трьома групами факторів (матеріально-енергетичних, інформаційних, синергетичних). Для соціально-економічних систем у критеріальній основі, що характеризує ступінь прогресивності розвитку, актуалізується ще один фактор – цілепокладання.

У загальному вигляді ступінь прогресивності ( $P$ ) соціально-економічної системи може бути виражений функцією від чотирьох основних груп факторів:

$$P = f(C, M, I, C), \text{ де} \quad (15.1)$$

$C$  – показник, що характеризує ступінь наближення системи до запланованої мети (групи цілей чи функцій, що реалізуються) або ж (залежно від специфіки організації самої системи) тим завданням, на які вона «заточена»;

$M$  – матеріальний (квазіенергетичний) потенціал, що характеризує стан умовно матеріальних складових системи, що визначають її здатність виконувати роботу; на підприємстві цей показник у першому наближенні може бути кількісно оцінений вартістю основних та оборотних активів виробництва, а також витратами на утримання персоналу;

$I$  – інформаційна основа системи, основне призначення якої – забезпечити ефективність реалізації матеріального (квазіенергетичного) потенціалу системи; лише на рівні підприємства показниками її оцінки можуть бути: фондівдача, коефіцієнт оборотності оборотних засобів, продуктивність праці, ін.;

С – синергетична основа, що характеризує стан зв'язків як на внутрішньосистемному, так і на зовнішньосистемному рівнях; у формалізованому вигляді синергетична основа може оцінюватися кількістю зв'язків, і навіть витратами коштів чи часу на реалізацію цих зв'язків.

## **15.2 Цілепокладання як ключовий фактор розвитку соціально-економічних систем**

Розвиток будь-якої економічної системи (зокрема фірми) пов'язується безпосередньо з місією (генеральною метою) її існування, а також зі стратегічними та тактичними цілями діяльності.

*Місія* – це генеральна мета економічної системи. Зазвичай вона пов'язується з тим профілем діяльності фірми (машинобудування, енергетика, сільське господарство, сфера послуг, модельний бізнес тощо), який визначає її засновник (фізична чи юридична особа). Більшість засновників (власників) підприємств прагне, щоб ті заробляли гроші та отримували прибуток. Але всі підприємства роблять це у різний спосіб.

*Місія* підприємства обумовлює риси, необхідні для реалізації місії та своєрідний магістральний шлях просування підприємства до свого успіху. З місією підприємства нерозривно пов'язуються критерії її реалізації. Зокрема, це може передбачати: досягнення певного щорічного обсягу реалізації продукції, отримання певної частки продажів продукції в певному сегменті ринку, отримання позицій провідного підприємства цього профілю (наприклад: увійти в п'ятірку, десятку, сотню).

*Стратегічні та тактичні цілі* дають можливість конкретизувати та деталізувати шляхи реалізації місії підприємства. Саме вони визначають інвестиційну, товарну, витратну та цінову політику, зокрема, конкретизується:

- номенклатура,
- серійність,
- структура витрат,
- основа формування цін,
- види конкурентної боротьби тощо.

Залежно від зазначених цілей підприємство визначає та вирішує поточні завдання в своїй діяльності, обираючи конкретні засоби, необхідні для досягнення цілей (зокрема, формує технологічну основу, вирішує проблеми постачання ресурсів та реалізації готової продукції).

**Динаміка формування мети.** В результаті розвитку підприємства можуть тією чи іншою мірою змінюватися цілі його функціонування. Залежно від здатності самостійно впливати на процес формування своєї місії та цілей функціонування підприємства можуть бути диференційовані на три основні групи:

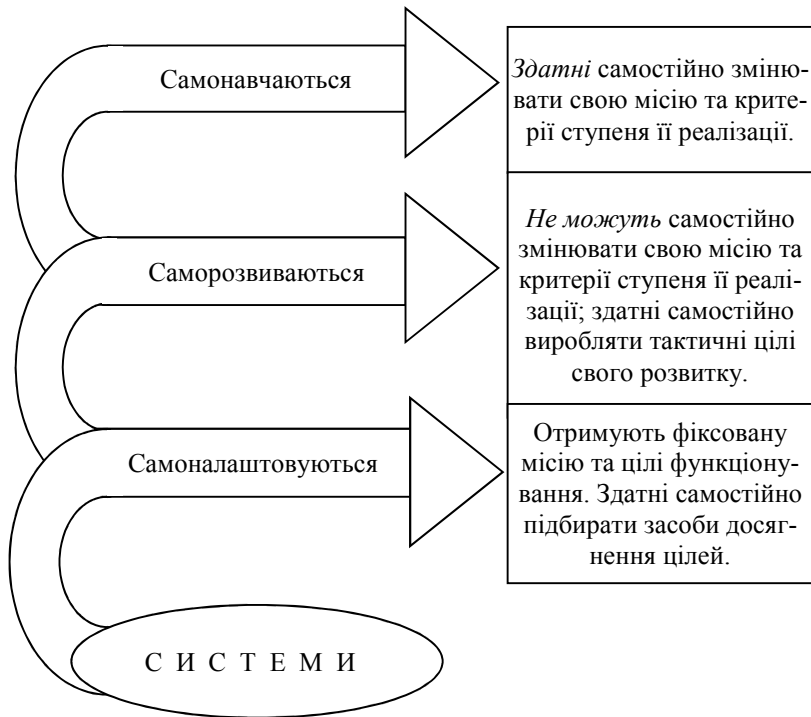
- ті, які мають відносно постійну *місію* та *цілі* розвитку;
- ті, які мають відносно постійну *місію*, але здатні *змінювати цілі* розвитку;
- ті, які здатні в ході розвитку *змінювати місію* та її *цілі*.

Залежно від здатності систем впливати на формування цілей свого розвитку їх можна умовно назвати:

- а) системи, що здатні самоналаштуватися;
- б) системи, що здатні саморозвиватися;
- в) системи, що здатні самонавчатися.

З урахуванням сказаного, на рис. 15.2 нами представлено класифікацію систем залежно від рівня свободи вибору ними місії та мети свого функціонування.

**Системи, що здатні самоналаштуватися (адаптуватися)** мають фіксовані місію та цілі функціонування.



**Рисунок 15.2** – Види систем залежно від рівня свободи в виборі місії та мети розвитку

Подібні кібернетичні системи здатні реалізовувати функцію пошуку засобів для досягнення поставлених цілей (адаптації до умов середовища, що змінюються). Як правило, для підприємств такого типу цілі задаються ззовні, зокрема, їх засновниками: власниками чи організаціями вищого рівня. Потенціал пам'яті систем використовується лише для адаптації до змін тих чи інших параметрів, суттєвих для раніше заданої мети функціонування системи. Наприклад, підприємство, якому встановили номенклатуру та обсяги виробництва, знаходить оптимальні варіанти поставки необхідних ресурсів, підбирає потрібні технології, визначає найбільш раціональні комбінації засобів виробничої діяльності. У межах поставленої мети підприємство вирішує також інші виробничі завдання.

Якщо внаслідок зміни економічної кон'юнктури виникає об'єктивна потреба змінити цілі (наприклад, номенклатуру продукції), то рішення про ці зміни приймаються не всередині, а поза підприємством (хоча, можливо, й з ініціативи представників підприємства).

Самонастроювальні системи мають надзвичайно низький потенціал саморозвитку. Тривалий час виконуючи однотипні види робіт, вони втрачають навички трансформаційних перетворень. Усі зміни, що відбуваються на таких підприємствах, обмежуються лише адаптацією до змін у зовнішньому середовищі.

*Системи, що саморозвиваються* мають відносно постійну місію та порівняно стабільні критерії оцінки ступеня її реалізації (іншими словами, якості свого функціонування). При цьому такі системи здатні самостійно формувати тактичні цілі свого розвитку та критерії оцінки їх досягнення.

Подібні кібернетичні системи отримують вже значно більший потенціал саморозвитку. Цьому сприяє можливість послідовної зміни цілей та пов'язаних з ними оціночних критеріїв, а також засобів досягнення цілей. З черговою зміною цілей та завдань система постійно змінює та вдосконалює свою структуру й характеристики.

Аналогом подібних систем може виступати підприємство, що спеціалізується на певному профілі продукції та займає стабільну нішу на ринку. Критерієм успіху (якості функціонування) для такого підприємства може вважатися обсяг отриманого прибутку, який залежить від обсягу продажу обраної підприємством номенклатури виробів. Розмір прибутку залежить також від цін, за якими підприємству вдається продати продукцію, і витрат, необхідних для її виробництва та реалізації. У зв'язку з мінливістю кон'юнктури ринку, підприємство змушене постійно приймати нові рішення (міняти цілі та засоби), пов'язані з формуванням портфеля замовлень, оновленням продукції, конструкторською та технологічною підго-

товкою, матеріально-технічним постачанням, підготовкою кадрів, реалізацією продукції, просуванням продукції на ринок, реалізацією конкурентної стратегії тощо.

**Системи, що самонавчаються** здатні самостійно трансформувати власну місію та відтворювати критерії оцінки ступеня її реалізації (властивостей свого функціонування), залежно від здобутих у процесі розвитку знань, навичок та світогляду, а також зовнішніх умов функціонування системи. Наслідком цього є постійне переформування цілей та засобів, що їх забезпечують.

Аналогом подібних систем виступають корпорації або фірми, здатні змінювати профіль своєї діяльності. Зокрема, вони можуть кардинально трансформувати напрями використання свого капіталу, виходити з одних ринків і проникати на інші. Діяльність таких корпорацій відрізняється значним рівнем диверсифікації. Вона може включати різні сектори виробництва товарів, банківську діяльність, різні сфери послуг: видавничу справу, спортивний та шоу-бізнес тощо, які забезпечують приплив капіталу та динамічний характер визначення місії та цілей розвитку.

Немає сумніву, що в даних економічних суб'єктах головним чинником, який зумовлює їхню здатність до різних напрямів та форм розвитку, є людський капітал. У цьому провідну роль відіграють особистісні риси фактичних лідерів, що визначають стратегію даних суб'єктів. Необхідно, проте, відзначити, що результатом трансформації систем, що самонавчаються, можуть бути процеси не тільки їх прогресивного, але й регресивного розвитку. Регресивний розвиток (який супроводжується зниженням рівня гомеостазу системи) можна назвати як одну з форм адаптації системи безпосередньо під мінливі умови довкілля.

Ведучи мову про згадані форми саморозвитку систем, нескладно провести паралелі з розвитком трьох типів особистостей, які умовно можуть бути названі: «виконавці», «менеджери», «соціальні лідери, чи стратеги».

*Перший тип* – представляє групу людей, здатних з тим чи іншим успіхом виконувати поставлені перед ними завдання (наприклад, щодо виконання певних виробничих операцій). При цьому вони здатні так чи інакше адаптуватися до відповідних умов (наприклад, вибирати оптимальні режими роботи обладнання, підбирати відповідні інструменти, необхідні матеріали, ін.).

*Другий тип* особистості представляє групу людей (до них можна віднести функціональних фахівців та менеджерів виробничих підрозділів), здатних приймати більш складні рішення, що стосуються організації в просторі та часі цілого комплексу процесів трудової діяльності. До них може бути залучена значна кількість людей. Усе це вимагає постановки цілей, формування планів, вибору критеріїв виконання, підбору необхідних засобів.

Мінливість умов життя та видів трудової діяльності потребує саморозвитку даних осіб, удосконалення їх знань, навичок, світогляду. Однак навіть за значного кар'єрного зростання люди, що належать до цієї групи, як правило, залишаються підлеглими. Вони здатні вирішувати тактичні завдання, необхідні для реалізації намічених кимось стратегій більшого масштабу.

*Третій тип* особистості представляє групу людей, відмінною особливістю яких є високий рівень свободи та незалежності в прийнятті та реалізації рішень. Такі особи повинні мати можливість розпоряджатися квазіенергетичним потенціалом (тобто матеріальними, трудовими та фінансовими ресурсами), достатніми для здійснення своїх стратегічних планів. Саме вони зумовлюють підвищення інформаційного рівня системи під час умовного процесу «навчання». Як правило, це особи, які мають значний капітал (власний або той, яким вони можуть оперувати відносно вільно). Однак це можуть бути й творчі особистості, реалізація стратегічних планів яких менше залежить від значних капіталовкладень.

У кожному із трьох охарактеризованих типах поведінки економічних систем надзвичайно важливою є функція рефлексії, тобто самосвідомості та самопізнання, співвідношення елементів мислення та дійсності. Йдеться про те, щоб класична антична установка «пізнай себе сам» була б застосована на рівні цілої системи.

*Рефлексивний підхід* до управління економічними системами дозволяє вирішити низку важливих завдань. До основних із них слід віднести:

- формування поведінкових моделей та пов'язаних з ними стратегій розвитку;
- науково-обґрунтоване прогнозування проблем, перешкод та криз, зумовлених різними групами факторів (як внутрішніми, так зовнішніми);
- формування процедур рефлексивного впливу (управління) по відношенню до відповідних рефлексивних структур (керованих систем), зокрема, з метою мінімізації конфліктних ситуацій та пов'язаних з цим витрат;
- усвідомлення організації комунікацій (діалогу) із засобами підтримки як усередині, так і поза економічної системи;
- забезпечення адекватних гнучких стратегій конкурентної боротьби та нейтралізації свідомої чи несвідомої протидії розвитку системи з боку інших суб'єктів господарювання.

### **15.3 Відтворення сутнісних засад людини як компонента соціально-економічної системи**

Основною рушійною силою будь-якої соціально-економічної системи є розвиток людей. Людина економічної системи виконує в ній певні функції:

- *проектувальника* (засобів виробництва, конструкційних матеріалів, технологій, систем енергозабезпечення, споживчих благ, довкілля людини, комунікацій, ін.);
- *виробника* (всього вищепереліченого);
- *організатора* (процесів проектування, виробництва та споживання продукції);
- *комунікатора* (суб'єкта, що реалізує відносини в суспільстві);
- *споживача* (матеріальних та інформаційних благ).

Не можна зрозуміти напрямів соціально-економічного розвитку, не усвідомивши природу його сутнісних начал.

Кожна людина є єдиною системою, утвореною тріадою її сутнісних начал: «біо», «соціо», «трудо». «Біо» формується матеріальною природою людини й реалізується за допомогою фізіологічних процесів метаболізму, що протікають в її організмі. «Соціо» є нематеріальним інформаційним началом, що реалізує особистісну сутність людини. «Трудо» функціонує на основі здатності людини здійснювати роботу за рахунок інтеграції силових властивостей людини «біо» та особистісних властивостей людини «соціо». Відмінність сутнісних начал людини зумовлює формування трьох різних груп потреб, які значно відрізняються одна від іншої, а багато в чому навіть є взаємосуперечливими.

З моменту формування суспільства та виникнення особистісних начал у людині відбувається формування двох взаємопов'язаних системних сутностей.

Людина продовжує залишатися одним із представників світу тварин з властивим йому обміном речовин, терморегуляцією, рухами. Іншими словами, вона залишається організмом, якому для існування завжди потрібно підтримувати фізіологічні функції матеріального метаболізму.

З іншого боку, в людині починає розвиватися особистісна сутність, тобто певний нематеріальний, інформаційний фантом, що споживає й продукує виключно інформацію. Цілком імовірно, саме цю людську сутність мають на увазі, коли говорять про «душу» людини. Особистість людини може сформуватися лише в суспільстві, тобто взаємодіючи з іншими подібними особистостями. Отже, особистісну сутність людини можна назвати людиною соціальною, чи «соціо».

**Людина «біо».** «Людина розумна», що вийшла з тваринного світу, до сьогодні залишається одним з її членів, хоча й перебуває на особливому положенні.

Необхідну систему умов довкілля та внутрішньої природи людини, яка забезпечує стійке існування людини як біологічного виду, слід вважати екологічним чинником життєзабезпечення людини. Створюючи необхідні умови, природа виконує по відношенню до людини функції, які умовно можна назвати фізіологічними. Вони забезпечують гармонію людського організму з навколишнім середовищем. Згодом людина навчилася в певних межах штучно створювати необхідні умови для свого існування, кондиціонуючи їх під свої потреби. Для цього вона поставила між собою та природою техногенне середовище, в якому вона власне й мешкає, споживаючи не менш техногенізовану продукцію (їжу, питну воду та споживчі товари, включаючи послуги).

Сама людина як біологічна істота мало змінилася порівняно зі своїми предками. Межа життєстійкості людини, як і раніше, лежить у вузьких інтервалах умов природного середовища.

*«Лезо бритви»* – так назвав свій роман відомий письменник і вчений І. Єфремов. Але ці самі слова назви роману є водночас своєрідною формулою природних умов існування людини. Адже її організм здатний функціонувати лише в дуже вузьких інтервалах параметрів середовища,

що забезпечують оптимальні умови підтримання його гомеостазу.

У загальному вигляді фізіологічні потреби людини можуть бути об'єднані в кілька груп:

- простір для існування;
- фізико-хімічні та біологічні властивості середовища;
- повітря для дихання;
- ресурси їжі та питної води;
- можливості для рухової активності;
- інформація, включаючи можливість прояву позитивних та негативних емоцій.

Навіть сьогодні наші знання про фізіологічні потреби людини дуже далекі від досконалості.

По-перше, екологічні чинники не є усталеним набором певних властивостей. Це динамічна система взаємозалежних параметрів. Визначити, а тим паче жорстко нормувати оптимальний інтервал їх зміни вкрай складно. Адже найбільш сприятливі для людини значення будь-якого з перематрів середовища залежить від багатьох інших його властивостей. Досить згадати, як впливають на оцінку «комфортної» температури вологість повітря, швидкість вітру, освітленість сонцем тощо. Крім того, «сприятливий» інтервал властивостей буває різним не тільки для різних людей, але навіть для однієї й тієї самої людини в різних її станах. Наприклад, згаданий оптимальний інтервал температури повітря залежить від виду виконуваної людиною роботи, самопочуття, віку та навіть настрою.

По-друге, у кожній з характеристик середовища може бути не один, а кілька вимірів. Скажімо, такий параметр, як кількісний вміст кисню в повітрі ще недостатньо повно характеризує його придатність для дихання. Зокрема, для тривалого підтримання життя високоорганізованих тварин простої кількісної наявності молекулярного кисню недостатньо – потрібні його іонізовані частки, тобто певним чином заряджені молекули.

По-третє, на все живе на Землі, в тому числі й на людину, здійснюють величезний вплив космічні фактори, оцінити дію яких представляється поки що дуже складним завданням. За визначенням А. Л. Чижевського, жити означає пропускати через себе потік космічної енергії.

По-четверте, дуже важко враховувати, а тим більше нормувати такі фактори, як потреби «біо-людини» у руховій активності та інформації. Фізіологічно людина мало змінилася з того часу, як їй доводилося в жорсткій конкуренції з іншими представниками тваринного світу відстоювати своє право на існування. Отже, в ній продовжують діяти механізми, що синхронізують реакції на інформаційні імпульси з навколишнього середовища. Вони далі конвертуються рухову діяльність. Таким чином, у фізіологічну природу людини закладено й потреби в емоційному збудженні, включаючи негативні роздратування (саме цим обумовлена потреба в кіно-«страшилках» у сучасних молодих людей), та необхідність рухової активності.

Фізіологічні потреби людини є, крім того, дуже значним економічним чинником. Це пояснюється тим, що задоволення фізіологічних потреб у сучасних умовах досягається, головним чином, за рахунок суспільного виробництва. А це вимагає їх дослідження, облік, матеріальну реалізацію і, звичайно ж, значних фінансових витрат. Товари, які забезпечують задоволення фізіологічних потреб, становлять значну частину сучасного світового ринку виробів і послуг. Хоча можуть бути значно потіснені з часом товарами особистісного (інформаційного) попиту.

Крім того, слід зазначити, що задоволення фізіологічних потреб людини, гарантуючи відтворення її фізичного здоров'я, є основою забезпечення ефективної працездатності людини. Це, зрештою, є одним із ключових чинників функціонування економічної системи.

**Людина «соціо».** *Особистість* – це інформаційна сутність, що живе в біологічному тілі. Вона споживає й продукує лише інформацію.

З урахуванням понятійної основи, що сформувалася в літературі, людину «соціо», чи особистість, можна визначити як стійку систему соціально значущих рис, що характеризують індивіда як суб'єкта суспільних відносин і світової діяльності.

У наукових працях характеризуються окремі особливості феномена *особистості*. Насамперед зазначається, що *особистість* – це внутрішня цілісна інформаційна система, на якій відображається (інтеріоризується) весь зовнішній вплив. Якщо біологічний організм людини формується головним чином на основі програми генетичного механізму, то особистісна основа людини формується її соціальним оточенням. Без цього індивід не в змозі набути ключових властивостей інтелекту (зокрема, здатності говорити, спілкуватися, вирішувати колективні завдання, сприймати та обробляти інформацію, ін.), необхідних сучасній людині. В літературних працях можна зустріти влучний вислів: «індивідом народжуються, а особистістю стають». Отже, можна сказати, що особистість є як суб'єктом, так і об'єктом суспільно-історичного процесу.

Суб'єктивність – найважливіша властивість психіки. Вона відображає відносну самостійність індивіда (суб'єкта), здатність усвідомлювати свою відмінність від інших об'єктів та суб'єктів навколишнього світу. Зазвичай виділяють п'ять основних форм особистісної реалізації: *переживання, діяльність, поведінку, спілкування, самовпорядкування*.

В основі формування особистості лежить здатність людини сприймати та відображати (переробляти, засвоювати та закріплювати) інформацію з навколишнього середовища. Нерозривними частинами єдиного процесу відображення дійсності є відчуття, сприйняття, пам'ять, уява, мислення (табл. 15.1).

З широкого спектру соціально значущих рис, які характеризують кожную людську особистість, можна назвати кілька найбільш істотних груп параметрів:

**Таблиця 15.1** – Пізнавальні психічні процеси (Holzman, 2024)

Відчуття	Сприйняття	Пам'ять	Уява	Мислення
Відображення окремих властивостей предметів, які безпосередньо впливають на наші органи почуттів	Цілісне відображення предметів, що безпосередньо впливають на органи почуттів у сукупності з властивостями та ознаками цих предметів	Відображення минулого досвіду, фіксація, збереження та відтворення чогось	Відображення майбутнього, створення нового образу на основі минулого досвіду	Вища форма відображення, що дозволяє зрозуміти сутність предметів та явищ, їх взаємозв'язок, закономірність розвитку

- *здатність сприймати, закріплювати та переробляти інформацію*; саме від цього залежить ціла низка індивідуальних особливостей, таких як швидкість реакції, здатність запам'ятовувати і систематизувати різні види інформації, вміння планувати, аналізувати і контролювати; ці якості надзвичайно важливі в науковій діяльності та в управлінні колективами;

- *можливість образного мислення*, тобто здатність створювати абстрактні моделі реального світу; із цим пов'язане почуття гармонії, просторове бачення, сприйняття естетичного, ін.; всі ці риси незамінні для формування змістовної основи в різних видах мистецтв, а також тих видах виробничої діяльності, що пов'язані з конструюванням, архітектурою тощо;

- *можливість інформаційного впливу* на оточуючих – наприклад, у вигляді мовного-логічного висловлювання, ін. – (бувають затребувані у педагогіці, театральному мистецтві, мас-медіа, рекламі); або навпаки доводиться говорити про сприйнятливність на вплив з боку інших (навіюваність);

- *психологічна стійкість*, тобто вміння зберігати здатність до інтелектуальної діяльності в різних психоло-

гічних та інформаційних умовах; від цих властивостей, зокрема, залежать такі особистісні характеристики, як воля, оптимізм, схильність до лідерства тощо;

- *здатність контролювати* (інтенсифікувати чи придушувати) свої біологічні інстинкти; визначає такі риси, як витримка, сміливість, воля, витривалість, працездатність;

- *наявність чи відсутність групової самосвідомості*, тобто ті моральні властивості, які в результаті формують етику суспільних відносин (патріотизм, почуття обов'язку, альтруїзм, комунікабельність, чуйність, ін.);

- *можливість фізичного управління тілом* або різними його частинами; ці властивості виявляються затребуваними для виконавчої майстерності в рухових видах мистецтв, спорті, ін.

У кінцевому рахунку, зазначені властивості й формують особистісні характеристики кожного індивіда, які передаються зазвичай такими категоріями, як: *розум, характер, воля, витримка, оптимізм, емоційність, естетичні почуття, виразна майстерність, талант, педагогічні здібності, патріотизм, здатність до самопожертви*.

Формування основ інформаційного суспільства, до якого наближається людство, вимагає глибокого розуміння природи інформаційної людини, тобто людини *особистісної*. Адже в майбутньому інформаційному суспільстві саме особистісній людині доведеться зіграти головну роль в економічній системі, де особистісна («соціо»), тобто інформаційна сутність людини, буде основним конструктором, виробником та споживачем товарів і послуг, які з цієї причини теж будуть переважно інформаційними.

Сформулювати весь спектр особистісних потреб людини так само складно, як і визначити сенс життя соціальної людини. Він не тільки різний для кожної людини, а й постійно змінюється з часом (іноді протягом одного тижня й навіть одного дня) для того самого індивіда.

Потреби людини «соціо» надзвичайно різноманітні. Їх дуже важко систематизувати. Це й пізнання світу (відкриття його законів і таємниць), і творчість (що дає можливість створювати абстрактні образи, які відображають явища природи, що називається мистецтвом), і максимальна реалізація власних фізичних та інтелектуальних здібностей, і сприяння суспільному прогресу, й прагнення влади над іншими людьми, і любов, і просто здобуття радості від усвідомлення гармонії з природою та багато іншого.

Ймовірно, в першому наближенні особистісні потреби людини (тобто ті, які, зрештою, формують людину «соціо-») можна умовно об'єднати в такі групи:

- *забезпечення психологічного та соціального благополуччя, духовного здоров'я* (розвиток почуття оптимізму, стабільності, радості життя, власної соціальної необхідності);

- *можливість інформаційного пізнання світу* (зокрема, реалізація інстинктів пізнання);

- *можливість художнього розвитку* (розвиток творчих здібностей, задоволення естетичних потреб, розвиток почуття краси та гармонії);

- *імпульс творчості* (джерело натхнення);

- *умови морального виховання та вдосконалення*; саме це формує співвідношення між своїми потребами та потребами інших людей (почуття патріотизму, схильність до самопожертви та самообмеження, почуття обов'язку, здатність до співчуття тощо).

Особистісні риси людини «соціо-» формуються під впливом трьох груп факторів.

По-перше, значну роль відіграють фізіологічні характеристики індивіда, які він отримав у спадок від своїх батьків; саме так закладаються основні риси характеру людини, її психологічна основа, особливості психічних реакцій.

По-друге, вирішальний вплив має суспільство; саме виховання та освіта, які отримує людина в сім'ї, школі та через громадські інститути, визначають здебільшого її життєвий шлях; цей вплив відбувається за двома каналами: нематеріальному – через контакти з іншими особистостями (саме такий вплив на людину справляє спілкування з учителями, акторами, тренерами, наставниками, однолітками), й матеріальному (чи матеріалізованому) – у вигляді матеріальних об'єктів життя (інженерних та архітектурних об'єктів, книг, художніх творів, ін.).

По-третє, впливають також природні умови, тобто можливості інформаційного спілкування людини з природними ландшафтами.

Згадані дві системні сутності («біо» і «соціо») ще не в повній мірі характеризують зміст людини. Третьою системною складовою є людина *трудова*, або *економічна* (людина «трудо»).

**Людина «трудо»** – стійка система соціально значимих рис, що характеризують індивіда як суб'єкта трудової (виробничої) діяльності.

Процес праці, з точки зору його змісту, є взаємодія людини зі знаряддями й предметами праці, що передбачає послідовне відтворення трудових циклів, кожен з яких завершується виготовленням певного продукту.

У цьому процесі здійснюються такі функції:

- *логічна*, пов'язана з визначенням мети та підготовкою процесу праці;
- *виконавська* – приведення в дію засобів праці та безпосередній вплив на предмети праці;
- *контролююча* – спостереження за технологічним процесом, перебігом ходу виконання наміченої програми;
- *регулююча* – коригування, уточнення заданої програми.

Кожна з цих функцій тією чи іншою мірою може бути присутня у праці окремого виконавця, але насамперед це властиво сукупній праці. Залежно від переважання тих чи інших функцій у трудовій діяльності людини визначається складність праці, закладається окреме співвідношення функцій розумової та фізичної активності, що дозволяє відносити той чи інший вид діяльності людини до переважно розумової чи фізичної праці.

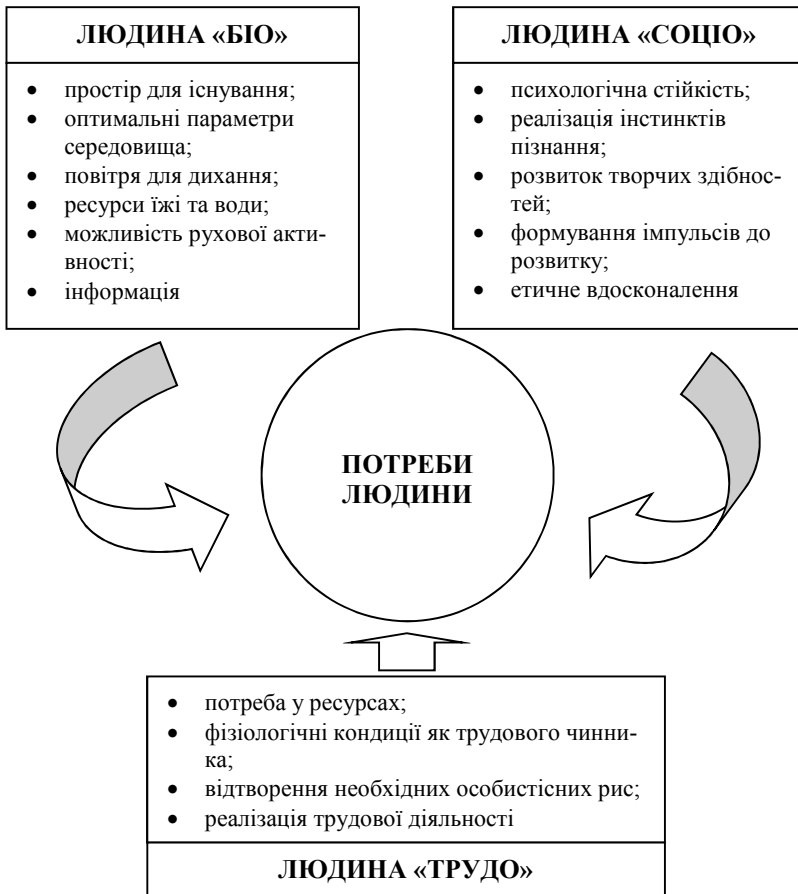
Людина «трудо» здійснює свою діяльність у двох сферах суспільного виробництва: матеріальній та інтелектуальній. Кожна з виробничих сфер потребує застосування як фізичної, так і розумової праці. Відповідно, тут реалізуються фізіологічні можливості «біо-людини» та інтелектуальні здібності людини «соціо-». Отже, «трудо» є умовною сутністю, що синтетично вбирає в себе властивості «біо» та «соціо».

По відношенню до економічної системи людина виступає у двох ролях:

- *виробника;*
- *споживача.*

Як споживач людина виступає носієм потреб тієї тріади підсистем («біо-трудо-соціо»), яка міститься в ній самій (рис. 15.3).

Потреби конкретної людини в першому наближенні визначаються рівнем розвитку нашого суспільства та співвідношенням у цій людині зазначених сутностей. З одного боку, чим вищий рівень добробуту суспільства, тим з більшим успіхом воно здатне наситити фізіологічні потреби людини. З іншого боку, при рівні добробуту, що склався, структура потреб конкретної людини залежить від її індивідуальних особливостей. Чим більш розвинена людина інтелектуально й духовно, тим більший у ній зміст «соціо», і тим вище в її структурі споживання товарів, що задовольняють інформаційні потреби.



**Рисунок 15.3** – Потреби людини як триєдиної системи

І навпаки, чим на нижчому рівні розвитку перебуває людина, тим більшою мірою її споживання обмежується необхідністю задоволення фізіологічних потреб у їжі, одязі, житлі. Навіть не відчуваючи гострої потреби, така людина продовжує атавістично замикатися виключно на тих самих матеріальних потребах, які набувають нових форм поглинання їжі, напоїв, нескінченної зміни одягу, машин, будинків.

Потреби людей є важливим компонентом економічної системи. Для її безперервного функціонування необхідно, щоб потреби людей відтворювалися постійно.

Потреби людини «трудо» як виробника визначаються трьома основними групами факторів:

- потребами в ресурсах (матеріальних, енергетичних, утилізаційних; останнє обумовлює наявність достатніх джерел ресурсів та «контейнерів» для відходів);
- умовами відтворення фізіологічних кондицій людини як трудового ресурсу;
- умовами відтворення особистісних властивостей людини як трудового ресурсу.

Як бачимо, друга та третя група факторів пов'язують потреби людини «трудо» з потребами безпосередньо людини «біо» та людини «соціо». Забігаючи наперед, скажемо, що це створює підстави, щоб ув'язати фізіологічні та особистісні потреби людини з економічними оцінками.

**Порівняльний аналіз потреб.** Особистісні потреби людини «трудо» значною мірою відрізняються від особистісних потреб людини «соціо», а в чомусь і суперечать останнім. Особливо добре це можна простежити на потребах «трудо» й «соціо» стосовно природного середовища. Така ситуація обумовлена принципово різними установками цих двох начал людини.

«Трудо-людина» змушена постійно орієнтуватися на досягнення кінцевого виробничого результату та підвищення ефективності праці.

Зазначене закономірно зумовлює в людині «трудо» прагнення до зниження витрат, стандартизації та спрощення виробничих процесів (усунення зайвих елементів), стандартизації застосованих предметів та знарядь.

«Соціо-людині» для свого розвитку, навпаки, необхідний контакт із цілісними, складними, нестандартними, різноманітними природними системами. Це зумовлює сут-

теву різницю у поведінкових установках «трудо-людини» і «соціо-людини» (табл. 15.2).

**Таблиця 15.2** – Порівняльна схема поведінкових установок-прагнень «трудо-людини» та «соціо-людини»

<b>Людина «трудо»</b>	<b>Людина «соціо»</b>
До кінцевого	До нескінченного (в обмеженому)
До дискретності	До цілісності
До аналізу	До синтезу
До спрощення	До ускладнення
До стандартизації (уніфікації)	До оригінальності (неповторності)
До корисності окремих компонентів природи	До цінності цілісних природних систем
До однозначності	До багатозначності
До спеціалізації	До універсальності
До однофункціональності	До багатофункціональності

Безумовно, наведений поділ людських сутностей на «біо», «трудо» та «соціо» має значною мірою умовний характер. Оскільки зазначена тріада змушена існувати в єдиному тілі, часом складно виділити характерні риси кожної з цих сутностей. Своїм розумом і волею людина прагне того, щоб цілі функціонування кожної з частин її сутнісної тріади збігалися або були близькі одна до одної. У цьому випадку можна вважати, що настає гармонія різних начал у людині, а сама вона переживає душевний комфорт.

Проведений аналіз надзвичайно важливий для формування уявлень про роль людини в економічній системі. Тут людина може виступати в кількох взаємозалежних ролях. Серед найбільш важливих умовно можна назвати ролі: *конструктора, виробника й споживача.*

Економічна система задовольняє потреби всіх трьох умовних складових сутнісної тріади людини (біо-соціо-трудо). Проте структура цих сукупних потреб постійно змінюється. В цьому можна прослідити тенденцію поступового збільшення частки соціальних (особистісних) потреб люди-

ни. Сучасному виробництву виявляється все простіше (зокрема, з меншими витратами) нагодувати та створити умови для проживання людини «біо» і все важче задовольнити потреби людини «соціо», що зростають.

*Інформаційні* потреби людини «соціо» покликані трансформувати всю систему ціннісних орієнтирів для формування своєрідного громадського замовлення. Його основне призначення – задоволення запитів, необхідних для розвитку особистісних рис людини. На зміну фізіологічним потребам людини «біо» (потреби в їжі, воді, умовах проживання, ін.) та технократичним інтересам людини «трудо» (стремління до наживи, кар'єрне зростання, престиж, ін.) приходять потреби людини «соціо»: фізичне вдосконалення, інтелектуальний розвиток, реалізація творчих здібностей, здобуття знань, відпочинок та задоволення.

*Людина-споживач* інформаційної економіки принципово відрізняється від людини-споживача попередніх епох. Головним є те, що зазначені компоненти особистісних потреб людини стають самоціллю існування, а не засобом отримання в майбутньому матеріальних благ. До речі, останні обіцяють поступово перетворюватися з першоцілі на засіб отримання інформаційних благ. Так, як сьогодні автомобіль перетворюється із засобу поїздки на город для вирощування та збирання врожаю на засіб для поїздки в ліс чи на море для відпочинку та відтворення духовних сил.

*Людина-виробник* дедалі все більше переходить від матеріальних предметів праці (зміна форм, розмірів, властивостей) до впливу на інформацію. Навіть у процесах виготовлення матеріальних виробів завдання людини-виробника все більше зміщуватиметься від трансформації матеріальної субстанції (ця функція перекладатиметься на машини) до формування інформаційних образів та програм комбінування та взаємодії в просторі та часі матеріальних виробничих активів.

*Людина-конструктор* проектує контури того середовища, де житиме й працюватиме людина, а також тих продуктів, які вона споживатиме. Очевидно, можна очікувати дві ключові трансформації в діяльності людини-конструктора:

- *сфера споживання*: перехід від проектування окремих товарів та послуг до формування життєблагодатних комплексів (що створюють умови для комфортного існування людини «біо», максимального розвитку людини «соціо» та творчої реалізації діяльності людини «трудо»);

- *сфера виробництва*: перехід від створення чужих природі (за своїм складом та властивостями) предметів праці та «розірваних» виробничих циклів до формування дружніх природі предметів праці, виробництво та використання яких організовано за замкненими циклами.

Описані напрями можливих змін, звичайно ж, лише схематично характеризують деякі окремі риси складного багатогранного явища під назвою інформаційна революція, що відбувається у рамках промислових революцій (Industries 3.0, 4.0, 5.0).

## **Питання до розділу**

1. *Розкрийте зміст поняття соціально-економічної системи.*
2. *Поясніть мету як фактор розвитку систем.*
3. *Розкрийте зміст місії економічної системи, а також стратегічного та тактичного плану.*
4. *Як динаміка мети підприємства може змінювати характер його діяльності? Проілюструйте свою відповідь прикладами.*
5. *Як можна класифікувати економічні системи залежно від зміни мети їхнього функціонування?*

6. Що розуміється під системами, що самоналаштовуються? Наведіть приклади таких економічних систем.

7. Що розуміється під системами, що саморозвиваються? Наведіть приклади таких економічних систем.

8. Що розуміється під системами, що самонавчаються? Наведіть приклади таких економічних систем.

9. Розкрийте зміст сутнісної тріади людини.

10. Розкрийте зміст основних параметрів формування особистості.

11. Що входить у потреби людини особистісної?

12. Які чинники впливають на формування особистісних потреб людини?

13. Розкрийте зміст функцій людини «трудо-».

14. Охарактеризуйте різницю між сутнісними началами людини.

15. Розкрийте зміст потреб людини «праце-».

16. Розкрийте зміст біологічних потреб людини.

17. Розкрийте зміст соціальних потреб людини.

18. Проведіть порівняльний аналіз потреб різних сутнісних начал людини.

19. Проаналізуйте основні етапи формування надсистемного рівня соціально-економічних системах.

20. Розкрийте зміст основних функцій метасистемного рівня в соціально-економічних системах.

21. Проведіть квазіенергетичний аналіз процесів взаємодії економічної та природної систем.

## Розділ 16

# СУЧАСНІ ТРЕНДИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

### 16.1. Назустріч цілям сестейнового розвитку

*Сестейновий розвиток (sustainable development)* – це концепція розвитку людства, яка була прийнята на Саміті глав держав у Ріо де Жанейро в 1992 р. (в україномовних документах цей термін зазвичай перекладається як сталий розвиток).

Під сестейновим розвитком розуміють такий розвиток, який забезпечує задоволення потреб теперішнього часу, але не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби.

*Сестейновість (sustainability)* – це впорядкування (rearrangement) технічних, наукових, екологічних, економічних та соціальних ресурсів таким чином, щоб результуюча система була здатна підтримувати стан рівноваги в часі та просторі.

Концепція сестейнового розвитку фактично передбачає підтримання рівноважного стану, сформованого системного цілого (людина – природа – суспільство). Це завдання надзвичайної складності. Адже йдеться про балансування рівнів гомеостазів (тобто вузьких інтервалів зміни параметрів) трьох ключових взаємозалежних систем:

- *організму людини* (а фактично – мільярдів людей, що живуть на Землі);
- *біосфери* (фактично – трильйонів особин, що становлять екосистеми та біосферу планети);
- *економіки* (фактично – сотень мільйонів економічних суб'єктів, які забезпечують функціонування економічних систем світу).

Завдання це нескінченно складне ще й через динамізм зазначеної системної тріади. Будь-який з її станів має відтворюватися заново щомоментно у кожній точці простору.

Щоб згадане триєдине системне ціле: «людина (тобто людська популяція) – біосфера – економіка» зберігало свою стійкість, необхідне підтримання (точніше, самопідтримання) стійкості кожної зі згаданих систем. Біологічна природа людини значною мірою обмежує умови середовища, в яких вона може фізично існувати, підтримуючи рівень свого гомеостазу. Будь-яке відхилення в той чи інший бік температури, тиску, сонячної радіації та сотень інших параметрів середовища, від яких залежать умови життя та діяльності людини, буде для неї фатальним. Щоб підтримувати існуючі на Землі природні умови, біосфера, в свою чергу, повинна зберігати (самопідтримувати) параметри свого гомеостазу, а отже, кількісний склад своїх екосистем і якісні характеристики процесів, що протікають в них.

Таким чином, *сестейновість* у контексті сестейнового розвитку передбачає такі зміни в кожній із систем та у всій зазначеній тріаді в цілому, за яких виконуватимуться дві найважливіші умови.

*Умова перша:* система «Людина» (тобто людська популяція) зможе за рахунок адаптаційних механізмів зворотного зв'язку нескінченно довго підтримувати параметри свого гомеостазу, які забезпечують життєво важливі функції людини, яка розуміється й як окремий організм, і як цілісна популяція.

*Умова друга:* біосфера та складові її екосистеми зберігатимуть параметри своїх гомеостазів, достатні для виконання першої умови; іншими словами, будуть підтримуватися параметри середовища, в яких можливе фізичне існування людини.

Однак фізична стійкість зазначеної системи (людина – біосфера – економіка) – лише передумова того, що на Саміті в Ріо в 1992 названо *сестейновим розвитком*. Адже такий розвиток передбачає не лише фізичне виживання людської цивілізації, але й її неухильний соціальний прогрес. Без нього цивілізація може перетворитися на якусь подобу мурашника, мешканці якого виживатимуть, законсервувавши рівень свого розвитку.

Згідно з низкою прогнозів, стабілізація населення (демографічний перехід) Землі може настати в межах 2050 року.

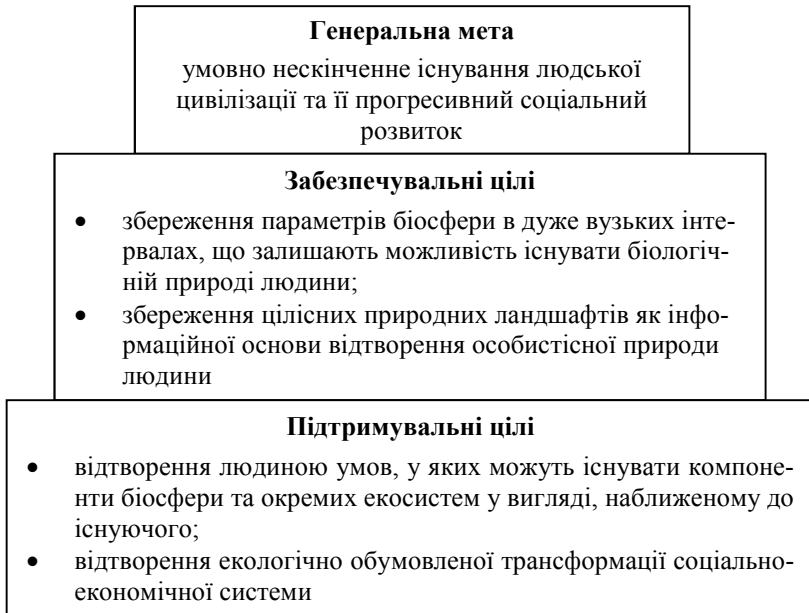
В умовах, коли процеси впливу людини на природу досягли глобальних масштабів, у її арсеналі залишилося лише два можливі шляхи зберегти стійкість природних умов на планеті (а отже, і самої себе). Перший – обмежити зростання населення Землі (і цей механізм уже запущений). Другий – навчитися змінювати процеси громадського виробництва та споживання продукції, зменшивши їх негативний вплив на природу. Це можна зробити лише різко знизивши природоємність (матеріаломісткість, енергоємність) систем життєзабезпечення людини; причому швидкість цього зниження має обганяти темпи зростання населення (яке поки що відбувається на планеті) або хоча б їм відповідати.

З урахуванням причинно-наслідкових зв'язків можна виділити три рівні цілей:

*генеральна мета* – збереження людини як біологічного виду та прогресивний особистісний розвиток людства;

*забезпечувальні цілі* – збереження умов, у яких може існувати та розвиватися людство;

*підтримувальні цілі* – збереження біосфери та локальних екосистем, що підтримують умови існування людства (рис. 16.1).



**Рисунок 16.1** – Взаємозв'язок цілей сестейнового розвитку

Ще раз наголосимо, що генеральна мета має два рівні виміру, або розпадається на два рівні підцілей: 1) необхідний – фізичне виживання людини біологічної; 2) достатній – особистісний розвиток людини соціальної. Обидва рівні є надзвичайно важливими, хоча це не завжди відразу можна усвідомити.

*Забезпечувальні цілі*, виходячи з вищесказаного, мають два рівні орієнтирів:

1) збереження в досить вузьких інтервалах параметрів біосфери, в яких здатна існувати біологічна природа людини (тобто у яких людський організм може підтримувати рівень свого гомеостазу); серед цих параметрів слід виділити ключові характеристики клімату, фізичні параметри (температура, електромагнітні фактори, космічні випромінювання тощо), склад атмосфери та води, склад ґрунтів для виробництва продукції сільського господарства;

2) збереження цілісних природних ландшафтів, інформаційний контакт із якими життєво необхідний для відтворення особистісних властивостей соціальної людини.

*Підтримувальні цілі* передбачають створення (підтримання) умов, у яких можуть існувати біосфера та її складові екосистеми. Саме вони й підтримують (відтворюють) життєво важливі параметри існування людини як біологічної істоти та особистості.

Досягнення цієї мети є важливим завданням, яке має взяти на себе людина. Це завдання вирішується за допомогою консервування (збереження в незмінному вигляді) окремих ландшафтів дикої природи (створення заповідників) або мінімізації антропогенного впливу на екосистеми (створення заказників та природних парків), а також обмеження процесів втручання людини в природу (розробка та дотримання екологічних стандартів, нормування умов життя та діяльності, ін.).

Але це лише частина проблеми. Інша частина пов'язана з перебудовою людиною своєї технологічної основи. Справа в тому, що, якщо виробництво продукції на Землі продовжуватиме зростати й далі (як це, зокрема, відбувається зараз), жодні екологічні стандарти та обмеження не врятують екосистеми від згубного для них техногенного впливу. Технологічні системи повинні вдосконалюватися так, щоб їх відносна екодеструктивність знижувалася б зі (за величиною екологічних наслідків у розрахунку на одного жителя планети). Причому ця екологічно обумовлена трансформація виробництва має відтворюватися постійно. Іншими словами, має постійно відтворюватися підвищення ефективності (зокрема, екоефективності) функціонування соціально-економічної системи.

До сказаного слід додати, що постановка задачі, в рамках якої реалізація цілей сестейнового розвитку досягалася б одночасно зі стійкістю як соціально-економічної

системи, так і біосфери, серед фахівців отримала назву *сильної стійкості* (сестейновості).

У тому випадку, якщо передбачається досягнення відносної стійкості лише соціально-економічної системи, говорять про *слабку стійкість*. Очевидно, такий вибір термінології не є випадковим, бо без забезпечення стійкості природного середовища і стійкості соціально-економічної системи може бути досягнута лише на нетривалий строк.

## **16.2. Інформатизація економіки як передумова переходу до сестейнового суспільства**

Та соціально-економічна система, до якої сьогодні рухається людство, цілком обґрунтовано може називатися інформаційним чи сестейновим (sustainable) суспільством.

*Інформаційним суспільством* може бути названа соціально-економічна формація, в якій виробництво та споживання інформації становить основу економічної системи та визначає соціальне життя в суспільстві.

В інформаційному суспільстві виробничий базис складають інформаційні засоби виробництва, а основним продуктом споживання (і отже, виробництва) є інформаційні товари та послуги. Інформація є і ключовим чинником, що визначає соціальні відносини в суспільстві.

Інформація стає ключовим природним чинником, на якому концентрується громадське виробництво. Вона – єдина природна субстанція, видобування (в сенсі, зчитування, сканування) якої з середовища не завдає прямої шкоди природі. Більше того, це значною мірою заміщує видобування з середовища речовину та енергію. Тому інформація – єдиний продукт, виробництво якого можна нарощувати без обмеження в умовах обмеженості матеріального світу планети.

Видобування та використання інформації природи в кінцевому рахунку означає засвоєння тих принципів, за якими функціонують природні системи. Вчитися у природи – означає підвищувати *ефективність* техногенних систем. Адже ефективність процесів природного метаболізму найчастіше на кілька порядків вища, ніж у виробничих процесів. Але головне, що природа живе за замкненими циклами. Тут кожна ланка є продовженням попередньої та початком наступної. «Розробка інформаційних надр» природи дозволить вирішити обидва завдання: значно підвищити ефективність виробничих систем і гармонізувати процеси обміну, що використовуються людиною, в рамках екосистем Землі.

***Інформація як предмет праці.*** Інформація стає провідним предметом праці, тобто тим, до чого людина докладає свою працю під час виробництва продукції. Власне, вона такою була завжди. Адже й форма, й властивості предметів праці, які під час виробництва змінює людина, є передусім інформаційними характеристиками. Це не спадало людям на думку доти, поки розміри предметів праці оцінювалися в міліметрах і сантиметрах, провідною формою були прямокутник і циліндр, а виробам, що виготовлялися, була уготована одна єдина функція використання.

Те, що зазначені інформаційні характеристики (зокрема, форма, властивості, функції) стають провідними предметами праці, людство почало усвідомлювати, коли вагому роль у виробництві почали відігравати: у розмірах – частки мікрона, у формах – найскладніші конфігурації, у властивостях – здатності працювати у позамежних фізичних умовах, у споживчих характеристиках – багатифункціональність... Саме тоді товаром почали ставати не матеріальні ресурси та вироби (цегла, цемент, сталь, автомобіль), а фізичні властивості та функції: *точність, міцність, швидкодія, швидкість, надійність, якість, дизайн, ергономічність* – забезпечувані цими товарами. І саме тоді в ужиток увійшло

ще нещодавно незвичне, а тепер зрозуміле всім поєднання: співвідношення ціни та якості. Якість відображає досконалість інформаційного алгоритму конструкції та виготовлення товару.

**Інформація як знаряддя праці.** Інформація все більше перетворюється й на знаряддя праці. Сьогодні інформаційні системи є невід’ємною складовою практично всіх виробничих активів. Те, що інформація є ключовим компонентом обчислювальних машин та вимірювальних приладів – очевидно і не потребує додаткових коментарів. Але інформація виконує надзвичайно важливу (а часом і провідну) роль також у функціонуванні інших елементів основних фондів: машин, обладнання, інструментів, пристроїв, транспорту, передавальних пристроїв. Навіть у змісті будівель та споруд роль інформації стає дедалі все відчутнішою.

Інформаційні системи все повніше забезпечують необхідний режим виробничих активів функціонування (вологість, температуру, склад повітря та інші фізичні характеристики). У сучасних засобах праці провідне значення інформації обумовлено двома причинами: по-перше, вона відіграє першорядну роль у виконанні виробничих функцій, контролюючи їх перебіг; по-друге, вартість саме інформації становить переважну частку в загальній ціні виробів, що досягає іноді 80–90%. Зокрема, на невеликий електронний блок, що керує операційними режимами, припадає близько 70% вартості сучасної пральної машини-автомата.

Інформація все більше починає виконувати функції ключових компонентів економічної системи, які раніше виконували матеріальні активи. Серед них можна назвати:

- сировина;
- засіб праці;
- предмет праці;

- готова продукція;
- засіб споживання;
- капітал (джерело отримання прибутку);
- товар (об'єкт купівлі-продажу);
- об'єкт власності;
- засіб захисту.

Причому роль інформаційних форм економічної системи продовжує неухильно збільшуватися.

**Інформація як товар.** Товари є сполучними ланками між виробниками та споживачами. З синергетичної точки зору, саме через торгівлю товарами підприємства обмінюються із зовнішнім середовищем (споживачами) речовиною, енергією та інформацією, здійснюючи виробничий метаболізм. Саме ці процеси є ключовими в функціонуванні суспільного антиентропійного потенціалу. Для соціально-економічної системи товари є також носіями інформаційних сигналів, за допомогою яких реалізуються трансформаційні процеси в суспільстві – виникають одні галузі, сфери діяльності, професії, соціальні верстви (групи), і починають відмирати інші. За цим слідує зміна способу життя людей. Змінюються умови їх життя, пересування, зв'язки, види занять та розваг, галузі знань, навички та інше. Як правило, спостерігаючи за зміною пріоритетних видів товарів, можна прослідити і загальний характер (тренди) майбутніх трансформаційних процесів життя в цілому.

**Вплив властивостей інформації на соціально-економічні відносини.** Процес освоєння нового інформаційного простору, тим часом, не обмежується сферою виробництва та споживання продукції. Це – найскладніше явище життя, що зачіпає й змінює весь комплекс громадських зв'язків, виробничих відносин, базових укладів, поведінкових принципів, стилю життя людей. Перехід до інформаційних товарів та послуг змушує докорінно тран-

сформуватися також соціально-економічні відносини, які є основою побудови суспільства.

Властивості інформації взагалі змінюють усталені уявлення про соціально-економічні інститути, які століттями трималися на матеріальності засобів виробництва. Відома з часів Ломоносова колекція афоризмів щодо цього: «Якщо щось десь убуде, то в іншому місці обов'язково долучиться», «Ніщо ні звідки не береться і нікуди не зникає» та ін. – доповнена вже в XX столітті Б. Коммонером – «Все має кудись подітися» (Commoner, 1971).

Природними прикладними наслідками цього закону для економіки завжди були: «за все потрібно платити», «кожна вироблена одиниця продукції вимагає витрат матеріалів та енергії», «при продажі будь-якого товару він відчужується від продавця й передається покупцеві».

***Властивості інформаційних активів.*** Інформаційні засоби в порівнянні з їх матеріальними аналогами мають безпрецедентні властивості.

➤ Будь-якою комп'ютерною програмою, конструкторською ідеєю чи технологічним «ноу-хау» одночасно можуть скористатися всі мешканці Землі.

➤ Поява кожної з програм, що тиражуються, не означає зникнення «десь чогось» (у розумінні матеріально-енергетичної субстанції); чергові програми з'являються після легкого натискання кнопки.

➤ Скільки не продавай програмну або відеопродукцію, її у продавця не убуває.

➤ Покупець, купуючи інформаційний товар, відразу отримує технічну можливість самому тиражувати його, а отже, й продавати.

➤ Інформаційні продукти (на відміну від матеріальних товарів) не споживаються, а використовуються – їх не можна «спожити» (тобто використати без залишку); скільки їх не використовуй, менше не стає.

➤ Інформаційні продукти фізично не зношуються (на відміну від їх матеріальних носіїв).

*Етичний імператив інформаційної економіки.*

Сьогодні ще зберігаються атрибути, які утримують каркас основ традиційного суспільства, – матеріальні засоби виробництва, матеріальні блага, матеріальні засоби захисту суспільних засад. Це вони зберігають соціальний «генетичний» код, тобто інформаційну програму, за якою живе суспільство матеріалізованої культури. Але цей оплот, ця захисна «загорожа» стрімко тоне, як захисна дамба, що розмивається під час весняної повені, під загрозою опиняється спокій й життя мешканців долини.

На відміну від верстатів або інструментів, інформаційні засоби виробництва (наукові ідеї, принципи, ноу-хау тощо) не можна оточити парканом, закрити на замок, покласти в сейф – їх може бачити будь-хто, хто в цьому розуміється; і все менше залишається бар'єрів для їх безперешкодного тиражування. Дедалі менше надії на технічно витончені численні ступені захисту програм, кредитних карток, документів, товарних знаків. І чим ілюзорнішими стають надії на складні з голографічними переливами матеріальні засоби захисту та інформаційні коди, що розділяють праведників і грішників, тим виразніше розуміння істини, що існує лише одна мембрана, яка розділяє цілі творення та руйнування – це совість людини... Вона захищає як споживачів інформаційних активів, так і власників; засобів виробництва, які все частіше добровільно передають свою інтелектуальну власність людям для всенародного використання.

### **16.3. Технологічна обумовленість трансформацій сучасного розвитку**

Однією з особливостей інформаційного суспільства обіцяє стати наступ біфуркаційних трансформацій, які все

частішають. Зміни таким чином стають нормою життя. Не встигли розпочатися хвилі Третьої (екологічної) промислової революції (Industry 3.0), як вчені прогнозують швидкий вал Четвертої (кіберфізичної) промислової революції (Industry 4.0). А на черзі вже П'ята (гуманітарна) промислова революція (Industry 5.0), покликана знайти місце людині в кібергізованому світі.

На думку багатьох дослідників, провідна роль реалізації зазначених трансформацій належить технологіям. І цьому є пояснення. Адже кожен новий рівень заглиблення в інформаційні глибини веде до нової переоцінки властивостей та функцій матеріальних предметів, якими користується людина, а за цим послідує й нова революція у виробництві та споживанні.

Класик постіндустріалізму Д. Белл зауважив: «Нікому тепер не потрібні олово, мідь, алюміній – потрібні їхня плинність, розтяжність, провідність» (Bell, 1999).

Кожне нове відкриття в науці чи техніці може повністю змінити ціннісні орієнтири. Той самий Белл дуже яскраво продемонстрував це з прикладу зміни умовної цінності міді: «...Найбільші її поклади можуть бути виявлені... під фундаментами Нью-Йорка. Це – тонни мідного дроту, який швидко витісняється волоконно-оптичним кабелем, що виготовляється зі скляних ниток. Його виробництво обходиться дешевше, ...а за пропускну здатністю він у десять разів перевищує мідний дріт ... Тому мідь більше не є стратегічним товаром» (Bell, 1999).

З кожним новим відкриттям з'являються нові засоби виробництва, товари споживання, галузі, професії, які тіснять або знищують своїх попередників. Характер, масштаби й швидкості цих процесів просто вражають. Іноді здається, що живеш у казці, де фея, торкаючись чарівною паличкою, перетворює гарбуз на карету чи раптом відбувається зворотний процес. Щось схоже часто трапляється

зараз наяву, коли цінність одних предметів або ресурсів може практично на очах підскочити до небес, а інших, які ще недавно були зразками дорожнечі, різко впасти.

Усьому цьому американський економіст Пол Пільцер дав відповідну назву (що містить навіть деякий наліт містики) – «Алхімія». Сформулювавши її основні закони (рис. 16.2), він назвав і ту «чарівну паличку», завдяки якій відбуваються такі незвичайні речі – технологія (Pilzer, 1990).



**Рисунок 16.2** – Основні положення технологічної «Алхімії» за П. Пільцер (Pilzer, 1990)

*Технологія та актуалізація ресурсів.* Саме технологія визначає, що завтра буде цінним природним ресурсом, і як

це змінить шкалу наших переваг. Так, на наших очах у найважливіші промислові ресурси перетворюються такі звичайні та звичні речі, як пісок (з якого виготовляють кремнієві кристали) та морська вода (де містяться різноманітні мінерали – від золота до магнію). А в тінь відійшли такі ще нещодавно ключові ресурси як натуральний каучук (замінений синтетичним) та олово (витісняється алюмінієм та пластмасами).

*Технологія як ключовий фактор ефективності.* Технологія ж визначає ефективність видобутку, використання, транспортування, переробки та зберігання ресурсів. А це означає, що, завдяки впровадженню нових технологій, за лічені місяці може зростати по всьому зазначеному ланцюжку розвиток одних виробничих сфер і різко гальмуватися хід роботи інших.

*Технологія як фактор регіонального розвитку.* Вторинним наслідком зазначених вище ефектів впливу технології виявляються розквіт чи занепадання галузей, міст, регіонів і навіть країн. Розквітають ті галузі та території, в які технології залучають капітал, ресурси та людей. А занепадають ті, з яких технології все це виводять.

*Технологія як чинник формування способу життя.* Колосально швидка зміна технологій, що все прискорюється, змушує говорити про постійний процес трансформації укладу суспільного життя.

Цифрові технології, що стрімко увірвалися в наше життя, почали змінювати з лиця Землі традиційні підприємства, які більше століття обслуговували фото- і кіноіндустрію. Їхнім наступникам, товарам-новинкам, доля, скоріше за все, такого довголіття не подарує. Багато творинь цифрових технологій старіють, ледь з'явившись на світ.

***Конвергенція технологій та товарів.*** Втім, сьогодні й самі поняття технологія-наступник та виріб-наступник

стають досить умовними. Наступником якого виробу слід вважати мобільний телефон, якщо він увібрав у себе функції: засобу зв'язку, фотоапарата, відеокамери, диктофона, програвача, радіо, годинника, калькулятора, комп'ютера навігатора, телевізора, бібліотеки, записника, ліхтарика та багато чого ще? А це означає, що маленький мобільник став надзвичайно значним економічним явищем, вплинувши на роботу великих підприємств і стан відповідних секторів ринку. Такі явища сьогодні відбуваються всюди.

Зокрема, силікон (у всіх його інтерпретаціях) відображає глибинний інформаційний рівень властивостей та параметрів речовини з його нескінченним набором функцій, що використовуються в практичних цілях (від основи комп'ютерних чіпів до конструкційних матеріалів імплантів). І цей спектр сфер можливого практичного застосування речовини стрімко розширюється в міру отримання нових знань. Всі ці небачені раніше властивості вилучаються саме з інформаційних глибин добре знайомої речовини, що використовується століттями – кремнію, а практично – просто піску.

Мінливість увійшла в наше життя, стала незмінним атрибутом дійсності. Це – закономірно. Як індустріальне виробництво виростало з руди та вугілля, так інформаційна економіка народжується зі змін. Варіабельність і різноманіття є сировиною для нової інформації.

Нескінченно змінюються параметри, властивості, матеріали, речовини та явища, які людина використовує з максимальною на даний момент користю для себе. Зауважимо, самі властивості будь-якої речовини залишаються постійними (такими, як були і мільйон, і мільярд років тому). Змінюються лише наші знання про ці властивості, а отже, спектр функціональних можливостей їхнього практичного застосування.

## 16.4. Принципи проектування майбутнього при соціально-економічному розвитку

Донедавна людство оперувало наявними в природі речовинами та видами енергії. Реалізуючи свою наукову та виробничу творчість, людина конструювала головним чином конфігурації існуючих хімічних речовин та біологічних видів, а також комбінації їх властивостей (наприклад, виводячи нові сорти рослин та породи тварин). Це дозволяло людині поступово підвищувати ефективність своїх технологічних систем.

Слід зазначити ще одну надзвичайно важливу обставину. Існувала (і поки що, на щастя, існує) певна система захисту зовнішнього для людини природного середовища – як живого, так і неживого світу (своєрідний «захист від дурня»). Людині просто досі залишається недоступним «пульт управління» глибинним механізмом формування (а отже, і руйнування) природних систем.

Будь-які дії людини поки що можуть виявитися фатальними лише для окремих біологічних видів (включаючи саму людину), але не природи загалом. При всій своїй нинішній могутності, хоча людина й здатна вже впливати на зовнішній вигляд планети, вона поки що навряд чи може кардинально змінити глибинний хід процесів, що відбуваються на Землі...

Ситуація починає змінюватися буквально «на очах». Вже сьогодні людина конструює та випускає на неконтрольовану свободу генетичні химери (ГМО), що саморозвиваються. На горизонті все виразніше проглядаються контури нанотехнологій, які обіцяють перетворити на реальність складання матерії на рівні лише молекул і атомів.

Але там, де існує можливість складання чогось, незримо виникає й грізна примара розбирання. Тут, до речі, доречно згадати слова народного мислителя з популярного

колись фільму: «Якщо одна людина щось побудувала – інша завжди розібрати зможе».

Більше того, будь-яке складання спочатку неминуче передбачає розбирання. У даному випадку це означає – розбирання субстанції на окремі молекули та атоми. Те, що природа свято зберігає «за сімома печатками», а саме: синергетичний код формування її мікросвіту – скоро може опинитися в руках людини. А разом із ним оголиться «червона кнопка», що приводить у рух процес саморуйнування природи зсередини.

Найбільша небезпека полягає в тому, що людина на-вряд чи зможе контролювати повною мірою запущені процеси. І тут вирішальну роль зможуть зіграти щонайменше певні обставини.

По-перше, процесами складання, скоріше за все, займатиметься не сама людина, а сутності, що самоорганізуються (роботи, кіборги тощо). Адже нанозбірка може бути реалізована лише за умови самоорганізації самого процесу складання.

По-друге, предметом складання будуть не тільки (а, можливо, не стільки) мертві, застигли компоненти, скільки живі організми зі своїми механізмами самовідтворення та репродукції. Наслідком цього буде наявність у них власних еволюційних траєкторій. Достовірно передбачити, отже, хоч якось проконтролювати їх навряд чи вдасться. Якщо додати, що вже кілька років у ряді лабораторій світу наполегливо ведуться роботи зі створення штучного механізму передачі генетичної інформації (зокрема, й на неорганічній основі), загальна картина майбутніх тривог людства буде зрозумілою.

Все це ми говоримо не заради того, щоб представити картинку чергових «страшилок», а щоб підкреслити рівень відповідальності, яка стоїть перед майбутнім конструктором, що має творити в інформаційних глибинах матерії.

І хоча до масового використання нанотехнологій ще не дійшло, людина вже заглибилася в зону створення субс-

танцій, невідомих природі: синтезуються принципово нові речовини, вилучаються з глибин матерії небачені форми процесів і енергії, генетично конструюються види тварин і рослин, які практично не існували в природі, запущений для загального використання штучний інтелект.

Буквально в останні роки почали лунати тривожні ноти щодо неможливості контролювати надзвичайно стрімкий розвиток штучного інтелекту.

Для оперування матерією в умовах неможливості передбачити можливі наслідки певних технологічних рішень необхідне знання та дотримання певних правил-принципів проектування соціально-економічних систем в інформаційному суспільстві. Умовно ці принципи можуть бути названі «інструкцією зі збирання систем», або «правилами техніки безпеки для роботи на інформаційних глибинах». Для прикладу автором пропонується деякі з формулювань (табл. 16.1).

**Таблиця 16.1** – Принципи проектування соціально-економічних систем в інформаційному суспільстві

Умовна назва принципу	Зміст принципу
1	2
Урахування триєдності природних начал	Для будь-якої відкритої стаціонарної системи існує таке поєднання в просторі та часі системоутворювальних факторів (матеріальних, інформаційних, синергетичних), при яких досягатиметься максимально можливе зниження ентропії в системі; при такому стані системи параметри системоутворювальних факторів максимально відповідають цілям та завданням функціонування системи та найкраще ув'язуються між собою.
Забезпечення самовідтворення систем	Соціальне та технічне проектування має ставити перед собою завдання забезпечення створюваних систем механізмами самовідтворення та самовдосконалення.

Продовження табл. 16.1

1	2
Забезпечення самоорганізації систем	При проектуванні інженерних і соціальних систем необхідно забезпечувати технічні та організаційні передумови для їх самоорганізації, що зумовлює функціонування в найбільш ефективних для даного класу систем стаціонарних режимах.
Врахування системності життєвого циклу	Необхідний перехід від проектування виробів до проектування їх життєвих циклів у всій складності та різноманітті їх системних зв'язків, включаючи фази завершення життя виробів і технологій (утилізації відходів).
Урахування коеволуції систем	У процесах технічного й соціального проектування необхідно враховувати темпи й траєкторії еволюції створюваних систем, що саморозвиваються, а також можливі наслідки їх коеволуції з іншими системами.
Інструменталізації триєдиного еволюційного механізму	З допомогою зміни передумов прояву чинників триєдиного еволюційного механізму (мінливості, спадковості, відбору) можна регулювати темпи розвитку систем, зокрема. соціально-економічного розвитку, прискорюючи темпи розвитку (при інтенсифікації прояву згаданих факторів та взаємодії їх між собою) або уповільнюючи їх (при ослабленні дії механізму).
Оптимізації співвідношення стабільних та змінних компонентів систем	Для сталого розвитку системи має дотримуватися оптимальне співвідношення її стабільних частин (консервованих) і компонентів, що змінюються.
Використання ефекту простору-часу, що «розширюється»	Прийняття рішень щодо розвитку соціально-економічних систем має базуватися на максимальній реалізації накопиченого інформаційного потенціалу як у просторі, так і в часі.
Технологізації трансформацій	Існує об'єктивна необхідність розробки та вдосконалення технологій здійснення типових процедур біфуркаційних трансформацій у технічній сфері та економіці.

Продовження табл. 16.1

1	2
Дематеріалізація трансформаційних процесів (принцип «трансформера»)	Існує об'єктивна необхідність постійної дематеріалізації трансформаційних процесів, у тому числі, за допомогою тотального застосування «принципу трансформера», що дозволяє максимальну зміну інформаційного змісту при мінімальній заміні матеріальної компоненти (форми) систем.

Будь-яка епоха є продуктом певного світогляду й сама формує новий спосіб мислення. Колись становлення матеріалістичного погляду сприяло досягнення фундаментальних основ формування матеріального світу, систематизації уявлень про властивості та будову матерії, встановлення причинно-наслідкових зв'язків, що зумовлюють перебіг процесів у природі. Це стало науковою основою технічного прогресу, який визначив характер індустріальної формації.

За рідкісними винятками люди, незалежно від своїх філософських поглядів, бачать світ виключно матеріальним. Інформаційні компоненти природних сутностей (тобто їх відмінні кодові програми функціонування та розвитку), якщо й сприймаються людьми, то не інакше, як абстрактні закони природи, які людина контролювати не в змозі. Адже ця інформаційна компонента досліджується, створюється, реалізується і контролюється людиною щодня в цілком матеріальних продуктах її побуту. Подібний інформаційний «дальтонізм» цілком зрозумілий. Адже донедавна людині доводилося оперувати готовими, створеними самою природою об'єктами матеріального світу, причому в дуже вузькому детермінованому (а тому – маловаріабельному) спектрі їх інформаційних характеристик. Замислюватися над інформаційними «кресленнями» готових продуктів просто не було потреби. Висловлюючись мовою фізиків, можна сказати, що життя людини в матеріальному

світі протікала переважно поза фазовими переходами (у даному разі маються на увазі світоглядні аспекти, а не ті переходи, що відбуваються в фізичних і хімічних процесах, з якими має справу людини).

Характерними особливостями такого світогляду є панування *лінійного* мислення («чим більше/менше – тим краще») та пріоритет механізмів *негативного зворотного зв'язку* як інструменту реагування людини на зміни в природі та суспільстві. Відомо, що цей тип зворотного зв'язку спрямованих на збереження (консервацію) існуючого стану. В умовах відносної стабільності властивостей матеріальної основи та повільного її морального зношування відбувалася розширення матеріалізація побуту (будували «на століття»).

В умовах переходу до інформаційного суспільства *біфуркаційні* зміни, що стрімко відбуваються, створюють передумови формування нового, інформаційно-діалектичного світогляду. Його можна визначити як систему поглядів на світ, що обумовлює необхідність подолання ентропійних процесів у природі та соціальному середовищі за допомогою випереджальної інформаційної творчості.

Ймовірно, можна виділити ряд особливостей такого способу мислення:

- *нелінійне мислення*; передбачає здатність до гнучкої перебудови цілей і завдань під мінливі умови;
- *пріоритет механізмів позитивного зворотного зв'язку*; передбачає орієнтацію на перманентну, динамічну холистичну трансформацію систем життєзабезпечення людини;
- *відтворювально орієнтовану виробничу стратегію*; передбачає зміну об'єкта конструювання/виробництва з окремих товарів та послуг на відтворювальні цикли генерування/утилізації продуктів;

- *функціонально орієнтовану науково-проектну стратегію* (передбачає орієнтацію не на продукти, а на функції);

- *вірогідно орієнтований менталітет*; передбачає перехід від детерміністичного до імовірнісного сприйняття явищ;

- *дематеріалізаційну економічну парадигму*; припускає орієнтацію не на матеріалізацію виробничих і соціальних систем, а на підвищення їх інформаційного змісту.

Формування інформаційно-діалектичного світогляду є невід'ємною передумовою цілеспрямованого управління соціально-економічними процесами при становленні та розвитку інформаційного суспільства та сестейнової економіки.

## **Питання до розділу**

1. *Охарактеризуйте основні механізми збереження стійкості природних умов на планеті, що пропонуються для забезпечення сестейнового розвитку, і як вони взаємодіють?*

2. *Які три рівні цілей можна виділити в контексті сестейнового розвитку, і яка роль кожного з них у підтриманні стійкості людства та біосфери?*

3. *Як виробництво та споживання інформації впливає на соціальні відносини в інформаційному суспільстві?*

4. *Яким чином інформація, як предмет праці та знаряддя праці, змінює економічні процеси та виробничі системи в умовах сучасного розвитку?*

5. *Як перехід до інформаційних товарів та послуг змінює соціально-економічні відносини та стиль життя людей?*

6. Які етичні проблеми виникають у зв'язку з можливістю безперешкодного тиражування інформаційних товарів і послуг, і як совість людини може стати важливим захисним бар'єром в інформаційній економіці?

7. Як технології впливають на зміну цінності ресурсів та виробничих сфер у сучасному інформаційному суспільстві?

8. Яким чином швидка зміна технологій впливає на економічний розвиток регіонів і навіть цілих країн?

9. Як розвиваються новітні технології, зокрема нанотехнології та штучний інтелект, і які від цього можливі наслідки для людства та природи в цілому?

10. Яким чином етапи технологічного прогресу, зокрема створення нових речовин і генетичне конструювання організмів, можуть вплинути на наше розуміння природи та взаємодію людини з природою?

11. Охарактеризуйте біфуркаційні зміни, що характерні для інформаційного суспільства. Як вони впливають на формування нових світоглядних моделей?

12. Які ключові відмінності між лінійним мисленням та інформаційно-діалектичним світоглядом існують у контексті управління соціально-економічними процесами?

## ВИСНОВКИ

У природі діалектично взаємопов'язані два процеси: руйнування (розупорядкування) та творення (підвищення рівня впорядкованості) систем. Так вже побудований світ, що порушення порядку та безлад приходять самі собою, тобто довільно. Порядок же потрібно готувати, організовувати та підтримувати. Це вимагає знань, навичок і, звичайно ж, витрат праці, матеріалів, коштів та енергії.

Управляючи розвитком економічних систем, люди не повинні забувати, що ці системи – теж частина природи, хоча вони керуються розумом людини, й багато їх компонентів створено її працею. Це означає, що дія економічних систем також підпорядковується загальним закономірностям функціонування *відритих стаціонарних систем*, до класу яких вони належать. Тільки знання та урахування в господарській діяльності зазначених закономірностей може забезпечити стійкість та прогресивний розвиток економічних систем.

Дія основних взаємопов'язаних факторів та механізмів, що забезпечують функціонування та розвиток систем будь-якого рівня, підпорядковується закономірностям, які можуть бути узагальнені певним чином.

1. Розвиватися здатні лише *відкриті стаціонарні системи*.

*Відкритість* системи означає, що вона здійснює *метаболізм*, тобто речовинно-енергетично-інформаційний обмін із зовнішнім середовищем. Метаболізм є джерелом надходження до системи вільної енергії, а також засобом видалення з системи відходів життєдіяльності.

*Стаціонарність* системи означає, що вона здатна підтримувати *гомеостаз*, тобто стійкий рівень енергетичних потенціалів між системою й середовищем, а також між компонентами самої системи. Гомеостаз обумовлює динамічну відносну сталість складу та властивостей, він необхідний для утримання необхідної різниці фізико-хімічних параметрів (температурних, хімічних, електромагнітних, економічних, ін.) між системою та довкіллям, а також між окремими частинами системи. Остання може існувати лише підтримуючи певні значення гомеостазу,

що залишаються в дуже вузьких інтервалах зазначених потенціалів.

Відхилення параметрів системи, що визначають рівень гомеостазу, в той чи інший бік від оптимальних значень може призвести до порушення її функцій або повного припинення існування системи як сутності, що саморозвивається. Для зміни рівня гомеостазу необхідна перебудова організму всієї структури системи, тобто докорінна зміна взаємодії окремих її частин.

Як приклади відкритих стаціонарних систем можна розглядати: структури з «кооперативною поведінкою» неживої речовини, живі організми, екосистеми, громадські організації (фірми, асоціації, ринки, макроекономічні системи).

2. Для збереження рівня гомеостазу система використовує механізми *негативного зворотного зв'язку*, які націлені на компенсацію впливу факторів зовнішнього середовища та діють у напрямку, протилежному фактору, що впливає. Щоб реалізувати механізми негативного зворотного зв'язку, система змушена витратити потенціал своєї вільної енергії чи квазіенергії (тобто капітал), коли мова йде про економічні системи.

3. У тому випадку, коли енергетичний баланс системи порушується й загальні витрати енергії системою стають значно більшими або меншими за надходження до неї вільної енергії, система перебудовується, змінюючи рівень свого *гомеостазу*, відповідно, підвищуючи або знижуючи його (звичайно, якщо еластичності системи вистачає для подібної перебудови). Зміна рівня гомеостазу та пов'язана з цим перебудова структури системи досягається за допомогою механізмів *позитивного зворотного зв'язку*. Вони також потребують витрат вільної енергії.

4. Розвиток системи здійснюється завдяки взаємодії трьох груп чинників: *мінливості, спадковості, добору*.

*Мінливість* забезпечує виникнення випадкових, невизначених флуктуацій, тобто. відхилень стану динамічної рівноваги системи.

*Спадковість* гарантує закономірність змін, що відбуваються. Вона визначається причинно-наслідковими зв'язками процесів, які протікають в системі. Завдяки цьому майбутнє набуває властивості залежати від минулого.

*Добір* здійснює селекцію найбільш ефективних станів, тобто. змін, через які проходить система. Критерієм добору є мінімізація ентропії системи. Це означає, що відбираються ті її стани, в яких досягається максимальна інформативність системи, тобто її здатність до інформаційного управління процесами. У такому стані система функціонує в найбільш ефективному режимі. Зрештою це веде до мінімізації незворотного розсіювання (дисипації) енергії. Таким чином, виживають (відбираються) лише найефективніші стани системи (або її підсистеми).

5. Зазначені фактори розвитку можуть реалізовуватись системою за допомогою двох класів механізмів: *адаптаційного* та *біфуркаційного*.

*Адаптаційні* механізми реалізують функції мінливості, спадковості, добору зі збереженням характерних ознак існуючої системи, тобто в рамках одного й того самого біологічного організму, тієї самої екосистеми, існуючої фірми чи держави.

*Біфуркаційні* (розгалужені) механізми реалізують зазначені функції на основі якісно нових станів, у тому числі, через утворення на основі старої системи нових систем, які втрачають характерні ознаки своєї попередниці, хоча і зберігають з нею спадкові зв'язки. Такими процесами є: зміна поколінь біологічних організмів, реструктуризація фірм, радикальна зміна державного устрою, ін.

Біфуркаційні механізми дозволяють досягти найбільш сприятливих умов для розвитку систем. Переривання траєкторій існування систем і розгалуженість (варіативність) їх віртуальних (можливих) продовжень дозволяє системі начеб «забувати» старий, менш ефективний стан і на основі багатоваріантного пошуку відбирати новий, більш ефективний стан (або нові стани). Ці самі механізми, забезпечуючи незворотність перебігу процесів, реалізують й іншу важливу властивість – закріплюють зміни (нове покоління системи навіть теоретично вже не може повернутися до старого стану). Біфуркаційні механізми є набагато ефективнішими порівняно з адаптаційними, дозволяючи різко збільшити темпи розвитку.

Виникнення інтелекту з його здатністю формування та відбору віртуальних біфуркацій дають змогу колосально прискорити процеси розвитку (реалізацію функцій мінливості, спадковості,

відбору). Це відіграє роль імпульсу лавиноподібного прискорення темпів еволюції природи. Поява комп'ютера та цифровізація значно посилюють ці процеси.

6. Інформаційне закріплення змін, що відбуваються, є завершальною ланкою кожного чергового циклу розвитку системи. Провідну роль у цьому відіграє пам'ять системи. *Пам'ять* – це здатність системи *накопичувати, зберігати та відтворювати інформацію*. Фактично закріплюються нові стандарти поведінки системи, відповідно до яких вона функціонуватиме до виникнення та закріплення нових змін. Функціонувати – означає багаторазово тиражувати та відтворювати процеси життєдіяльності системи. Таким чином, пам'ять є засобом фіксації найбільш ефективних станів системи та подальшого їх вдосконалення.

7. Усі процеси функціонування та розвитку систем здійснюються на основі взаємодії трьох сутнісних начал: *матеріальних, інформаційних та синергетичних*.

*Матеріальне начало (енергетична потенція)* обумовлює здатність системи виконувати роботу (змінюватися).

*Інформаційне начало* – формує закріпленій пам'яттю системи алгоритм (програми) реалізації енергетичного потенціалу системи: тобто фіксується здатність системи змінюватися в просторі та часі за певними програмами. Це означає здатність відтворювати відмінні властивості та певні стани) системи. Іншими словами, відтворюється можливість зберігати або змінювати фіксацію різних параметрів системи: форми, кольору, запаху, рухів тощо).

*Синергетичний феномен* обумовлює взаємодію окремих частин системи між собою, у результаті чого вони починають діяти як єдине ціле.

Діючи таким чином, тріада зазначених явищ формує четвертий – *відтворювальний* – феномен, що формує певну природну сутність, здатну відтворювати (стійко повторювати) в часі свої відмітні ознаки. До таких сутностей, зокрема, можна віднести елементарні частки, атоми, молекули, клітини, біологічні види та особини, соціальні структури (сім'ї, підприємства).

І створювати, й руйнувати можна, впливаючи на кожну зі згаданих груп чинників (начал) і на весь відтворювальний механізм загалом. Зокрема, порушити механізм функціонування еко-

системи можна трьома шляхами: 1) руйнуючи її матеріальні компоненти (наприклад, знищуючи біологічні види); 2) порушуючи інформаційний код системи (наприклад, привносячи невластиві системі біологічні види чи вносячи через неспецифічні інгредієнти чужорідну інформацію (зокрема, віруси), в метаболічні цикли; 3) блокуючи зв'язок між окремими видами. Усі три екодеструктивні фактори можуть діяти і одночасно. Подібні приклади можна навести й щодо економічних систем. Відтворення системи передбачає позитивний вплив на зазначені групи факторів, що передбачає підсилення потенціалу їх дій.

Зазначені механізми формують необхідні та достатні умови для реалізації еволюційних процесів. Саме вони створюють багаторівневу систему, яка постійно відтворює ті необхідні, спрямовані та закономірні зміни систем в умовах випадкових та невизначених станів зовнішнього середовища, які називаються *розвитком*.

Не знати і не враховувати зазначені закономірності означає, наперед прирікати економічні системи на роботу в неефективних режимах та виникнення тяжких соціально-економічних наслідків. Це зумовлює безрезультатні втрати праці, коштів, ресурсів та різке зниження темпів соціально-економічного розвитку. Знання та врахування зазначених закономірностей, а головне – вміння реалізувати в господарській практиці положення згаданих теоретичних засад, дозволяють опанувати секрети ефективного господарювання та економії праці, матеріалів, енергії, коштів, простору та часу. Зрештою, це конвертується у те, що прийнято називати прогресивним соціально-економічним розвитком.

## Література

1. Ackoff R. L. Ackoff's best: his classic writings on management. New York Chichester Weinheim Brisbane Singapore Toronto: John Wiley & Sons Inc., 1999. 356 c.
2. Ashby W. R. An introduction to cybernetics. London: Chapman & Hall, 1979. 295 c.
3. Backlund A. The definition of system. *Kybernetes*. Vol. 29 (4), 2000. P. 444–451. URL: <https://doi.org/10.1108/03684920010322055>.
4. Bell D. The coming of post-industrial society: a venture in social forecasting. Special anniversary ed. with a new foreword by the author. New York: Basic Books, 1999. 507 c.
5. Biology. 11.05.2018. URL: <https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/biology-and-genetics/biology-general/biology> (accessed on 22/10/2024).
6. Brillouin L. La science et la théorie de l'information. Sceaux, Hauts-de-Seine: Jacques Gabay, 1988.
7. Castellani E., Ismael J. Curie's Principle. *Philosophy of Science*/ Vol. 83 (5), 2016, P. 1002–101. URL: <https://doi.org/10.1086/687933>.
8. Commoner B. The closing circle: nature, man, and technology. New York: Knopf, 1971. 326 p.
9. Davies L. Understanding systems thinking concepts and workplace applications. *University of Phoenix*. 29.04.2024. URL: <https://www.phoenix.edu/blog/what-is-systems-thinking.html> (accessed on 03.12.2024).
10. Dawkins R. The selfish gene. New ed. Oxford: Oxford university press, 1989. 576 p.
11. Dori D., Sillitto H., Griego R., Arnold E. et al. What do we mean by “system”? – System Beliefs and Worldviews in the INCOSE Community. *INCOSE International Symposium*. 28 (1), 2018. P. 1190–1206. DOI:10.1002/j.2334-5837.2018.00542.x.
12. Drucker P. F. Managing for results: economic tasks and risk-taking decisions. 1st HarperBusiness ed. New York: Harper-Business, 1993. 240 c.

13. Drucker P. F., Maciariello J. A. The daily Drucker: 366 days of insight and motivation for getting the right things done. New York: HarperBusiness, 2004. 429 p.
14. Faber M., Proops J. L. R. Evolution in biology, physics and economics. A conceptual analysis. *Evolutionary theories of economic and technological change: present status and future prospects*. Manchester: Harwood Academic Publishers, 1991. C. 58–87. URL: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781351127707-3/evolution-biology-physics-economics-conceptual-analysis-malte-faber-john-proops>
15. Gasparyan O. N. Linear and Nonlinear Multivariable Feedback Control: A Classical Approach. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Ltd, 2008. 341 c. DOI:10.1002/9780470519172.
16. Grant R. M. Contemporary strategy analysis: text and cases. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley, 2016. 758 c.
17. Haken H. Information and self-organization: a macroscopic approach to complex systems. Berlin ; New York: Springer, 2006. 257 p.
18. Hawken P., Lovins A., Lovins L. H. Natural capitalism: creating the next industrial revolution. New York: Little, Brown and Co, 2000. 396 c.
19. Held J. M. Systems of systems: principles, performance and modeling. The University of Sydney. Sydney, Australia, 2008. 200 p.
20. Herre B., Arriagada P., Roser M. The Human Development Index and related indices: what they are and what we can learn from them. *Our World in Data*. 2024. URL: <https://ourworldindata.org/human-development-index> (accessed on 03.12.2024).
21. Hickel J. The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological Economics*. Vol. 167, 2020. P. 106331. DOI:10.1016/j.ecolecon.2019.05.011.
22. Holzman P. S. Personality. Definition, Types, Nature, & Facts. *Britannica*. 24.10.2024. URL: <https://www.britannica.com/topic/personality> (accessed on 03.12.2024).

23. Kaplan R. S., Norton D. P. The balanced scorecard: translating strategy into action. Nachdr. Boston, Mass: Harvard Business School Press, 2009. 322 c.
24. Meadows D. H., Wright D. Thinking in systems: a primer. Nachdr. White River Junction, Vt: Chelsea Green Pub, 2011. 218 c.
25. Mindell D. A. Between human and machine: feedback, control, and computing before cybernetics. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2002. 439 c.
26. Odum H. T., Odum E. C. Energy basis for man and nature. New York, NY: McGraw-Hill, 1976. 296 c.
27. Ostrom E. Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1990. 280 p.
28. Parson E. A., Haas P. M., Levy M. A. A summary of the major documents signed at the Earth Summit and the Global Forum. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*. Vol. 34 (8). P. 12–36. DOI:10.1080/00139157.1992.9931468.
29. Pilzer P. Z. Unlimited wealth: the theory and practice of economic alchemy. New York: Crown Publ, 1990. 226 c.
30. Pindyck R. S., Rubinfeld D. L. Microeconomics. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2001. 700 c.
31. Ramaprasad A. On the definition of feedback. *Behavioral Science*. Vol. 28 (1). P. 4–13. DOI:10.1002/bs.3830280103.
32. Report of the World Commission on environment and development – Our common future. *Part I: common concerns; 2. Towards sustainable development*. United Nation: General Assembly, 1987. P. 54–76. URL: <https://www.are.admin.ch/are/en/home/medien-und-publikationen/publikationen/nachhaltige-entwicklung/brundtland-report.html> (accessed on 29.12.2024).
33. Rifkin J. The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world. 1. ed. New York, NY: Palgrave Macmillan, 2011. 291 c.
34. Schread-Tischler D., Paulini P. Sustainable Development Goals Index. *Bertelsmann Stiftung*. URL: <https://www.bertelsmannstiftung.de/en/our-projects/sustainable-development-goals-index> (accessed on 03.12.2024).

35. Schrödinger E. What is life? Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1944. 178 c.
36. Shannon C. E. (1948) A mathematical theory of communication. *BellSystem Technocal Journal*. Vol. 27. P. 379–423, 623–656.
37. Sustainable development index. URL: <https://www.sustainabledevelopmentindex.org> (accessed on 03.12.2024).
38. System. Definition and examples. *Biology Online Dictionary*. 26.09.2023. URL: <https://www.biologyonline.com/dictionary/system> (accessed on 20.12.2024).
39. The 2024 Happy Planet Index. *Hot or Cool*. 02.05.2024. URL: <https://hotorcool.org/resources/the-2024-happy-planet-index/> (accessed on 03.12.2024).
40. The happy planet index: an index of human well-being and environmental impact / Eds. Marks, N., Simms, A., Thompson, S. et al. London: New Economics Foundation, 2006. 56 c.
41. The scientific definition of the system. *The Origin of Natural Order*, 2017. pp. 53–60 (2017) [https://doi.org/10.1142/9789813209275\\_0006](https://doi.org/10.1142/9789813209275_0006)
42. Turchin V. F. The phenomenon of science. New York: Columbia University Press, 1977. 348 c.
43. UNDP Human Development Index (HDI). *WHO European health information at your fingertips*. URL: [https://gateway.euro.who.int/en/indicators/hfa\\_42-0500-undp-human-development-index-hdi/](https://gateway.euro.who.int/en/indicators/hfa_42-0500-undp-human-development-index-hdi/) (accessed on 03.12.2024).
44. Warne L., Wood D., Cena C. Systems analysis definition, benefits & examples. *study.com*. URL: <https://study.com/learn/lesson/systems-analysis-function-examples.html> (accessed on 03.12.2024).
45. What is a systems analysis? (With Definition and Benefits). *Indeed*. 16.08.2024. URL: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/what-is-system-analysis> (accessed on 03.12.2024).
46. Wiener N. The human use of human beings: cybernetics and society. New York, N.Y: Da Capo Press, 1988. 199 p.
47. Wilber K. A brief history of everything. Dublin: Gateway, 2001.

48. Алле М. Условия эффективности в экономике. Москва: Научно-издательский центр «Наука для общества», 1998. 304 р.
49. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука, 1986. 209 р.
50. Ансофф И. Синергизм и деловые способности компании; пер. с англ. *Стратегический синергизм*; под ред. Э. Кемпбелла и К. С. Лачс. Санкт-Петербург: Питер, 2004. Р. 36–58.
51. Вернадский В. И. Живое общество. Москва: Наука, 1978. 358 с.
52. Вернадский В. И. Энергия живого вещества и принципы Карпо. *Очерки геохимии*. Львов: Федерация органического движения Украины, 2013. С. 360–364.
53. Волков Ю. Г., Поликарпов В. С. Человек: энциклопедический словарь. Москва: Гардарики, 1999. 520 с.
54. Гриценко А. А., Гриценко Е. А., Яремченко В. Г. Институциональные деформации и пути их преодоления. *Институциональная архитектура и динамика экономических преобразований*. Харьков: Форт, 2008. С. 819–853.
55. Економіка і бізнес: підручник / за ред. Л. Г. Мельника, О. І. Карінцевої. Суми: Університетська книга, 2021. 316 с. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/83721>.
56. Иванов Е. Т. Основы теоретической эпироники. Донецк: Ин-т экономики промышленности НАН Украины, 2006. 376 р.
57. Кубатко О. В. Еколого-економічна конвергенція регіонів як напрям забезпечення сталого розвитку. *Економіка та держава*. № 9. С. 45–48.
58. Мельник Л. Г. Сучасні соціально-економічні тренди: досвід ЄС та практика України у світлі промислових революцій. Монографія. Суми: Сумський державний університет, 2021. 338 с. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/81750>.
59. Методика інтегральної оцінки інвестиційної привабливості підприємств та організацій. *Офіційний вебпортал парламенту України*. 23.02.1998. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0214-98> (accessed on 22.10.2024).

60. Методика проведення поглибленого аналізу фінансово-господарського стану підприємств та організацій. *Офіційний вебпортал парламенту України*. 27.06.1997. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0288-97> (accessed on 22.10.2024).

61. Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера. Москва: Молодая гвардия, 1990. 351 с.

62. Основні положення теорії Дарвіна. Роль природного добору. Дарвінівська «тріада». Що додали до неї сучасні передувалення про еволюцію? *ni.biz.ua – Навчальна Інформація для українських студентів*. 22.10.2024. URL: [http://ni.biz.ua/5/5\\_7/5\\_70936\\_V-osnovnie-polozheniya-teorii-darvina-rol-estestvennogo-otbora-darvinovskaya-triada-chto-dobavili-k-ney-sovremennie-predstavleniya-ob-evolyutsii.html](http://ni.biz.ua/5/5_7/5_70936_V-osnovnie-polozheniya-teorii-darvina-rol-estestvennogo-otbora-darvinovskaya-triada-chto-dobavili-k-ney-sovremennie-predstavleniya-ob-evolyutsii.html) (дата звернення: 22.10.2024).

63. Подолинський С. А. Вибрані твори. Київ: КНЕУ, 2000. 328 с.

64. Популярная экономическая энциклопедия / гл. ред. А. Д. Некипелов. Москва: Большая Российская энциклопедия, 2001. 367 с.

65. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках / И. Пригожин; пер. с англ. Москва: Едиториал УРСС, 2002. 288 с.

66. Пригожин И., Стенгерс И. Время. Хаос. Квант. К решению парадокса времени; пер. с англ. Москва: КомКнига, 2005. 323 с.

67. Реймерс Н. Природопользование: Словарь-справочник. Москва: Мысль, 1990. 637 с.

68. Рифкин Д. Третья промышленная революция: как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом. Москва: Альпина Паблицер, 2014. 410 с. URL: <https://kniga.biz.ua/book-tretia-promyshlennaia-revolutsiia-kak-gorizontalnye-vzaimodeistviia-meniaiut-energetiku-ekonomiku-i-mir-004709.html>

69. Системне мислення (Systems Thinking). *Maxym Zosym*. 28.03.2023. URL: <https://www.maxzosim.com/systems-thinking/> (accessed 03.12.2024).

70. Сучасні тренди економічного розвитку: Досвід ЄС та практика України: підручник / за ред. Л. Г. Мельника. Суми: ПФ

«Видавництво “Університетська книга”», 2021. 432 с. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89235>.

71. Урсул А. Д. Природа информации: философский очерк. Челябинск: Центр исследования глобальных процессов и устойчивого развития, 2-е изд., 2010. 231 с.

72. Философский энциклопедический словарь / редакторы составители: Е. Ф. Губский, Г. В. Кораблева, В. А. Лутченко. Москва: ИНФРА-М, 2003. 576 с.

73. Філософський енциклопедичний словник: енциклопедія / НАН України, Ін-т філософії ім. Г. С. Сковороди; голов. ред. В. І. Шинкарук. Київ: Абрис, 2002. 742 р.

74. Хенс Л., Флаэминк К. Методы оценки показателей устойчивого развития. *Социально-устойчивый потенциал устойчивого развития: учебник; под ред. Л. Г. Мельника, Л. Хенса*. Сумы: Университетская книга, 2007. С. 231–257.

75. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики?; пер. с англ. Москва: РИМИС, 2009. 176 с.

76. Штер Н. Сучасні суспільства знань: монографія / пер. з англ.; наук. ред. д.е.н., професор Л. Мельник. Суми: Університетська книга, 2024. 200 с. URL: <https://book.sumy.ua/suchasni-suspilstva-znan/>.

77. Що таке СИСТЕМА. *Словопедія*. 22.10.2024. URL: <http://slovopedia.org.ua/29/53409/20574.html> (дата звернення: 22.10.2024).

78. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции; пер. с немецкого Ю. А. Данилова. Москва: УРСС, 2001. 328 р.

# TABLE OF CONTENTS

<b>Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>Chapter 1. Economic system and its properties .....</b>	<b>17</b>
1.1 The concept of an economic system .....	17
1.2 Openness and stationarity of systems .....	21
1.3 Trialectic foundations of the formation and development of systems .....	24
1.4 The relationship between essential principles and the formation of systems .....	28
<b>Chapter 2. Material foundations of the functioning of economic systems .....</b>	<b>33</b>
2.1 The essence and functions of material factors .....	33
2.2 Energy and quasi-energy of economic processes .....	38
2.3 Quasi-energy foundations of the functioning of economic systems ....	42
2.4 Implementation of quasi-energy balance in economic systems .....	46
<b>Chapter 3. Information basis of systems development .....</b>	<b>54</b>
3.1 The role of information in the formation and development of systems	54
3.2 The concept of information .....	57
3.3 Quantitative assessment of information .....	61
3.4 The role of information quality in the development of economic systems .....	66
<b>Chapter 4. Memory in the development process .....</b>	<b>71</b>
4.1 The content of memory .....	71
4.2 The role of memory in development processes .....	74
4.3 The concept of social memory .....	76
<b>Chapter 5. Synergetic foundations of development .....</b>	<b>84</b>
5.1 The content of the synergism phenomenon .....	84
5.2 Conditions for the implementation of the synergism phenomenon ....	86
5.3 The phenomenon of synergism in economic systems .....	92
<b>Chapter 6. Mechanisms for managing the state of systems .....</b>	<b>98</b>
6.1 Feedback mechanisms .....	98
6.2 Characteristics of system stability .....	105
6.3 Stability, resilience and elasticity of the system .....	111

<b>Chapter 7. Content of development processes .....</b>	<b>120</b>
7.1 The concept of development .....	120
7.2 The concept of ordering and order .....	128
7.3 Dialectics of self-reproduction and self-destruction of systems .....	134
7.4 Laws of self-organization of nature .....	139
<b>Chapter 8. Mechanisms of development of economic systems .....</b>	<b>144</b>
8.1 Transformation mechanisms .....	144
8.2 The key triad of development: variability, heredity, selection .....	147
8.3 Organization of artificial selection in economic systems .....	155
<b>Chapter 9. Fundamentals of progressive development of economic systems .....</b>	<b>159</b>
9.1 Energy-information unity of development processes .....	159
9.2 Laws of interaction of energy and information .....	163
9.3 Relative substitution of energy and information .....	166
9.4 Information status of capital .....	169
9.5 Energy-information content of feedback mechanisms .....	175
<b>Chapter 10. Energy-entropic foundations of system functioning .....</b>	<b>185</b>
10.1. The concept of entropy balance .....	185
10.2 Entropy production factors .....	193
10.3 Extra-system exchange and energy-entropic activity .....	199
10.4. Taking into account system dynamics .....	207
10.5. Energy, entropy, orderliness .....	211
10.6. Conclusions from the analysis of energy-entropy balance .....	218
10.7. The influence of the time factor on the processes of system change .....	226
<b>Chapter 11. Interrelation of factors of system development .....</b>	<b>234</b>
11.1. Systemicity of factors of system development .....	234
11.2 Temporary system-forming factors .....	239
11.3 Conversion of system-forming factors .....	247
11.4 Increasing efficiency as a prerequisite for progressive development .....	252
<b>Chapter 12. Fundamentals of system analysis .....</b>	<b>261</b>
12.1. Content of system analysis .....	261
12.2 Metasystem transition .....	269
12.3 Dualism of economic systems .....	275

12.4. Economic system as a component of biospheric anti-entropic potential .....	278
12.5. Features of socio-economic anti-entropic potential .....	283

<b>Chapter 13. Prerequisites for progressive development of socio-economic systems .....</b>	<b>292</b>
13.1. Quality of socio-economic development .....	292
13.2 Sustainable development of socio-economic systems .....	299
13.3 Industrial metabolism and development processes .....	302
13.4 Quasi-drug industrial metabolism and degradation of systems .....	310

<b>Chapter 14. Fundamentals of self-organization and self-development of systems .....</b>	<b>319</b>
14.1 The concept of self-organization .....	319
14.2 Laws of self-organization of systems .....	325
14.3 Analysis of the cycle of self-organization of systems .....	338
14.4 The driving force of self-organization .....	343

<b>Chapter 15. Management of processes of development of socio-economic systems .....</b>	<b>351</b>
15.1 Features of development of socio-economic systems .....	351
15.2 Goal setting as a key factor in the development of socio-economic systems .....	354
15.3 Reconstruction of the essential principles of man as a component of the socio-economic system .....	360

<b>Chapter 16. Modern trends in socio-economic development .....</b>	<b>377</b>
16.1. Towards the goals of sustainable development .....	377
16.2. Informatization of the economy as a prerequisite for the transition to a sustainable society .....	382
16.3. Technological conditionality of transformations of modern development .....	387
16.4. Principles of designing the future in socio-economic development .....	392

<b>Conclusions .....</b>	<b>400</b>
--------------------------	------------

<b>References .....</b>	<b>405</b>
-------------------------	------------

The textbook introduces modern issues of synergetic theory in terms of the fundamental principles of functioning, self-organization and development of economic systems. Particular attention is paid to the dynamics of economic processes, transformational transitions, the action of feedback loops, the interdependent conversion of material, information and synergetic factors. The conditions for sustainable progressive development of socio-economic, ecological-economic and technical systems are studied.

For teachers and students of higher educational institutions, scientists, civil servants, businessmen, as well as all those who are interested in the problems of modern economic theory and practice.

Навчальне видання

**МЕЛЬНИК Леонід Григорович**

**ЕКОНОМІКА РОЗВИТКУ**

Підручник

(Друкується в авторській редакції)

Обкладинка М. В. Кириленко

Комп'ютерна верстка та технічне редагування Ю. М. Завдов'єва

Підписано до друку 03.04.2025

Формат 60x84 1/16. Папір офсетний

Друк цифровий. Ум. друк. арк. 24,18

Тираж 300 прим. Замовлення № 03-04/22

Відділ реалізації. Тел.: (067) 542-08-01. E-mail: [info@book.sumy.ua](mailto:info@book.sumy.ua)

ПФ «Видавництво “Університетська книга”»

40000, м. Суми, площа Покровська, 6

Тел.: (0542) 65-75-85. E-mail: [publish@book.sumy.ua](mailto:publish@book.sumy.ua)

[www.book.sumy.ua](http://www.book.sumy.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7461 від 05.10.2021  
Віддруковано на обладнанні ПФ «Видавництво “Університетська книга”»