

Підручник підготовлено в рамках проєктів Жана Моне (рівень кафедри):

«Законодавчий, економічний та соціальний перехід ЄС до сестейного суспільства в рамках Індустрій 4.0 та 5.0» / “Legislative, Environmental and Social Transition of the EU to Sustainable Society within Industries 4.0 and 5.0” (619997-EPP-1-2020-1-UA-EPPJMO-CHAIR)

«Економічна політика та громадянське суспільство ЄС» / “EU Economic Policy and Civil Society” (619878-EPP-1-2020-1-UA-EPPJMO-CHAIR)

With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union



The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein

DEVELOPMENT ECONOMICS:

European Lessons of Industries 3.0, 4.0 and 5.0 Implementation

Edited by Leonid Melnyk,
Yuliia Zavdovieva

A study guide

Економіка розвитку: європейський досвід упровадження досягнень Industries 3.0, 4.0 та 5.0.

За ред. д.е.н., проф. Л. Г. Мельника
та Ю. М. Завдов'євої

Навчальний посібник

УДК 330.34:005.941(4)(075.8)

Е 45

Рекомендовано до видання вченою радою Сумського державного університету як навчальний посібник (протокол № 12 від 22 квітня 2022 року)

Рецензенти:

О. О. Веклич – доктор економічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу екосистемного оцінювання природно-ресурсного потенціалу, ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», м. Київ;

О. В. Димченко – доктор економічних наук, професорка, завідувачка кафедри підприємництва та бізнес-адміністрування Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова;

В. М. Тарасевич – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри міжнародної економіки, політичної економії і управління, Національна металургійна академія України, м. Дніпро.

Економіка розвитку: європейський досвід упровадження досягнень Industries 3.0, 4.0 та 5.0. Навчальний посібник / за ред. Л. Г. Мельника, Ю. М. Завдов'євої. Суми: Університетська книга, 2022. 608 с.

ISBN 978-617-521-013-0

Метою навчального посібника є формування знань, навичок та світогляду, необхідних для управління процесами розвитку соціально-економічних систем. Розглядаються теми, пов'язані з вивченням фундаментальних та прикладних питань функціонування, самоорганізації і розвитку економічних систем, динаміки економічних процесів, дії зворотних зв'язків, трансформації систем, взаємної конвертації матеріальних, інформаційних та синергетичних зв'язків. Особлива увага приділяється розвитку соціально-економічних систем в умовах сучасних промислових революцій (Industries 3.0, 4.0, 5.0).

Призначений для викладачів і студентів навчальних закладів, а також для наукових працівників, фахівців підприємств, спеціалістів місцевих органів адміністрації.

УДК 330.34:005.941(4)(075.8)

© Мельник Л. Г., 2022

ISBN 978-617-521-013-0

© ПФ «Видавництво “Університетська книга”», 2022

Зміст

Вступ.....	7
Тема 1. Поняття про систему і механізми функціонування економічних систем	10
Основи теорії	11
Презентаційні матеріали.....	19
Питання до теми	69
Тема 2. Розвиток економічних систем	71
Основи теорії	72
Презентаційні матеріали.....	86
Питання до теми	139
Тема 3. Матеріально-енергетичні основи розвитку	141
Основи теорії	142
Презентаційні матеріали.....	150
Питання до теми	180
Тема 4. Інформаційні основи розвитку.....	181
Основи теорії	182
Презентаційні матеріали.....	189
Питання до теми	211
Тема 5. Пам'ять системи	213
Основи теорії	214
Презентаційні матеріали.....	229
Питання до теми	256
Тема 6. Енерго-ентропійні основи розвитку.....	257
Основи теорії	258
Презентаційні матеріали.....	273
Питання до теми	308

Тема 7. Механізми управління станом системи.....	310
Основи теорії	311
Презентаційні матеріали	323
Питання до теми	351
Тема 8. Механізми трансформації систем	353
Основи теорії	354
Презентаційні матеріали	365
Питання до теми	402
Тема 9. Самоорганізація систем.....	405
Основи теорії	406
Презентаційні матеріали	418
Питання до теми	448
Тема 10. Ефективність і конвертація економічних елементів.....	449
Основи теорії	450
Презентаційні матеріали	454
Питання до теми	484
Тема 11. Основи системного аналізу	486
Основи теорії	487
Презентаційні матеріали	494
Питання до теми	526
Тема 12. Системний аналіз в умовах сучасних промислових революцій	528
Основи теорії	529
Презентаційні матеріали	536
Питання до теми	595
Практичні завдання	597
Висновки	606

Вступ

Протягом історії попереднього розвитку людства основним завданням суспільства залишалося підтримання сталого 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 і основного координатора виробничої системи. Наперший план виходить його вміння приймати рішення в практично безперервному трансформаційному процесі.

Сьогодні ми присутні під час зміни основного предмета дослідження соціальних наук, які змушені переходити від вивчення стану систем до дослідження процесу змін стану. Те, що до ХХ століття було призначенням істориків, у ХХ столітті – завданням окремих соціологів та економістів, у ХХІ столітті стає рутинною повсякденною турботою всього людства: жити в епоху змін, 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 умовою життєдіяльності (своєрідним її «середовищем»), об'єктом управління та метою конструювання. Назва йому – феномен розвитку.

Успіхи природничих і соціальних наук останніх десятиліть дозволяють пов'язати воедино те, що здавалося розрізненими явищами процесів, які відбуваються в природі та суспільстві. Існують певні загальні закономірності функціонування різних рівнів світобудови, які складають єдине ціле системи.

Наукові відкриття останньої чверті сучасності дозволили розглянути ту основу, яка пов'язує воедино, здавалося б, зовсім різні природні сутності: частки, атоми, клітини, живі організми, економічні системи. При здавалося б

неповторності всі вони належать до того самого організаційного класу матеріально-інформаційних структур, які називаються *відкритими стаціонарними системами*. Ця єдність обумовлює наявність загальних закономірностей формування, функціонування та трансформації зазначених сутностей.

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

Всі ці явища, виявляється, притаманні не лише живим організмам, а й сутностям добіологічного і надбіологічного рівнів організації, наприклад, таким, як атом чи підприємство. Тож, знання закономірностей функціонування одних сутностей може стати ключем до прогнозування особливостей поведінки інших (зокрема, економічних систем), що передбачає розширення можливостей управління ними.

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

У основі явища розвитку систем лежать процеси самоорганізації. Самоорганізація покликана забезпечувати за допомогою механізмів зворотного зв'язку реалізацію двох провідних функцій системи: здійснення метаболізму та підтримання гомеостазу. Самоорганізація, зрештою, формує основу самовпорядкування систем як процесу подо-

лання ентропії. Фактично теорія самоорганізації систем дозволила осмислити фундаментальні основи того явища відтворення систем, за допомогою якого природа може протистояти процесам свого саморуйнування, обумовленого другим началом термодинаміки.

Працюючи над навчальним посібником, автори ставили завдання на основі аналізу механізмів функціонування та розвитку економічних систем, показати рушійні сили, закономірності та механізми, що надають системам здатності самоорганізовуватися та розвиватися. Зрештою це дозволяє побачити розвиток як цілісне явище, яким можна науково обґрунтовано керувати.

Авторський колектив: д.е.н., проф. Л. Г. Мельник; к.е.н., доц. Ю. М. Дерев'янку; к.е.н., доц. О. А. Лукаш; к.е.н., доц. О. Вік. Кубатко; к.е.н., доц. В. І. Вороненко; к.е.н., доц. Є. В. Коваленко, к.е.н., доц. П. В. Гриценко.

Тема 1

Поняття про систему і механізми функціонування економічних систем



Основи теорії

Основою процесу управління є система. Світ утворюється системами. Будь-який предмет є системою (бо складається з інших систем) і є частиною іншої системи – більш високого рівня.

З системою пов'язане і 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 і Платона. Античне визначення, мабуть, найбільш лаконічно відображає сутність даної категорії.

Система – ціле, більше суми його частин.

Сьогодні можна зустріти багато підходів до пояснення поняття системи. 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 формулює кілька істотних 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, і жодна з них не має такого впливу незалежно від інших;

- кожна частина системи має ті 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 окремих підсистем.

У функціонуванні 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 цілу низку 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 один мільйон вже проданих автомобілів через недоліки в системі гальмування; це завдало суттєвої шкоди іміджу фірми і не могло не позначитися на її поведінці, зумовивши внесення змін до стратегії розвитку і 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 у 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, зникне і необхідність у виконанні цих функцій, а з ними зникне і те, що надає підрозділам їх характерних особливостей: заготівельний цех вже не буде заготівельним, складальний – складальним і таке ін.

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

- збір, зберігання і відтворення інформації;
- підтримання просторового взаємозв'язку (тобто структури) окремих складових (підсистем) системи;
- підтримання у часі порядку процесів, що відбуваються в системі, зокрема, синхронізація діяльності окремих ланок;
- здійснення процесів трансформації матеріально-енергетично-інформаційних потоків (далі – просто *потоків*) з метою вилучення вільної енергії;
- 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 поточний ремонт» компонентів системи);
- вилучення із зовнішнього середовища в систему речовин, енергії та інформації (збільшення «негативної ентропії» системи);
- видалення в зовнішнє середовище відходів діяльності системи (відтік «позитивної ентропії»);
- захист системи від негативного впливу зовнішнього середовища;
- коригування (підлаштування, адаптація) діяльності окремих підсистем під параметри потоків, що потрапляють в систему і циркулюють в ній; таке підлаштування, зокрема,

необхідне в разі відхилення параметрів потоків від оптимальних значень, і, крім того, при зміні властивостей самої системи (наприклад, розрегулювання режиму її роботи в часі).

Чим ефективніше виконується кожна із зазначених функцій, тим ефективніше відбувається діяльність всієї системи, і 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, із загальними витратами енергії. Це і є своєрідний ККД. У свою чергу, ефективність системи і її підсистем буде тим вищою, чим нижчими будуть втрати (дисипація) енергії. В даному випадку узагальнююче поняття «енергія» передбачає всі види матеріальних, енергетичних та інформаційних 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, які проходять через систему, балансом її доходів-витрат.

Тріалектика системи. Формування будь-якої системи відбувається на основі триєдиного механізму взаємодії сутнісних начал природи:

– *матеріально-енергетичного*; воно дає можливість системі і її окремим частинам (елементам, підсистемам) здійснювати рух і виконувати роботу, а це означає – змінюватися і розвиватися; умовно основну функцію даного начала можна виразити терміном «*рухає*»;

– *інформаційного*; це начало направляє; воно забезпечує спрямованість руху в просторі і часі, а це означає, що формується інформаційний алгоритм взаємодії між собою окремих частин системи і програма її розвитку;

– *синергетичного*; це 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 названих природних начал далі ми будемо називати тріалектичним, або тріалектикою. Крім трьох названих начал, доречно згадати і про четверте начало.

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

Енергетичний потенціал системи. Рушійною силою матеріально-енергетичного начала є енергія. Вона накопичується (концентрується) і зберігається в енергоємних субстанціях – енергоносіях. За допомогою їх транспортування і переробки вона передається, трансформується і 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).

Енергоносії – це речовини, явища або матеріально-інформаційні активи, що зумовлюють можливість системи здійснювати роботу. При такому трактуванні енергоносіями умовно можна вважати також будь-які види капіталу, в тому числі природний і людський капітали, матеріальні та нематеріальні активи, гроші та їх замінники (наприклад, облігації, цінні папери, інше). Але такі активи краще називати *квазі-енергоносіями*.

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

Власне, інформація формується на основі різної здатності природних сутностей реалізувати енергетичний потенціал 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.

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

Аби виник синергетичний ефект, необхідна наявність як мінімум трьох умов.

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

По-друге, повинна існувати інформаційна основа взаємодії цих окремих елементів:

а) наявність у них пам'яті для «зчитування» зовнішньої і внутрішньої інформації;

б) комунікаційні канали передачі інформації;

в) зрозумілу для елементів «мову», що забезпечує кодування і декодування інформації при спілкуванні та взаємній передачі інформації).

По-третє, спільно існувати елементам має бути більш вигідно, ніж окремо один від одного.

Проявляти себе природні начала можуть тільки 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 і об'єднувати можна тільки щось матеріальне, що має енергетичний потенціал.

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

Відкритість і стаціонарність систем. Найважливішими властивостями систем, що розвиваються, є їх *відкритість і стаціонарність*.

Для свого розвитку будь-яка система має постійно «вирішувати» дві принципові проблеми. По-перше, вона повинна десь брати енергію; по-друге, вона має бути внутрішньо певним чином структурованою (організованою). Ця організація покликана забезпечити здатність накопичувати, закріплювати і перетворювати енергію. Разом все це потрібно для здійснення незворотних, спрямованих і закономірних змін, які називаються розвитком.

Відкритість відіграє ключову роль в діяльності підприємства. Саме зовнішнє середовище виконує функції, без яких воно не здатне існувати:

- середовище є матеріально-інформаційним простором для фізичного існування підприємства; причому характеристики навколишнього середовища мають задовольняти необхідним умовам його існування;

- в середовищі підприємство знаходить споживачів своєї продукції; продаючи її; підприємство отримує ту частину вільних коштів покупців, яка фактично є аналогом вільної енергії для подальшого функціонування і розвитку підприємств;

- середовище є каналом відтоку власних вільних коштів підприємства в формі платежів, зборів, податків, корупційних та рекетирських витрат; вони йдуть від підприємства до постачальників ресурсів і різних послуг; натомість підприємство отримує необхідні для своєї роботи ресурси, умови функціонування, гарантії безпеки тощо;

- середовище є місцем видалення (складування, захоплення) і активним реактором для нейтралізації (очищення) відходів підприємств.

Засобом взаємодії системи з зовнішнім середовищем і реалізації взаємозв'язків елементів (підсистем) між собою є метаболізм.

Метаболізм, тобто обмін речовиною, енергією та інформацією системи з зовнішнім середовищем, становить основу існування систем. Обмін також здійснюється між окремими частинами системи.

Стаціонарність системи означає її здатність зберігати відносну сталість основних параметрів свого стану. Це досягається підтриманням гомеостазу – відносно вузького інтервалу параметрів стійкої різниці фізико-хімічних або соціально-економічних потенціалів (зокрема, тиску, температури, хімічних характеристик, наявності/надлишку товарів і ін.) між системою і зовнішнім середовищем, а також між окремими частинами самої системи.

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 і впорядкування змісту системи в просторі і часі.

Презентаційні матеріали

План лекції

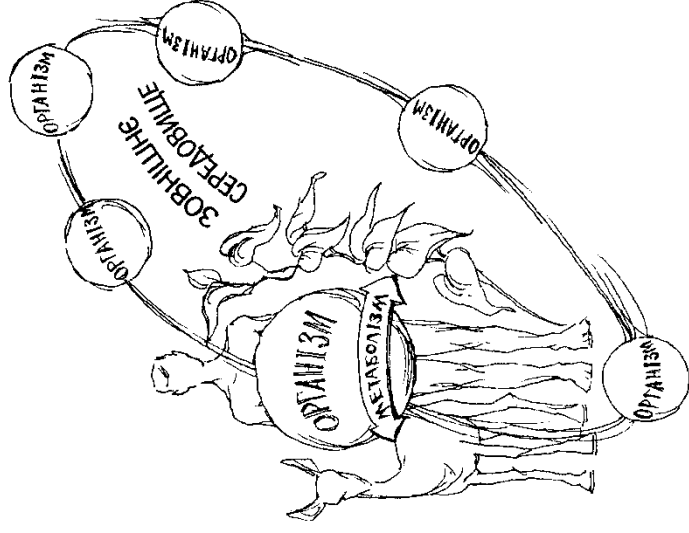
1. Поняття про систему
2. Відкритість і стаціонарність системи
3. Склад і функції системи
4. Матеріальна основа і метаболізм
5. Інформаційна основа і пам'ять
6. Синергетична основа
7. Взаємодія сутнісних основ системи

1. Поняття про систему

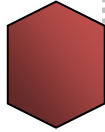
- **Поняття про світобудову**
- **Світ складається з відкритих стаціонарних систем**
- **Відкритість** систем означає, що вона здійснює зовнішній **метаболізм**, тобто обмін *речовиною, енергією і інформацією* із зовнішнім середовищем. Метаболізм є джерелом надходження в систему *вільної енергії*
- **Стаціонарність** системи означає, що вона підтримує го-
меостаз – сталість складу і властивостей. Завдяки *стаціо-
нарності* підтримується також інформаційна ідентичність
системи

Усе є цілим і частиною іншого цілого

- Будь-яка частина світобудови є «ХОЛЕНОМ», тобто **цілим** (відкритою стаціонарною системою) і **частиною** іншого цілого (відкритої стаціонарної системи вищого рівня) (за Кеном Вілбером)



Основи світобудови



Світ складається із *відкритих стаціонарних систем*

Відкритість системи означає, що вона здійснює *метаболізм*, тобто *обмін речовиною, енергією та інформацією* із зовнішнім середовищем. Метаболізм є джерелом надходження до системи *вільної енергії*.



Стаціонарність системи означає, що вона підтримує *гомеостаз* – *сталість* складу і властивостей. Завдяки стаціонарності підтримується *інформаційна ідентичність* системи.



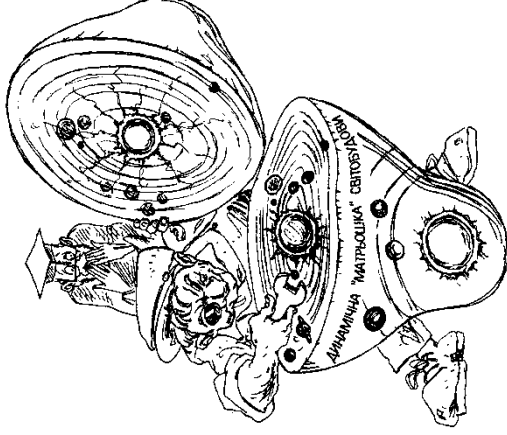
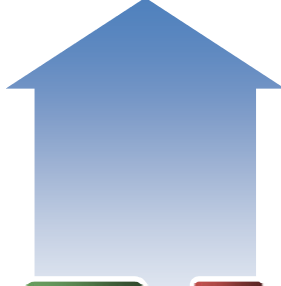
Світобудова ієрархічна, наче «матрьошка»

Елементарні частини: молекули, атоми, частинки

Жива речовина:
(клітини, організми)

Екосистеми

Суспільні об'єднання
(сім'ї, підприємства, ринки, макросистеми)



Відкриті стаціонарні системи

ПОНЯТТЯ СИСТЕМИ

- Система – це сукупність окремих частин, об'єднаних у ціле, що породжує якусь нову якість, якої не мали частини, з яких складається система.
- Система має властивості, які відсутні у її частин.
- Системі не можна зрозуміти, вивчаючи лише властивості її окремих частин.

Античне визначення системи

Ціле, що більше суми окремих його частин

Сказане слід уточнити:

Ціле, що більше суми окремих його *матеріальних* частин

Основні поняття

- **Елемент системи** – це її структурна частина, яку не можна розкласти на змінюючі її (частини) властивостей.
Наприклад, елементом технічної системи є деталь, в біологічному організмі – клітина, в економічній системі – виконавець, і т.д.
- **Взаємозв'язки між елементами** – це функціональні залежності між елементами системи щодо виконуваних ними функцій та процесів реалізації метаболізму.

Основні поняття

- **Кордони системи** – межі дії взаємозв'язків між її елементами.
- **Стан системи** – це сукупність значень величин, характеристик для даної системи: параметрів внутрішніх елементів системи, зв'язків між ними, а також зв'язків між системою та зовнішнім середовищем – які називаються *параметрами стану*.

ПОНЯТТЯ СИСТЕМИ

- **Цілісність** – система сприймається як єдине ціле, тобто сукупність окремих елементів, об'єднаних між собою взаємними зв'язками; наприклад, атом, живий організм чи літак мають щось, що відрізняє їхню відмінність від інших систем; це щось підтверджується самим фактом однозначного їхнього сприйняття при виголошенні відповідних термінів, що позначають дані предмети.
- **Функціональність** – елементи об'єднуються в цілісну, системну єдність завдяки виконанню ними єдиної функції або єдиних функцій.

ПОНЯТТЯ СИСТЕМИ

- **Когерентність** – між елементами всередині системи існує тісний узгоджений взаємозв'язок; причому зв'язки елементів між собою міцніше, ніж їх зв'язки із зовнішнім середовищем, що забезпечує системі самозбереження та виживання.
- **Емергентність** – системне ціле має властивості, які не властиві його підсистемам.

Приклади систем

- Вода має дивні властивості, яких не мають ані водень, ані кисень, що утворюють воду.
- Можливо, автомобіль і зможе пересуватися без якихось своїх частин або вузлів, однак жодна його деталь або вузол не зможуть виконати функцію автомобіля в цілому.
- Усі види ссавців мають стандартний набір органів, але не-повторно різняться своїми формами і функціями. Це означає, що подібні компоненти можуть утворювати зовсім різні системи.

Властивості системи

- За Р. Акоффом:
 - Поведінка кожного елемента впливає на поведінку цілого
 - Поведінка елементів і їх вплив на ціле взаємопов'язані
 - Кожна частина системи має властивості, які втрачаються, якщо її відділити від системи
 - Система є ціле, яке не можна зрозуміти через аналіз частин.

Переконливий образ системи

- За Дж. Голлу:
 - «Сукупність елементів, кожен з яких за своєю природою прагне впасти на землю, але за рахунок спільних безперервних зусиль долають цю тенденцію» (літак)

Зміст економічної системи

- Будь-яке підприємство – система:
 - Підприємство – більш складна система ніж сума його частин (цехів, підрозділів, служб)
 - Поведінка кожного підрозділу впливає на стан підприємства
 - Підрозділи підприємства взаємопов'язані
 - Кожна структура підприємства втрачає свої властивості поза його межами

2. Відкритість і стаціонарність системи

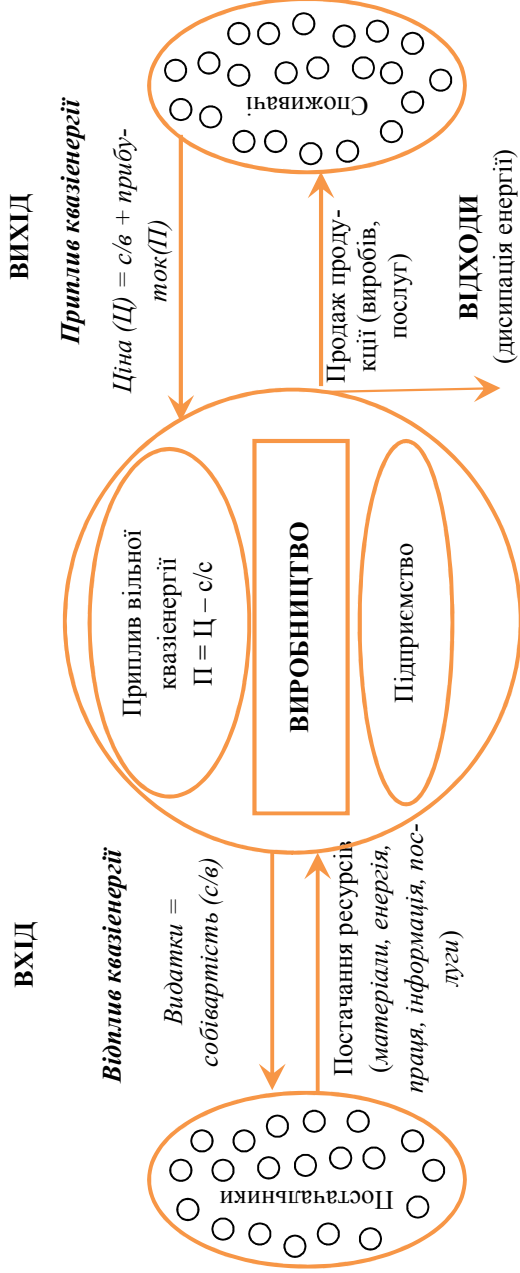
- **Необхідність відкритості** обумовлена роллю **довкілля**:
 - середовище існування систем;
 - джерело енергії (квазіенергії);
 - засіб комунікації з іншими системами;
 - середовище видалення відходів

Метаболізм та відкритість

- **Метаболізм** – це обмін речовиною, енергією та інформацією між окремими частинами всередині системи, а також між системою і зовнішнім середовищем.
- **Відкритість** – здатність системи здійснювати метаболізм із зовнішнім середовищем.

Відкритість економічної системи

- Довкілля для підприємства



Функції середовища для підприємства

- *Матеріально-інформаційний простір* існування підприємства, причому, характеристики навколишнього середовища повинні задовольняти необхідні умови його існування.
- *Простір існування споживачів* виробленої продукції, споживачі є джерелом доходу для підприємства (аналог вільної енергії).
- *Простір вихідних ресурсів* та відтоку вільних коштів, поставників ресурсів та послуг, за що підприємство розраховується власними коштами.
- *Місце видалення відходів*, засіб відновлення стану екосистем.

Стационарність

- Стационарність – це здатність системи підтримувати свій стан у відносно невеликому усталеному інтервалі її параметрів (гомеостазі).
- Гомеостаз(ис) (від грецького «гомоіос» – *подібний*, *однаковий* і «стасис» – *нерухомість*) – усталена різниця матеріальних або інформаційних потенціалів (рівні висоти, температури, тиску, хімічних характеристик, економічних показників тощо) між системою і зовнішнім середовищем, а також між окремими частинами в самій системі.
- *Приклади гомеостазу*: стабільна температура, тиск, зміст рідини тощо – в біологічних організмах.

Роль стаціонарності і гомеостазу

- Забезпечення стабільної ідентичності кожної системи
- Підтримання руху всередині системи та між системою і довкіллям
- Забезпечення максимальної ефективності процесів функціонування систем.
- Показники гомеостазу економічних систем:
 - потужність,
 - обсяг виробництва,
 - номенклатура і асортимент продукції

Гомеостаз економічних систем

- Характеристикою гомеостазу економічних систем умовно можна вважати *обсяг товарно-грошових потоків*, що вона пропускає крізь себе в одиницю часу, зокрема, її *потужність*, тобто обсяг виробництва в одиницю часу, наблизений до найбільш ефективного режиму функціонування системи.
- Якщо бути точним, теоретичним рівнем гомеостазу економічної системи слід визнати питомий (в одиницю часу) обсяг виробництва у грошовому вираженні, що відповідає мінімальним граничним (маржинальним) виробничим витратам.

Окремі параметри гомеостазу економічної системи

- Як окремі параметри, що відображають гомеостаз економічної системи (підприємства) можна розглядати: *номенклатуру продукції, її асортимент, обсяг виробництва, ринкову ціну продукції, що випускається.*
- Зокрема, ціна продукції характеризує обсяг вільної квазіенергії, яку вдається залучити до системи завдяки виробництву та реалізації одиниці продукції.
- Для *макроекономічної системи* окремими показниками її гомеостазу можна вважати обсяг валового внутрішнього продукту (ВВП) та зовнішньоторговельне сальдо.

Триалектика формування системи

- Сутнісні начала природи
 - Процеси функціонування і розвитку систем відбуваються на основі взаємодії трьох сутнісних начал



Енергетичний потенціал
(енергія)

Інформаційна реальність
(пам'ять)

Синергетичний феномен
(здатність об'єднуватися та узгоджувати дії)

3. Склад і функції системи. Склад системи

- Будь-яка система має матеріально-інформаційну природу і формується із трьох її функціональних основ:
 - матеріальної основи (здійснює силові функції);
 - інформаційної основи (визначає алгоритм функціонування);
 - синергетичної основи (реалізує зв'язки)

4. Функції системи

- Головні функції:
 - збір, зберігання і відтворення інформації;
 - підтримання просторового взаємозв'язку між елементами системи;
 - підтримання у часі процесів функціонування і розвитку системи;
 - здійснення метаболізму;
 - репродукція системних елементів;
 - захист системи;
 - корегування діяльності окремих елементів.

Матеріальна основа і метаболізм. Матеріальна основа (МО)

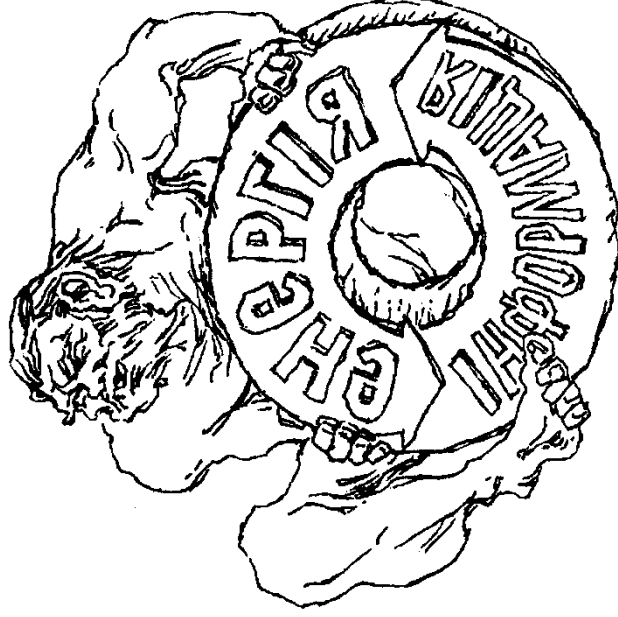
- Це сукупність об'єднаних в системне ціле матеріальних елементів, які забезпечують здійснення комплексу функцій, необхідних для існування і розвитку системи. Ключове призначення матеріальної основи *силоче*.
- МО забезпечує виконання роботи про здійснення *метаболізму* (речовинно-енергетично-інформаційного обміну)

Метаболізм

- **Метаболізм** (від грец. «метаболе» – зміна, перетворення) – це обмін речовинами, енергією та інформацією системи із зовнішнім середовищем, а також окремих частин системи між собою.
- Завдяки М. система вилучає енергію або енергонасичені речовини із довкілля і видаляє туди відходи своєї діяльності. Завдяки М всередині системи відбувається перетворення речовин і трансформації одних видів енергії в інші.

Енергія

- **Енергія** – загальна кількість енергії, яку витрачає система на міра різних форм зміни матерії
- **Енергія** обумовлює здатність системи здійснювати роботу (відтворювати зміни всередині і ззовні себе).

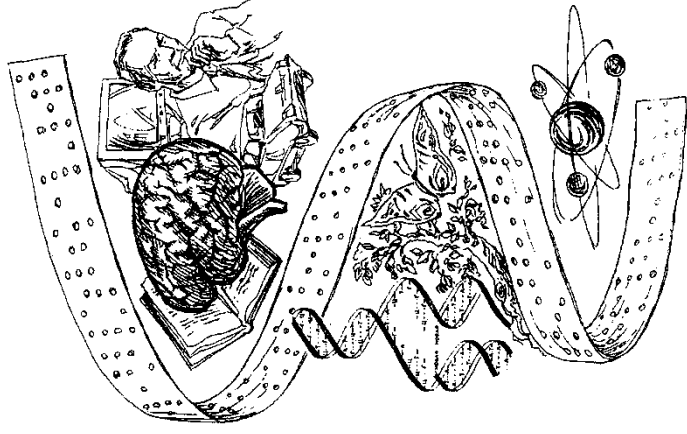


5. Інформаційна основа і пам'ять Інформаційна основа (ІО)

- ІО – це інформаційна складова системи, яка виступає в ролі чинника (вектора), що *напрявляє* і *впорядковує* дії енергетичної складової.
- ІО визначає *алгоритм* взаємодії між собою окремих елементів системи, структуру їх побудови, частки і параметри стану системи та її окремих частин.

Інформація

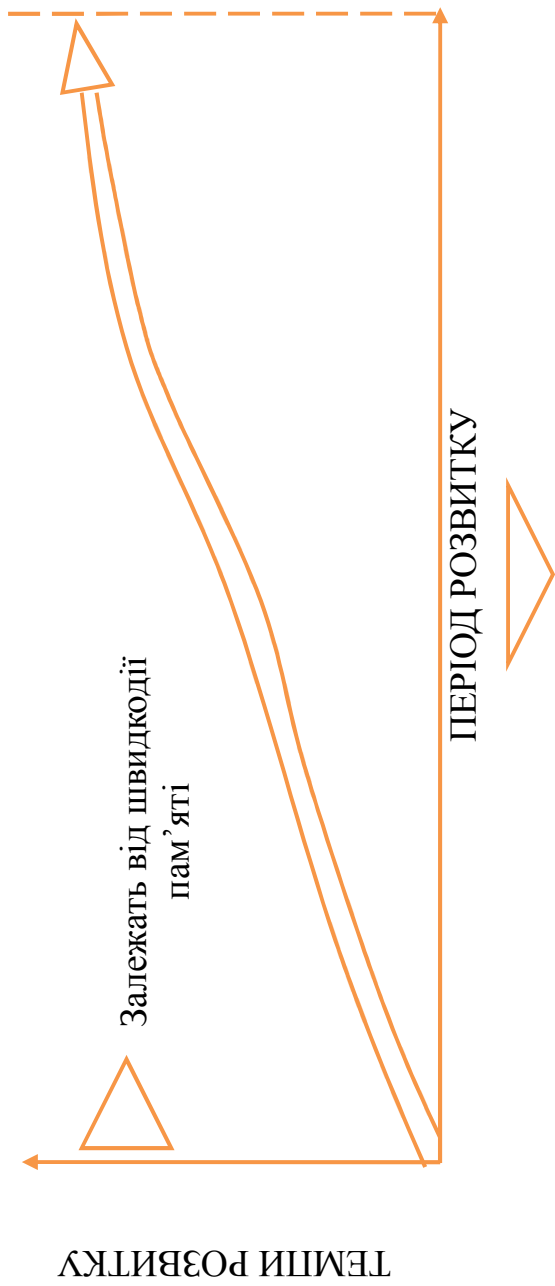
- Інформація – це сутнісний початок природи, що несе в собі характерні ознаки предметів і явищ природи, які проявляються в просторі і часі
- Інформація утворюється за допомогою *різниць енергетичних потенціалів* системи, закріплених її пам'яттю.



Пам'ять системи

- **Пам'ять** – це здатність системи накопичувати, закріплювати (зберігати) і відтворювати інформацію
- Система здатна існувати до тих пір, поки існують ресурси її пам'яті. Для безкінечного існування системи вона повинна мати безкінечну ємність пам'яті
- Темпи розвитку системи відповідають швидкості закріплення і відтворення інформації в системі, тобто інтенсивності (швидкодії) її пам'яті




Вплив пам'яті на розвиток системи



Залежить від ЄМНОСТІ пам'яті



Еволюція природи відбувається завдяки розвитку систем пам'яті

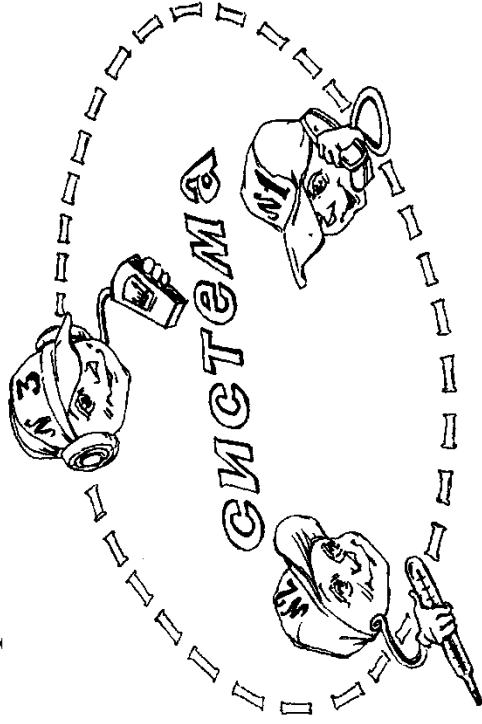
<p>Перший</p> <p>Первинні фундаментальні сутності</p> <p>закони природи</p> 	<p>Другий</p> <p>Сутності живої природи</p> <p>біологічні види</p>  	<p>Третій</p> <p>Сутності інтелекту та суспільства</p> <p>особистість</p>  	<p>Четвертий</p> <p>Продукти інтелекту та суспільства</p> <p>знання</p>  	<p>П'ятий</p> <p>Продукти продуктів інтелекту та суспільства</p> <p>комп'ютерні продукти</p>  	<p>Шостий</p> <p>Продукти систем, що самоорганізуються</p> 
--	---	--	--	---	---

6. Синергетична основа (СО)

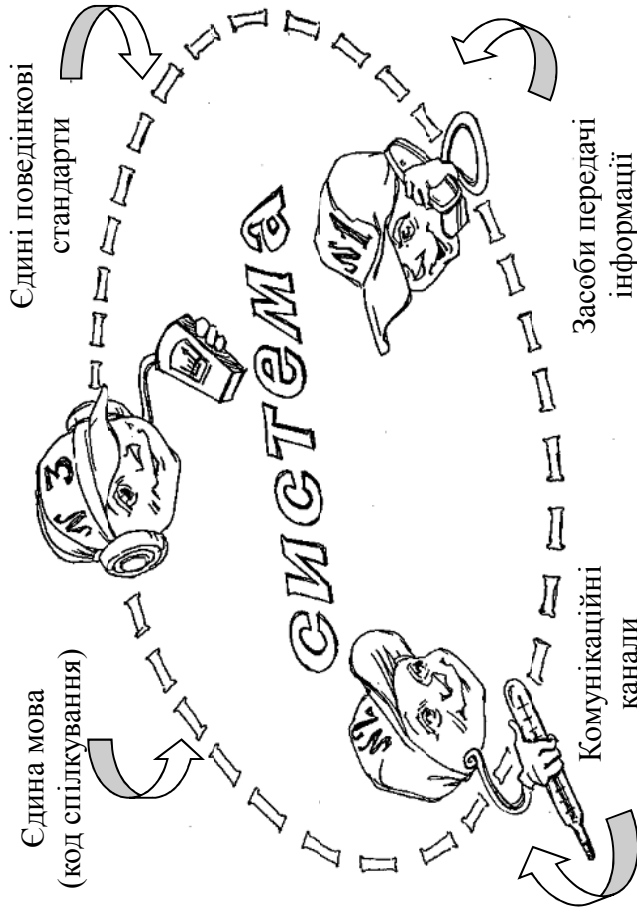
- СО – це складова системи, що забезпечує *реалізацію взаємодії* окремих елементів всередині самої системи, а також взаємодію системи з іншими системами, що у зовнішньому середовищі СО утворюють *зв'язки, комунікації відносини*.

Синергія

- *Синергія* – сутнісний початок природи, що зумовлює здатність окремих природних сутностей об'єднуватися в системи з «кооперативною поведінкою».



Передумови досягнення синергії



Умови прояву синергії

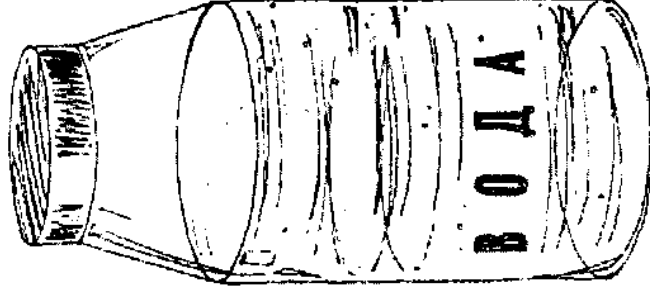
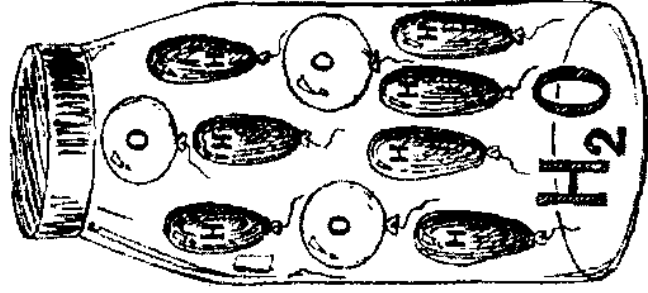
- Для прояву феномена синергії необхідно, як мінімум, дві умови:
 - (1) окремі частини повинні реагувати на зміни довкілля (зокрема мати пам'ять);
 - (2) окремі частини повинні синхронізувати між собою свої дії у постійній комунікаційній зв'язок, у т.ч. повинні існувати загальні правила поведінки, стандарти, «мова спілкування» і т.д.

Умови прояву синергії

- 1) Окремий елемент повинен реагувати на зміну стану зовнішнього середовища (тобто мати пам'ять).
- 2) Окремі елементи повинні узгоджувати (синхронізувати) між собою свої дії через комунікації, що обумовлює: (а) існування комунікаційного зв'язку; (б) існування спільної мови (правил, стандартів, мови спілкування);
- 3) Існування вигоди спільного функціонування.

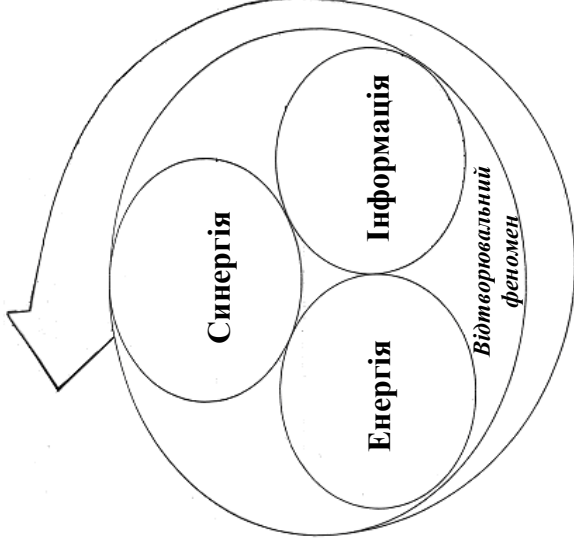
Роль синергії в утворенні системи

- Система – це ціле, більше за суму його частин.
- Формули синергії в економіці:
 $2 + 2 \neq 4$
 $2 + 2 > 4$
 $2 + 2 = 5$



7. Взаємодія сутнісних основ системи

- Взаємодіючи, триада природних начал інтегрує четверте сутнісний початок природи – **відтворювальний феномен**.
- **Відтворювальний феномен** забезпечує здатність системи постійно підтримувати взаємоз'язок між сутнісними початками природи, завдяки чому система відтворює свої характерні ознаки.



Взаємодія сутнісних начал

- Існує закономірність **взаємовідповідності** сутнісних начал у будь-якому стані системи
- **Слідства**
 - Не слід витрачатися на матеріальні засоби, якщо для цього не підготовлена матеріальна і синергетична основи.
 - Для вирішення будь-якої задачі існує максимально ефективне поєднання матеріально-енергетичних засобів, інформації і системної організації
 - У певних межах кожен з трьох факторів (матеріальний, інформаційний, синергетичний) може замінювати два інших фактори
- Або
 - Застосування інформації (кмітливості) може заощадити енергію чи кошти
- Або (жартівливе)
 - Добуток сили на розум є сталою величиною.

Триалектичність системи

- Природа будь-якої системи (молекули, рослини, підприємства) **триалектична**.
 - З одного боку – матеріальна суть,
 - З іншого – **інформаційна програма**,
 - З третьої – продукт узгодженої взаємодії інших систем (підсистем) природи.

Реалізація триалектичності систем

- Як *матеріальний об'єкт*, система здатна накопичувати та втрачати енергію, виконувати роботу.
- Як *інформаційна програма*, вона самоорганізує себе, сприймаючи та переробляючи інформацію зовнішнього середовища, відтворюючи власну; при цьому вона управляє процесами свого формування, функціонування та розвитку.
- Як *синергетичний* продукт, система формується в процесі взаємодії, а значить, взаємної підгонки і коригування поведінки, по-перше, її власних підсистем, а по-друге, даної системи з іншими подібними до неї системами під умови їх надсистемного рівня.

Роль кожного із начал

- І формувати, і руйнувати систему можна, впливаючи на кожну зі згаданих складових, а також на весь триєдиний механізм відтворення системи в цілому.
- **Екосистема.** Поліпшення стану екосистеми можуть сприяти дії за напрямками:
 - *матеріального* кількісного нарощування рослин та тварин в екосистемі;
 - *інформаційного* поліпшення стану екосистеми (збільшення якісного стану біологічних видів, оптимізація видової структури екосистеми);
 - *синергетичного* вдосконалення (видових та міжвидових комунікацій);
 - вдосконалення цілісного механізму *самоорганізації* екосистеми.

Роль кожного із начал

- Екосистема *деградуватиме* і поступово *руйнуватиметься*, якщо перелічені дії здійснюватимуться як би зі зворотним знаком. Тобто:
 - знищуватимуться рослини та тварини;
 - погіршуватиметься якісний стан біологічних видів чез хвороби або з інших причин, порушуватимуться оптимальні пропорції видового складу екосистеми;
 - блокуватимуться видові та міжвидові комунікації;
 - порушиться механізм самовідтворення екосистеми.

Роль начал в діяльності підприємства

- *Підприємство створюється у вигляді формування його основних основ:*
 - *матеріальної (основного та оборотного капіталів);*
 - *інформаційної; забезпечує алгоритми (технології), якими підприємство здійснює свою виробничу і торгову діяльність, і навіть управляє ними;*
 - *синергетичної; забезпечує реалізацію зв'язків всередині і поза підприємством;*
 - *цілісного потенціалу відтворення трьох перерахованих основ.*

Роль начал в діяльності підприємства

- Підприємство *деградуватиме*, якщо процеси будуть йти у зворотному порядку:
 - (1) знос основного капіталу буде недоамортизуватися, знижуватиметься оборотний капітал та інтенсивність його обороту;
 - (2) інформаційні алгоритми оперативної діяльності та управління на підприємстві будуть неадекватні у часі та перспективі;
 - (3) погіршиться взаємодія ланок на внутрішньо- та зовнішньогосподарських рівнях;
 - (4) блокуватиметься самовідтворювальний механізм підприємства.

Синергія в Європейському Союзі (ЄС)

- Синергія інформаційного моделювання будівель та географічних інформаційних систем у країнах ЄС для виконанні трансформації проектування та будівництва інфраструктури.



Екосистема та енергетична система Іспанії



Питання до теми

1. Дайте визначення системи. Наведіть приклади систем.
2. Наведіть античне визначення системи. Поясніть на прикладах його глибинний зміст.
3. Назвіть основні властивості системи.
4. Назвіть суттєві ознаки системи.
5. Які ознаки системи можна знайти у діяльності підприємства?
6. Чому економісти визначили систему як: $2+2>4$? Якщо Ви згодні з цим, наведіть приклади цієї тези. Чи може бути ситуація, коли діяльність економічної системи відповідає формулі: $2+2<4$? Якщо так, то у яких випадках це відбувається?
7. Що таке стан системи? Чим визначається стан економічної системи?
8. Як би Ви охарактеризували сутнісні засади природи та триєдиний механізм їх дії? Про які сутнісні засади природи йдеться?
9. Охарактеризуйте дію сутнісних початків природи лише на рівні економічної системи.
10. Які фактори реалізують функції сутнісних засад на рівні економічної системи?
11. Що можна вважати енергоносієм? Що виконує роль носія енергії (квазіенергії) у економічній системі?
12. Охарактеризуйте зміст інформації.
13. Дайте визначення пам'яті та розкрийте її роль у функціонуванні та розвитку системи.
14. Що таке синергія та синергетизм (синергізм)? Наведіть приклади їхнього прояву.
15. Які умови передбачає узгоджена поведінка?
16. За яких передумов може відбутися явище синергетизму?

17. Назвіть та наведіть приклади механізмів, за допомогою яких реалізується явище синергетизму.

18. Охарактеризуйте взаємозв'язок сутнісних початків у процесі відтворення системи як цілісної освіти.

19. Як, впливаючи на кожну з природних основ, можна порушити єдиний механізм функціонування системи?

20. За якого стану груп факторів (відповідних природним початкам), які формують систему, вона досягає своєї максимальної ефективності? Наведіть приклади.

21. Удосконалення яких груп факторів із триединого механізму функціонування економічних систем найактуальніше нині?

22. Що означає відкритість системи? Яку роль вона грає у забезпеченні її функціонування та розвитку?

23. Що таке метаболізм? Як він здійснюється за функціонування системи?

24. Поясніть, що означає стаціонарність системи. Які функції виконує гомеостаз?

25. Роль стаціонарності та гомеостазу у підтримці найбільш ефективного режиму функціонування системи.

26. Охарактеризуйте стаціонарність та гомеостаз в економічних системах.

27. Охарактеризуйте зміст та призначення матеріальної основи системи. Що становить матеріальну основу економічної системи?

28. Охарактеризуйте зміст та функції інформаційної основи системи. Що є інформаційною основою економічної системи?

29. Що таке інформаційний метаболізм?

30. Охарактеризуйте зміст та основні функції ключових блоків будь-якої системи. Наведіть приклади їхньої роботи в умовах економічної системи.

Тема 2

Розвиток економічних систем



Основи теорії

Процеси розвитку становлять невід'ємну складову існування відкритих стаціонарних систем, включаючи економічні структури. Від чого ж залежать стійкість і швидкість процесу розвитку? Познайомимося для початку з його сутністю.

Необхідні ознаки розвитку. З поняттям розвитку асоціюються насамперед процеси зміни стану систем.

Згідно з енциклопедичним визначенням, розвиток – вищий тип руху, при якому відбувається **незворотна, спрямована, закономірна** зміна стану матеріальних об'єктів (організм, екосистема, підприємство) і ідеальних предметів (мова, культура, релігія). (Слід, правда, зазначити, що останні не здатні існувати і розвиватися без своїх матеріальних носіїв, тобто людей). Тільки одночасна наявність трьох названих ознак виділяє процеси розвитку серед інших змін.

Дійсно, *незворотність* оберігає систему від циклічного повторення (тобто, постійності). *Спрямованість* забезпечує можливість накопичення змін і виникнення нової якості. При відсутності *закономірності* відсутня дія причинно-наслідкових зв'язків. Існує лише хаос – нескладний, безпричинний і нескінченний набір випадковостей.

Незворотність – властивість процесів довільно протікати в певному напрямку без можливості непримусового повернення в початковий стан. Система, в якій відбулися незворотні процеси, не здатна повернутися в початковий стан без того, щоб у навколишньому середовищі не залишилося якихось змін.

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 напрямом, який найкращим чином дозволяє виконувати її основну функцію. Якщо мова йде про живу систему, то цей напрям має відповідати просуванню до головної мети існування системи (наприклад, домінуванню в екологічній ніші).

Головна мета більшості *економічних суб'єктів* в уяві людей пов'язана з отриманням прибутку. І це дійсно так. Але фінансовий результат діяльності підприємств є наслідком досягнення багатьох допоміжних та проміжних цілей. Умілі керівники спроможні майстерно їх ставити і координувати в просторі і часі засоби й результати їх взаємного досягнення. Часто досягнення якихось із згаданих цілей може відбуватися всупереч короткостроковим фінансовим вигодам. Останні можуть приноситися в жертву заради стабільних довгострокових економічних (в тому числі, і фінансових) результатів діяльності.

Ступінь досягнення зазначених цілей в кінцевому підсумку і буде визначати спрямованість розвитку даної економічної системи, а саме формувати передумови для кінцевого успішного фінансового результату.

Незворотність і *спрямованість* тісно пов'язані між собою, хоча і мають різні функції. Незворотність захищає систему від довільного «скочування» в попередній стан. Спрямованість же забезпечує, щоб зміни відбувалися в певному напрямку і мали певний вектор спрямування.

Незворотність у поєднанні зі спрямованістю можуть значною мірою прискорити розвиток системи. При цьому незворотність інформаційно – за допомогою зворотного зв'язку – закріплює зміни, що відбуваються, ліквідуючи можливість системи повернутися до свого попереднього стану.

Наприклад, альпініст, просуваючись до вершини і закріплюючись, кожен раз страхує себе від скочування вниз (у цьому випадку – в прямому значенні). Спрямованість надає змінам найбільш ефективного характеру. Вона

сприяє запобіганню втрат енергії від коливань у різні боки (напрямки). Той самий альпініст буде рухатися швидше, якщо обере найбільш раціональний маршрут руху, де йому не доведеться значно відхилитися від умовної найкоротшої траєкторії просування до мети.

Для економічної системи спрямованість значною мірою залежить, зокрема, від порядку використання методів виготовлення продукції. Вона досягається, коли, наприклад, підприємство концентрує свої зусилля на певному напрямі (або напрямках). Таким може бути виготовлення певної номенклатури продукції, при якому кожен наступний вид продукції, що випускається, має певні спадкоємні зв'язки з попередніми товарами, начебто «походить» з попередніх. Це істотно відрізняється від ситуації, коли підприємство намагається щоразу впроваджувати принципово нові види продукції, часто докорінно змінюючи номенклатуру свого виробництва. У цьому випадку кожен новий вид продукції має мало спільного з попереднім. Можливо, це дає деякі тимчасові переваги в «знятті вершків», але зменшує можливості сталого розвитку підприємства на основі підвищення ефективності та поступового вдосконалення виробництва.

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

Закономірність гарантує, що зміни будуть відповідати причинно-наслідковим зв'язкам. Це означає, за одних і тих самих умов зміни системи відбуватимуться суто певним чином, тобто кожен раз однаково. Інакше кажучи, з одних і тих самих причин, при одних і тих самих умовах (що є істотним!) завжди буде витікати одне і те саме слідство. В ролі подібного слідства може розглядатися саме

стан системи. Однакові ланцюги змін при однаковому вихідному стані системи мають незмінно призводити до однакового її кінцевого стану.

На рівні підприємства закономірність означає, що при незмінних характеристиках ринкового середовища (одному і тому самому контингенті споживачів, їх стабільній купівельній спроможності, однаковій кількості і якості товарів, незмінній активності конкурентів на ринку та ін.) однакові дії підприємства призводитимуть до однакових результатів (ефектів). Зокрема, зменшення ціни викликати-тиме лише певне збільшення обсягу продажів, азбільшення ціни – детерміноване його зменшення. Насправді мова йде лише про теоретичні тези. В реальних умовах характеристики ринку змінюються щохвилини. Повторити їх повну ідентичність у часі просто неможливо, як неможливо двічі увійти в одну і ту саму річку.

Розглянуті три властивості: *незворотність, спрямованість і закономірність* – можуть надати змінам системи характеру розвитку. Зазначені властивості є *необхідними* формальними ознаками феномена розвитку. Але навіть їх наявність не дає достатніх підстав кваліфікувати будь-який процес як розвиток. Значною мірою глибина цього явища, в тому числі сутність його достатніх ознак, розкривається нашим суб'єктивним сприйняттям даного 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*. Сам термін «розвиток» вже несе певне змістовне навантаження, яке свідомо чи підсвідомо закладається в нього носіями мови. Саме в цьому підтексті «прочитуються» зазначені достатні ознаки.

Впорядкованість процесів. Хоча розвиток не завжди пов'язаний тільки з прогресивними змінами (іноді – в чому переконаємося далі – система може рухатися і за регресивним, загасаючим сценарієм), проте цей процес сприймається як своєрідний антипод деструкції, тобто руйнації. Таким чином, процес може «розвиватися» за несприятливим сценарієм, що в підсумку може призвести систему до краху, однак, як правило, при цьому мається на увазі, як мінімум, *упорядкований*, а не хаотичний, деструктивний процес. Наприклад, будівля поступово занепадає, а підприємство деградує. Але зазначені процеси відбуваються не миттєво, коли руйнується конструкція, а підприємство визнає себе банкрутом.

Випадковість і невизначеність. Поняття розвитку значною мірою пов'язане зі *стохастичністю* (тобто випадковістю) і *невизначеністю*, які в будь-якому випадку ніколи не можуть усунутися повністю. Це пояснюється тією обставиною, що зміни, які зумовлюють розвиток, значною мірою є *випадковими* (адже інновації в більшості своїй мають випадковий характер). Крім того вони є *унікальними*, тобто такими, аналогів яким не було в минулому.

В економіці випадковість і 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 з поворотною часткою «-ся». Таким чином, процеси розвитку систем передбачають в першу чергу активну роль внутрішніх механізмів самоорганізації систем.

У тому випадку, коли передбачаються зміни системи за рахунок зовнішніх факторів (зокрема, на основі цілеспрямованих дій людини), використовується інша термінологія: «перебудувати», «виконати дії», «змінити», «вплинути».

ти», «реалізувати план» і т. ін. Система ж саме «розвивається», реалізуючи власну потенцію активності. Розвиваються живі організми, екосистеми, відносини між людьми, 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 виникає через умови зовнішнього середовища. Тобто характеризується поведінка системи немов би з більш активною роллю координуючого суб'єкта, який знаходиться знову таки всередині самої системи.

Повною мірою ознаки розвитку відносяться й до *економічних систем*. Якщо завдяки ефективній діяльності і за рахунок отриманого від цього додаткового доходу підприємство створює нові потужності і модернізує існуючі, то це свідчить про розвиток підприємства, яке піклується про розвиток своїх підрозділів. Якщо ж зазначені процеси відбуваються на державному підприємстві, і кошти на це виділяє з держбюджету країна, це свідчить про розвиток країни, яка намагається створити передумови для розвитку підприємств, які їй належать.

Сказане дозволяє схематично уявити фактори, що впливають на процес розвитку систем.

Однією з найважливіших засад синергетики є феномен *самовпорядкування* системи, перехід від хаосу до порядку. Але спочатку дамо визначення поняттям *порядок* і *хаос*.

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

Ми не постійно купуємо щось в магазині і навряд чи безперервно користуємося послугами сервісу, зв'язку. Але можна при потребі піти в магазин і придбати необхідний нам предмет. Працівники сервісу готові виконати наше замовлення, щойно ми до них звернемося. Телефонна станція або мобільний оператор цілодобово готові з'єднати нас з потрібними абонентами. Впевненість у безвідмовній роботі цих служб існує там, де чітко діють товарно-грошові відносини. Саме вони створюють порядок в економічній системі. Це означає, що існують як мінімум дві умови: організаційна структура пропозиції і економічний потенціал попиту. Останнє передбачає потребу (інтерес) і платоспроможність покупця (клієнта).

Передумови порядку. Для виникнення в певному місці простору порядку потрібні три умови.

По-перше, необхідна наявність тут *енергетичного (квазіенергетичного, тобто фінансового) потенціалу*, здатного викликати будь-які зміни (рух).

По-друге, ця частина простору повинна бути певним чином *інформаційно організована*. Інакше кажучи, необхідна наявність інформаційного алгоритму реалізації енергетичного *потенціалу*, аби надати змінам, які виникають, стійкого спрямованого характеру.

По-третє, окремі частини простору повинні бути об'єднані ефектом *синергетизма* в єдину цілісну систему.

Матеріальна впорядкованість забезпечує здатність системи здійснювати роботу, передбачає формування енергетичних (квазіенергетичних) потенціалів, що забезпечують реалізацію силових функцій.

Потенціал (від лат. *potentia* – сила) – це *наявність у певного об'єкта (точки, системи) фізико-хімічних чи соціально-орієнтованих властивостей* (рівня висоти, тиску, температурних характеристик, електромагнітної зарядже-

ності, економічних властивостей та ін.), що створюють можливість виконати роботу.

Оскільки будь-який матеріальний об'єкт без винятку має той чи інший енергетичний потенціал, найчастіше більш істотним моментом є різниця потенціалів між об'єктами (суміжними точками, системою і зовнішнім середовищем, окремими частинами системного цілого). Тому будь-яка нерівномірність, а точніше – неврівноваженість, є рушійною силою змін. Зокрема, внаслідок різниці економічних потенціалів (попит-пропозиція) починається рух потоку товарів і грошей. У цьому випадку виробник (продавець) має надлишок товарів, а споживач (покупець) – надлишок коштів, щоб придбати необхідні йому речі чи послуги.

Інформаційна впорядкованість – це стійка, організована в просторі і часі спрямованість матеріально-енергетичних потоків, що забезпечують функціонування (життєдіяльність) системи.

Впорядкованість в просторі системи забезпечується її структурою. Під структурою (від лат. *structura* – будова, розташування, порядок) зазвичай розуміють розташування в просторі окремих частин системи і сукупність стійких зв'язків між ними.

Впорядкованість в часі передбачає послідовність, інтенсивність і тривалість окремих процесів, що визначають динаміку відтворення будь-якої природної або антропогенної сутності (об'єкта) чи явища.

Синергетична впорядкованість передбачає характер зв'язків (в тому числі, час і витрати на реалізацію) між підсистемами всередині самої системи і між даною системою і іншими системами. Для реалізації явища синергетики необхідно, щоб в системі проявилися як мінімум три групи передумов: а) окремі частини системи повинні мати свободу (і можливість) реагувати на зміну зовнішнього середовища; б) між окремими частинами системи повинні

діяти комунікаційні контакти (стандарти-правила спільної поведінки, мова-код взаємного спілкування, комунікації для реалізації зв'язків та ін.); в) має бути присутня взаємна вмотивованість (вигода) узгодженої поведінки.

Хаос. *Хаосом (безладом)* 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 на мові фізиків називається рівноважним станом. Така ситуація, зокрема, виникає, якщо всі частини системи мають: однакову температуру, зарядженість, хімічні характеристики. В економіці подібна ситуація настає, якщо економічні суб'єкти мають на руках однакову кількість товарів і грошей, а значить, відсутня потреба в обміні. При відсутності потенціалів відсутній і рух.

Друга причина може виникати, якщо існують імпульси змін (потенціал), але *відсутні інформаційні передумови* їх впорядкованості (стійкості і спрямованості). Прикладом є «броунівський рух». Це відбувається, якщо вектор (напрямок) дії потенціалу постійно змінюється.

І, нарешті, третя причина виникнення *хаосу* пов'язана з *блокуванням синергетичних зв'язків*. У свою чергу, це може відбуватися в одному з трьох випадків: а) якщо підсистеми не мають достатньої міри свободи адекватно реагувати на зміни, що відбуваються; б) якщо відсутні спільні для підсистем «правила гри», «мова спілкування» і комунікації; в) якщо підсистемам через будь-які обставини не вигідна кооперативна (узгоджена) поведінка.

Поняття про ентропію і саморуйнування систем. При організації своєї діяльності людина змушена враховувати один незаперечний факт: у будь-яких об'єктах матеріального світу неминуче відбуваються процеси *саморуйнування*. Використовуючи наукову термінологію, можна

сказати, що відбувається *довільне збільшення ступеня внутрішньої неупорядкованості системи*.

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

Зокрема, на підприємстві можуть відбуватися такі несприятливі зміни:

1) вийде з ладу частина технічних засобів, виробничих ділянок, підсистем, окремих виконавців;

2) погіршиться якість роботи технічних засобів, підсистем, виконавців; буде втрачена частина виконуваних ними функцій;

3) порушаться (погіршаться) зв'язки між окремими робочими місцями, виробничими ділянками, окремими виконавцями; в результаті процес взаємодії між ними вимагатиме більше часу або великих витрат праці, ресурсів, коштів; низка незворотних робіт (що виконувалися до цього без проблем) виявляться нездійсненими або непомірно дорогими.

Міру внутрішньої неупорядкованості системи називають *ентропією* (Л. Больцман навіть назвав ентропію *мірою безладу*). Відповідно, процес збільшення міри внутрішньої неупорядкованості системи є *зростанням ентропії*, або *виробництвом ентропії*.

Самовідтворення систем. Ми не маємо підстав ставити під сумнів друге начало термодинаміки. У дуже спрощеному вигляді його можна сформулювати так: частина енергії системи невідворотно втрачається (розсіюється) системою, внаслідок чого її ентропія зростає. Але таким же незаперечним законом світобудови є те, що природа протидіє подібній загальній деструкції (або, як сказали б фізики, тепловій смерті Всесвіту) процесами випереджального самовідтворення. Нобелівський лауреат Э. Шредингер

на питання, чим харчуються живі організми, відповідь: «негативною (від'ємною) ентропією». Фактично це означає, що живі організми живляться здатністю долати процеси саморуйнування роботою з самовідтворення.

Тим самим займаємося і ми з вами, коли вранці вносимо в наші квартири сумки з їжею, а ввечері виносимо відходи. Постійною самоорганізацією відкриті стаціонарні системи намагаються не тільки відновити доволі порушений порядок, але й перевершити його своїм подальшим зростанням, вдосконаленням, розвитком. Цей процес відбувається і на більш високому рівні міжсистемної організації. На місці відмерлих рослин з'являється нова, більш буйна поросль, із старих будівель люди переселяються в більш комфортабельні, зношені машини замінюються на досконаліші. Існуючі цивілізації передають естафету наступним – більш прогресивним, здатним краще накопичувати вільну енергію і інформацію.

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

Підвищення рівня впорядкування систем відбувається на основі процесів їх самоорганізації.

Мета як невід'ємна компонента розвитку. Розвиток будь-якої економічної системи (зокрема, фірми) пов'язаний безпосередньо з місією (генеральною метою) її існування, а також із стратегічними і тактичними цілями діяльності.

Місія – це генеральна мета існування економічної системи. Зазвичай вона ув'язується з тим профілем діяльності фірми (машинобудування, енергетика, сільське господарство, сфера послуг, модельний бізнес тощо), який ви-

значає її засновник (фізична або юридична особа). Більшість засновників (власників) підприємств прагнуть, щоб ті заробляли гроші і отримували прибуток. Але всі підприємства роблять це різними способами.

Місія підприємства формує принципові риси способу розвитку підприємства, своєрідний магістральний шлях просування підприємства до свого успіху. З місією підприємства нерозривно пов'язані і критерії її реалізації. Зокрема, це може відображатися у такому: «вийти на певний щорічний обсяг реалізації продукції», «утримувати певну частку продажів продукції в певному сегменті ринку», «завоювати лідерські позиції у певній сфері (увійти в п'ятірку, .. десятку, .. сотню)».

Стратегічні і тактичні цілі дають можливість конкретизувати і деталізувати шляхи реалізації місії підприємства.

Залежно від зазначених цілей підприємство визначає і вирішує поточні завдання в своїй діяльності, обираючи конкретні засоби, необхідні для досягнення цілей (зокрема, формує технологічну основу, вирішує проблеми постачання ресурсів і реалізації готової продукції).

Динаміка формування мети. В ході розвитку підприємства можуть у тій чи іншій мірі змінюватися цілі його функціонування. Залежно від здатності самостійно впливати на процес формування своєї місії і цілей функціонування підприємства поділяють на три основні групи:

- мають відносно постійну місію і цілі розвитку;
- мають відносно постійну місію, але здатні змінювати цілі;
- здатні в ході розвитку змінювати місію і цілі розвитку.

Т. А. Акімова виділяє три групи систем, даючи їм певні назви: а) ті, що *самоналаштовуються*; б) ті, що *саморозвиваються*; в) ті, що *самонавчаються*.

З урахуванням сказаного представлено класифікацію економічних систем залежно від ступеня свободи вибору ними місії і мети їх функціонування.

Системи, що самоналаштовуються мають фіксовані місію і цілі функціонування.

Як правило, для підприємств подібного типу цілі задаються ззовні, зокрема їх засновниками: власниками або організаціями вищого рівня. Потенціал пам'яті систем використовується тільки при адаптації до змін тих чи інших параметрів, істотних для раніше заданої мети функціонування системи. Наприклад, підприємство, якому визначили номенклатуру і обсяг виробництва, знаходить оптимальні варіанти поставки необхідних ресурсів, підбирає потрібні технології, визначає найбільш раціональні комбінації засобів виробничої діяльності. Відповідно до визначеної 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 підприємства (хоча, можливо, і з ініціативи представників підприємства).

Системи, що саморозвиваються мають відносно постійну місію і порівняно стабільні критерії оцінки ступеню її реалізації (іншими словами, показники якості свого функціонування). При цьому такі системи здатні самостійно встановлювати тактичні цілі свого розвитку і критерії оцінки їх досягнення.

Аналогом подібних систем може виступати підприємство, яке спеціалізується на певному профілі продукції і займає стабільну нішу на ринку. Критерієм успіху (якості функціонування) для такого підприємства може вважатися обсяг отримання прибутку, що залежить від обсягу продажів 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 зі зміною кон'юнктури ринку підприємство змушене кожного разу приймати нові рішення (змінювати цілі і засоби), пов'язані з формуванням портфеля замовлень, оновленням продукції, конструкторською та технологічною підготовкою, матеріально-технічним постачанням, підготовкою кадрів, реалізацією продукції, просуванням продукції на ринок.

Системи, що самонавчаються здатні самостійно трансформувати власну місію і відтворювати критерії оцінки ступеня її реалізації (якості свого функціонування) залежно від одержаних в процесі розвитку знань, навичок, накопиченого потенціалу, а також зовнішніх умов функціонування системи. Наслідком цього є постійне переформування цілей і засобів для їх забезпечення.

Як аналог подібних систем можна розглядати корпорацію або фірму, здатну змінювати профіль своєї діяльності. Зокрема, вона може кардинально трансформувати напрямки використання свого капіталу, виходити з одних ринків і проникати на інші. Діяльність подібних корпорацій відрізняється значним рівнем диверсифікації. Вона може включати різні сектори виробництва, товарів, банківську діяльність, різні сфери послуг: видавничу справу, спортивний і шоу-бізнес тощо. Природно, при кожній черговій трансформації в корпорації істотно видозмінюються її структура, профіль стратегічних і тактичних цілей, критерії їх досягнення і забезпечувальні засоби.

Поза сумнівом, що у даних економічних суб'єктів головним фактором, що обумовлює їх здатність до різних напрямів і форм розвитку, є людський капітал. При цьому провідну роль відіграють особистісні властивості фактичних лідерів, що визначають стратегію даних суб'єктів.

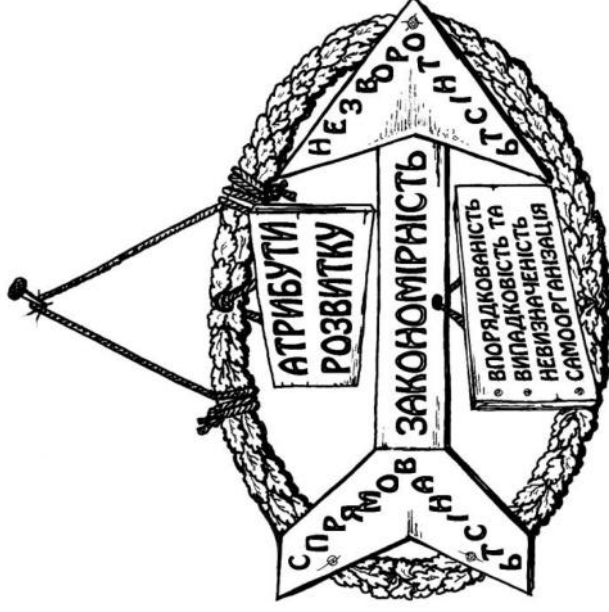
Презентаційні матеріали

План лекції

1. Поняття про розвиток
2. Необхідні і достатні ознаки розвитку
3. Впорядкованість систем
4. Передумови впорядкованості
5. Цілеспрямовання як фактор розвитку систем

1. Поняття про розвиток

- **Розвиток** – незворотна, спрямована, закономірна зміна стану системи
- **Умови розвитку** – впорядкованість, випадковість і невизначеність, самоорганізація систем.



Ознаки розвитку

СПРЯМОВАНІСТЬ НЕОБОРОТНІСТЬ ЗАКОНОМІРНІСТЬ

- *Спрямованість* забезпечує перехід до нової якості:
 - від *низхідного* до *висхідного*;
 - від *старого* до *нового*;
 - від *простого* до *складного*;
 - від *нижчого* до *складного*;
 - від *випадкового* до *необхідного*.
- *Необоротність* блокує можливість повернення системи до старого стану.
- *Закономірність* забезпечує дію причинно-наслідкових зв'язків, *можливість минулого залежати від майбутнього*.

Незворотність (Н) і спрямованість (С)

- **Незворотність** – це властивість процесів довільно протікати в певному напрямку без можливості непримусового повернення в початковий стан.
- **Спрямованість** – це здатність системи змінюватися в одних напрямках більшою мірою, ніж в інших.

Спрямованість підприємств

- Цілі як фактор спрямованості економічних систем:
 - отримання прибутку;
 - створення позитивного іміджу фірми;
 - просування власної продукції на певні сегменти ринку;
 - отримання конкурентних переваг;
 - підвищення ефективності виробництва;
 - підвищення якості продукції;
 - підвищення технологічного рівня виробництва;
 - впровадження у виробництво нових видів товарів та ін.

Закономірність

- **Закономірність (З)** – це властивість процесів зміну стану системи протікати у відповідності з певними законами.
- З. означає, що з одних і тих самих причин при одних і тих самих умовах завжди буде витікати одне і те саме слідство, зокрема певний стан системи.

Закономірність для підприємства

- При незмінних характеристиках ринкового середовища (одному й тому самому контингенті споживачів, стабільній їх купівельній спроможності, однаковій кількості і якості товарів, незмінній активності конкурентів та ін.) однакові дії підприємства будуть вести до однакових результатів (ефектів).
- Зокрема, зменшення цін буде вести до певного збільшення обсягу продажів, а збільшення цін – до детермінованого його зменшення.

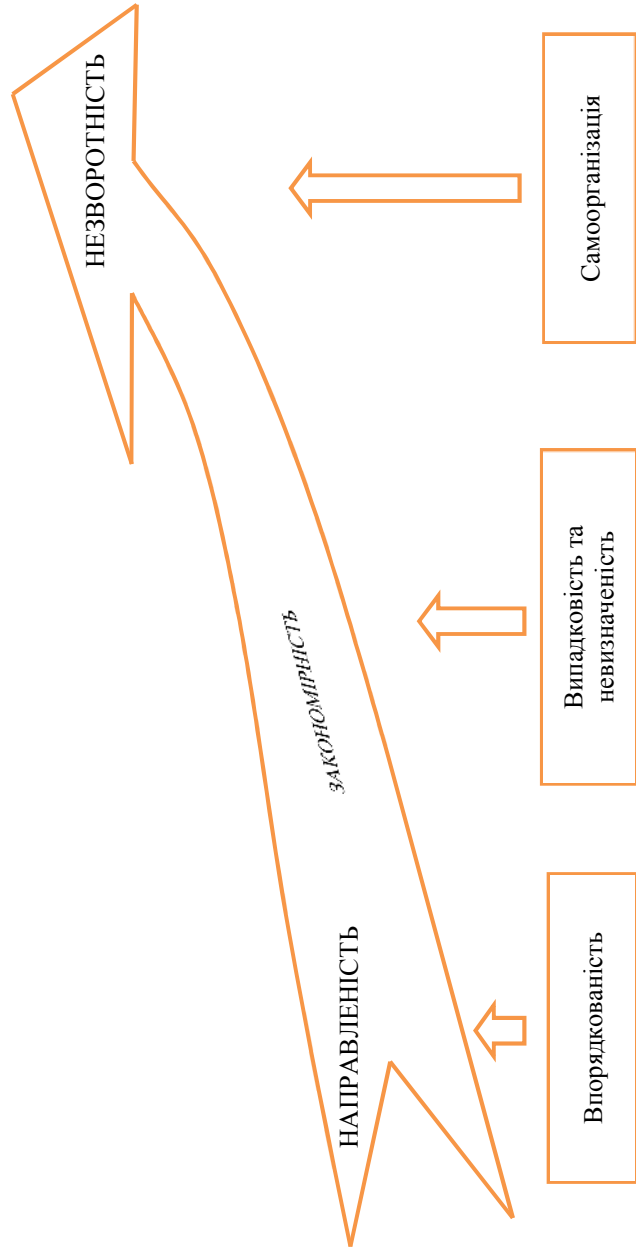
2. Необхідні і достатні ознаки розвитку

- **Спрямованість** забезпечує перехід системи до нової якості
- **Незворотність** блокує можливість повернення системи до старого стану
- **Закономірність** забезпечує дію причинно-наслідкових зв'язків, можливість майбутнього залежить від минулого

Достатні ознаки розвитку

- **Впорядкованість** – здатність процесів протікати не хаотично.
- **Випадковість і невизначеність** – свобода процесів протікати незалежно від волі людини.
- **Самоорганізація** – здатність системи змінюватися внаслідок її внутрішньої діяльності.

Загальна картина ознак розвитку



Визначення розвитку

- **Розвиток** – *незворотна, спрямована, закономірна зміна стану системи на основі реалізації механізмів її самовпорядкування і самоорганізації, що відбувається в процесах адаптації системи до випадкових, невизначених змін у зовнішньому середовищі.*

Фактори розвитку

Спрямованість → через цілеспрямування системи.

Закономірність → через відповідність поведінки системи законам природи.

Незворотність → через закріплення змін пам'яттю системи.

Прогресивність → через підвищення ефективності та накопчування вільної енергії.

Впорядкованість → через підвищення інформативності.

Випадковість → через свободу поведінки системи.

Самоорганізація → через самоокупність і самоуправління.

Види розвитку

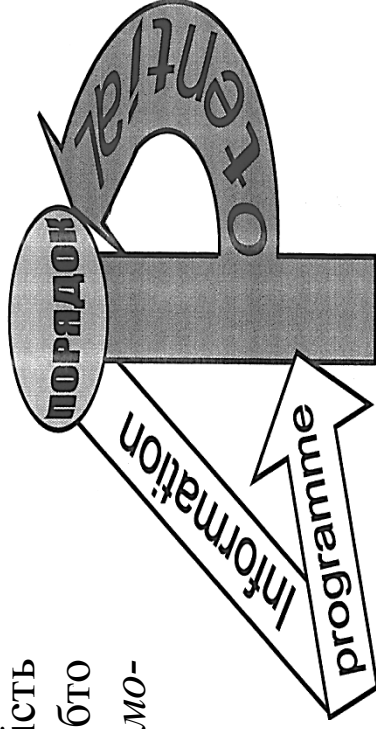
- *Прогресивний* (передбачає послідовне поліпшення стану системи);
- *Стабільний* (передбачає підтримання стабільного, тобто відносно стійкого динамічного стану системи);
- *Регресивний* (передбачає послідовне погіршення стану системи).

3. Впорядкованість систем

- **Впорядкованість системи** – це наявність умов для усталених (тобто таких, які відбуваються тривалий час) спрямованих змін (фізичних, хімічних, економічних).
 - Щоб відбувалися економічні процеси, необхідно існування різниці економічних потенціалів: попит на товари (відсутність їх у потенційних споживачів) та пропозиція (надлишок таких товарів).
 - Необхідна також економічна спроможність (наявність коштів) споживачів придбати товар.

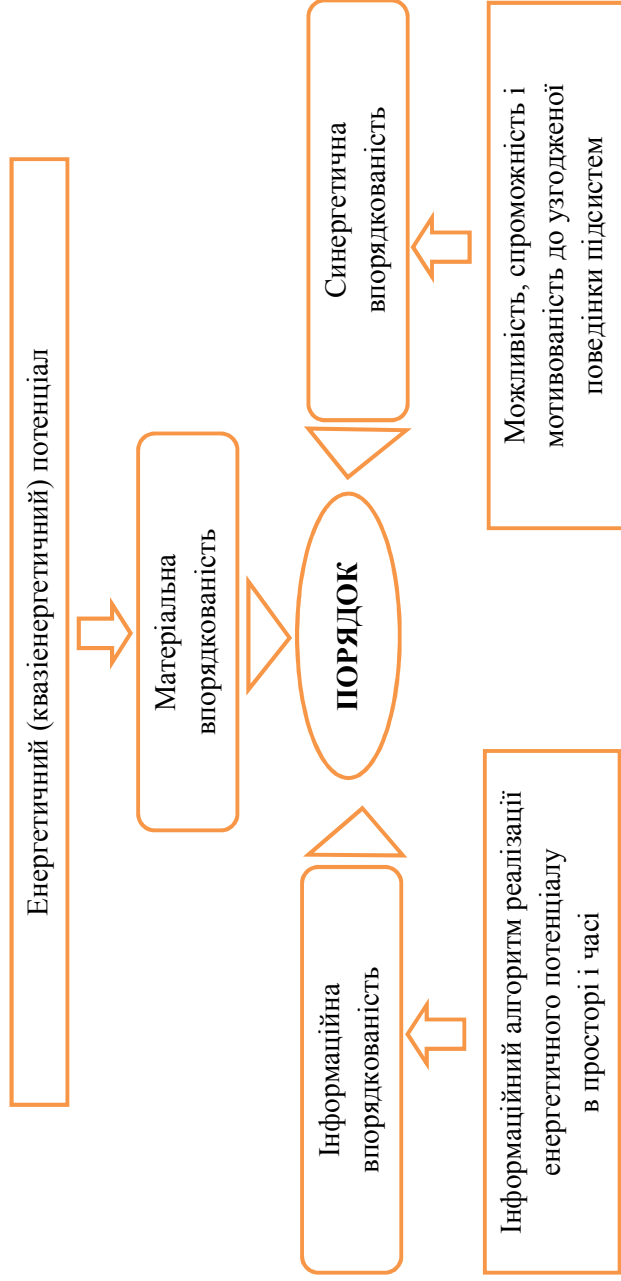
Розвиток – підвищення впорядкованості

- **Порядок** – наявність умов для *стійких* (тобто повторюваних), *спрямованих* змін.

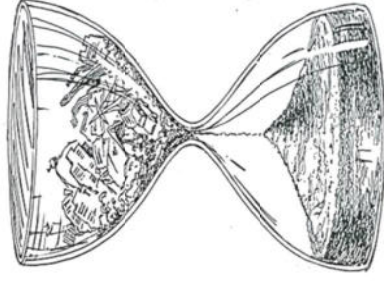
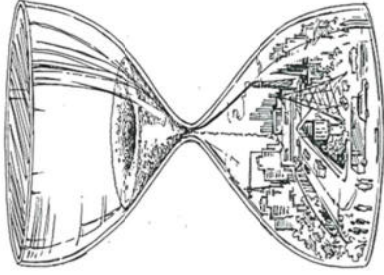


- **Умови упорядкованості:**
 - (1) наявність енергетичного потенціалу;
 - (2) інформаційна програма його реалізації;
 - (3) синергетична впорядкованість.

Передумови порядку

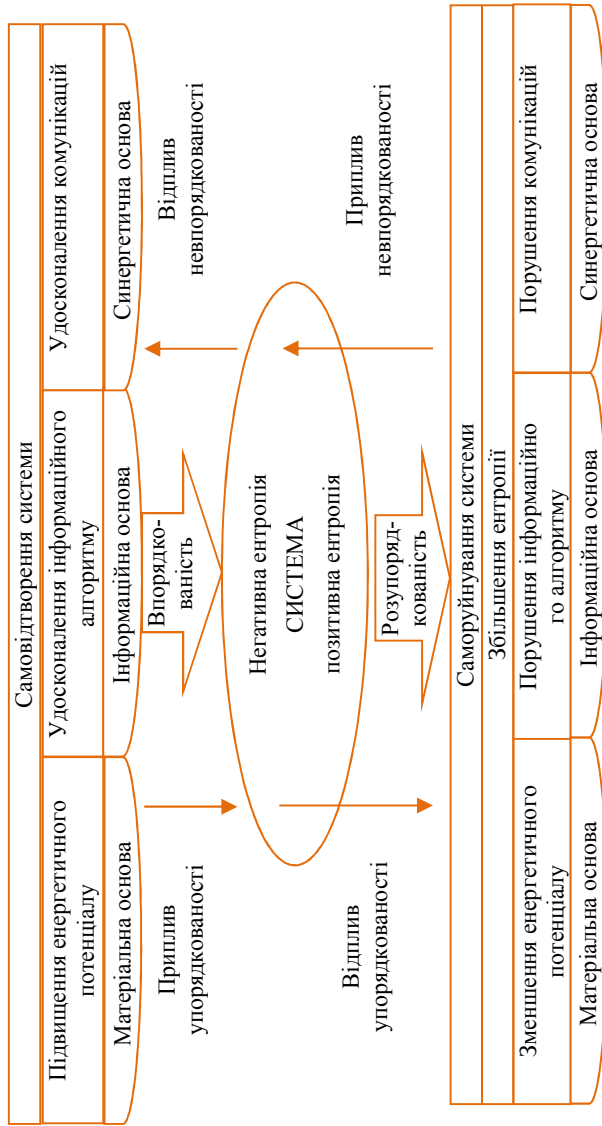


Саморозвиток систем



- **Саморозвиток** – це процес подолання саморуйнування систем за рахунок підвищення її впорядкованості.
- **Саморуйнування** – це збільшення ентропії, тобто рівня невпорядкованості в системі за рахунок незворотного розсіювання (дисипації) енергії.

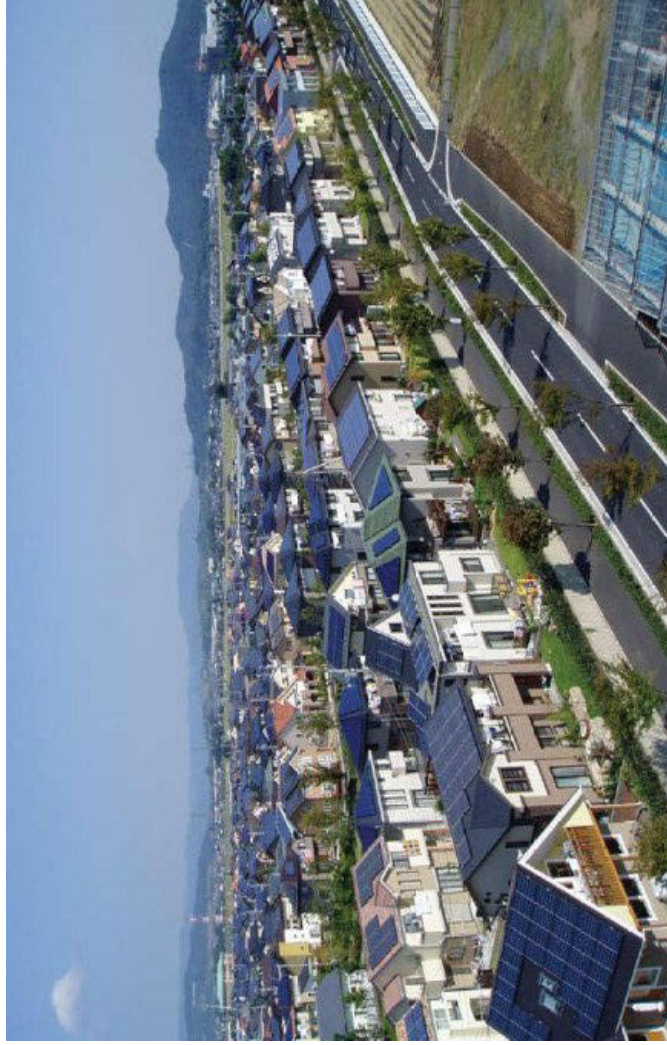
Взаємодія процесів самовідтворення та саморуйнування системи



4. Передумови впорядкованості

- (1) **Наявність енергетичного** (квазіенергетичного, зокрема, фінансового) *потенціалу*, здатного викликати до життя будь-які зміни (рух).
- (2) **Інформаційна організація системи** (наявність інформаційного *алгоритму* реалізації енергетичного потенціалу, щоб надати змінам системи *стійкий спрямований характер*).
- (3) **Інтеграція окремих елементів в єдину цілісну (синергізовану) систему.**

Мережа СЕС на дахах (Німеччина)



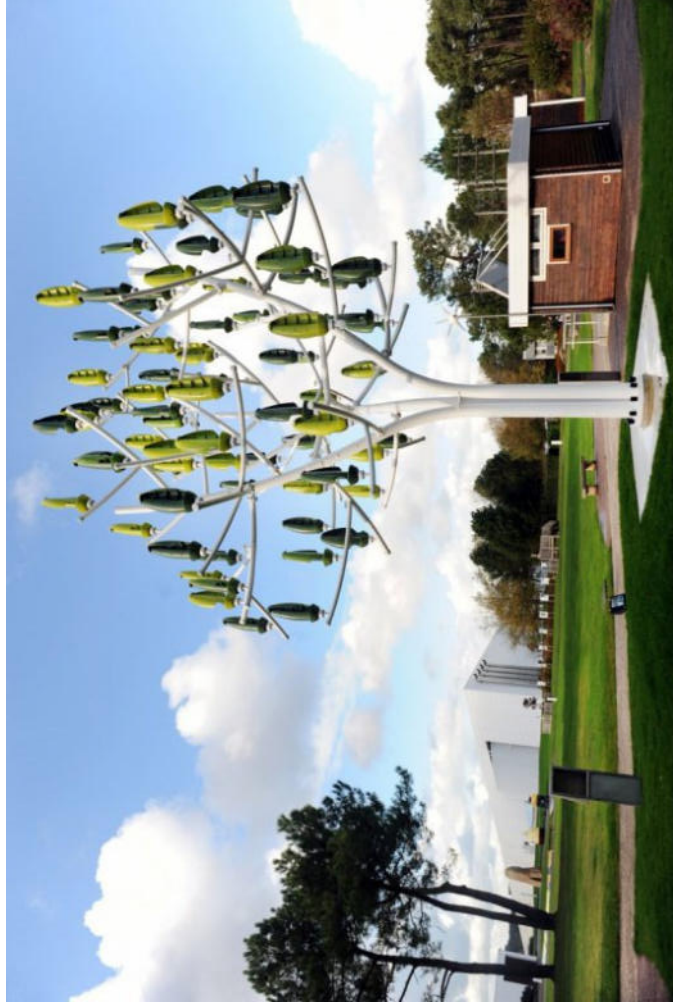
Умови розвитку альтернативної енергетики

- наявність генераторів енергії (сонячних панелей, вітряків, ін.);
- наявність інформаційної системи ЕнерНет, для вирішення складних інформаційних завдань;
- інтеграційна мережа, що зв'язує джерела і економічних суб'єктів в Єдину систему (народження солідарної економіки).

Інформаційні завдання, які вирішує EnerNet

- збирання (від окремих джерел) струменів енергії;
- кондиціонування електроструменів;
- передачу і зберігання енергії;
- перетворення енергії;
- використання електроенергії в найбільш ефективних ре-
жимах;
- забезпечення фінансових режимів енергокористування
(тарифікація, купівля, продаж);
- захист мереж;
- підтримання якості електроенергії;
- забезпечення стійкості енергосистем.

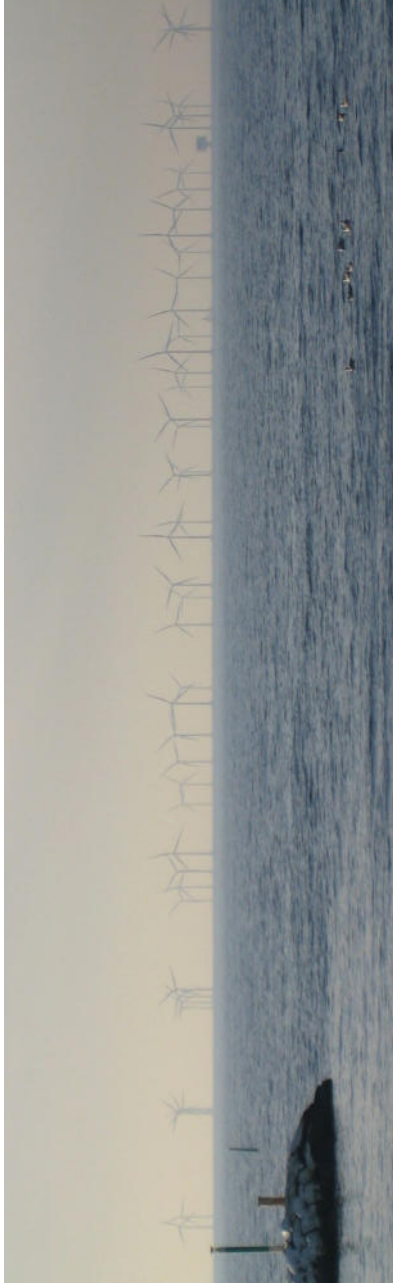
Мала мережа вітряків (Франція)



Велика мережа вітряків (Іспанія)



Мережа ВЕС (Швеція)



Безпорядок (хаос)

- **БЕЗПОРЯДОК (ХАОС)** – відсутність умов для усталених спрямованих змін.
- Відповідно, існує три основні напрями руйнування системи:
 - Руйнування матеріальних елементів системи
 - Порушення інформаційного алгоритму функціонування систем
 - Блокування комунікаційних зв'язків між елементами системи

Шляхи руйнування екосистеми

- (1) знищення рослин та/або тварин (руйнація матеріальної основи);
- (2) руйнація інформаційного алгоритму (вірус-хвороби, де-структивна зміна складу екосистем);
- (3) блокування зв'язків в екосистемах.

Екодук в Нідерландах



Екодук в Нідерландах



Перехід для крабів. Острів Різдва. Австралія



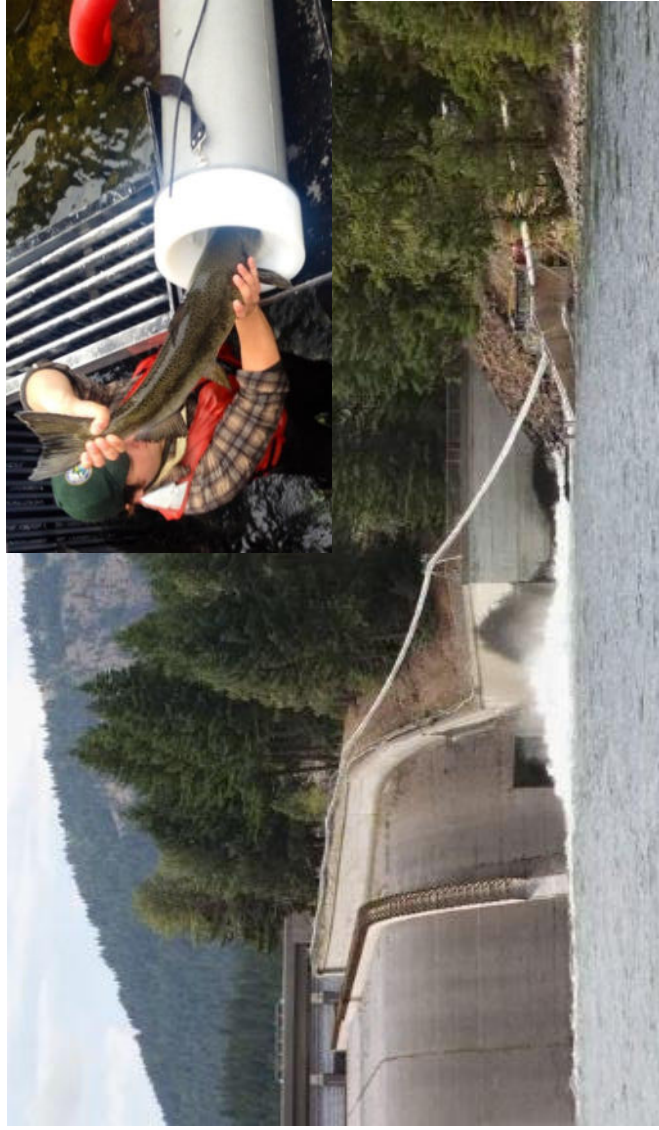
Перехід для папуг. Вікторія. Австралія



Перехід через хайвей. Нью-Джерсі. США



«Гармата» для лососей. Вашингтон. США



Міст для білок. Штат Вашингтон. США



Тунель для черепах. Японія



Тунель для звірів на трансканадському шосе. Канада



Перехід для слонів і інших звірів. Кенія



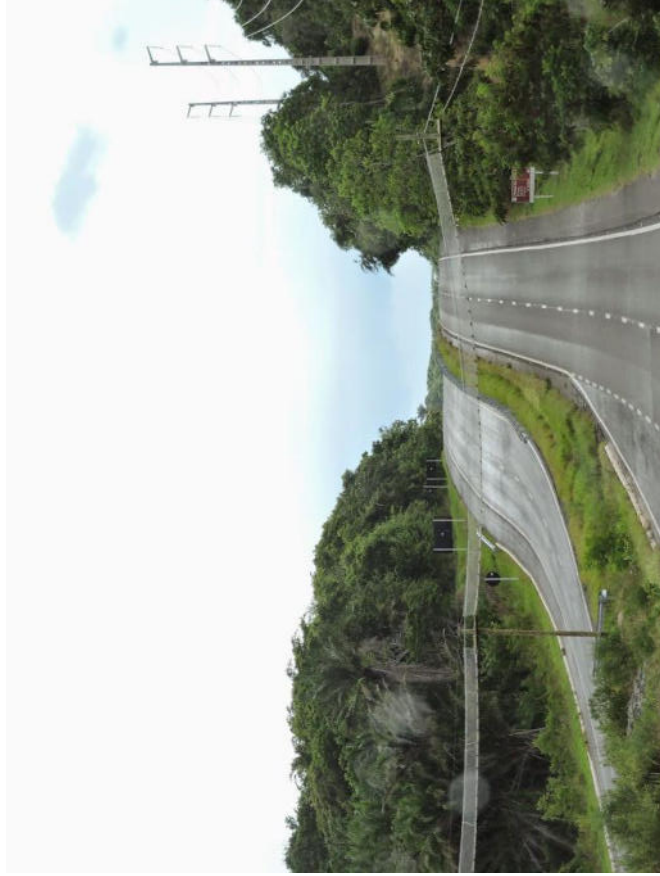
Перехід для жаб. Велика Британія



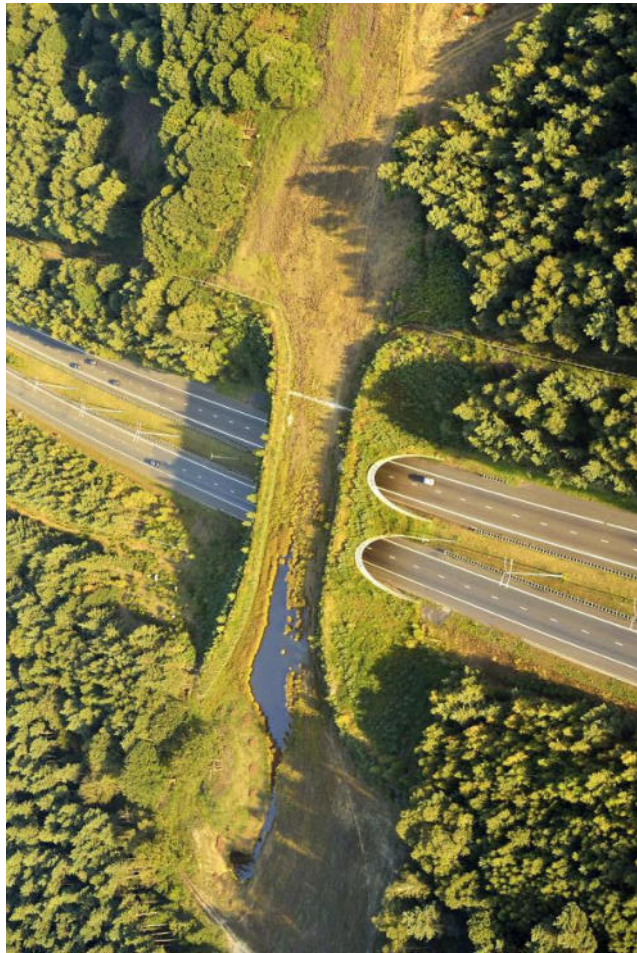
Екодук в Бразилії



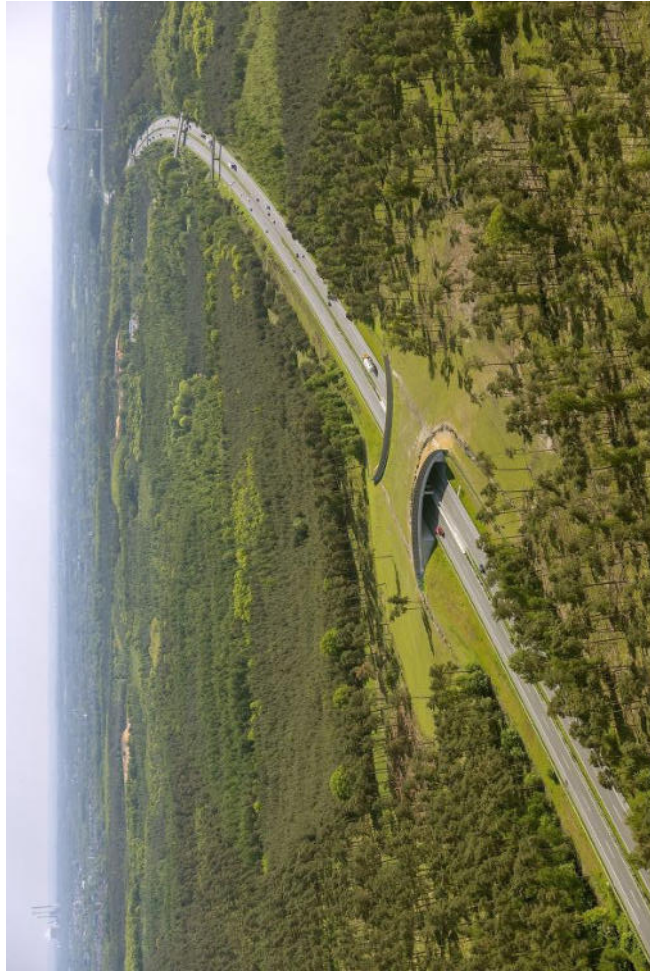
Екодукт для мавп. Бразилія



Екодук в Бельгії



Екодук в Німеччині



Акведук в Магдебурзі. Німеччина



Передумови руйнування економічних систем

- Негативні зміни на підприємстві:
 - вихід з ладу технічних засобів;
 - погіршення якості роботи технічних засобів або людей;
 - порушення (погіршення) зв'язку між окремими працівниками.

Передумови прогресивного розвитку

- Максимальна самоорганізація систем у напрямках:
 - удосконалення технічних засобів;
 - поліпшення інформаційного алгоритму (програми) функціонування системи;
 - підвищення узгодженості взаємодії окремих елементів системи.

5. Цілеспрямовання як фактор розвитку систем

- Для економічних систем (ЕС) фактором, що забезпечує спрямованість їх розвитку є формування цілей підприємства.
- Цілі розвитку ЕС диференціюються на *місію*, а також *стратегічні* і *тактичні* цілі.
- *Місія* – генеральна мета існування ЕС. Вона ув'язується з профілем діяльності фірми. Формує принципові риси шляхів розвитку підприємства, наприклад:
 - вийти на певний щорічний обсяг реалізації продукції;
 - утримувати певну частину продажів продукції в певному сегменті ринку;
 - завоювати лідерські позиції у певній сфері (увійти в п'ятірку, десятку, сотню, ... кращих)

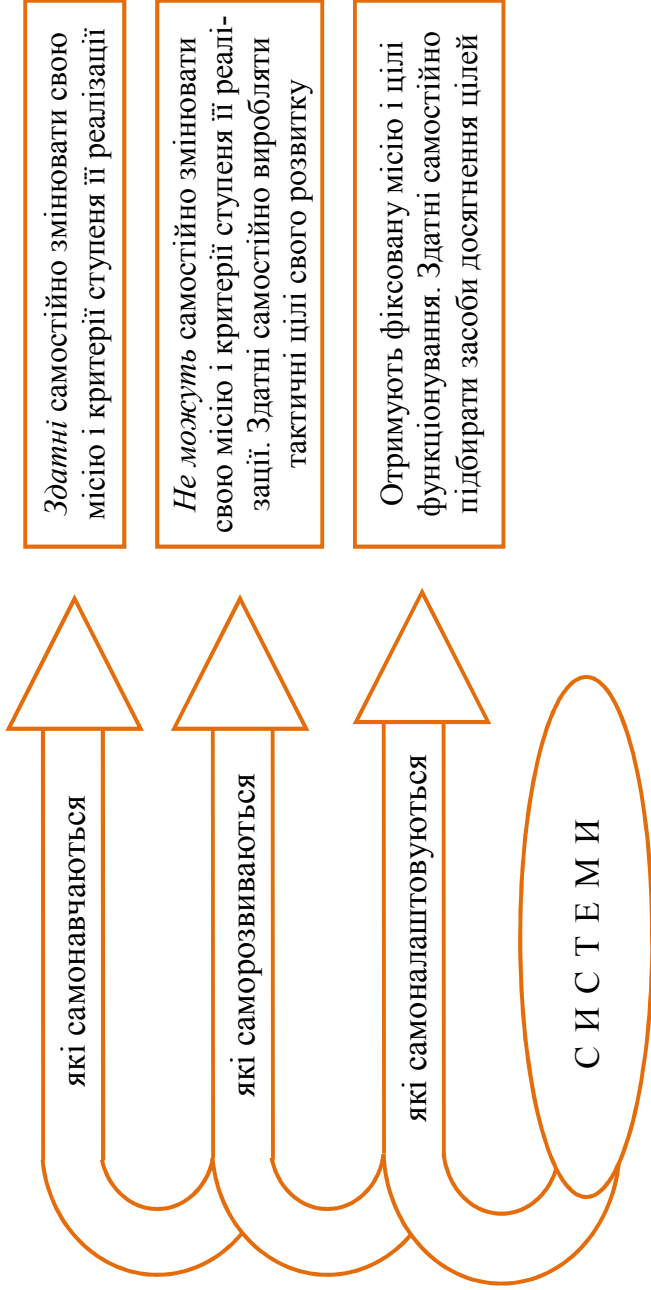
Стратегічні і тактичні цілі (СТЦ)

- СТЦ дають можливість запланувати
 - номенклатуру;
 - серійність;
 - структуру витрат;
 - стратегії формування цін;
 - види конкурентної боротьби та ін.

Залежно від свободи вибору цілей економічні системи (ЕС) поділяються на:

- (1) ЕС, що здатні *самоналаштовуватися* – мають постійну місію і цілі розвитку, але здатні вибирати засоби досягнення цілей.
 - (2) ЕС, що здатні *саморозвиватися* – мають постійну місію, але можуть змінювати цілі;
 - (3) ЕС, що здатні *самонавчатися* – можуть змінювати місію і цілі розвитку.
- Зазначеним критеріям відповідають і три типи менеджерів

Розподіл ЕС залежно від свободи вибору цілей



Притча про різницю між менеджером і робітником

Один робітник звернувся до барина із запитанням: чому той платить йому по п'ять копійок, а Івану – по 5 рублів.

Подивився барин у вікно і каже:

– Я бачу, хтось їде... Начеб сіно везуть. Вийди подивись...

Повертається робітник і каже: точно – сіно...
– А не знаєш звідкіля? Може, з Семенівських лунів?

– Не знаю.

– Так сходи і узнай...

Знову повертається робітник:

– Точно, барин, з Семенівських...

– А чи не знаєш, сіно першого чи другого укусу?

– Не знаю.

– Сходи узнай.

Знову повертається робітник:

Притча про різницю між менеджером і робітником

- Барин! Першого укусу...
 - А не знаєш скільки просять за сіно?
 - Ні.
 - Піди, дізнайся.
- Повертається:
- Барин! По 5 рублів за воза.
 - А дешевше не віддадуть?
 - Не знаю...
- Цієї миті заходить Іван і каже:
- Барин! Повз нас везли сіно з Семенівських лугів першого покусу. Просили по 5 рублів, я сторгувався по 3 рубля за віз. Я загнав їх у двір, де вони його й розвантажують...
- Барин звертається до робітника і каже:
- Тепер ти зрозумів, за що Іван отримує свої 5 рублів?

Цілі Industry 3.0 в ЄС

- Згідно з Директивним планом Євросоюз взяв на себе зобов'язання, які в адміністративних колах були названі як «Три двадцятки (20–20–20)». Це означає, що до 2020 року має бути досягнуто: підвищення ефективності енергосистем на 20%; зниження викидів двоокису вуглецю на 20%; підвищення частки відновлюваних джерел енергії в енергобалансі країн Євросоюзу в середньому на 20%.
- Як ми переконаємося далі, досягнення останнього показника відбувається зі значним випередженням.

Директивні планові завдання, затверджені Парламентом ЄС

1. Розвиток відновлюваних джерел енергії.
2. Використання просторів існуючих соціальних та промислових об'єктів (наприклад, дахів і фасадів будинків, поверхонь доріг, ін.) для установки генераторів відновлюваних джерел енергії (сонячної, вітрової, геотермальної, ін.).
3. Розроблення високоефективних засобів акумулювання енергії.
4. Інтеграція розподілених відновлюваних джерел енергії в єдину загальноєвропейську інформаційно-енергетичну мережу (Енер-Нет).
5. Електрифікація транспорту.

Питання до теми

1. Назвіть формальні ознаки розвитку.
2. Що таке незворотність? Її роль у процесах розвитку?
3. Що таке спрямованість? Її роль у процесах розвитку?
4. Що таке закономірність? Її роль у процесах розвитку?
5. Назвіть достатні ознаки розвитку. Охарактеризуйте їх роль у процесах розвитку.
6. Що таке порядок? Охарактеризуйте три ключові умови виникнення порядку.
7. Що таке упорядкованість системи?
8. Охарактеризуйте матеріальну упорядкованість системи. Дайте визначення та проілюструйте прикладами що таке потенціал?
9. Охарактеризуйте інформаційну впорядкованість системи.
10. Охарактеризуйте синергетичну, упорядкованість системи.
11. Що можна вважати хаосом?
12. На конкретних прикладах поясніть різницю у термінах «рівноважний порядок» і «упорядкований рух».
13. Охарактеризуйте взаємну обумовленість процесів самовідтворення та саморуйнування системи.
14. За якими трьома ключовими напрямками можуть йти процеси руйнування та відтворення системи? Проілюструйте це конкретними прикладами.
15. Охарактеризуйте фізичне значення поняття ентропія. На конкретних прикладах покажіть, чому ентропія є символом та мірою неупорядкованості системи?

16. Чому у менеджерів популярна фраза: «все погане відбувається саме собою – все добре треба організувати»? У чому її сенс? Наведіть приклади.

17. 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.

18. На конкретних прикладах охарактеризуйте взаємозв'язок процесів самовідтворення та саморуйнування систем. Як природа протистоїть другому початку термодинаміки?

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

20. Охарактеризуйте явище синергізму. Проілюструйте його на конкретних прикладах, зокрема поведінки економічних систем.

Тема 3

Матеріально-енергетичні основи розвитку



Основи теорії

Будь-які зміни в системі можна пояснити 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 пов'язана з природними процесами дисипації (необоротного розсіювання) енергії. Внаслідок цих процесів енергія марно втрачається і зростає ентропія системи. Іншими словами, знижується впорядкованість системи, і розпочинаються процеси її руйнування.

Процес упорядкування системи – це результат змін (руху) у системі, що, своєю чергою, є результатом докладання енергії (квазіенергії) – сили.

Виконання роботи, пов'язане з підвищенням упорядкованості системи, зумовлене здійсненням трьох видів діяльності:

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

Розмір виконаної роботи залежить від інформаційного алгоритму реалізації енергетичного потенціалу (вектора сили). Робота, яку може виконати один і той самий енергетичний потенціал (сила), може різнитися в рази в залежності від інформаційного вектора реалізації потенціалу.

Таким чином, величина виконаної роботи залежить від двох факторів:

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

В економічних системах як своєрідний результатний вектор спрямованості їх квазіенергетичного потенціалу можна розглядати узагальнюючий показник ефективності системи (вектор-ефективність), який визначається співвідношенням результатів і витрат із досягненням поставлених цілей. На відміну від векторів, які використовують у фізичних системах, згаданий вектор-ефективність є абстрактною величиною, яка, втім, цілком реально характеризує особливості процесів реалізації квазіенергетичних потенціалів конкретних економічних систем.

Ефективність виробничого підприємства залежить від його інформаційної та синергетичної впорядкованості та формується під впливом цілого комплексу факторів. Серед основних їх слід виділити:

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

Збільшення енергетичного потенціалу передбачає посилення поляризації системи, тобто збільшення різниці енергетичних потенціалів або між системою та середовищем, або між окремими частинами всередині самої систе-

ми. Прямо чи опосередковано це пов'язано з різними видами переміщень:

- елементарних частинок (фізичні види руху, наприклад тепловий, електричний, електромагнітний, та ін.);
- молекул та атомів (хімічний рух);
- твердих, рідких та газоподібних тіл (механічний рух);
- товарно-грошових потоків (економічний рух) Якісна характеристика енергетичних потоків, що одержуються системою, пов'язана з тією часткою енергетичного імпульсу, який може бути використаний для здійснення корисної роботи. Це, в свою чергу, залежить від двох чинників: по-перше, від особливостей того чи іншого виду енергії; по-друге, від можливості системи «розпорядитися» енергією, що надходить до неї.

Сказане дозволяє зробити наступний висновок. Для соціально-економічної системи якість енергії (кваліенергії) визначається двома головними факторами:

- 1) *особливістю* самого виду енергії;
- 2) *приспосованістю* людей до використання цього виду енергії.

Особливість певного виду енергії у свою чергу визначається двома групами факторів:

➤ можливістю цього виду енергії бути використаною для виконання роботи (напр., сонячну енергію неможливо використовувати в нічний час, а вітрову – коли немає вітру); те саме можна сказати і про різні види капіталу;

➤ *ентропійними характеристиками* виду енергії, зокрема, здатністю бути розсіяною безповоротно у просторі (напр., тепла енергія розсіюється швидше, ніж електрична).

Приспосованість людей до використання цього виду енергії визначається можливістю суспільства інформа-

ційно організовувати відтворення енергії, а саме, забезпечувати процеси:

- **видобутку;**
- **акумулювання;**
- **зберігання;**
- **використання.**

Інтегральний показник якості цього виду енергії – **ефективність** використання енергії під час виконання оди-ниці роботи. Один із показників, що характеризує здатність енергії до виконання роботи та відображає потенцій-ну ефективність її використання, отримав назву «вільної енергії».

Вільна енергія – це енергетичний потенціал системи, що характеризує її здатність виконувати роботу. У загальному вигляді вільна енергія може бути представлена різницею між внутрішньою енергією та енергією, яка неповоротно втрачається.

Одним із основоположних законів природи, в рамках якого відбувається розвиток будь-якої відкритої стаціонарної системи, є закон збереження енергії. В одному з класичних формулювань в ньому стверджується: при всіх макроскопічних процесах енергія не створюється і не зникає, а лише переходить із однієї форми в іншу.

Для цілей аналізу енергетичного стану системи закон збереження енергії може бути сформульований таким чином: жодна матеріальна система не може розвиватися або функціонувати, не споживаючи енергії, що витрачається на зміну внутрішньої енергії системи (ΔU), на розсіювання (дисипування) енергії у навколишнє середовище (E_d) та на виконання роботи (W):

$$E_c = \Delta U + E_d + W$$

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

- здійснення функції метаболізму (переміщення потоків речовини, енергії та інформації), кінцевою метою чого є вилучення із зовнішнього середовища вільної енергії (E_c) (умовно-метаболічна складова);

- *підтримання рівня гомеостазу* (реалізація механізмів негативного зворотного зв'язку), без чого неможлива реалізація функції метаболізму (гомеостазна складова);

- *трансформація рівня гомеостазу* (здійснення механізмів позитивного зворотного зв'язку) (трансформаційна складова).

Для виконання роботи з перерахованих напрямків система змушена витратити енергію. Це викликає те, що в балансі системи утворюються відповідно три енергетичні компоненти – E_m , E_g та E_t .

Таким чином, в остаточному вигляді формулу енергетичного балансу відкритої стаціонарної системи можна виразити так:

$$E_c = \Delta U + E_d + E_m + E_g + E_t,$$

де ΔU – зміна внутрішньої енергії системи.

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

- 1) $E_c < E_d + E_m + E_g + E_t$;
- 2) $E_c > E_d + E_m + E_g + E_t$.

Подібні ситуації можливі і часто відбуваються у житті у різних їх проявах. Демпферним (компенсаційним) мо-

ментом в обох випадках є зміна внутрішньої енергії системи (ΔU).

Зміна кількості внутрішньої вільної енергії у системі (ΔU) є своєрідним індикатором енергетичного стану системи та характеризує передумови зміни рівня її гомеостазу. Тут можна назвати три важливі ситуації.

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

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

3. $\Delta U < 0$ (негативне значення): система починає використовувати внутрішні резерви (тобто функціонувати за рахунок саморуйнування); усунути подібну ситуацію система може лише знизивши рівень гомеостазу; при цьому знизяться й енергетичні потреби системи (регресивна трансформація системи).

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

На будь-якій фірмі щомісяця складається документ під назвою «баланс». Щоправда, не енергетичний, а фінансовий. Однак, зрозумівши проблему, можна переконатися, що він зумовлює поведінку економічного суб'єкта за тими

самими правилами, за якими енергетичний баланс – це поведінка організму чи екосистеми.

Метаболістична складова квазіенергетичного балансу (Ем) підприємства обумовлена основними технологічними видами витрат на виробництво продукції (у першому наближенні – це середній залишок оборотних засобів для підприємства з відрахуванням накладних витрат).

Гомеостазну складову балансу (Ег) 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 механізму негативного зворотного зв'язку, утримуючи динамічний рівноважний стан підприємства в рамках досягнутої номенклатури продукції, що в кінцевому рахунку визначає гомеостаз підприємства.

Трансформаційна складова. Будь-яке відхилення стану гомеостазу викликає збільшення гомеостазної складової (Ег) 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 є як низький рівень завантаження потужностей у великосерійному та масовому виробництві, так і значне «перевантаження» обладнання, розрахованого на дрібносерійне та індивідуальне виробництво. Основна причина – різке збільшення витрат на механізми негативного зворотного зв'язку. У подібних ситуаціях підприємствам рекомендують позбутися колишніх потужностей та перейти на технології, які найбільше відповідають реальним умовам середовища і можливостям підприємства. І тому частина

витрат, що використовуються на механізми негативного зворотного зв'язку (E_f), необхідно переключити на механізми позитивного зворотного зв'язку і спрямувати витрати на формування трансформаційної складової (E_t), тобто на трансформацію (модернізацію) виробництва. Додатковими джерелами коштів для цього можуть бути вивільнення частини витрат собівартості, прибуток підприємства, банківські кредити, ін.

Дисипативна складова. Що ж утворює дисипативну складову (E_d)? Це податкові відрахування, платежі, збори, різні види збитків, боргові зобов'язання, різниця між максимально можливою та фактично досягнутою виручкою (упущена вигода) та, звичайно ж, державний (чиновницький) та недержавний (кримінальний) рекет.

Дисипативний компонент, безумовно, збільшує і низька ефективність основних технологічних процесів. Адже перевищення видаткових виробничих показників (матеріаломісткість, енергоємність) будь-якої фірми в порівнянні з її вітчизняними та зарубіжними аналогами по праву може бути занесено до пасиву «енергетичного» балансу або до активу його дисипативної складової. Нагадаємо, що енергоємність та матеріаломісткість продукції, що випускається українськими підприємствами, на жаль, у рази (а за деякими технологічними процесами в десятки разів) перевищують показники найкращих зарубіжних фірм.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Енергетичні основи розвитку
2. Роль інформаційного фактору в реалізації енергетичного потенціалу
3. Поняття про якість енергії
4. Поняття про вільну енергію
5. Матеріально-енергетичний баланс

Енергетичні основи розвитку

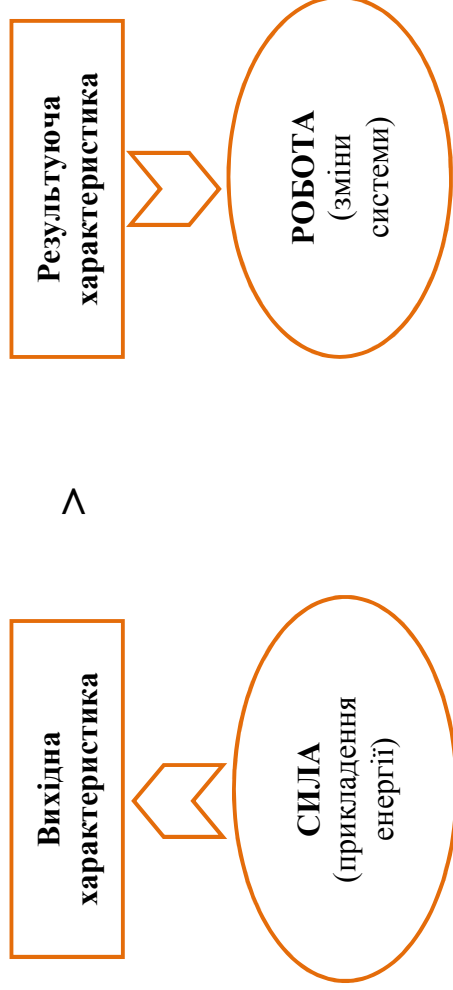
- **Матеріальна основа** (м.о.) – сукупність об'єднаних в системне ціле матеріально-енергетичних активів (у поєднанні з інформаційними факторами), необхідних для фізичного функціонування і розвитку системи.
- **Призначення м.о.** – *силове*. Вона виконує роботу і забезпечує *метаболізм* системи (обмін речовинами, енергією та інформацією).
- На рівні *підприємства* – це матеріальні активи, тобто основні та оборотні засоби (будівлі, споруди, передавальні пристрої, силові установки, технологічне обладнання, інструмент, сировина та матеріали, ін.). Крім того, функції матеріальної основи виконують трудові фактори, які, як переконаємося далі, одночасно є і носіями інформаційної основи.

Енергія як основа функціонування системи

- Будь-які зміни в системі можуть обумовлюватися двома основними причинами:
 - роботою, яку виконує система;
 - втратами, які відбуваються в системі.
- Перша причина пов'язана з *корисним* витрачанням енергії.
- Друга причина пов'язана з природними процесами *дисипації* (розсіювання) енергії; це веде до збільшення *ентропії* системи.

Взаємозв'язок вхідної і результуючої складової енергетичного впливу

- Робота – це дія, спрямована на зміну стану системи, що збільшує її впорядкованість.



Три результати виконання роботи

- Виконання роботи спрямовуються на такі види результатів:
 - 1) збільшення енергетичного потенціалу системи;
 - 2) удосконалення інформаційної упорядкованості системи;
 - 3) формування і реалізація синергетичних зв'язків.

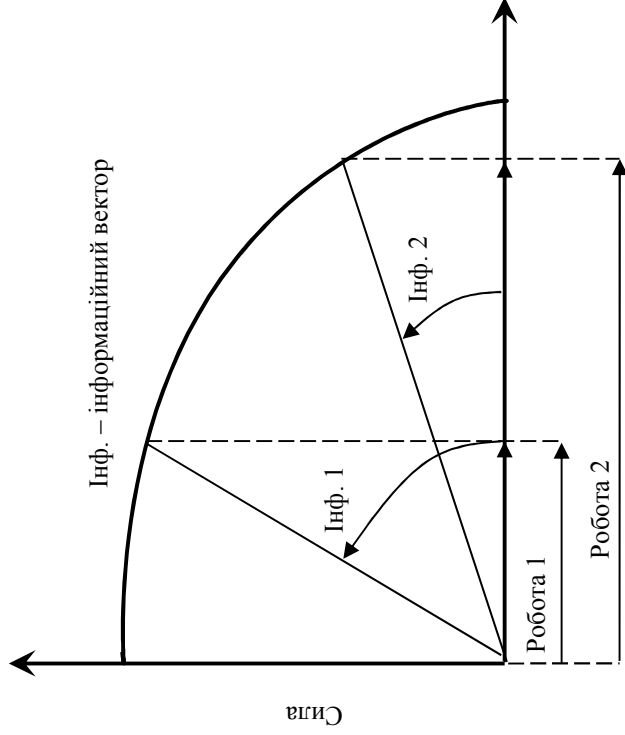
2. Роль інформаційного фактору в реалізації енергетичного потенціалу

Два фактори, що впливають на величину виконаної роботи

- Величина виконаної роботи залежить від двох ключових факторів:
 - прикладеної сили;
 - інформаційного вектора реалізації енергетичного потенціалу (вектора сили);

Взаємозв'язок сили та інформації

- Величина роботи залежить від двох факторів:
 - прикладеної сили;
 - інформаційного вектора її реалізації (вектора сили).



Ефективність – результуючий показник дії інформаційного фактора в економічних системах

- В економічних системах результуючим показником інформаційного вектора спрямованості їх квазіенергетичного потенціалу є показник ефективності системи (вектор-ефективності); він визначається співвідношенням результатів діяльності системи (зокрема, отриманих доходів або інших цілей) та витрат на досягнення зазначених результатів.

«Інформаційний вектор» в економічних системах

- **Ефективність** виробництва на підприємстві залежить від *інформаційної і синергетичної впорядкованостей*.
- Їх складові:
 - Кваліфікація і особистісні характеристики виконавців;
 - Взаємоузгодженість і координація виконавців;
 - Інноваційний рівень (конкурентоздатність) продукції;
 - Технологічний рівень підприємства;
 - Маркетингова і цінова політика;
 - Швидкість обертання основного і оборотного капіталу;
 - Фінансова політика;
 - Рівень логістики;
 - Конкурентна стратегія;
 - Інформаційна політика, ін.

Енерго- та квазіенергоносії

- *Енергоносії* – це речовини, явища або матеріально-інформаційні активи, що обумовлюють можливість системи здійснювати роботу.
- *Квазіенергоносії* – будь-які види капіталу, у тому числі природний і людський капітали, матеріальні та нематеріальні активи, гроші та їх замітники (наприклад, облігації, цінні папери, інше).



Квазіенергетична міра капіталу

- Вартість кількісно характеризує обсяг роботи, який здатна зробити дана одиниця капіталу із залучення в економічну систему «вільної квазіенергії» (доходу).
- У найпростішому випадку це може статися під час продажу будь-якої одиниці капіталу (верстату, матеріальних ресурсів або призначеного для продажу товару). Вартість проданої речі буде вимірюватися її суспільно визнаною *цінністю*, *корисністю* (зокрема, можливістю задовольняти якісь потреби, здатністю виконувати роботу, служити джерелом заробляння грошей, ін.).
- Різниця квазіенергетичних потенціалів в економічній системі утворюється тоді, коли в одному місці виникає *надлишок вартості* (тобто надмірна пропозиція), а в іншому – її *недолік* (підвищений попит).

3. Поняття про якість енергії

- Різні форми енергії розрізняються різною своєю якістю.
- Для соціально-економічної системи якість енергії (кваліфікація енергії) визначається двома ключовими факторами:
 - *особливістю* самого виду енергії;
 - *здатністю людей* до використання даного виду енергії;

Поняття про якість енергії

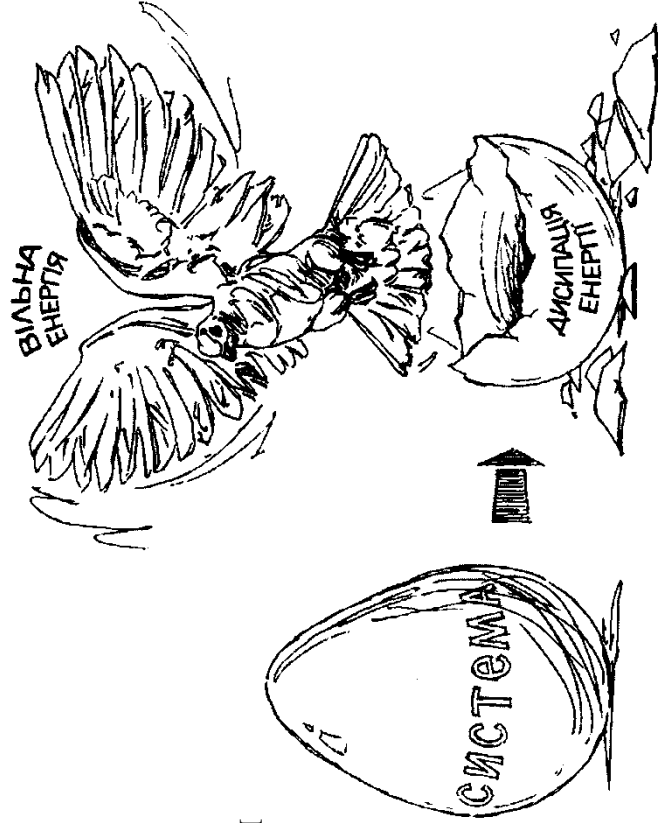
- **Особливість** виду енергії визначається:
 - а) можливістю* бути використаною для виконання роботи (наприклад, сонячну енергію неможливо використати в нічний час, а вітрову – коли відсутній вітер); те саме можна сказати про різні види капіталу;
 - б) ентропійними характеристиками* виду енергії, зокрема, здатністю енергії бути розсіяною (наприклад, тепла енергія розсіюється швидше, ніж електрична).

4. Поняття про вільну енергію (ВЕ). Визначення ВЕ

- **Вільна енергія** – це енергетичний потенціал системи, який характеризує її здатність виконувати роботу. В загальному вигляді ВЕ може бути представлена різницею внутрішньої і незворотно втраченої енергії системи.
- *Обсяг роботи* визначається витрачанням саме вільної енергії.
- У поняття ВЕ включається лише та кількість енергії, яку система може *мобілізувати* (вивільнити) для виконання роботи.

Вільна енергія

- Вільна енергія – потенціал системи виконати роботу



Формування вільної енергії

- В біологічних системах *вільна енергія* вилучається з складних органічних сполук (зокрема, білків).
- В економічних системах квазіеквівалентом *вільної енергії* є *вільний капітал*, який може бути мобілізований для здійснення економічною системою роботи (зокрема, виробництва і реалізації окремих видів продукції).



Ідеї С. А. Подолинського

- «Праця – це таке використання механічної і психічної роботи, накопиченої в організмі, яке має результат збільшення кількості перетвореної енергії на земній поверхні».
- В 1880 р. С. А. Подолинський писав про дві компоненти енергії:
 - та, що нагромаджується;
 - та, що розсіюється.
- Розсіювана компонента енергії обумовлена нерозумними діями людей (війни, споживання предметів розкоші тощо); фактично це розкрадання енергії;
- На планеті відбувається концентрація (нагромадження) енергії з участю всього живого; провідна роль – людини.

5. Матеріально-енергетичний баланс.

Загальна формула балансу

$$E_{\text{в}} = \Delta U + E_{\text{д}} + W,$$

$E_{\text{в}}$ - вільна енергія, що споживається;

ΔU - зміна внутрішньої енергії системи;

$E_{\text{д}}$ - енергія, що дисипується (розсіюється);

W - здійснена робота.

Складові роботи

$$W = E_{\text{ж}} + E_{\text{к}} + E_{\text{т}},$$

$E_{\text{ж}}$ - витрати на здійснення метаболізму;

$E_{\text{к}}$ - витрати на підтримання гомеостазу;

$E_{\text{т}}$ - витрати на трансформацію рівня гомеостазу.



Складові загальної формули

$$E_B = \Delta U + E_D + E_{ж} + E_K + E_T$$



Умови деградації системи

$$E_B < E_D + E_{жк} + E_K + E_T$$

- Система витрачає енергії більше, ніж отримує вільної енергії (E_B). Запаси внутрішньої енергії (U) зменшуються.
- Передумови деградації:

$$\Delta U < 0$$

- Зменшується ВВП, знижуються доходи, підприємство зменшує обсяги виробництва, переходить на простішу і дешевшу продукцію.



Умови прогресивного розвитку

$$E_B > E_D + E_{JK} + E_K + E_T$$

- Витрати менше надходження вільної енергії (E_B). Запаси внутрішньої енергії (U) збільшуються.
- Передумови прогресивного розвитку:

$$\Delta U < 0$$

- Зростає ВВП, збільшуються доходи підприємства. Воно починає освоювати більш дорогу і складну продукцію.

Умови сталого функціонування системи

$$E_c = E_d + E_{ж} + E_k + E_t$$

- Стабільний режим функціонування системи.
- Витрати дорівнюють вільній енергії системи.
- Запаси внутрішньої енергії не змінюються.

$$\Delta U = 0$$

Квазіенергетика підприємства

- *Метаболічна складова квазіенергетичного баланса підприємства ($E_{ж}$)* обумовлена технологічними видами видатків на виробництво продукції (в першому наближенні, це середній залишок обігових коштів за відрахування накладних витрат).
- *Гомеостазна складова балансу ($E_{к}$)* пов'язана з витратами на придбання і утримання пасивної складової основних фондів, утриманням управлінського і допоміжного персоналу та іншими накладними витратами.
- *Трансформаційна складова ($E_{т}$)* пов'язана з витратами спрямованими на трансформацію гомеостазу підприємства (зокрема, перехід на нові види продукції, суттєву зміну обсягу виробництва тощо).

Квазіенергетичний баланс підприємства в економічних термінах

$$D = \Delta K + P + Z_n + Z_k + Z_m$$

D – дохід (виручка) підприємства від будь-яких видів діяльності (відбиває приплив «вільної енергії» в систему);

ΔK – зміна вільного капіталу підприємства.

- Це можуть бути кошти на рахунок підприємства, валютні резерви підприємства (в т.ч. у формі готівки), депозитні вклади, акції інших підприємств, які не призначені для основної діяльності, матеріальні активи (нерухомість, обладнання, транспортні засоби, запаси матеріальних ресурсів, ін. .), які у потрібний момент можуть бути трансформовані у необхідну форму капіталу для розвитку підприємства тощо.

Дохід підприємства

$$D = \sum_{i=1}^n Q_i C_i T_i$$

де Q_i – обсяг i -го виду продукції, що реалізується в одиницю часу (добу, місяць, рік); ця величина вимірюється натуральними одиницями: шт., кг, т, м, умовними одиницями, ін.;

C_i – ціна одиниці i -го виду продукції, що реалізується (грн/шт.; грн/кг; грн/т тощо);

T_i – період часу, протягом якого реалізується i -й вид продукції (днів, місяців, років).

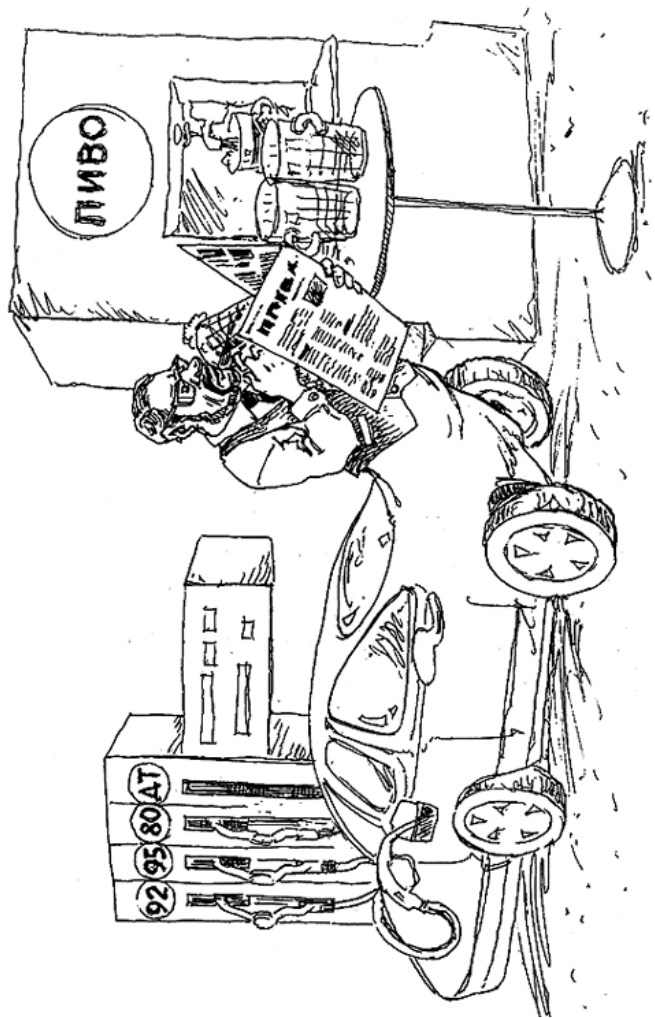
Квазіенергетика держави

- Метаболічні компоненти витрат ($E_{ж}$) забезпечують приплив коштів в країну (експорт продукції, залучення інвесторів тощо).
- Гомеостазні компоненти витрат ($E_{к}$) забезпечують функціонування і безпеку держави як соціально-економічні системи.
- Трансформаційні складові ($E_{т}$) забезпечують модернізацію, виробничу трансформацію, реструктуризацію макроєкономіки.

Умови відтворення енергетичного потенціалу систем

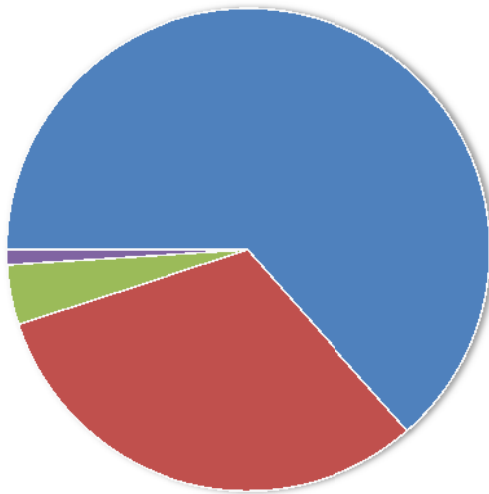
- Будь-яку систему можна умовно уявити матеріально-інформаційним кентавром, в якому представлені обидві природи системи: матеріальна та інформаційна.
- Це означає, що для відтворення енергетичного потенціалу системи необхідно дві умови:
 - (1) збільшення енергетичної складової;
 - (2) удосконалення (зокрема, адаптації до чинних умов) інформаційного алгоритму реалізації енергетичного потенціалу.

Відтворення енергетичного потенціалу

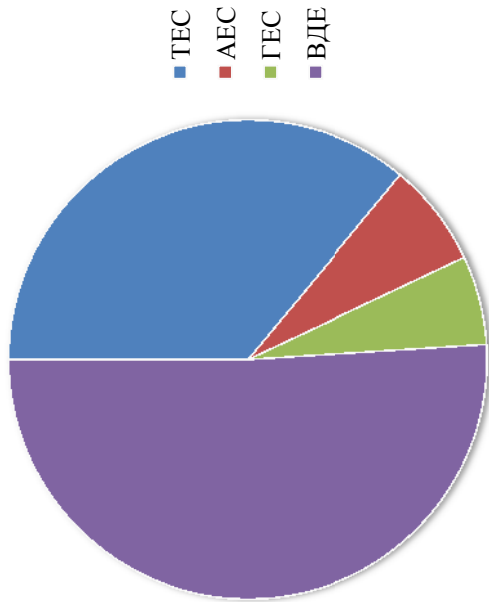


Відтворення енергетичного потенціалу у Німеччині

1997 р.



2020 р.



Питання до теми

1. На конкретних прикладах покажіть, що енергія є основою зміни стану системи.
2. Які можна назвати дві «енергетичні» причини, пов'язані зі зміною стану системи? Наведіть приклади.
3. Назвіть три ключові фактори, що зумовлюють підвищення впорядкованості системи.
4. Від яких двох факторів залежить обсяг виконаної роботи? Проілюструйте відповідь прикладами.
2. Від яких груп факторів залежить ефективність діяльності підприємства? Наведіть приклади.
3. Чи відрізняються за якістю різні види енергії? Якщо так, то яким чином?
4. Якими факторами зумовлена якість електроенергії? Проілюструйте прикладами.
5. Що характеризує вільна енергія? Чому вона називається вільною?
6. Простежте еволюцію компресії вільної енергії у природі.
7. Охарактеризуйте внесок С. А. Подолінського у трактування енергетичної компоненти у процесах розвитку природних систем.
8. Охарактеризуйте енергетичний баланс системи. Дайте трактування його складових.
9. У чому особливості квазіенергетичного балансу економічних систем? Чому він так називається?
10. Охарактеризуйте квазіенергетичний баланс підприємства.
11. Охарактеризуйте квазіенергетичний баланс держави.

Тема 4

Інформаційні основи розвитку



Основи теорії

Інформація поряд з матерією є основою формування та розвитку природних та суспільних систем. Кожна з них несе в собі як матеріальний, так і інформаційний початок, які взаємообумовлюють та взаємоформують одна одну.

Світ складається із відкритих стаціонарних систем. Інформація відіграє вирішальну роль у формуванні обох названих властивостей систем, а саме їх відкритості та стаціонарності. Інформація також є ключовим фактором у забезпеченні синергетичних властивостей системи, які визначають здатність до узгодженої поведінки окремих елементів усередині самої системи та формування надсистемного рівня, що зумовлює реалізованість зв'язків даної системи з іншими системами.

Відкритість системи потрібна їй для вилучення із зовнішнього середовища вільної енергії та видалення туди відходів свого функціонування. Все це разом складає основи метаболізму, тобто складного комплексу процесів обміну речовиною, енергією та інформацією системи із зовнішнім середовищем та між окремими частинами всередині самої системи. Здійснення цих процесів вимагає постійного інформаційного контролю, який здійснюється системою, яка самостійно підтримує чи змінює інформаційні параметри свого стану.

Реалізація якості стаціонарності та підтримання певного рівня гомеостазу також є інформаційним завданням, яке здійснюється, безумовно, з витратами енергії (квазіенергії).

Система має інформаційно керувати своїми параметрами, реагуючи на зміни довкілля. І тому вона оперує механізмами зворотного зв'язку: негативними – при збереженні існуючого рівня гомеостазу і позитивними – при переході гомеостазу з одного рівня на інший.

Формування систем з окремих елементів як у внутрішньосистемному, так і у надсистемному рівнях також може відбуватись без управляючого інформаційного впливу. При цьому слід зазначити дві важливі обставини.

По-перше, природні сутності мають «підключатися» як про власний стан (підтримку рівня гомеостазу), так і про дотримання певних «загальних правил» спільного функціонування і взаємодії.

По-друге, виявляється, що для створення природних систем є недостатнім лише суворе «дотримання правил» названими сутнісними одиницями. Необхідно, щоб вони, «не порушуючи правил», володіли «мистецтвом» певного «маневру». Це обумовлено головним чином необхідністю реалізації синергетичного механізму. Для того, щоб в умовах випадкового та ймовірнісного світу окремі елементи сформували систему, від них вимагається вміння вирішувати як мінімум два інформаційні завдання.

Насамперед, вони мають реагувати на зміну довкілля як з позицій підтримки власного гомеостазу, так і з позицій підлаштування їх поведінки під поведінку всієї системи, до якої входять всі елементи. Друге інформаційне завдання пов'язане з тим, що елементи, які входять до системи, мають координувати (синхронізувати) свою діяльність між собою. На мові фізики це називається явищем когерентності, а в синергетиці одержало назву «колективної», чи «кооперативної поведінки». Остання, в свою чергу, можлива за двох умов: по-перше, якщо між елементами встановлюється певний інформаційний зв'язок (а для цього потрібні засоби зв'язку – носії інформації – і «мова», яка кодує інформаційні символи у вигляді зміни матеріальних, тобто, речовинно-енергетичних носіїв); по-друге, якщо елементи без перешкод будуть отримувати зазначену інформацію, безпомилково розуміти цю мову і адекватно реагувати на неї.

Ще одне найважливіше інформаційне завдання, яке вдалося вирішити Природі, пов'язане з репродукцією (відтворенням) у просторі та часі першої частки. Тут є вирішення знов-таки двох різних проблем: по-перше, «тиражування» частки, що виникла в просторі, по-друге, забезпечення наступності частки в часі після її розпаду.

Інформація є однією з найскладніших природничо-наукових та філософських категорій. Фактично до осмислення її як фундаментальної природної сутності людство прийшло тільки в середині ХХ століття. До цього термін «інформація» застосовувався лише до процесів, які відбувалися у суспільстві. Розглянемо підходи, на основі яких формувалося визначення категорії "інформація".

Можна сформулювати такі функціональні ознаки інформації:

- повідомлення;
- міра ймовірності та невизначеності;
- форма відображення;
- реальність, яка формує матерію;
- програма розвитку;
- організуючий початок;
- природний ресурс;
- критерії розходження;
- ступінь різноманітності;
- ступінь неоднорідності;
- вибір альтернативи;
- ступінь вибору;
- міра упорядкування.

Всі названі підходи до визначення інформації, швидше за все, є різними гранями єдиного складного і багатопланового природного явища, яким є інформаційна реальність. Лише зрозумівши, яким чином всі ці грані взаємопов'язані один з одним, ми зможемо наблизитися до фор-

мування більш менш цілісної картини змісту інформації з її цілком розрізнених мозаїчних фрагментів.

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

За допомогою чого утворюється просторово-часова відмінність об'єктів (предметів, процесів, явищ) у природі? За допомогою відмінностей у наборі ступенів свободи у різних об'єктів (систем), тобто їх можливості змінювати свій стан чи реалізовувати свої здібності, здійснювати різноманітні форми руху. Ступінь свободи, або обмеження є тим, що у поєднанні з абсолютним потенціалом до руху формує такі природні сутності, як матерія, простір, рух, закони природи. У свою чергу, ступені свободи предметів та явищ природи обумовлені закріпленими у пам'яті даних систем енергетичними потенціалами, якими вони володіють.

Звернемо увагу, що в одному з наведених вище підходів інформація трактується як певна стійка неоднорідність. Пам'ять системи, ймовірно, і є тим фактором, який забезпечує стійкість у часі названої неоднорідності.

Якою є природа інформаційної реальності? Інформація нематеріальна. Інформація не має дві основні властивості матеріальних предметів – заряд і масу. Її не можна зарухувати до категорії об'єктивної реальності. У цьому плані, вона, скоріш, могла би бути названа «віртуальною», тобто можливою реальністю. Інформація – це те, що не є матерією, але формує матеріальні сутності – об'єктивні реальності: предмети та явища природи.

З урахуванням висловлених зауважень сформулюємо визначення, яке відбиває перелічені властивості інформаційної реальності.

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

У 1929 р. американський вчений Р. Хартлі запропонував в якості міри кількості інформації прийняти логарифм числа можливих результатів або станів системи (P) за умови їхньої рівної ймовірності.

При рівновірному результаті подій кількість інформації в одному повідомленні, що складається з N знаків, дорівнює

$$I = \log_2 P, \text{ або} \\ I \approx -N \sum_{i=1}^M p_i \cdot \log_2 p_i, \text{ біт}$$

де p_i – ймовірність появи i -ої літери (пробілу) в даному тексті.

У контексті даного питання слід виділити важливу обставину. Аби 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 системи. Це означає, що інформація повинна чимось (або кимось) передаватися і чимось (або 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 (канал 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 названих трьох взаємопов'язаних груп факторів (передавача, приймача, каналу зв'язку), а також самої 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.

Можна виділити такі показники, що характеризують якість інформації: достовірність, адекватність, істинність, повнота, релевантність, упорядкованість (системність), своєчасність, корисність, цінність, доступність, складність, адаптивність.

Підвищення якості інформації, яка 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 це ніщо інше, як 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 одержуваної, відтвореної та переданої інформації є одним із ключових факторів їх функціонування та розвитку. Будь-яка економічна система або її окремі елементи: від транскордонних корпорацій та макроекономічних систем до

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

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

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Поняття інформації
2. Функції інформації
3. Кількісна оцінка інформації
4. Якість інформації
5. Зв'язок енергії та інформації
6. Інформаційний статус капіталу

1. Поняття інформації

- **Інформація** – це сутнісне начало природи, що несе в собі характерні ознаки предметів і явищ природи, які проявляються в просторі та часі.
- Властивості інформації:
 - (1) Це – те, що **відрізняє** властивості предметів і явищ в просторі та часі;
 - (2) Інформація утворюється **різницею енергетичних потенціалів** системи, закріплених її пам'яттю;
 - (3) Інформація **нематеріальна**; вона не має двох основних властивостей матеріальних об'єктів: *маси і заряду*, але формує матеріальні об'єкти та явища.

Функціональні ознаки інформації

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

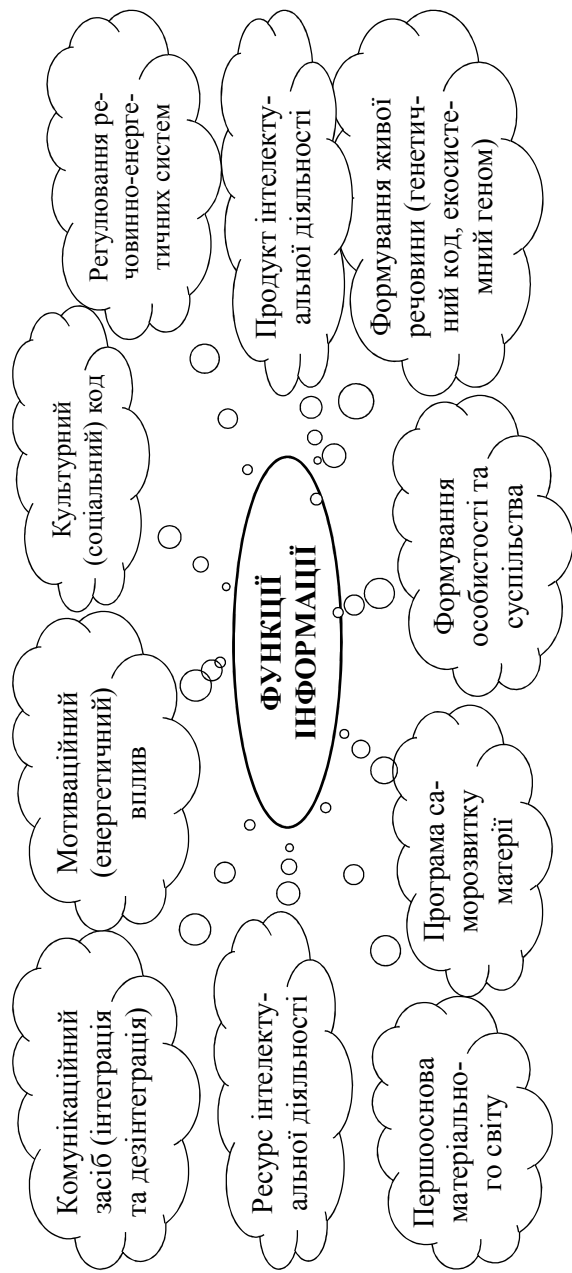
2. Функції інформації. Ключові функції

- Інформація забезпечує функціонування відкритих стаціонарних систем, виконуючи 2 ключові функції:
 - *метаболічну*; відбувається *інформаційний* контроль за процесами обміну речовиною, енергією та інформацією; підтримуються *інформаційні параметри* стану системи та її складових;
 - *гомеостазу*; вирішується інформаційна задача підтримання гомеостазу; реалізуються механізми *зворотного зв'язку* (негативного і позитивного).

Синергетична функція

- Формування систем з окремих елементів як на внутрішньо-системному, так і надсистемному рівнях не може пройти без керівного інформаційного впливу.
- Дві важливі обставини:
 - (1) Системи мають інформаційно контролювати не лише свій власний стан (гомеостаз), але і дотримання «загальних правил» у надсистемі.
 - (2) Необхідно постійне узгодження своєї поведінки з іншими системами і адаптація стану під умови, що змінюються.

Природні та соціальні функції інформаційної реальності



Роль інформації в економічних системах

- **Інформація** необхідна системі для вирішення таких завдань:
 - збір, зберігання і відтворення інформації;
 - функціонування системи в просторі (формування структури і її підсистем);
 - функціонування в часі (зокрема, синхронізація, узгодження дії підсистем);
 - здійснення процесів трансформації матеріально-енергетично-інформаційних потоків;

Роль інформації в економічних системах

- транспортування потоків;
- відтворення підсистем;
- вилучення із довілля матеріалів, енергії, інформації;
- видалення у довілля відходів;
- захист системи;
- корегування (адаптація) діяльності підсистем під умо-
ви довілля.

Інформаційні продукти людини

- емоції;
- знання;
- художні образи;
- ідеї;
- конструктивні принципи;
- технологічні рішення;
- рішення, що приймаються;
- команди до дії.

3. Кількісна оцінка інформації

- *Однакова імовірність подій (результатів)*

$$I = \log P \text{ (3. Хартлі)}$$

Біт → один із двох рівноімовірних результатів (0 чи 1)

- *Різна імовірність подій*

$$I = -N \sum_{i=1}^M P_i \cdot \log_2 P_i \text{ (біт)} \text{ (К. Шеннон)}$$

I – кількість інформації (біт), які несе система, перебуваючи в різних станах із M можливих;

N – кількість параметрів, що описують кожен стан;

P_i – імовірність перебування системи в i -му стані.

4. Якість інформації

- Обумовлюється наявністю трьох сфер
 - джерела (передатчика) інформації (об'єкта чи суб'єкта);
 - приймальника інформації (об'єкта чи суб'єкта);
 - каналу передачі інформації (каналу зв'язку)

Показники якості інформації

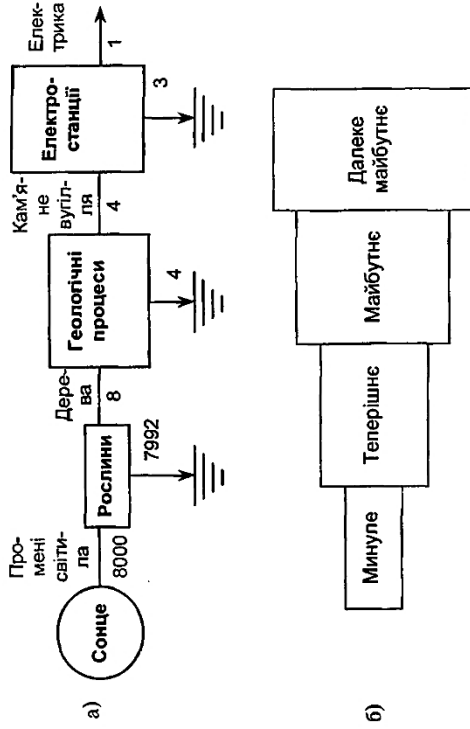
Показник	Зміст
Достовірність	Об'єктивність відображення об'єктів і подій
Адекватність	Рівень відповідності образу реаліям
Істинність	Ступінь відповідності уявлень суб'єкта дійсному стану
Повнота	Кількість інформації, необхідної для прийняття рішення
Релевантність	Ступінь відповідності кількості і якості інформації, необхідної для прийняття рішення
Впорядкованість	Систематизація за певною ознакою

Показники якості інформації

Показник	Зміст
Своєчасність	Здатність інформації виявляти свої характеристики в конкретний момент
Корисність	Придатність для певних цілей
Цінність	Здатність інформації наблизити досягнення цілей
Доступність	Можливість отримання
Складність	Багатоманітність
Адаптивність	Ступінь трансформації під конкретні функції

4. Зв'язок енергії та інформації

- *Динаміка зростання інформативності систем у природі (за Г. та Е. Одумами)*

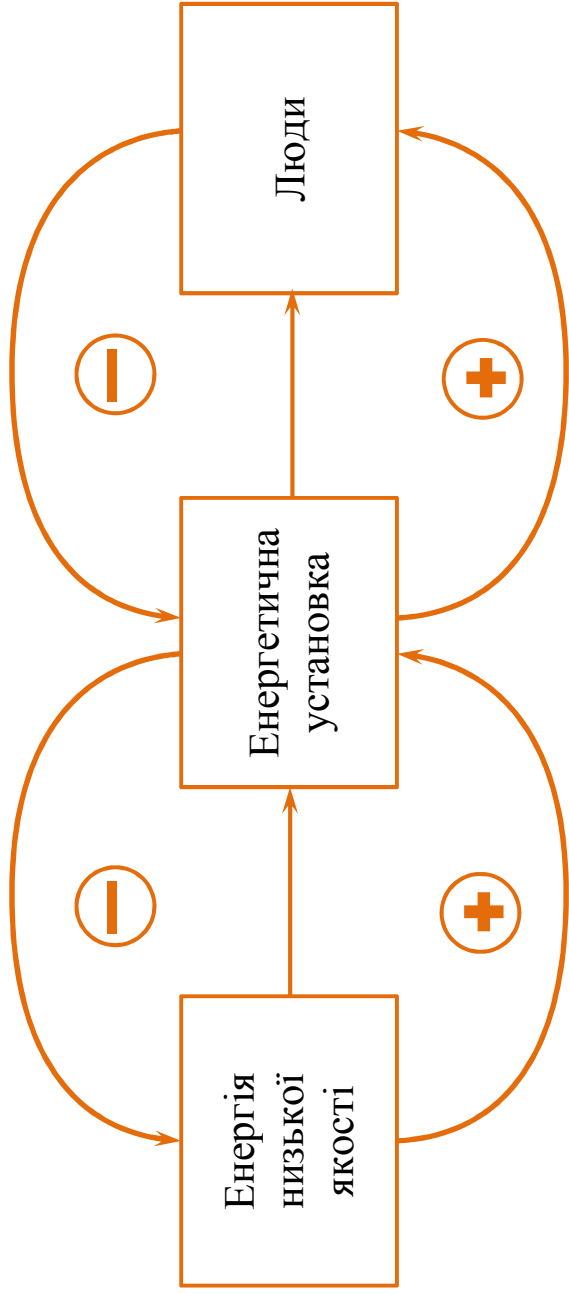


- При прогресивному розвитку нове покоління досконаліше за попереднє

Енергетичні еквіваленти видів енергії (за Г. та Е. Одумами)

Вид енергії	Витрати енергії (кількість калорій для одержання 1 калорії у.п.)	Еквіваленти УП (ОУП на одну теплову од.п.калорію)
Тепло розсіюваних сонячних променів	10000	0,0001
Сонячне світло	2000	0,0005
Біомаса рослин	20	0,05
Деревина	2	0,5
Кам'яне вугілля і нафта, готові до вживання	1	1
Енергія падаючої води	0,33	3
Електроенергія	0,25	4
Грошові витрати (на 1970 р.)		25000 калорій/долар

Механізми зворотного зв'язку, який контролює енергопотоки



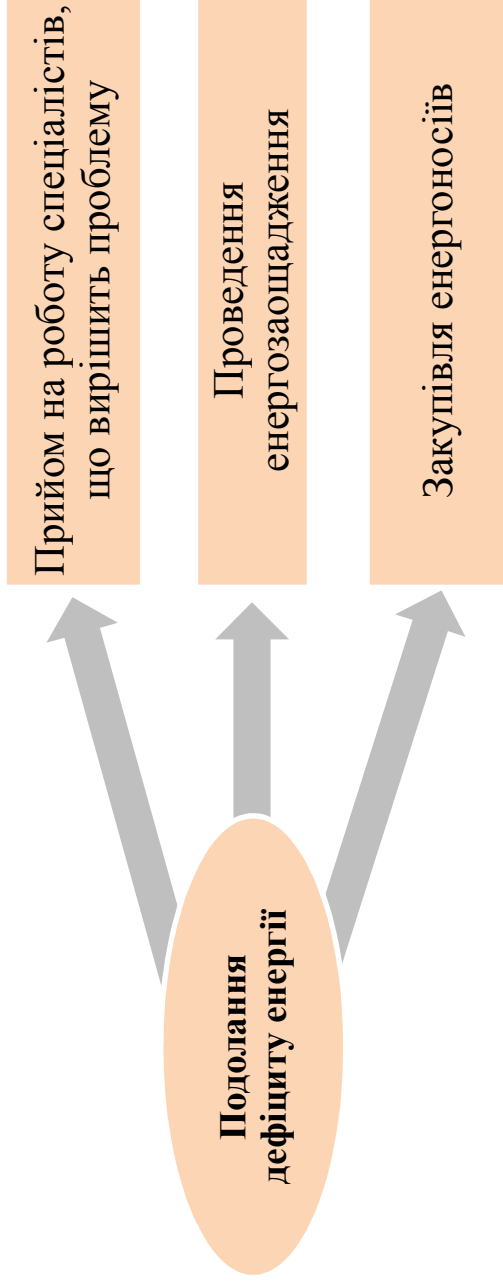
Інформація як підсилювач енергії

- В електроніці – *триггер*.
- В хімії – *каталізатори*.
- В біології – *ферменти*.
- В управлінні – *мотиватори*.



Інформація може замінювати енергію з економією останньої

- Альтернативи:



6. Інформаційний статус

ВИДИ КАПІТАЛУ

- матеріальні активи;
- види енергії;
- види інформації;
- трудові фактори;
- комунікації.

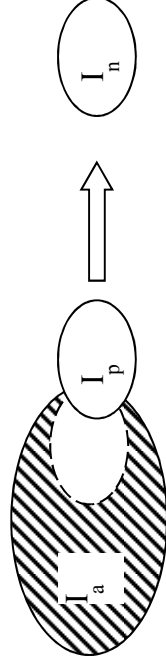


ІНФОРМАЦІЙНИЙ СТАТУС

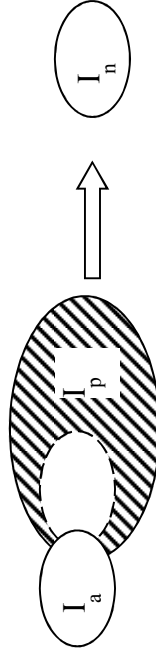
Ефект на одиницю капіталу

Відповідність інформаційних статусів (і/с) виробничого активу і виконавця

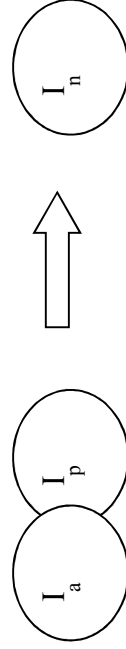
а) і/с активу вище за і/с
виконавця



б) і/с виконавця вище за і/с
активу



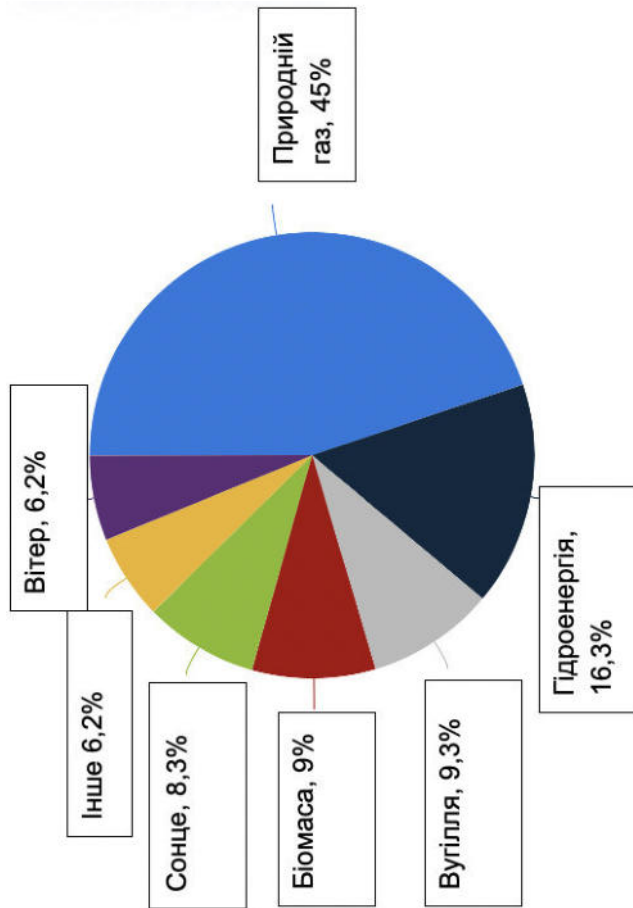
в) відповідність і/с-ів активу
і виробника



Окремі випадки

- Радянський Союз зруйнувало постійне зниження інформаційного статусу виконавців
- Максимальна шкода вкраденого – не стільки в зміні суб'єкта власності, скільки в значному зниженні і/с у використанні вкраденого

Енергетичний мікс Італії (на 2018 р.)



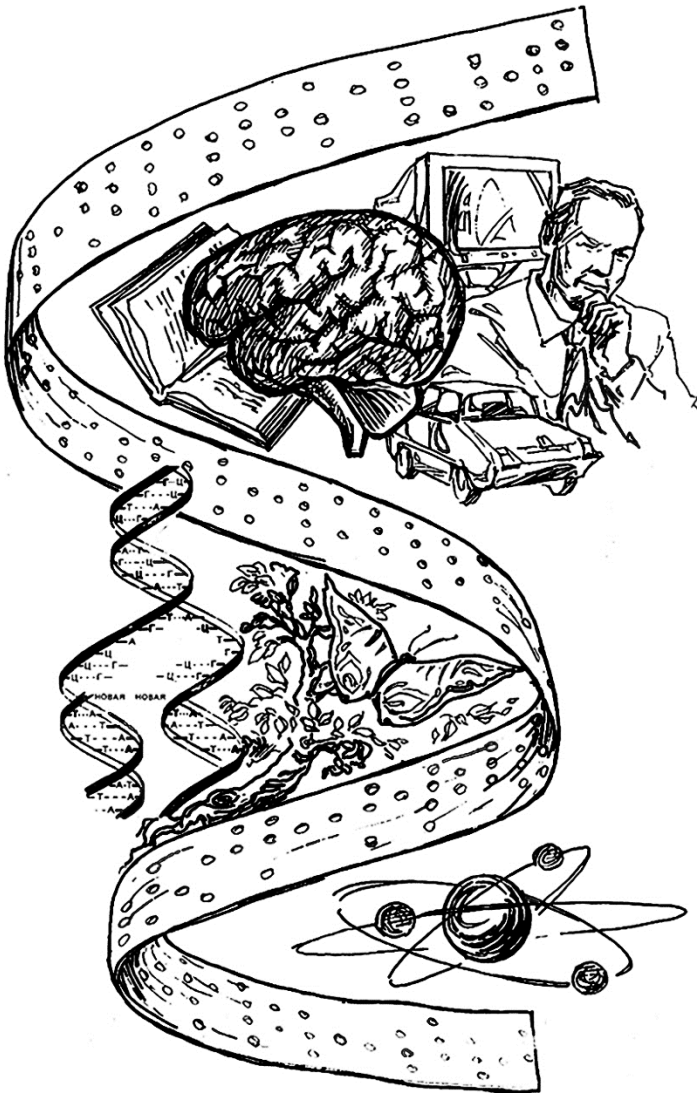
Питання до теми

1. Яка роль інформації у функціонуванні та розвитку системи?
2. Які підходи існують до трактування інформації?
3. Назвіть функціональні ознаки.
4. Охарактеризуйте ключові властивості інформації та дайте їй визначення.
5. Охарактеризуйте рівні інформаційної дійсності.
6. Охарактеризуйте форми інформаційної дійсності.
7. Які функції виконує інформація у природі та суспільстві?
8. Як оцінюється кількість інформації за рівноімовірного результату подій?
9. Як оцінюється кількість інформації при різноімовірсному результаті подій?
10. Поясніть зв'язок кількісної оцінки інформації та ентропії.
11. Які три сфери беруть участь у передачі інформації?
12. Які фактори впливають на кількість інформації?
13. Які показники характеризують якість інформації?
14. Дайте характеристику достовірності інформації.
15. Поясніть на конкретних прикладах, що таке адекватність інформації.
16. Охарактеризуйте таке поняття, як істинність інформації.
17. Дайте характеристику повноти інформації.
18. Що таке релевантність, впорядкованість та своєчасність інформації?
19. Поясніть на конкретних прикладах, що таке корисність інформації.
20. Охарактеризуйте таке поняття, як цінність інформації.

21. Які підходи зазвичай використовуються при оцінці цінності інформації?
22. Поясніть, що таке складність інформації.
23. Поясніть суть компресії інформації.
24. Що таке адаптивність інформації?
25. Чому підвищення інформативності систем вважатимуться магістральним напрямом еволюції природи?

Тема 5

Пам'ять системи



Основи теорії

Пам'ять – зображення та відтворення минулого досвіду, що виражається в здатності накопичувати, зберігати і відтворювати інформацію про події зовнішнього світу і реакції самої системи.

Опції пам'яті. Пам'ять присутня з перших моментів існування системи, що саморозвивається, і впродовж всього її розвитку. Практично дія будь-якого з описаних в по-передніх розділах механізмів, які забезпечують процеси розвитку, будується на використанні пам'яті.

- *Забезпечення когерентності.* Виникнення певної відкритої стаціонарної системи неможливе безпам'яті. Саме вона закріплює і здійснює когерентність, тобто узгодженість окремих елементів системи. Саме пам'ять перетворює сукупність елементів на структуру «з колективною поведінкою». Щоб відтворювати колективну поведінку цілісної системи, позиція і сценарій дій кожної підсистеми (одиниці), що входить до її складу, повинні бути закріплені інформаційно.

- *Механізми негативного зворотного зв'язку* можуть бути 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 і постійно порівнювати їх з характеристиками зовнішнього середовища. Це необхідно для вибору тих чи інших механізмів зворотного зв'язку.

- *Робота системи* (диссипативна активність). Процеси метаболізму, вилучення та закріплення вільної енергії мають бути забезпечені інформаційно. Упорядкованість реалізації енергетичного потенціалу, який створюється системою, – це, передусім, інформаційна організація процесів. Закріплення енергії нерозривно пов'язане із закріпленням інформації.

- *Трансформація гомеостазу* (реалізація механізмів позитивного зворотного зв'язку). Зміна одного стану іншим, а тим більше стрибок з одного рівня гомеостазу на інший можуть бути здійснені тільки на основі принципу незворотності. Система має «запам'ятати» новий стан. Ценеможливе без пам'яті.

Очевидна роль пам'яті у реалізації різних сторін 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 необхідності швидко відтворювати. Крім того, система повинна «пам'ятати» зв'язки, що з'єднують її з пов'язаними 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 і структуру ресурсів, що споживаються, фінансові показники, ін.). Всі ці характеристики повинні підтримуватись оперативною діяльністю підприємства (наприклад, коригуванням нормативів оборотних засобів, зміною рекламної діяльності тощо). Саме так підприємство реалізує механізми негативного зворотного зв'язку.

У разі потреби підприємство має «забути» параметри старого гомеостазу і «запам'ятовувати» характеристики нового, переходячи на випуск нових видів продукції (або змінюючи обсяги виробництва старої продукції). 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: технологічний регламент, виробничі операції, стандарти, правила експлуатації обладнання, ін.

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) новий стан. А, щоб реалізовувалася передумова спрямованості, необхідним є інформаційний коридор можливих змін, тобто знову ж таки здатність «запам'ятовувати» одні зміни та блокувати інші. І, нарешті, причина закономірності, що передбачає наявність причинно-наслідкових зв'язків, означає насамперед пам'ять в цих зв'язках.

Саме пам'ять є необхідною умовою реалізації тріади факторів розвитку: мінливості, спадковості, відбору. Здатність системи до мінливості залежить від ступеня різноманіття системи, яке закріплюється її пам'яттю. Спадковість – це здатність системи пам'ятати свої стани. Відбір реалізується на основі перебору та порівняння інформації про різні стани системи.

У тому, наскільки важливою є пам'ять реалізації процесів розвитку, переконує й знайомство з конкретними фактами еволюції природи.

Процес розвитку системи є своєрідним прокладанням шляху, яким їй доведеться згодом «ходити» багаторазово, відтворюючи (повторюючи) закріплені її пам'яттю стани. Від того, наскільки досконалою є пам'ять системи, залежить її здатність фіксувати (закріплювати) найуспішніші (ефективні) свої стани та дії, що призвели до них. Відповідно, від пам'яті залежить і здатність системи «забувати» свої неправильні дії, що призводять до неуспішних (неефе-

ктивних) станів, щоб згодом їх вже не повторювати. Однією з найнаочніших моделей, що демонструє «роботу» пам'яті, яка відтворює відшліфований раніше шлях розвитку системи, є яйце.

Може виникнути помилкове враження, що такі явища, як застій термітів, циклічне повторення низького к.п.д. двигуна, тривале тиражування підприємством своєї продукції є наслідком хорошої пам'яті системи. Насправді все навпаки. Причиною таких явищ є блокування пам'яті. Усі вони свідчать, що у системах перестає діяти саме здатність накопичувати інформацію. Системі дозволено мати пам'ять рівно на один цикл. Саме такий цикл система здатна відтворювати знову та знову.

Наведені приклади дозволяють зробити як мінімум два важливі висновки:

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

Набуття природою генетичного коду, що дозволило вирішити проблему фіксації інформації, різко прискорило темпи еволюції. Завдяки генетичному запису біологічні види можуть пробігати за лічені дні шлях, на який природа витратила мільярди років пошуку, заснованого на закріпленні випадкових удач.

Формування соціальних систем також відбувається значною мірою виходячи з інформаційних кодів, успадкованих одними поколіннями з інших. Ці коди мають зовсім іншу природу реалізації, і генетичними вони можуть бути названі виключно умовно. Проте й під час передачі соціальної спадкової інформації дотриманий той самий прин-

цип – забезпечення дуальності відносної сталості та мінливості соціальних форм життя. Перше передається у вигляді інститутів, (правових засад, побутових традицій, культурних звичаїв, загальноприйнятих етичних норм, релігійних засад тощо.). Друге забезпечується індивідуальними характеристиками окремої особи. Вони формуються в рамках біологічних параметрів та обмежень конкретного людського організму під впливом специфічних умов окремої сім'ї та соціально-культурного середовища,

У публікаціях вчених висловлюється припущення, що в суспільстві діє механізм спадкової передачі соціальної інформації, який у чомусь нагадує генетичний механізм передачі біологічної інформації і навіть отримав назву, близьку до «гену» (gene) – «мем» (teme).

У результатах діяльності економічних систем можна простежити паралель з результатами функціонування фізичних частинок. Останні демонструють явище дуалізму. Зокрема шкірна частинка демонструє одночасно властивості: а) дискретної одиниці (корпускули), координати якої як умовної точки можуть бути однозначно визначені у просторі та часі; б) польової сутності, що має значну протяжність у просторі та поширеність у часі.

Свої польові властивості економічні системи виявляють у просторі та в часі:

- *в просторі* – як носії економічних відносин: по-перше, із постачальниками вихідних ресурсів; по-друге, із споживачами продукції, що випускається; по-третє, із державою, що 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 різноманітними конкурентами (за ресурси, за потенційних споживачів, за можливості використання обмежених

природних благ та об'єктів інфраструктури); по-шосте, з нижчими структурами (дочірніми та об'єднаними підприємствами);

- *в часі* – як суб'єкти, які є предметом дії причинно-наслідкових зв'язків: по-перше, як результат подій, які мали місце у минулому (будучи 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 так би мовити 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 інфраструктуру, супутні товари, стиль життя Америки, забезпечив розвиток нафтопереробної промисловості, дорожнього будівництва, танкерного флоту, сервісу з обслуговування машин, навчання автомобілістів, дорожнього поліцейського контролю, а в наші дні – ще й супутникової навігації, а також багато іншого.

У Радянському Союзі будівництво та функціонування багатьох підприємств мало колосальний вплив на розвиток цілих регіонів і країни в цілому. Під них зводилися міста (досить згадати АвтоВАЗ з його містом Тольятті, КамАЗ з м. Набережні Челни, Норильський металургійний комбінат з м. Норильськ), будувалися транспортні магістралі, прокладалися морські шляхи та авіамаршрути, фор-

мувалася інфраструктура, перетворювалися природні екосистеми, технікуми, вищі навчальні заклади.

Економічні суб'єкти можуть впливати і на політику цілих країн. Найбільш характерними прикладами є активна політика США щодо просування на зарубіжні ринки продукції підприємств птахівництва (що отримала назву «Ніжок Буша»), ресурсні війни в Перській затоці, лобіювання під впливом ВПК різних форм загострень міжнародної ситуації та холодних воєн, а в сучасній історії – інспірування північно-африканських революцій, які мають «нафтовий» підтекст.

Властивості дуалізму має і 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) і сама, у свою чергу, бере участь у формуванні цього поля.

Реалізація явища дуалізму забезпечується пам'яттю системи. По-перше, пам'ять обслуговує сам процес функціонування економічної системи (що сказано вище); по-друге, пам'яттю закріплюються результати діяльності економічних систем як у рівні їх безпосереднього функціонування, так і на рівні прояву їх польових якостей.

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. До того ж ця енергія певним чином інформаційно спрямована і сконцентрована. Сказане дає підстави говорити про інформаційний вектор енергетичного поля. Поле простягається у просторі та поширюється у часі. Як ми могли переконатися, це поле може мати як негативне, так і

позитивне значення, через завдання іншим підприємствам негативних наслідків (наприклад, у формі підвищених витрат, збитків, втрачених вигод) або надання додаткових благ економічного та інформаційного характеру.

Оперуючи звичними сьогоднішньому читачеві термінами, можна дуже приблизно порівняти генетичну пам'ять із жорсткою фіксацією інформації на грамофонному диску, а пам'ять мозку – із зовнішньою системою запису інформації комп'ютера, що дозволяє не тільки записувати нову інформацію, але, що дуже важливо, «витирати» (забувати), виправляти (переосмислювати) та оновлювати запис (переучуватися). Щоб ще більше наблизити аналог до оригіналу, внесемо до даного прикладу одне суттєве уточнення. Річ у тім, що кожен біологічний індивід отримує обидві інформаційні ємності («жорстку програму» і «вільний диск») одночасно. Більше того, використовувати вільну ємність можна лише паралельно із жорсткою системою пам'яті, причому, саме доки «звучить» її запис, тобто розкручується генетична спіраль, яка забезпечує процеси життєдіяльності організму. Таким чином, це більше нагадує співи під фонограму. Імпровізувати (розвивати «пісню») можна, але тільки на тлі «жорстких» ритмів біологічних функцій і суворо в рамках основної теми життя, що звучить у записі на жорсткому диску генетичної пластинки.

Отже, можна резюмувати, що є фактором забезпечення індивідуальної свободи системи. Лише володіючи достатніми ресурсами пам'яті, здатними накопичувати, закріплювати і відтворювати для себе (підкреслимо) нову (!) інформацію, система здатна змінювати себе і закріплювати дані зміни. Це означає, що система має певний ступінь свободи (незалежності), в т.ч. право на саморозвиток. Без цього система приречена на «підневільне» повторення (тиражування колись створеного алгоритму її поведінки).

Поява на еволюційній сцені «людини мислячої» з принципово новим інформаційним потенціалом мозку здійснила революцію й у формуванні колективної пам'яті, яка почала складатися з появою на Землі тварин, наділених зачатками інтелекту.

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

У кооперативних структур тварин, особливо у тих, що мають стадний спосіб життя, з'являється спадкова негенетична форма пам'яті, що сприяє розвитку цих структур. Механізм передачі поведінкової інформації ґрунтується на навчанні: старші вчать молодших за принципом «роби, як я!». Звичайно, кожна особа, маючи мозок, може отримувати певні знання і з власного досвіду. Однак повне небезпек життя, на жаль, швидкоплинне і змушує вчитися не лише на своїх, а й на чужих помилках. Виникає потреба у системі колективного навчання та виховання. Механізм колективної пам'яті виробив своєрідну і дуже ефективну мову, в якій використовуються як приклади, так і заохочення і покарання.

Колективна пам'ять людських стад спочатку формувалась на тих же принципах, на яких батьки навчали дітей. Найважливішим був: «роби, як я!». Виділення зі світу тварин «людини мислячої» принципово трансформувало і її колективну пам'ять. З розвитком інтелекту дедалі більше ускладнюються процеси видобутку їжі, основою яких стають знання праці. Нагромадження та збереження трудових навичок стали життєвою основою популяції. Для передачі від покоління до покоління генетична пам'ять була непридатна. Стандартної пам'яті було замало. За її допомогою в пам'яті популяції могли закріпитися лише найпростіші

навички. Складні ж знання, наприклад, про властивості вихідних матеріалів для приготування знарядь праці, місця їх видобування і способи обробки, техніки використання сокир та організації полювання – вимагають багаторічного навчання. Окрім суто професійних навичок, життя в суспільстві диктувало виконання певних соціальних правил.

Формуванню суспільної пам'яті сприяли розвиток мовлення та інших форм мови (жестів, символів, знаків тощо), а також засобів комунікаційних зв'язків між членами спільнот.

Винахід матеріальних носіїв пам'яті (насамперед писемності, та пізніше друкарства) зіграло колосальну роль в процесі розвитку цивілізації. До цього системі суспільної пам'яті вдавалося вирішувати завдання інформаційної інтеграції суспільства до простору. Інформація, хоч і передавалася з покоління до покоління, але, переважно, середсучасників, тобто людей найближчих поколінь. Відсутність надійної фіксації інформації призводила до того, що поступово частина знань та навичок могла спотворюватися, розсіюватися, губитися. Багато дуже важливих відкриттів та винаходів доводилося здійснювати заново. На це витрачався час та енергія суспільства.

Поява матеріальних носіїв інформації заклала основу суспільної інформаційної інтеграції людства у часі. В принципі, функцію матеріальної фіксації інформації стали відігравати будь-які об'єкти людської культури (знаряддя праці, одяг, будівлі, витвори мистецтв). Вже саме їх довготривале використання давало уявлення про їх функції, будову, методи застосування. І все ж таки знаковою подією став винахід писемності. З появою книгодрукування з'явилися об'єктивні передумови, з одного боку, масового поширення знань, з іншого боку, для підключення кожного члена суспільства до колективних банків інформації. Це не забарилося позначитися на темпах соціального прогресу,

готуючи ґрунт для індустріальної революції. Поява нових форм фіксації інформації та комунікаційного обміну (фотографії, кіно, радіо, телебачення) стало потужним поштовхом соціального розвитку, багато в чому сприяючи його прискоренню.

Соціальна пам'ять (що включає, природно, й індивідуальні потенціали пам'яті окремих членів суспільства), озброєна сучасними матеріальними носіями інформації – це потужна інформаційна система, що володіє колосальним потенціалом і має величезний вплив на соціально-економічний розвиток.

Якщо соціальна пам'ять, як і генетична пам'ять, є цільною інформаційною системою, то в ній, мабуть, повинні існувати і певні носії, і одиниці пам'яті за аналогією з геном. Англійський біолог Р. Докінс ввів поняття «мем». «Мем» є продуктом інтегральної інформаційної системи соціальної пам'яті, що включає підсистеми мозку кожного члена суспільства та підсистеми матеріальних носіїв інформації. «Мем» є стійким елементом людської культури, що транслюється по каналу лінгвістичної інформації. Якщо гени локалізовані в хромосомах, то мему в людській пам'яті (звідси і транскрибування «мем», від англ. *memory*) і передаються від покоління до покоління за допомогою слів та понять, що вкладаються в ці слова. «Мем» – це реплікатор, одиниця трансляції культурної спадщини.

Комп'ютер, в широкому розумінні (тобто включаючи всі інформаційні системи, що його забезпечують), здійснив революцію насамперед у збільшенні індивідуального інформаційного потенціалу людини. Маючи на увазі класичну тріаду пам'яті (накопичувати, закріплювати та відтворювати інформацію), можна сказати, що комп'ютер на кілька порядків збільшив його параметри. Ємність комп'ютерних інформаційних систем, тобто їхня здатність накопичувати інформацію, практично безмежна (принайм-

ні, стосовно реальних потреб людини). Показники тривалості закріплення інформації, тобто часу її зберігання сьогодні практично не обмежені (у реальному масштабі часу). І, нарешті, показники, що характеризують темпи відтворення інформації, є просто безпрецедентними.

Завдання, на які йшли дні, місяці та роки, комп'ютер може вирішувати за лічені хвилини. Більше того, він може моделювати (а це означає – відтворювати за заданою програмою інформацію, що зберігається) такі процеси, які в принципі не здатна контролювати людина з її власним потенціалом мозку. Ці процеси протікають або у нескінченно великих, або у нескінченно малих масштабах часу. Мозок людини виявився значно вразливішим у порівнянні зі штучними інформаційними системами, створеними на основі комп'ютера. Людина на порядки повільніше накопичує (запам'ятовує) інформацію, гірше її фіксує (при легкому розладі чи перевантаженні може взагалі все забути чи переплутати) і, нарешті, на кілька порядків програє у швидкодії відтворення накопиченої інформації,

Саме ця обставина призвела до чергової революції у розвитку інформаційних систем природи. Людина змушена була довірити комп'ютерам прийняття кінцевих рішень щодо забезпечення власної безпеки.

XX століття підбило своєрідний результат еволюційного розвитку природи, у якому провідна роль належить удосконаленню систем пам'яті. Участь на перших ролях людини в цьому процесі займає за історичними масштабами лічені миті, проте її роль у прискоренні розвитку природи колосальна.

Початок нового тисячоліття фактично є початком нового етапу розвитку інформаційних систем та еволюції природи. До цього етапу людство встигло підготуватися останнім десятиліттям минулого століття. Інтернет означає, що всі існуючі на Землі інформаційні системи (індивідуальні і

асоціативні) виявляються об'єднаними у єдину інформаційну мережу. Єдиний всепланетний розум, про який фантазували у своїх футуристичних прогнозах вчені (напр., мислячий океан – Соляріс С. Лема), став реальністю.

Виникнення Інтернету та розвиток мережевих структур сформували передумови для якісного перетворення економічних систем.

Одна з найважливіших функцій соціальної пам'яті спрямована на відтворення інформаційних програм поведінки суспільних систем. Управління – це, передусім процес, направлений на підтримку стійкості соціальної структури чи на зміни у заданому напрямі стану даної системи. У цьому випадку соціальна система може змінюватися лише за тими траєкторіями, за якими у пам'яті існує достатній інформаційний ресурс. Це означає, що з можливих сценаріїв поведінки системи можуть бути лише ті, які дозволяють витягти чи сконструювати її пам'ять.

У числі можливих варіантів можна назвати:

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

Усі перелічені моменти, а саме: об'єктивні результати якихось дій та їх суб'єктивне сприйняття людьми, формують систему і є функціями пам'яті цієї соціальної системи. На етапі прийняття рішень і перше, і друге може бути реалізоване лише у віртуальній реальності, тобто бути

передбачуваним («віртуальний» – від латів. *virtualis* – можливий, потенційний).

Чим багатший арсенал віртуальних продовжень стану системи та вище аналітичні здібності того, хто приймає рішення, тим успішнішим буде вибір.

На підставі всього вищесказаного можна зробити висновки, що серед основних факторів, що формують *пам'ять* соціальної системи, можуть розглядатися:

- досвід системи, збережений у знаннях, навичках, традиціях, звичках, матеріальних об'єктах, культурних цінностях, моральних підвалинах;

- можливість придбання 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, в свою чергу, залежить від інтелектуального потенціалу суспільства, його творчої енергії, свободи волевиявлення, та ін.;

- діюча у суспільстві формальна і неформальна правова основа, яка забороняє, обмежує чи заохочує ті чи інші дії;

- система мотивації;

- моральні підвалини 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, який формують всі перелічені чинники задля досягнення єдиної мети.

Всі ці фактори надзвичайно важливі для формування систем соціальної пам'яті на будь-якому з рівнів суспіль-

них структур. Реалізації будь-якого з рішень повинна передувати ретельна підготовка відповідних блоків пам'яті для сприйняття поставлених цілей і адекватної реакції на їх досягнення.

Основне завдання підготовки персоналу для сприйняття інновацій – зробити об'єктивні та суб'єктивні витрати на їх впровадження менш лякаючими, а вигоди реалізації привабливішими.

Один з можливих напрямів з розгортання пам'яті системи назустріч змінам, що готуються – проведення освітніх, просвітницьких та тренінгових програм. Люди ставляться краще до майбутнього, що планується і готується. Воно лякатиме їх тим менше, чим краще вони дізнаватимуться його деталі. І чим більше вони знатимуть, тим більшими будуть їх можливості розширити коло своїх знань.

Таким чином, у процесах розвитку природних та суспільних систем найважливішим моментом є формування відповідних систем пам'яті. Період розвитку систем обмежується ємністю пам'яті, а темпи розвитку визначаються її швидкодією. Будь-якій якісній трансформації системи має передувати якісна трансформація системи її пам'яті.

Презентаційні матеріали

План лекції

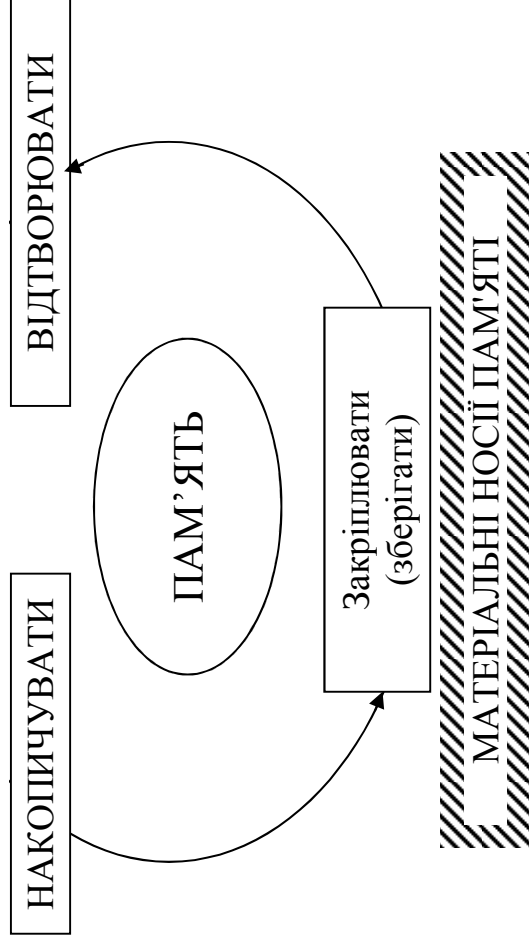
1. Поняття системи
2. Функції пам'яті
3. Роль пам'яті у процесах розвитку
4. Вплив пам'яті на період і темпи розвитку
5. Пам'ять в явищі дуалізму
6. Еволюція систем пам'яті
7. Соціальна пам'ять

1. Поняття системи. Визначення системи

- *Пам'ять* – зображення та відтворення минулого досвіду, що виражається у здатності накопичувати, зберігати і відтворювати інформацію про події зовнішнього світу і реакції самої системи.
- Без пам'яті неможливо:
 - ані існування системи взагалі;
 - ані виконання нею будь-яких функцій (у тому числі реалізація метаболізму та стаціонарності системи);
 - ані розвиток системи.

Функціональні властивості пам'яті

І Н Ф О Р М А Ц І Я



2. Функції пам'яті. Загальні функції

- Будь-які механізми функціонування систем будуються на використанні пам'яті, яка виконує такі функції:
 - забезпечення когерентності, тобто узгодженості дії окремих підсистем;
 - реалізація механізмів зворотного зв'язку;
 - метаболічна активність, тобто обмін речовиною, енергією і інформацією; закріплення енергії основане на закріпленні інформації;
 - трансформація гомеостазу і перебудова системи.

Роль пам'яті у функціонуванні підприємства

- *Узгодженість поведінки окремих ланок підприємства вимагає дотримання певних правил і стандартів, які мають «пам'ятати» відповідні підрозділи.*
- *Підприємство має «пам'ятати» параметри свого гомеостазу, тобто показники і процеси найбільш ефективних режимів своєї роботи.*
- *Трансформація підприємства вимагає здатності «забувати» старі параметри і «запам'ятовувати» нові.*
- *Метаболізм (матеріально-інформаційний обмін) будується на фіксованих параметрах (технологічному регламенті, показниках виробничих операцій, стандартах, правил експлуатації обладнання тощо).*

3. Роль пам'яті у процесах розвитку. Забезпечення передумов розвитку

- Пам'ять є вирішальним фактором у забезпеченні передумов розвитку:
 - незворотності;
 - спрямованості;
 - закономірності.

Забезпечення передумов розвитку

- Щоб не «скочуватися» в старий стан, необхідна фіксація («запам'ятовування») нового стану.
- Щоб реалізовувалася передумова спрямованості, необхідно «пам'ятати» інформаційний коридор можливостей.
- Щоб реалізовувалася передумова закономірності, необхідно «пам'ятати» причинно-наслідкові зв'язки.

Роль пам'яті у реалізації тріади факторів розвитку

- Пам'ять є необхідною умовою у реалізації тріади факторів розвитку:
 - мінливості;
 - спадковості;
 - добору.

Роль пам'яті у реалізації тріади факторів розвитку

- **Мінливість** залежить від здатності системи закріплювати пам'яттю системи можливості варіації розвитку.
- **Спадковість** оснований на здатності системи пам'ятати своє минуле.
- **Добір** реалізується на основі перебору і порівняння інформації про різні стани системи з критеріями ефективності.

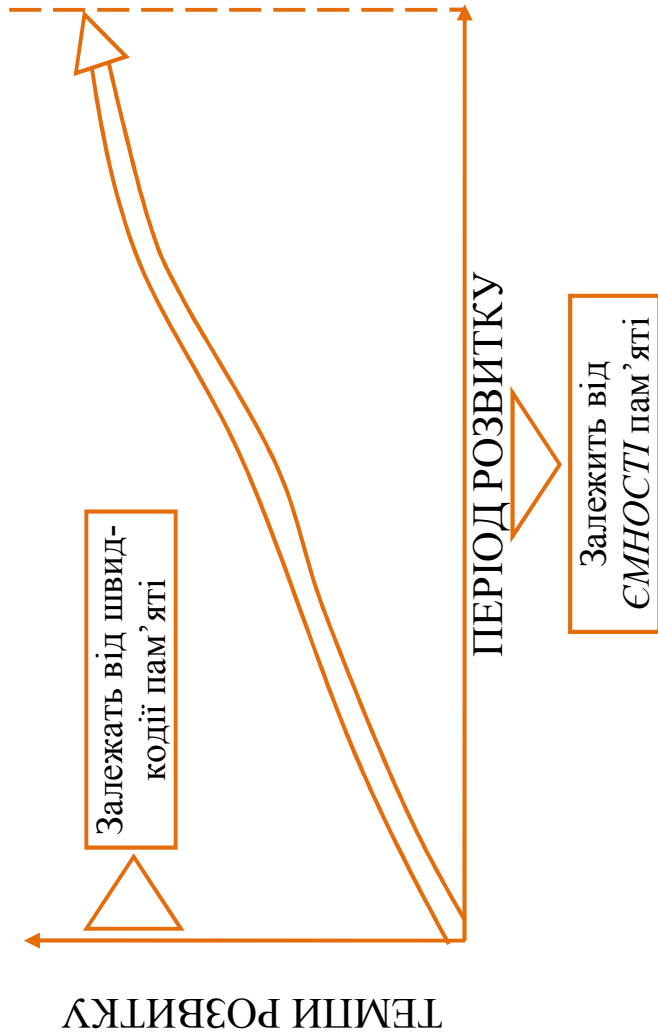
Приклад ефективності дії пам'яті

- Наочним прикладом ефективності дії пам'яті є поява живої істоти з яйця.
- Всього за 20-30 діб у рідкої субстанції з'являється жива істота. За допомогою пам'яті (умовного сигналу) включається процес зародження і розвитку організму. Відшліфована за мільйони років еволюції пам'ять також веде всі наступні процеси – аж до фінального, коли організм зможе вести самостійне життя.

4. Вплив пам'яті на період і темпи розвитку. Фактори впливу

- Вплив пам'яті на період і темпи розвитку зводиться до двох ключових факторів:
 - *період часу*, протягом якого система здатна розвиватися, відповідає *ємності її пам'яті*; для безкінечного розвитку система повинна мати безкінечні ресурси пам'яті;
 - *темпи розвитку* системи залежить від *швидкодії пам'яті* системи, тобто швидкості процесів *накопичення, закріплення і відтворення* інформації.

Умовна схема процесу розвитку



Роль генетичного коду в еволюції

- Набуття природного генетичного коду, який дозволив вирішити проблему фіксації інформації, різко прискорило темпи еволюції.
- Завдяки генетичному запасу біологічні види можуть умовно кажучи, пробігати за лічені дні шлях, на який природа витратила мільярди років пошуку, заснованого на закріпленні випадкових успіхів.

5. Пам'ять в явищі дуалізму

Поняття про явище дуалізму

- За аналогією з фізичними частинками, економічні системи можуть одночасно демонструвати властивості:
 - *дискретної одиниці* (корпускули), координати якої можуть бути однозначно визначені у просторі та часі як умовної точки;
 - *польової сутності*, яка має значну протяжність у просторі та поширеність у часі.

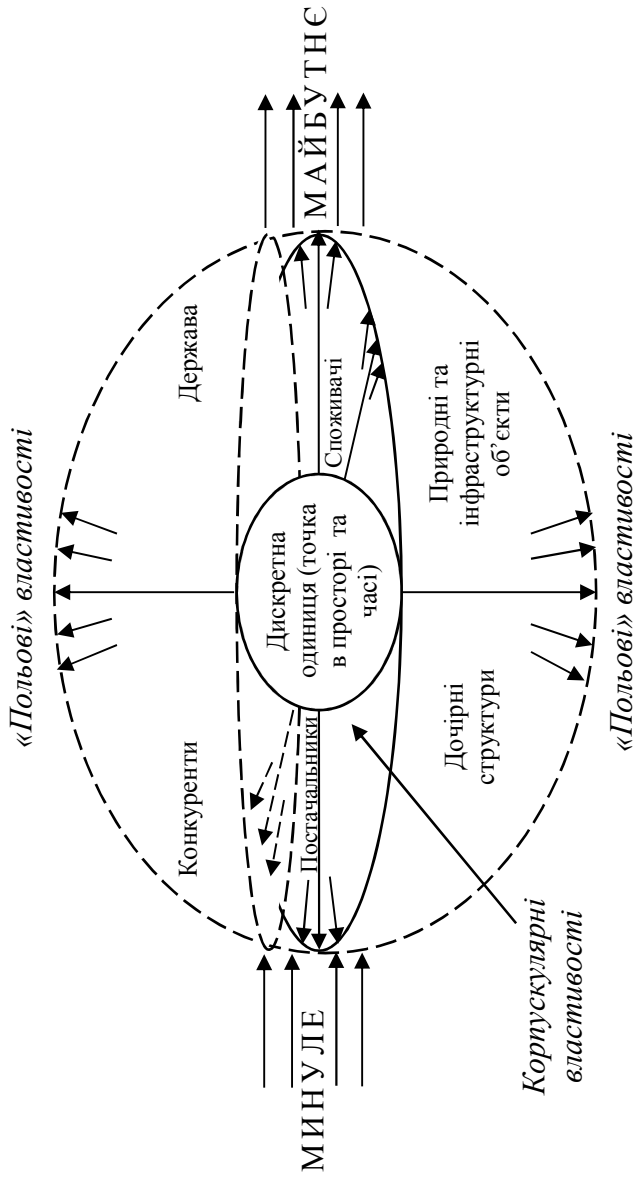
Умовно «польові» властивості економічних систем у просторі

- У просторі економічні системи реалізують економічні відносини:
 - з постачальниками ресурсів;
 - зі споживачами продукції;
 - з державою, яка надає соціальні послуги;
 - з населенням певної території, яке делегує право розпоряджатися активами даної території місцевій адміністрації;
 - з конкурентами за ресурси і за споживачів;
 - з підлеглими (дочірніми організаціями).

Умовно «польові» властивості економічних систем у часі

- У часі економічні системи діють як суб'єкти, які є пред-метом дії причинно-наслідкових зв'язків:
 - як результат подій, що мали місце у минулому, будучи носієм спадковості та історії своїх попередників;
 - як джерело (причина) подій, які поширюються на май-бутнє.

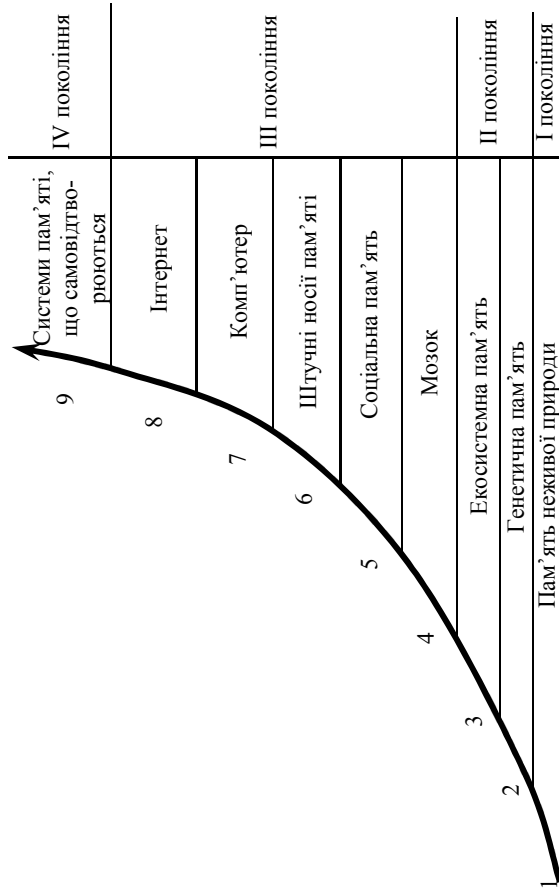
Двоїста природа економічних систем



Приклад реалізації «польових» властивостей економічної системи

- Автомобілебудівні підприємства США стали причиною суттєвих економічних змін:
 - створили інфраструктуру;
 - дали поштовх виробництву супутніх товарів;
 - ініціювали новий стиль життя;
 - забезпечили розвиток нафтопереробної промисловості і танкерного флоту;
 - ініціювали розвиток сервісу по обслуговуванню авто;
 - обумовили навчання автомобілістів
 - стали причиною створення поліцейського контролю трафіку;
 - у наші дні – обумовили створення і використання GPS.

6. Еволюція систем пам'яті. Основні етапи формування систем пам'яті



Розвиток пам'яті як фактор збільшення свободи

- Генетичну пам'ять можна порівняти з жорсткою фіксацією інформації на грамофонному диску, а пам'ять мозку з гнучким магнітофонним записом, який можна стирати й записувати знову.
- Інший аналог – виконання пісні під фонограму. Імпровізувати («розвивати пісню») можна лише на фоні жорстких ритмів біологічних функцій і виключно в рамках основної теми – «життя», яка зафіксована на «жорсткому диску» генетичної пам'яті.

7. Соціальна пам'ять. Визначення соціальної пам'яті

- **Соціальна пам'ять** – це система інформаційних механізмів спадковості і закріплення соціальних змін, що забезпечують відтворення організаційних засад, суспільних відносин, процесів регламентації та навчання у соціальних структурах.
- Поява на планеті «людини мислячої» з принципово новим потенціалом мозку спричинив революцію у формуванні колективної пам'яті, яка почала виникати на Землі з появою тварин, наділених зачатками інтелекту.

Матеріальні носії соціальної пам'яті

- Поява матеріальних носіїв соціальної пам'яті значно прискорило темпи розвитку цивілізації. З'явилися умови передачі інформації у часі між багатьма поколіннями.
- Основні матеріальні носії пам'яті:
 - письменність;
 - друк;
 - знаряддя праці;
 - вироби мистецтв;
 - будівлі;
 - фото- та кіно- записи;
 - аудіозапис;
 - цифровий запис;
 - комп'ютер;
 - інтернет.

Нематеріальні факти соціальної пам'яті

- Англійський біолог Р. Доукінс за аналогією з «геном» впровадив поняття «мем» (від англ. *memory* – пам'ять).
- Мем є елементом соціальної пам'яті. Мем інтегрує підсистеми мозку кожного члена суспільства і підсистеми матеріальних носіїв соціальної пам'яті.
- Мем – усталений елемент людської культури, який передається в процесі спілкування людей.
- Якщо «ген» локалізується в хромосомах, то «мем» в пам'яті людей.

Комп'ютер та Інтернет

- Виникнення *комп'ютера* та *Інтернету* знаменувало початок нового етапу розвитку інформаційних систем і еволюції природи. З'явилися передумови для *мережевізації* суспільства. Це обумовило:
 - глобалізацію систем світових господарських зв'язків;
 - віртуалізацію комунікацій;
 - зростання ролі інформації у виробництві та споживанні;
 - розвиток дистанційних форм навчання та зайнятості;
 - формування горизонтальних виробничих мереж;
 - побудову цифрової економіки;
 - формування солідарної економіки.

Фактори формування соціальної пам'яті

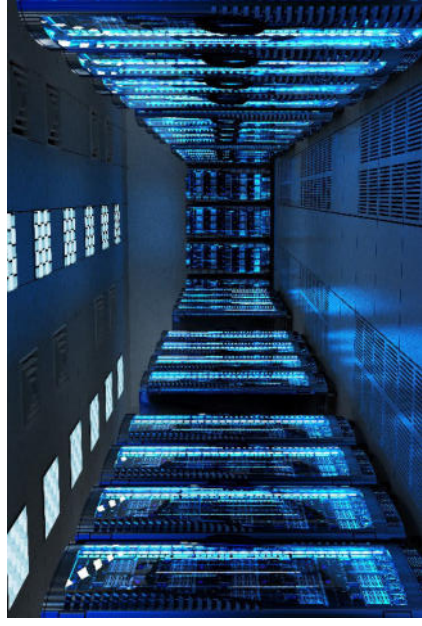
- досвід системи, що фіксується у знаннях, навичках, традиціях, звичках, матеріальних об'єктах, культурних цінностях, етичних засадах;
- можливості освоєння нової інформації (у т.ч. завдяки наявності технічних засобів);
- можливості критичного аналізу отриманої інформації;
- соціальні інститути, що обмежують або стимулюють використання інформації;

Фактори формування соціальної пам'яті

- система мотивів;
- етичні засади;
- умови формування синергетичних ефектів;
- лідерський потенціал еліти.

Дата-центр Сітігруп (Франкфурт, Німеччина)

- Один із найбільших дата-центрів у світі побудований у Франкфурті у 2008 році і є найбільш екологічним у світі. Він поєднує ефективне вживання поновлюваної енергії з найменшим впливом на довкілля.



Питання до теми

1. Дайте визначення пам'яті. Поясніть, яке значення має кожна функціональна складова пам'яті.
2. Які функції виконує пам'ять у процесах існування та розвитку систем?
3. Яка роль пам'яті у функціонуванні підприємства?
4. Яка роль пам'яті у процесах розвитку систем?
5. Як пам'ять впливає на ефективність функціонування систем? Конкретними прикладами обґрунтуйте свою відповідь.
6. Чому "слабка" пам'ять блокує процеси розвитку систем?
7. Від яких властивостей пам'яті залежить швидкість розвитку систем? Обґрунтуйте це на конкретних прикладах.
8. Які системи пам'яті сформувалися під час еволюції природи та суспільства?
9. Яку роль еволюції природи зіграв розвиток людського мозку?
10. Яку роль еволюції природи землі зіграли створені людиною системи пам'яті?
11. Що таке соціальна пам'ять? Яку роль вона грає у розвитку суспільних систем?
12. Які форми соціальної пам'яті створили людиною? Яку роль вони відіграли у розвитку суспільства?
13. Яку роль розвитку економічних систем грає Інтернет?
14. Поясніть функції соціальної пам'яті.

Тема 6

Енерго-ентропійні основи розвитку



Основи теорії

Будь-які процеси функціонування та розвитку систем супроводжуються мимовільним (природним) зниженням їх упорядкованості. Це називається виробництвом ентропії. Причин тому – кілька. По-перше, відбувається невідворотне зношування компонентів, з яких складається система. По-друге, на функціонування (і навіть просто підтримання стаціонарності свого стану) система щомоментно змушена витрачати енергію. По-третє, неминуче частина енергії незворотно втрачається, розсіюючись (дисипує) у зовнішнє середовище, не виробляючи жодного корисного впливу.

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 та зовнішньосистемних зв'язків (зокрема, з різних причин перериваються поставки сировини від традиційних постачальників, через зниження попиту на продукцію, що випускається, ряд оптових покупців знижують 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 у зменшеному вигляді) зарплата персоналу, є організаційні витрати (орендні платежі, плата за землю, ін.). Але цим поточні витрати, що зумовлюють виробництво ентропії, не обмежуються.

Підприємство змушене також нести частину непродуктивних витрат – витрат квазіенергії (втрата кондицій частини продукції, неможливість реалізації окремих її об-

сягів або її вимушена реалізація за заниженими цінами, податки, корупційні платежі, спонсорські виплати тощо).

Усі перелічені чинники і зумовлюють виробництво ентропії, що є мірою підвищення неупорядкованості у системі. Адже втрата енергії – перший крок до неминучого зниження впорядкованості. Безлад починається там, де виникає нестача коштів для ремонту виробничих потужностей, своєчасної виплати зарплати для їх обслуговування тощо.

Подолати наростання неупорядкованості можна лише цілеспрямованою діяльністю із відтворення упорядкованості (умовно, негативної ентропії) у системі. Для цього в системі повинні постійно поповнюватися спадні запаси вільної енергії. Це може відбуватися лише за рахунок залучення системою вільної енергії із зовнішнього середовища. Як тут не згадати улюблену приказку менеджерів: «Все погане (читай – ентропія) приходить само собою), все хороше (читай – упорядкованість) треба створювати!»! Отже, діяльність відкритих стаціонарних систем спрямовано на подолання зростання ентропії.

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.

Побудова енергоентропійного балансу ґрунтується на аналізі зміни величини ентропії системи. Зміна ентропії відкритої стаціонарної системи складається із двох складових.

$$\Delta S = \Delta S_{\text{вн}} + \Delta S_{\text{об}}, \quad (1)$$

де ΔS – загальний приріст ентропії у системі; $\Delta S_{\text{вн}}$ – приріст ентропії, що виробляється усередині системи; вона обумовлена процесами мимовільного розпорядження системи (процеси зношування, погіршення функцій, пору-

шення зв'язків, ін.) і є завжди позитивною величиною ($\Delta S_{\text{вн}} \geq 0$);

$\Delta S_{\text{об}}$ – зміна ентропії, пов'язана з речовинно-енергетично-інформаційним обміном між системою та зовнішнім середовищем; ентропія змінюється внаслідок обміну із середовищем як безпосередньо енергією, і речовинами; адже ентропія є функцією стану речовини – разом з речовиною ентропія надходить у систему або виводиться з неї.

Таким чином, стан системи залежить від двох факторів: ентропії, що виробляється всередині системи, та ентропії, обумовленої зовнішнім обміном.

Знак $\Delta S_{\text{об}}$ може бути і позитивним, і негативним: іншими словами, приплив ентропії в систему буде більшим або меншим від її відтоку. Відповідно, зміна ентропії відкритої системи загалом може бути позитивною, негативною або рівною нулю. Граничний стан системи буде досягатися тоді, коли виробництво ентропії всередині системи точно компенсуватиметься відпливом ентропії за рахунок її обмінної складової, а формула 1 набуває вигляду.

$$\Delta S_{\text{вн}} = -\Delta S_{\text{об}}, \text{ або} \quad (2)$$

$$\Delta S_{\text{вн}} + \Delta S_{\text{об}} = 0. \quad (3)$$

Така умова може бути названа необхідною передумовою знаходження системи у стійкому нерівноважному, або стаціонарному стані. Саме в цьому випадку значення зазначених двох ентропійних складових будуть рівними за абсолютними величинами, але будуть мати протилежні знаки.

Зниження ж ентропії буде досягатися лише тому випадку, якщо відтік ентропії перевищуватиме її виникнення всередині системи, тобто.

$$\Delta S_{об} < 0, \text{ але } |\Delta S_{об}| > |\Delta S_{вн}|, \text{ або} \quad (4)$$

$$\Delta S_{вн} + \Delta S_{об} < 0. \quad (5)$$

Наголосимо, що розглянуті умови є лише необхідними передумовами перебування системи у відповідних станах стаціонарності чи прогресивного розвитку.

Чому це не забезпечує і достатніх передумов? Та тому, що розглянуті умови можуть стати результатом фіксації двох розділених у часі станів системи.

Що ж потрібно, щоб досягти достатніх передумов певного стану системи? Одномоментне виконання зазначених умов. Зокрема, у стаціонарному стані система перебуватиме тоді, коли у кожний з моментів певного періоду часу виробництво внутрішньої ентропії 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 необхідні та достатні передумови забезпечення стаціонарного стану. Це буде відбуватися, якщо протягом певного періоду часу буде дотримуватися умова

$$\frac{dS}{dt} \leq 0, \text{ або} \quad (6)$$

$$\frac{dS_{вн}}{dt} + \frac{dS_{об}}{dt} = 0, \quad (7)$$

де dt – нескінченно мале збільшення часу.
Передумовами прогресивного розвитку є

$$\frac{dS}{dt} < 0, \text{ або} \quad (8)$$

$$\frac{dS_{\text{вн}}}{dt} + \frac{dS_{\text{об}}}{dt} < 0. \quad (9)$$

Формули енергоентропійного балансу (зокрема, 6–7) принципово не відрізняються від формул енергетичного балансу (див. главу 3), тобто формул, що фактично моделюють процеси, що відбуваються в термодинаміці. Зазначені формули (6 і 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 квазі-фізичні процеси в економіці.

Принципова відмінність згаданих двох підходів у тому, що термодинаміка (термостатика) розглядає рівноважні процеси. Передбачається, що такі процеси протікають дуже повільно, тобто так, щоб на кожному етапі досягалася рівновага. Наведені вище формули (6–7) відносяться до нерівноважних процесів. Їх стан рівноваги має спеціально формалізуватися незначними часовими інтервалами. Тим самим вони означають наближення до дійсності, адже рівноважних процесів у природі немає.

При розгляді енергоентропійних процесів важливо як розкрити характер енергоентропійного балансу, так і проаналізувати зміст чинників, на які впливають самі процеси.

Позначивши буквою δ виробництво ентропії в одиницю часу (dt) в одиниці об'єму (dV) системи, можна записати:

$$\frac{dS_{\text{вн}}}{dt} = \int \delta dV, \quad (10)$$

де δ – величина, що називається функцією дисипації.

Ця формула не дає можливості охарактеризувати зміст причин виробництва ентропії (або дисипації енергії) усередині системи. Подібний аналіз надзвичайно ускладнений через складність і багатоплановість процесів, що протікають в системі.

З дуже великою часткою умовностей чинники, що впливають на величину виробництва ентропії у системі, можна звести до двох основних причин:

1) недосконалість внутрішньої впорядкованості системи;

2) діяльності системи зниження виробництва ентропії (виробництву негентропії), тобто переробки речовини, енергії та інформації з метою вилучення з матеріально-інформаційних потоків впорядкованості, що імпортуються в систему, або негативної ентропії (зокрема, вільної енергії, що забезпечує цей порядок).

Таким чином, функцію дисипації системи можна уявити функцією двох умовних параметрів:

$$\delta = f(\delta_n, \delta_a), \quad (11)$$

де δ_n – ступінь неупорядкованості системи (рівень безладдя в системі);

δ_a – ступінь продуктивної активності системи.

Один і той же показник – дисипативна активність (або виробництво ентропії) системи – може одночасно характеризувати і негативну, і позитивну сторони одного й того самого явища – діяльності системи, пов'язаної з її функціонуванням. Лише глибокий факторний аналіз того, що називається динамічним станом системи, дозволить хіба що розкласти єдину характеристику дисипативного потоку на її умовні складові: «негативну» і «позитивну», тобто компоненти, що відповідно обумовлені неупорядкованістю системи та її продуктивною активністю.

Підкреслимо, що внутрішньосистемне виробництво ентропії, зумовлене продуктивною діяльністю системи, побічно характеризує і 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 ентропії (негентропії) обумовлює виникнення ентропійної компоненти ($dS_{об}$) і є функцією продуктивної дисипативної активності (δ_a):

$$d\psi_{об} = f(\delta_a) \quad (12)$$

Нагадаємо, що згідно з висловленими раніше припущеннями (формула 2), обмінна складова виробництва ентропії ($\Delta S_{об}$ або $dS_{об}/dt$) для стійкого стану системи має бути негативною величиною щоб компенсувати виробництво ентропії всередині системи ($\Delta S_{вн}$ або $dS_{вн}/dt$), яка завжди має позитивний знак.

Джерелом зміни ентропії (у бік її зниження) у системі є обмін із зовнішнім середовищем.

Це може бути виражено формулою:

$$d\psi_{об} = \frac{dE}{T}, \quad (13)$$

де dE – приріст кількості вільної енергії, яку система отримує ззовні;

T – параметр, що характеризує досягнутий раніше рівень упорядкованості системи.

Величину dE Г. Н. Алексеев пропонує визначати, виходячи з двох параметрів: потоку енергії та її рушійної сили:

$$dE = \frac{1}{T} \int j_i dX_i, \quad (14)$$

де j_i можна трактувати як потоки енергії різних (і) субстанцій (маси речовини при дифузії, тепла при теплообміні, заряду при електрострумі, обсягу продукції, що реалізується 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 відсутністю в одних нереалізованої потреби у певній групі товарів та готовності за них заплатити, а в інших – надлишком цих товарів та бажанням отримати відповідну суму грошей від їх продажу).

На основі формул 2, 7, 10 та 14 принципову формулу енергоентропійного балансу, що відповідає стаціонарному стану системи, можна уявити, виходячи з припущення, що кількість виробленої в системі ентропії (δ) компенсуватиметься її впливом за рахунок надходження вільної енергії ззовні (вираз у правій частині рівності), тобто:

$$\int \delta dV = \frac{1}{T} \int j_i dX_i, \text{ або} \quad (15)$$

$$\int \delta dV - \frac{1}{T} \int j_i dX_i = 0. \quad (16)$$

Вираз у лівій частині рівняння можна назвати темпом зміни ентропії системи. Відповідно вираз, що має протилежний знак, може бути названий темпом зміни негативної ентропії (негентропії) – ξ , або темпом збільшення вільної енергії в системі. Це може бути виражено формулою:

$$\xi = - \left(\int \delta dV - \frac{1}{T} \int j_i dX_i \right), \quad (17)$$

або

$$\xi = \frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV . \quad (18)$$

При стаціонарному стані системи рівень її негативної ентропії залишатиметься незмінним, тобто темпи зміни останньої дорівнюватимуть нулю:

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV = 0 . \quad (19)$$

Умови прогресивного розвитку системи, тобто постійного збільшення її впорядкованості, дотримуватимуться у разі, якщо перша складова наведеної формули (тобто. $\frac{1}{T} \int j_i dX_i$) за абсолютною величиною перевищуватиме значення ентропійної компоненти (тобто $\int \delta dV$). Користуючись наведеною раніше аналогією, можна сказати, що «темпи наповнення склянки повинні перевищувати темпи відтоку рідини з нього». Це може бути формалізоване виразом:

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i > \int \delta dV , \quad (20)$$

або, що теж саме:

$$\frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV > 0 . \quad (21)$$

Перший член у цьому виразі є негентропійною складовою, а другий – ентропійною. Випадок знаку «плюс» перед першим членом відбиває приплив негативної ентропії (упорядкованості), а «мінус» перед другим членом – її відтік.

Отже, передумови прогресивного розвитку виникають, коли приплив негативної ентропії (негентропії) у систему перевищує виробництво системою ентропії.

Загалом вираз у лівій частині вищенаведеної нерівності (формула 21), як і у лівій частині нерівності 9 характеризує стан динамічної системи.

Динаміка системи грає дуже істотну роль змінюваності її стану. Ступінь змін стану динамічної системи залежить від імпульсу, що впливає.

Імпульсом, що впливає (від лат. *impulsis* – поштовх, спонукання) можна вважати спонукальну причину, що викликає зміну системи.

Значення впливу імпульсу залежить від двох характеристик:

- *величини фактору*, що викликає зміну в системі;
- *тривалості часу дії* цього чинника.

Для економічних систем роль імпульсу сили може виконувати прибуток, одержуваний за одиницю часу (годину, день, місяць) від продукції.

Наведено вище формулу можна трактувати трохи інакше. Як фактор часу можна розглядати обсяг реалізованої продукції, а як імпульс сили – прибуток, що отримується від реалізації кожної одиниці продукції.

При цьому завдання ускладняється (і наближається до реальних умов), якщо в розрахунку використовувати величину не середнього, а маржинального (граничного) питомого прибутку. Остання визначається різницею маржинальних питомих величин доходу (від реалізації одиниці продукції) та витрат (на її виробництво та реалізацію). У обох згаданих випадках розрахунку роль підсумкової кількості «руху» для економічної системи (тобто її розвитку) вважатимуть прибуток, отриманий за певний період (від реалізації певного обсягу продукції).

На рівні системи в цілому результируючим фактором, що викликає зміни в системі, можна вважати різницю між припливом та відтоком негентропії (негативної ентропії) системи (або, те ж саме що: відплив та приплив ентропії

системи). Це і є приріст негентропії (упорядкованості) якої в даний час має система (зміст вихідних компонентів представлені у формулі 18).

$$\xi = \frac{1}{T} \int j_i dX_i - \int \delta dV \quad (23)$$

Віднесена до одиниці часу подана у формулі 23 величина характеризує темпи приросту негентропії (упорядкованості) у системі.

Аналіз енергоентропійного балансу та умов прогресивних змін у системі дозволяє сформулювати загальні закономірності впорядкування системи.

Темпи збільшення впорядкованості системи залежать від двох факторів:

- темпи виробництва ентропії всередині системи;
- темпів відведення ентропії із системи.

Виходячи з цього, умови прогресивного розвитку можуть бути визначені таким чином: темпи збільшення впорядкованості в системі будуть тим вищими,

- чим більше приплив негентропії ззовні (при постійному рівні виробництва ентропії всередині системи), або:

- чим менше виробництво ентропії всередині системи (при постійному припливі негентропії в систему).

Аналізуючи закономірності енергоентропійного балансу, можна зробити низку висновків.

Висновок 1. Можливий однаковий результат за різних витрат.

Це є наступне. Підсумковий результат – рівень упорядкованості системи – оцінюється різницею двох параметрів: а) надходження до системи за рахунок зовнішньосистемного обсягу негативної ентропії (або, те ж саме що: відплив ентропії у зовнішнє середовище); б) виробництво ентропії у самій системі.

Різниця між згаданими параметрами не зміниться, якщо кожен з них збільшиться або зменшиться у певну кількість разів або на певну величину.

Сказане дозволяє науково обґрунтувати два наслідки, з якими більшість, ймовірно, знайома, з власного досвіду:

➤ *підтримувати порядок вигідніше, ніж його наводити;*

➤ *не засмічувати краще (ефективніше), ніж прибирати.*

Висновок 2. Більшого результату можна забезпечити меншими витратами.

Логіку розглянутих вище прикладів можна продовжити. У наведених вище двох рівностях (рубрика «Подробиці») ліва та права частина рівні між собою. Тим часом можливі варіанти, коли за рахунок зниження ентропійних втрат можна виграти набагато більше, ніж за рахунок припливу вільної енергії в систему.

Наслідками сказаного є:

➤ *збільшення припливу вільної енергії у систему не гарантує адекватного зростання впорядкованості системи;*

➤ *Нерідко невеликий енергетичний імпульс може зробити більш значну роботу, ніж великий, за умови правильної реалізації імпульсу.*

➤ *комплексне управління процесами впорядкування та розпорядження (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.

➤ *Висновок 3. Енергія та інформація – умовно взаємозамінні фактори.*

➤ Раніше ми переконалися, що однакового результату можна досягти, забезпечивши приплив негативної (не-

гентропії) до системи або покращивши внутрішню впорядкованість системи. Але перше зазвичай більшою мірою обумовлено енергетичними (квазіенергетичними) факторами, оскільки потребує постійного припливу в систему вільної енергії, а друге – інформаційними факторами, оскільки потребує інформаційної перебудови системи.

Приватні наслідки:

➤ *у певних межах інформацією можна компенсувати нестачу енергії чи речовини;*

➤ *інформація замінює в метаболізмі системи матеріальні компоненти у вигляді заміни виконуваних системою функцій.*

Висновок 6. Найбільш ефективним засобом припливу упорядкованості (негативної ентропії) у систему є інформація.

Це пояснюється, по-перше, мінімальним рівнем дисипативних характеристик, властивих даному виду коштів (викликають мінімальний потік матеріальних ресурсів та відходів, необхідних для обслуговування інформаційних потоків); по-друге, тим, що інформація (наприклад, нові знання, досвід, ідеї) має максимальну здатність підвищення рівня впорядкованості системи.

Висновок 7. Для динамічних систем час є системоформуючим фактором.

Цей висновок дозволяє сформулювати кілька приватних наслідків:

➤ *однаковий стан системи може бути досягнутий нетривалим, але сильним за величиною енергетичним імпульсом, або малим імпульсом, але 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 впливу (імпульсу) результат змін стану системи визначається часом дії імпульсу;*

➤ *при тривалому періоді існування системи тенденція до зміни її стану стає системоформуючим фактором.*

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 вище ступінь динамічності системи.

Висновок 10. Темпи динамічності системи будуть тим вищими, чим більшими будуть ємність та швидкодія її пам'яті.

Висновок 9 дає підстави сформулювати важливий наслідок:

➤ *Інновації є ключовим засобом для прискорення темпів зростання впорядкованості.*

Виходячи з цього слідства, можна сформулювати ще два. Підстави для цього полягають у наступному. Інновації тісно пов'язані зі зносом системи. Більш інтенсивне зношування системи змушує її наново відтворювати свої компоненти.

➤ *Чим інтенсивніші темпи зносу (висловлюючись мовою фізиків, параметри ентропійної активності), тим більше значні обсяги «субстанцій» змушена залучати система до процесів обміну із довкіллям.*

Останні необхідні для задоволення потреб у постійної реконструкції системи. З урахуванням накопиченого досвіду у перебіг відтворення компонентів системи вносяться інноваційні зміни, які грають роль своєрідних «мутацій», покликаних удосконалювати діяльність системи.

Можна також сформулювати два наслідки:

➤ *Інновації підвищують ефективність системи та прискорюють моральне зношення її компонентів.*

➤ *Зношення компонентів системи є як наслідком, так і засобом підтримки високих темпів її розвитку.*

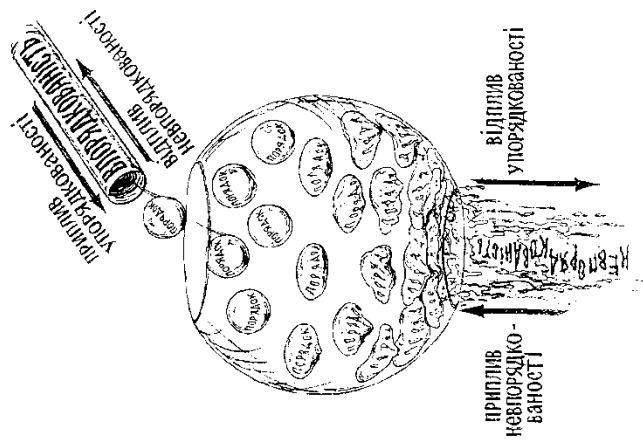
Інновації стають однією з основних механізмів, з яких природа забезпечує високі темпи зносу систем, і цим підтримує наростаючі темпи еволюції. Дієвим інструментарієм при цьому стають: збільшення різноманіття предметів і явищ природи, активізація біфуркаційних механізмів розвитку, формування нових форм диференціації та інтеграції природних сутностей.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Енерго-ентропійні основи розвитку систем
2. Впорядкованість системи і антиентропійна діяльність
3. Енерго-ентропійний баланс
4. Фактор часу і антиентропійна діяльність
5. Динаміка системи
6. Висновки з енерго-ентропійного балансу

1. Енерго-ентропійні основи розвитку систем



Причини виробництва ентропії

- Будь-які процеси функціонування і розвитку систем незворотно обумовлюють явище зниження їх упорядкованості. Це називається **виробництвом ентропії**.
- Існує для цього кілька причин:
 - (1) відбувається невідворотне зношення елементів системи;
 - (2) на функціонування системи витрачається енергія;
 - (3) частина енергії незворотно втрачається (дисипується) без будь-якої користі.

Виробництво ентропії в економічних системах

- В економічних системах виробництво ентропії пов'язано з такими причинами:
 - фізичним зношенням матеріальних активів;
 - моральним зношенням (застаріванням) інформаційних активів;
 - порушенням внутрішніх або зовнішніх зв'язків (питання логістики, збуту продукції, зміна економічної кон'юнктури тощо);
 - на свою діяльність підприємство витрачає кошти (квaziенергію); витрати відбуваються навіть у разі, коли підприємство не випускає продукцію;
 - частина витрат безоплатно втрачається (псування продукції, неможливість збуту, продаж за заниженими цінами, тощо).

2. Впорядкованість системи і антиентропійна діяльність

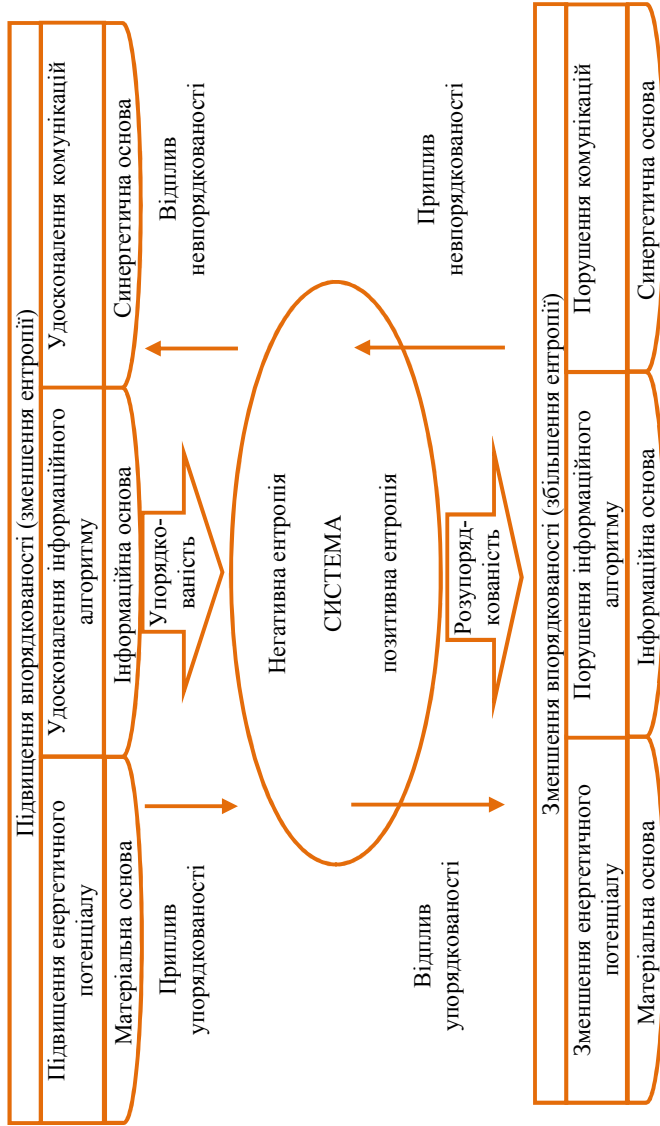
Додаткова ентропія – джерело збільшення невпорядкованості

- Збільшення ентропії в економічній системі веде до підвищення рівня її невпорядкованості.
- (1) Втрата енергії (квазіенергії) спричиняє погіршення виробничих результатів.
- (2) Нестача коштів для придбання нових технологій і модернізацію існуючих веде до технічної відсталості виробництва.
- (3) Зменшення обсягів оплати праці веде до відпливу кваліфікованих кадрів і погіршенню зв'язків на підприємстві.

Антиентропійна діяльність

- Подолати зростання неупорядкованості системи можна лише цілеспрямованою діяльністю з виробництва негативної ентропії, інакше кажучи зменшенням ентропії в системі.
- Це може відбуватися за рахунок:
 - (1) припливу *вільної енергії* в систему (або зменшення відпливу вільної енергії з системи);
 - (2) поліпшення *інформаційного алгоритму* (підвищення ефективності) функціонування системи;
 - (3) підсилення *узгодженості* діяльності окремих ланок всередині та ззовні системи.

Антиентропійна діяльність системи

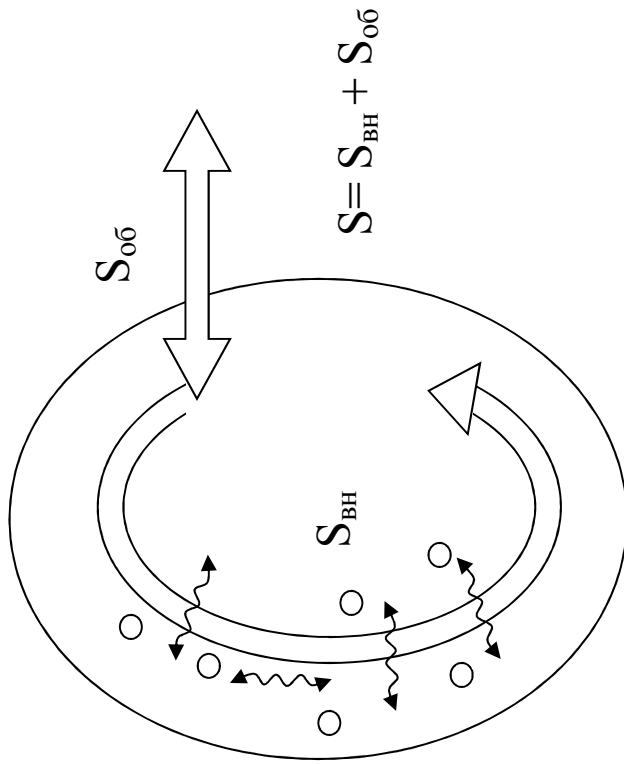


3. Енергоентропійний баланс

$$\frac{1}{T} \int J_i dX_i - \int \delta dV = 0$$

- 1-а складова – приплив вільної енергії в одиницю часу (J_i – потоки енергії або субстанції, капіталу; dX_i – рушійні сили (різниця потенціалів)).
- 2-а складова – приплив ентропії в системі: Умова стаціонарного стану системи

Утворення ентропії в системі



Приріст ентропії

$$\Delta S = \Delta S_{\text{вн}} + \Delta S_{\text{об}},$$

ΔS – загальний приплив ентропії в системі;

$\Delta S_{\text{вн}}$ – приплив ентропії за рахунок *внутрішніх* факторів (розупорядкованість ентропії) ($\Delta S_{\text{вн}} \geq 0$);

$\Delta S_{\text{зв}}$ – приплив ентропії за рахунок *зовнішніх* факторів (обмін системи з довкіллям).

Передумови стійкості системи

$\Delta S_{\text{ВН}} + \Delta S_{\text{ЗВ}} = 0$ – стаціонарний режим

$\Delta S_{\text{ВН}} + \Delta S_{\text{ЗВ}} < 0$ – прогресивний розвиток

$\Delta S_{\text{ВН}} + \Delta S_{\text{ЗВ}} > 0$ – деградація системи

4. Фактор часу і антиентропійна діяльність

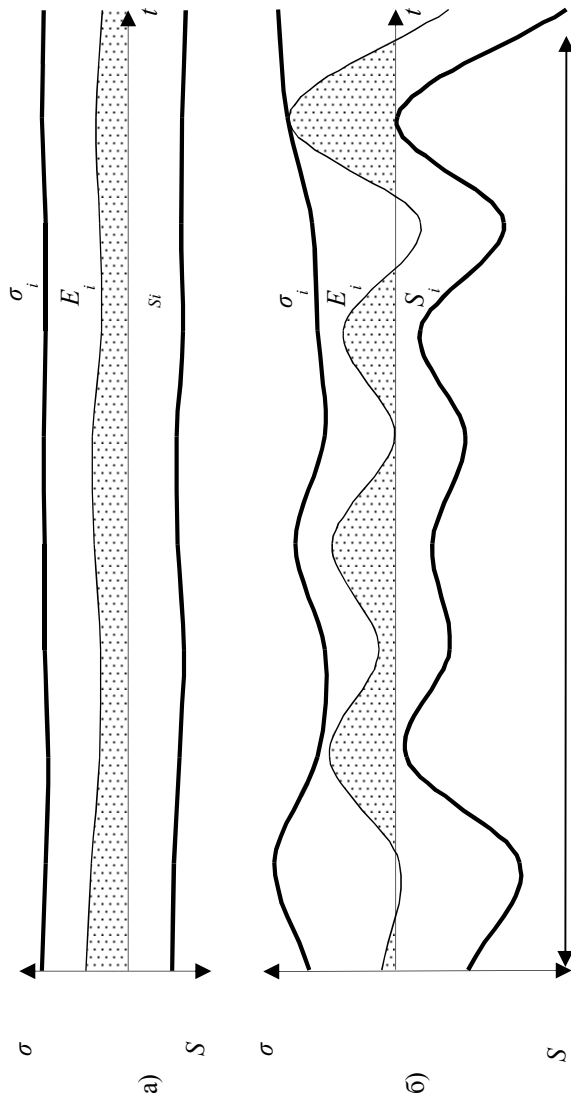
- Зміна рівня впорядкованості системи за кожен із періодів її існування обумовлена зміною рівня ентропії у системі за даний період; упорядкованість системи зростає зі зменшенням ентропії у системі і зменшується з її зростанням

$$\int_0^T \frac{d(S_{\text{вп}} + S_{\text{вн}})}{dt} = \int_0^T \frac{d\sigma}{dt},$$

Зліва – збільшення ентропії за період t .

Справа – приплив вільної енергії

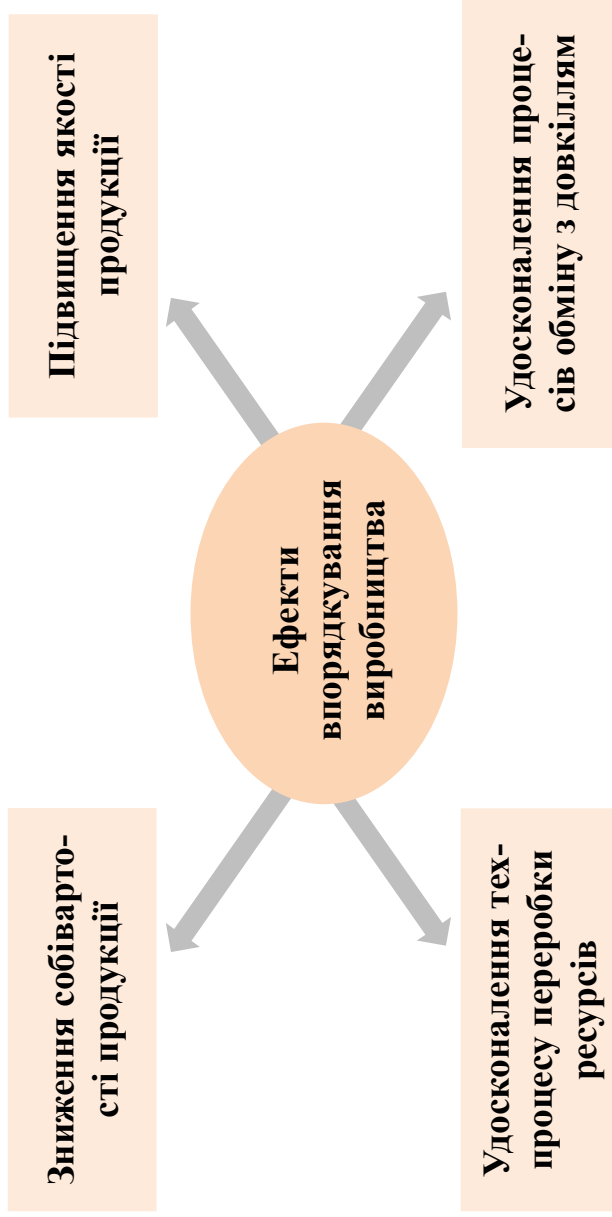
Зміна балансу припливу вільної енергії (угорі) і ентропії (внизу)



Висновок зі стаціонарності

- Кінцевим результатом має бути не обсяг виконаної роботи, а **стійкий стан системи**, що підтримується в часі.
- Іншими словами платити потрібно:
 - **механікам** – не за обсяг ремонтних робіт і навіть не за їх якість, а за підтримання обладнання *постійно в робочому стані*;
 - **лікарям** – не за лікування пацієнтів, а за їх *здоров'я*;
- **Менеджерам** – за *відсутність авралів*.

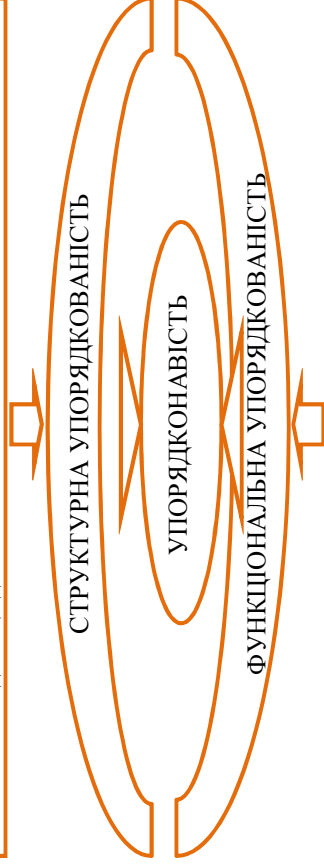
Ефекти упорядкування економічної системи



Фактори впорядкування системи

Удосконалення інформаційної побудови (конструювання):

- рівень складності;
- ієрархічність побудови;
- досконалість технологічних ідей;
- надійність внутрішньосистемних зв'язків;
- інформаційна програма управління;
- можливість адаптації до змін



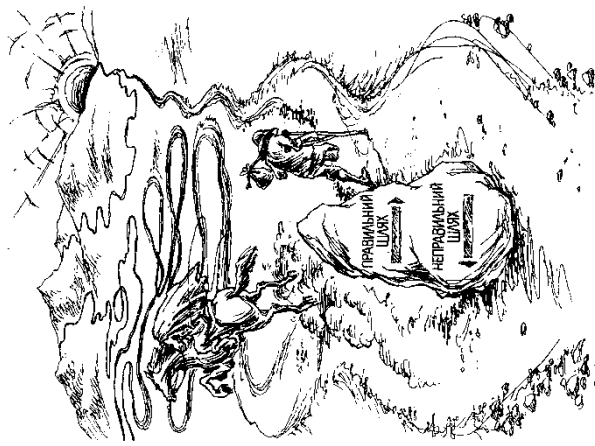
Досконалість процесу функціонування системи

- ступінь реалізації можливостей системи;
- рівень обслуговування системи;
- кваліфікація виконавців

5. Динаміка системи. Імпульс впливу

- Стан динамічної системи обумовлюється дією *імпульса впливу*.
- Імпульс впливу (ІВ) – це спонукальна причина, що викликає зміни в системі.
- Значення ІВ залежить від двох характеристик:
 - величини фактору, що викликає зміни в системі;
 - тривалості часу, протягом якого діє фактор.

**«Безногий, що просувається битим шляхом, обжене
вершника, який мчить без мети»**



Фактори розвитку динамічної системи

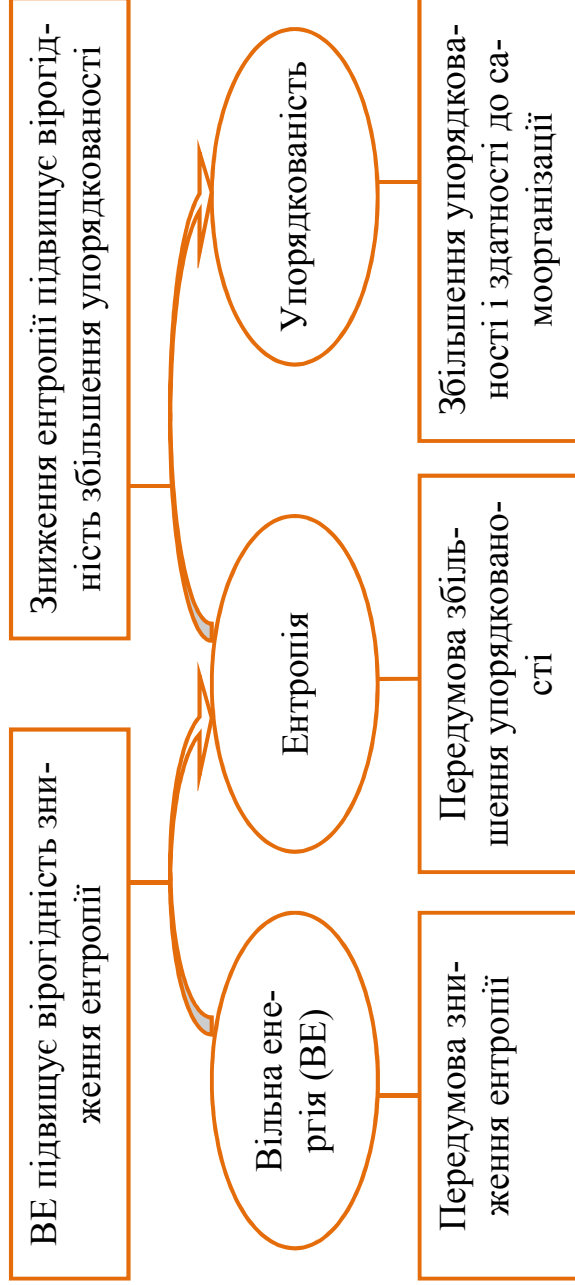
- Для динамічної системи *час є системоутворюючим фактором*.
- При тривалому періоді часу *тенденція* є системоутворюючим фактором.
- Фіксація принципу в приказах:
 - Час лікує рани.
 - Вода камінь точить.

6. Зв'язок енергії, ентропії та впорядкованості

Приріст вільної енергії – передумова збільшення впорядкованості

- Приріст вільної енергії – лише передумови зменшення ентропії і збільшення впорядкованості.
- Наприклад отримання прибутку на підприємстві не обов'язково має вести до збільшення впорядкованості підприємства, необхідно, щоб прибуток був витрачений:
 - 1) на збільшення технічної озброєності підприємства;
 - 2) на удосконалення його інформаційної основи;
 - 3) на поліпшення комунікацій.
- Без всього цього додаткові кошти (вільна квазіенергія) будуть витрачені. Ефективність витрачання отриманих коштів залежить від кваліфікації персоналу, його моральних рис, технічного рівня підприємства, досконалості комунікацій.

Функціональні зв'язки між енергією, ентропією і впорядкованістю



7. Висновки з аналізу енергоентропійного балансу

- Темпи збільшення упорядкованості системи залежать від двох факторів:
 - темпів виробництва ентропії всередині системи;
 - темпів відведення ентропії з системи.

Умови прогресивного розвитку

- Темпи збільшення упорядкованості системи будуть тим вищими,
 - чим *більше приплив негативної ентропії* ззовні (наприклад, за рахунок прибутку підприємства) – при незмінному рівні виробництва ентропії всередині системи, або
 - чим *менше виробництво ентропії* всередині системи (наприклад, здешевлення виробництва продукції на підприємстві) – при незмінному припливі негативної ентропії у систему (наприклад, за рахунок незмінної виручки підприємства).

Висновок 1

- *Можливий однаковий результат при різних витратах*

$$\eta - s = k \cdot \eta - k \cdot s = \eta + \Delta t - S + \Delta t,$$

η – приплив негативної ентропії;

s – виробництво ентропії.

- Наприклад, температура в кімнаті буде незмінною в двох варіантах:
 - якщо більше топити при погкій теплоізоляції;
 - якщо менше топити при гарній теплоізоляції.
- *Слідства:*
 - *підтримувати порядок вигідніше, ніж його наводити;*
 - *не смітити краще (ефективніше), ніж прибирати.*

Висновок 2

- *Більший результат можна забезпечити меншими витратами*
- Існують варіанти, коли за рахунок зменшення ентропійних втрат можна випрати набагато більше, ніж за рахунок припливу вільної енергії в систему.

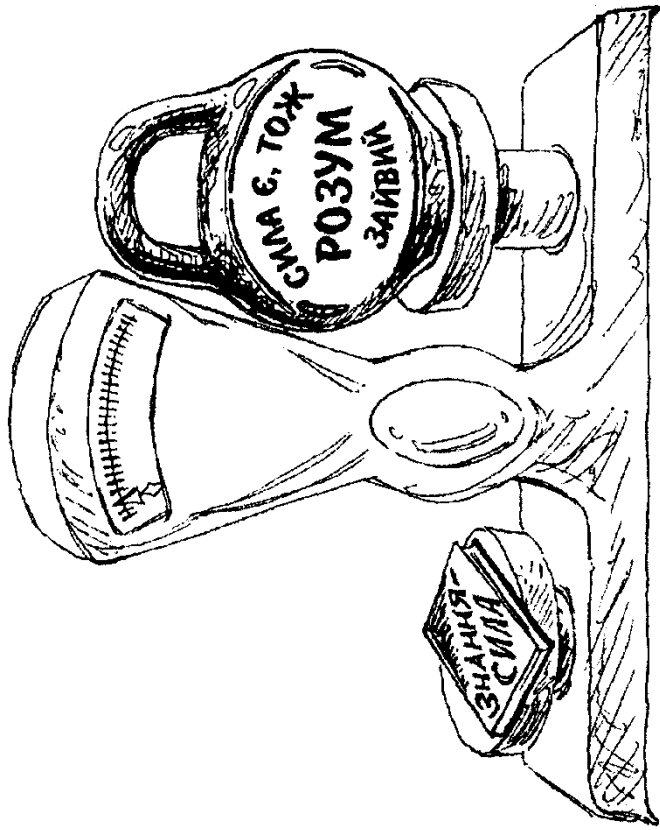
$$4\eta - 3s < 3\eta - s$$

- *Слідства:*
 - *часто маленький енергетичний імпульс може забезпечити значно вищу впорядкованість, ніж великий, при правильній організації імпульсу;*
 - *комплексне управління процесами упорядкування системи в цілому забезпечує більш високу ефективність функціонування системи, ніж автономне управління упорядкуванням окремих ланок.*

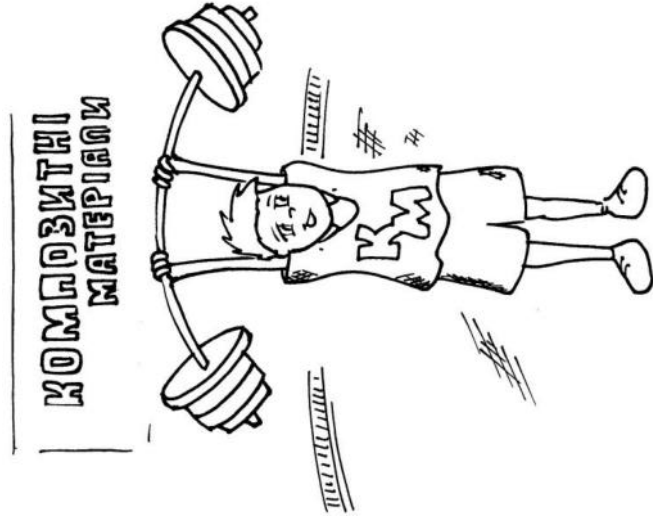
Висновок 3

- *Енергія та інформація умовно можуть замінювати одне одного.*
- *Слідства:*
 - *у певних межах інформацією можна компенсувати нестачу енергії або речовини;*
 - *інформація замінює в метаболізмі системи матеріальні компоненти через заміну певних функцій, що виконує система або її елементи.*

Добуток сили на розум є постійною величиною



Сила розумних матеріалів

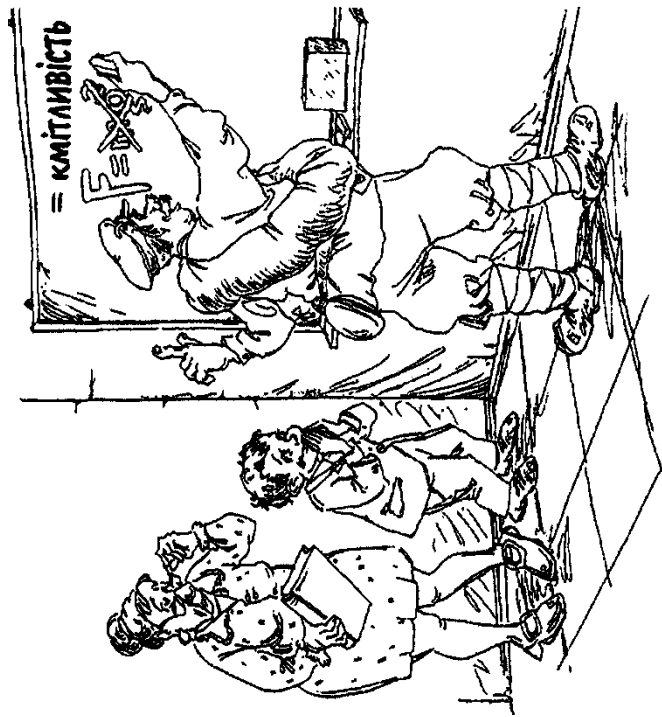


Висновки 4-6

- *Висновок 4*
 - *Всі фактори, що визначають стан системи, є взаємозв'язаними і взаємообумовлюють один одного.*
- *Висновок 5*
 - *Можливий альтернативний вибір засобів забезпечення припливу вільної енергії в системі, ефективність яких суттєво відрізняється.*
- *Висновок 6*
 - *Найефективнішим засобом забезпечення припливу впо-рядкованості (негативної ентропії) є інформація.*

По-перше, застосування інформації пов'язане з мінімумом втрат енергії, по-друге, інформація (наприклад, нові знання, ідеї) має максимальну здатність підвищення рівня впорядкованості системи.

Інформація – найефективніший ресурс



Висновок 7

- *Для динамічних систем час є системоутворюючим фактором*
- *Слідство:*
 - *Однаковий стан системи можна досягти непривалим, але сильним енергетичним імпульсом, або малим, але тривалим імпульсом.*

Висновки 8-9

- *Висновок 8*
 - *Темпи зростання впорядкованості системи будуть тим вищими, чим вище ступінь динамічності системи.*
- *Висновок 9*
 - *Темпи динамічності системи будуть тим вищими, чим більшими будуть ємність і швидкість її пам'яті.*
- *Слідство:*
 - *Інновації є ключовим засобом прискорення зростання впорядкованості*
 - *Інновації збільшують ефективність системи і прискорюють моральне зношення її компонентів.*

Роль планових цілей у вирішенні завдань Industry 3.0

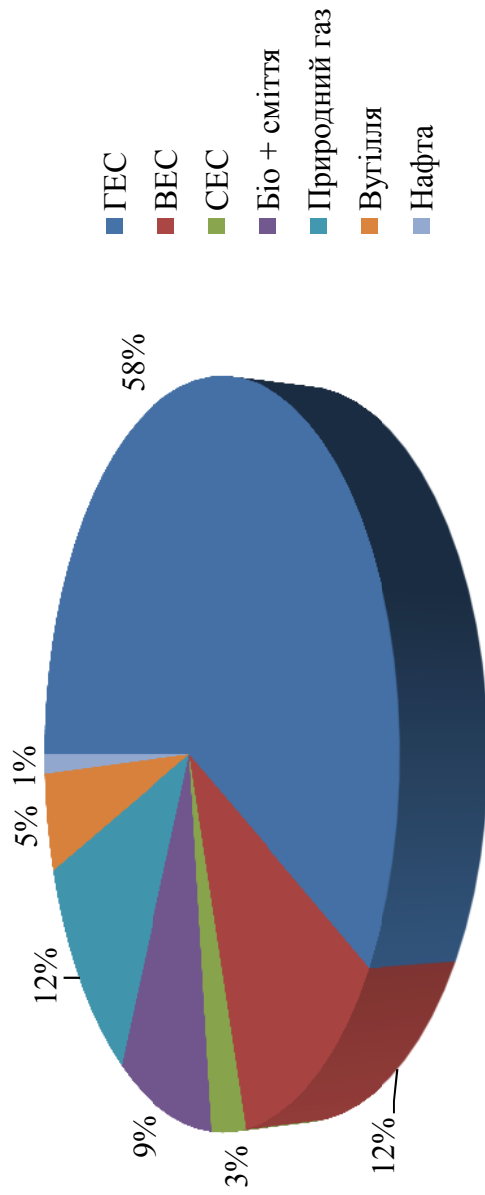
- У 2007 р. ЄС поставив за мету досягти до 2020 р. частку «зеленої» енергетики (сонце, вітер, біогаз) 20% (при 5% – у 2007 р.). По факту у 2020 р. частка лише *сонячної і вітрової* енергетики досягла 21%.
- З урахуванням ГЕС частка **відновлюваної** енергетики – 40%, частка паливної енергетики (вугілля, газ, нафта) скоротилася до 34% (решта – АЕС).
- Частка *відновлюваної* енергетики у електрогенерації по країнах: Німеччина – 52%; Великобританія – 47%; Португалія – 51%; Швейцарія – 68%; Австрія – 80%; Норвегія – 100%.

Промислові революції. Зниження вартості технічних засобів виконання одиниці роботи за останні 40 років

Технічний засіб / процес	Кратність зниження, раз
Процесор комп'ютера	10000
Сенсор та RFID мітка	1000
Виконання операції на автоматичному пристрої	1000
Відеоспостереження	500
Виробництво 1 кВт-години на сонячній е/с	150

Роль планових цілей в Австрії

Виробництво електроенергії, Австрія (2019 рік)



Питання до теми

1. Наведіть приклади виробництва ентропії у економічних системах.
2. Викладіть причини необхідності та достатності в упорядкуванні систем.
3. Який принцип повинен закладатися для формування мотивації антиентропійної діяльності у соціально-економічних системах?
4. Охарактеризуйте зміст енергоентропійного балансу. У чому його принципова відмінність з енергетичним (квазіенергетичним) балансом?
5. Охарактеризуйте зовнішні (екзогенні) фактори виробництва ентропії.
6. Охарактеризуйте внутрішні (ендогенні) фактори виробництва ентропії.
7. Поясніть, за рахунок яких двох 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 залежить?
11. Який приріст упорядкованості системи впливає на параметри метаболізму?
12. Охарактеризуйте види ефектів, які досягаються завдяки підвищенню рівня упорядкованості 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 підвищення рівня упорядкованості системи, як потік і рушійна сила.

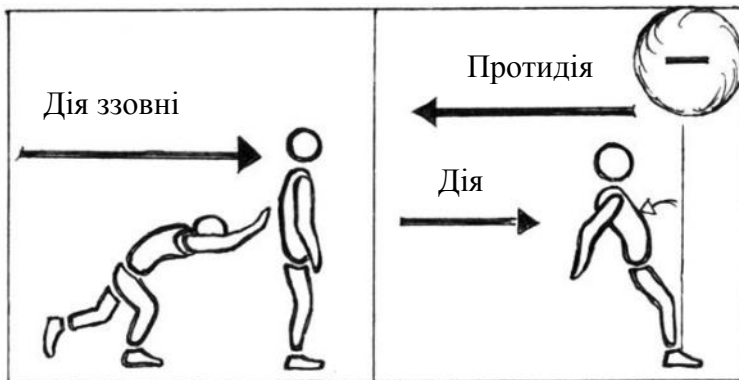
22. Дайте обґрунтовану відповідь, чому інформація є найефективнішим напрямом підвищення впорядкованості системи.

23. На конкретних прикладах охарактеризуйте вплив чинника часу зміни стану системи.

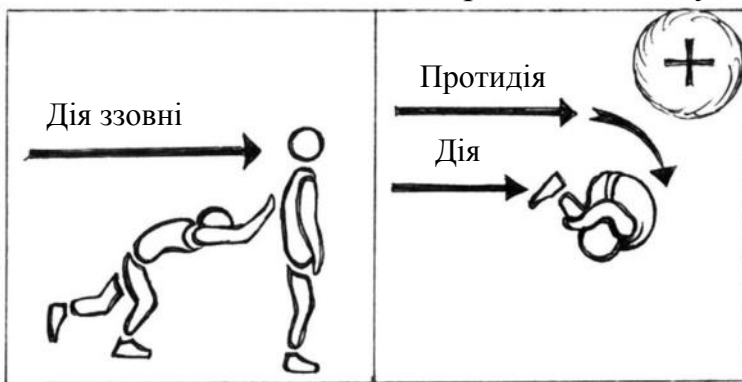
Тема 7

Механізми управління станом системи

Механізм негативного зворотного зв'язку



Механізм позитивного зворотного зв'язку



Основи теорії

Для свого існування та розвитку система змушена безперервно підтримувати сталість своїх характерних ознак та параметрів. Це означає, що вона неминуче має реагувати на внутрішньосистемні та зовнішньосистемні зміни. Наприклад, можуть суттєво змінюватися температура, тиск, електромагнітна зарядженість, речовинний склад зовнішнього середовища. На роботу економічних суб'єктів істотно впливають коливання економічної номенклатури, що відбуваються в зовнішньому середовищі (цін на ринках сировини, попиту на різні види продукції, ін.).

Такі зміни середовища – малоконтрольований системою процес, і запобігти їм система не може. Принаймні вплинути на них в адекватно короткі періоди часу, тобто настільки швидко, щоб ці зміни не встигли б суттєво вплинути на її стан. Хоча у деяких випадках система й намагається робити це. Напрошується висновок, що система повинна змінюватися сама, щоб за рахунок змін параметрів стану адаптуватися під зміни зовнішнього середовища.

Головна мета внутрішньої перебудови системи збереження (підтримання) основних параметрів її гомеостазу та пов'язаної з цим динамічної рівноваги. Адже система пристосувалася функціонувати саме при даному діапазоні різниці енергетичних потенціалів (наприклад, температури тіла, кров'яному тиску, певній номенклатурі продукції та її обсягах). Саме цей діапазон забезпечує основні процеси метаболізму та параметри існування системи.

Постійна зміна зовнішніх умов функціонування системи вимагає наявності в системі 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 із

властивою їй геніальністю, створивши механізми зворотного зв'язку.

Зворотній зв'язок – це відповідь (реакція) системи на дію фактора, що впливає (фактору впливу) через зміну параметрів стану системи.

Зокрема, факторами впливу, що змушують підприємство коригувати свою діяльність, можуть бути:

- зміна попиту на його продукцію; це може вимагати від підприємства збільшення або зменшення 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 у поведінці конкурентів;
- зміни природно-ресурсних умов та ін.

Фактори впливу можуть мати і внутрішньосистемний характер, зокрема набувати форми змін, що відбуваються всередині самої системи, наприклад, у її кадровому складі, технологічній основі, конструкціях виробів, складі власників підприємства тощо.

Принципова можливість регулювання стану системи за допомогою механізмів зворотного зв'язку обумовлена циклічністю відтворення параметрів системи. Через певний період цикли повторюються на новому рівні. При цьому вони умовно начебто повертаються у вихідну точку свого розвитку. Таким чином, у системі з'являється можливість на основі інформації про умови протікання попереднього циклу скоригувати параметри нового циклу.

Залежно від напрямку реакції (відповіді) системи на фактор впливу розрізняють два види механізмів зворотного зв'язку: *негативний* та *позитивний*.

Негативний зворотний зв'язок – це реакція системи, при якій її дії у відповідь на дію фактора впливу спрямовані у протилежний бік від напряму його дії. Інакше кажучи, система намагається протидіяти впливу зазначеного чинника, послаблюючи чи 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 фактора впливу спрямовані в той самий бік, що й напрямок його впливу. Іншими словами, система намагається посилити наслідки впливу фактора дії, змінюючи свій попередній стан (рівень гомеостазу).

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), щоб підтримати стан системи на постійному рівні. У разі позитивного зворотного зв'язку система змушена нести додаткові витрати на трансформацію (перебудову) свого стану.

Зокрема, на підприємстві зменшення обсягів продажів може бути компенсовано зменшенням ціни продажів. Адже зменшенню ціни на продукцію може збільшитися попит на неї і вирости загальний обсяг її продажів. Але у цьому разі зменшиться прибуток від реалізації кожної одиниці продукції. На зменшення попиту на продукцію підприємство може відреагувати збільшенням ціни одиниці продукції, наприклад, за рахунок підвищення її якості. Але в цьому разі зросте собівартість одиниці продукції.

Прибуток, отриманий від продажу продукції (ПР), залежить від загального обсягу реалізації (Р) та собівартості продукції (С): $ПР = Р - С$. Таким чином, чим більша собівартість продукції, тим менший отриманий прибуток,

який є аналогом надходження додаткової вільної квазіенергії в цю економічну систему. Витрати реалізації механізмів зворотний зв'язок збільшують собівартість продукції, що веде до зниження прибутку, що є еквівалентом вільної енергії.

При негативній зворотній зв'язок для компенсації змін впливу довкілля включаються допоміжні механізми системи, які у напрямку, зворотному напрямку впливу середовища. Саме тому вони називаються механізмами негативного зворотного зв'язку. З їх проявом нам доводиться стикатися щодня.

Механізм негативного зворотного зв'язку забезпечує підтримання існуючого гомеостазу.

Можна виділити кілька видів та напрямів дії механізмів негативного зворотного зв'язку.

За видом компенсаційної реакції системи умовно можна назвати два види механізмів: підвищувальні (інтенсифікаційні) і знижувальні (демпферуючі).

Підвищувальні механізми пов'язані з необхідністю діяльності системи, спрямованої на «підвищення» певних параметрів гомеостазу при зниженні відповідних параметрів довкілля. І тут діяльність системи найчастіше пов'язана з додатковою активністю (інтенсифікацією).

Знижувальні механізми спрямовані на зниження певних параметрів системи, зумовлене відповідним підвищенням значень параметрів довкілля.

Безумовно, обидва види механізмів пов'язані з витратами енергії. За напрямом дії зазначені механізми умовно можна об'єднати в дві групи: ендогенну та екзогенну. Ендогенна група механізмів має внутрішньо-системну спрямованість і пов'язана зі зміною в самій системі. Екзогенна група спрямована на зміни параметрів зовнішнього середовища.

Мабуть, не випадково навіть термінологічний опис багатьох явищ і процесів у економічних системах часто схоже з описом біологічних і технічних систем. Так, в економічній літературі все частіше використовуються терміни «метаболізм» та «гомеостаз» (зокрема, «індустріальний метаболізм», «гомеостатичний стан економіки»), які спочатку були включені до наукового побуту саме в біології.

Ще одним прикладом подібних аналогій є згадане вище поняття «перегрів» економіки. Під «перегрівом» економіки зазвичай розуміється стан економічної системи, в якому спостерігаються підвищені, які виходять з-під контролю темпи її зростання. Подібне явище супроводжується наростаючим споживанням ресурсів приватного та державного секторів. Після їх вичерпання закінчуються й можливості економічного зростання, після чого настає рецесія. У цьому економічному явищі вгадуються паралелі як із підвищенням температури біологічного організму (що вививає з організму багато життєво необхідних мікроелементів і порушує природні метаболічні (обмінні) процеси); це також схоже на неконтрольовані реакції розігріву технічних систем (наприклад, котлів чи реакторів).

У нормально працюючому стійкому стані в системі відбувається своєчасне відведення енергії (квазіенергії), що виробляється. Скажімо, в ядерному реакторі надлишкове тепло гаситься системою охолодження електростанції (зокрема, за допомогою циркулювання охолоджувальної рідини, зазвичай води).

В економіці задіяна ціла низка регуляторних механізмів: податкових, кредитних, інвестиційних. Вони покликані стримувати надмірну економічну активність за надто високих темпів економічного зростання (наприклад, за рахунок високих податкових ставок, політики «дорогих кредитних грошей», зниження державних витрат тощо) та стимулювати зростання при тенденціях до його загасання.

Природно, для цього вся система економічних та адміністративних інструментів має бути переключена з мінусу на плюс (зниження податків, здешевлення кредитів).

«Перегрів» економіки спостерігається, коли втрачається контроль за процесами, що відбуваються. Зокрема, держава замість політики стримування економічного зростання продовжує за інерцією тиснути на газ, стимулюючи його зростання. «Перегріву» передують надмірне фінансування економіки, а саме перекредитування юридичних та фізичних осіб («підхльосування» виробництва та споживчого попиту), надлишкові державні субсидії в економіку (часто за рахунок дефіциту державного бюджету та зовнішнього запозичення коштів).

Рано чи пізно вичерпуються: з одного боку, виробничі ресурси (людські, фінансові, науково-дослідні, виробничих потужностей), з іншого боку, – фінансових можливостей попиту. Підприємства починають працювати на межі своїх можливостей (люди працюють у кількох змінах, беруть роботу додому, під виробничі цілі починають переобладнувати не призначені для цього приміщення). Банки та збутові організації продовжують за інерцією кредитувати покупки своїх клієнтів. Ні вони, ні самі клієнти не помічають, що кредити все більше починають видаватися під нездійсненні оптимістичні очікування майбутнього надлишкового (експоненційного економічного зростання), ресурсів для якого вже не залишилося.

Починається системна економічна криза, що супроводжується багатьма супутніми явищами. З'ясовується, що не існує можливостей повернути значну кількість взятих кредитів. Нереалізованою продукцією починають швидко затоварюватися склади (блокується відведення квазіенергії із системи). Виробничі підприємства змушені різко скорочувати свої потужності. Багато людей втрачають роботу, що ще більше посилює проблему повернення кредитних

коштів. Знижуються податкові надходження, посилюється дефіцит держбюджету, погіршується зовнішньоторгівельне сальдо в бік збільшення імпорту. В період «перегріву» економіки держава стримує ділову активність, а в період спаду, що слідує за цим, проводить політику активізації господарських процесів. Це знов таки погіршує умови повернення кредитних коштів.

Опис явища «перегріву» економіки та фінансової кризи, що слідує за цим, спостерігався в більшості країн у період 2008–2010 років. Дуже символічно, що технічну модель подібних процесів життя продемонструвало на кількох ядерних блоках у Японії (провінція Фокусіма) на початку 2011 року. Порушення через природні катаклізми регламентного режиму функціонування низки системних елементів електростанцій призвело їх в кінцевому рахунку до катастрофічного руйнування. Одним із найбільш кризових моментів стало блокування відведення тепла із робочої зони реактора. Це дуже нагадує ситуацію «перегрівання» економіки.

Стационарна система здатна підтримувати стан динамічної рівноваги тільки за рахунок використання виробленої нею вільної енергії. Однак що станеться, якщо динамічна рівновага все ж таки буде незворотно порушена, тобто. параметри системи вийдуть за межі «точки неповернення» до рівня гомеостазу, що існував? Причин може бути дві:

а) зміни у самій системі (система слабшає/стає сильнішою);

б) зміни в навколишньому середовищі (воно стає менш сприятливим/сприятливішим для підтримання гомеостазу).

Для самої системи ці чинники важко розрізнити, оскільки ведуть до схожих наслідків, які можна формалізувати як «невідповідність ресурсів системи умовам середовища». Іншими словами, система не може підтримувати

стан динамічної рівноваги (гомеостазу) за існуючих умов середовища. У цьому можуть бути дві різні ситуації.

1. *Вільної енергії виявляється недостатньо, щоб «погасити» вплив довкілля (середовище «сприймається» системою як «надто жорстке»).*

2. *В системі накопичується надлишок енергії, яку вона «не встигає» витратити на свої потреби або розсіювати у навколишнє середовище (середовище «сприймається» як «досить сприятливе»).*

Трансформація рівня гомеостазу відбувається тоді, коли адаптивної здатності системи (або запасу необхідної для цього енергії) виявляється недостатньо, щоб за цих змін середовища підтримувати незмінний рівень гомеостазу за рахунок механізмів негативного зворотного зв'язку. Таким чином, змінюватися доводиться знову ж таки самій системі. Цього разу вона включає те, що фахівці називають "механізмом позитивного зворотного зв'язку". Позитивного – тому що зміни в системі відбуваються начеб у тому самому напрямку, що й зміни у зовнішньому середовищі. Згадаймо, що нашою реакцією на небезпеку втратити рівновагу може бути не лише спроба його збереження, а й цілеспрямована (керована) його трансформація.

Наприклад, природною реакцією підприємства на зниження попиту на вироблену ним продукцію є застосування механізмів негативного зворотного зв'язку: посилення рекламної діяльності чи підвищення якості продукції (й на те, й на інше підприємство змушене витратити додаткові кошти). Ще одним механізмом реалізації негативного зворотного зв'язку є зниження відпускної ціни (тоді відбувається зниження отриманого прибутку).

Однак, якщо вжиті заходи не принесли очікуваного результату (обсяги реалізації продукції продовжують падати або витрати на застосування механізмів негативного зворотного зв'язку переходять критичний рубіж рентабе-

льності продукції), підприємство змушене «включати» механізми позитивного зворотного зв'язку – відмовлятися від випуску даної продукції та переходити на нові товари .

Що стосується дії механізму позитивного зворотного зв'язку: система перебудовує свою організаційну структуру, змінюючи свій рівень гомеостазу.

Механізм позитивного зворотного зв'язку спрямований на трансформацію рівня гомеостазу.

За видами зміни рівня гомеостазу трансформації систем умовно можна класифікувати на три групи:

- 1) ті, що підвищують рівень гомеостазу;
- 2) ті, що знижують рівень гомеостазу;
- 3) ті, що імітують зміну рівня гомеостазу.

Останні пов'язані не так із реальною зміною рівня гомеостазу, як із забезпеченням зовнішніх його проявів такої зміни. Зазвичай це пов'язано з реалізацією будь-яких захисних функцій системи.

За характером посттрансформаційних змін системи трансформаційні механізми можна диференціювати на дві групи:

- (1) механізми, що не змінюють характерних ознак системи (адаптаційні механізми);
- (2) механізми, що змінюють характерні ознаки системи, після чого колишня система перестає існувати, перетворюючись на свою наступницю (або наступниць системи) (біфуркаційні механізми).

Зазначені два види трансформацій прийнято називати відповідно: адаптаційними та біфуркаційними.

Можна навести кілька прикладів реалізації механізмів зворотного зв'язку в економічних системах.

Регулювання курсу національної валюти. У разі зниження попиту на національну валюту та підвищення попиту на іноземну – спостерігається падіння курсу національної валюти. В таких випадках для стабілізації валют-

ного курсу використовується механізм негативного зворотного зв'язку у вигляді інтервенції іноземної валюти, тобто викиду на ринок додаткової її кількості. Попит на неї знижується й валютний курс стабілізується. При зворотному процесі, коли зростає попит на національну валюту і 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 підвищення ажіотажного попиту на деякі продукти харчування (цукор, крупи, борошно). За достатньої 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 сезонного, зокрема, під час посівної спекулятивного підняття нафтотрейдерами ціни на паливо. Всі ці підходи ґрунтуються на реалізації механізмів негативного зворотного зв'язку.

Зниження питомих витрат за сировину у разі зростання цін на неї. У разі підвищення дефіциту та відповідному зростанні цін підприємства прагнуть проводити ресурсозберігаючі заходи (дія механізму негативного зворотного зв'язку). Додаткові витрати на ресурсозбереження поступово починають окупатися за рахунок зниження потреби у дорогому сировину. Подібним чином економічні системи світу відреагували на нафтову кризу 1970-х років, що призвело до падіння цін на нафту у 1980-ті 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 через зниження податкового преса на юридичні та

фізичні особи. Підвищення купівельної спроможності населення стимулювало зростання попиту, який потягнув за собою збільшення пропозиції.

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

Стійкість та живучість системи (тобто її здатність зберігати параметри свого стану за різних умов) характеризуються такими конкретними показниками: витривалістю, стійкістю, толерантністю, резистентністю, стабільністю, вразливістю.

Витривалість – це здатність системи зберігати свої функціональні особливості або можливості їх відновлення при відхиленні умов довкілля від оптимальних для системи параметрів. Для підприємства такими несприятливими факторами зовнішнього середовища можуть бути: проблеми на ринках сировини, зменшення купівельної спроможності населення, посилення конкуренції, неефективне регулювання, ін.

Стійкість – це здатність системи зберігати при різних параметрах зовнішнього середовища свою структуру та функціональні особливості, достатні для діяльності.

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

Стійкість підприємства обумовлюється режимом його роботи, що забезпечує йому рентабельність виробництва та реалізації продукції.

Толерантність характеризує здатність системи сприймати ті чи інші несприятливі параметри довкілля.

Резистентність характеризує здатність протидіяти впливу негативних чинників довкілля чи зменшувати їх вплив.

Стабільність – здатність системи зберігати свою структуру та функціональні особливості під впливом внутрішніх для неї факторів, наприклад, накопичуваних продуктів обміну.

Вразливість системи – це нездатність протистояти зовнішнім впливам. Виражається у порушенні функцій та структури системи (коли долається межа стійкості) або у повному припиненні існування системи (долається межа витривалості).

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Механізми зворотного зв'язку (33)
2. Механізми негативного ЗЗ
3. Механізми позитивного ЗЗ
4. Механізми ЗЗ в природі і суспільстві
5. Стійкість систем

Механізми зворотного зв'язку (ЗЗ). Роль механізмів ЗЗ

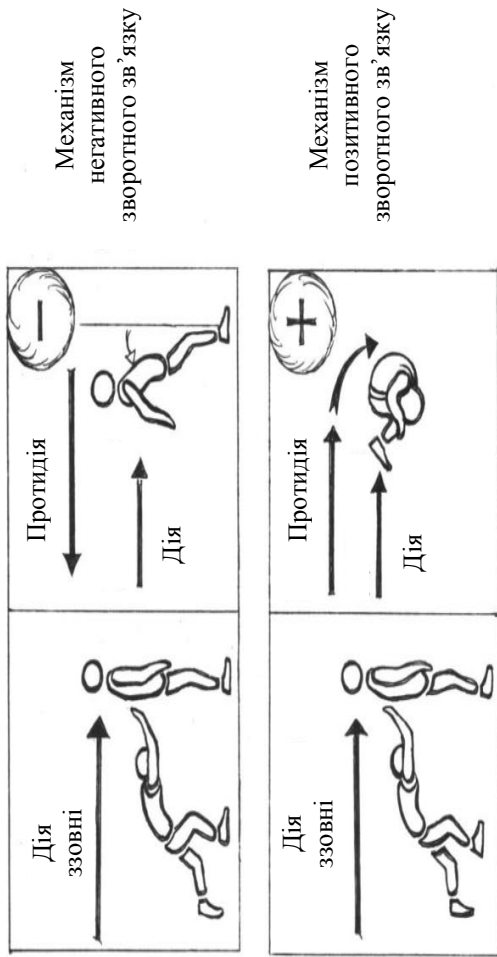
- *Стаціонарність* – ключова властивість відкритих стаціонарних систем.
- *Підтримання гомеостазу* – провідна функція системи. Система повинна реагувати на перемену зовнішніх та внутрішніх факторів.
 - Наприклад, підприємство має вносити корективи в свою діяльність залежно від коливань економічної кон'юнктури (зокрема, цін на сировину, попиту на продукцію), поведінку конкурентів, погодні умови тощо.
- Для реалізації такого корегування система застосовує *механізми зворотного зв'язку*.

Механізми зворотного зв'язку

- **Зворотній зв'язок** – це відповідь (реакція) системи на дію впливаючого фактору (фактору впливу) через зміну параметрів свого стану
- **Негативний зворотний зв'язок** – це реакція системи, при якій її дії у відповідь на дію фактору впливу спрямовані у протилежний бік від напрямку його дії. Інакше кажучи, система намагається протидіяти впливу зазначеного чинника, послаблюючи чи 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 ту ж сторону, що і напрямок його впливу. Іншими словами, система намагається посилити наслідки впливу фактору впливу, змінюючи свій попередній стан (рівень гомеостазу).

Негативний та позитивний зворотний зв'язок

Схема, що ілюструє дію механізмів зворотного зв'язку



Механізм зворотних зв'язків на підприємстві

Вид (напрямок) механізму зворотного зв'язку	Зміст дії	Вид витрат вільної енергії (квазіенергії)
Негативний	<p>Дії, створені задля збереження обсягу реалізації продукції через:</p> <ul style="list-style-type: none">а) додатковий маркетинг та рекламу;б) підвищення якості продукції та збереження обсягу продажу за збереження цінового рівня або вимушене зменшення обсягу продажу при підвищенні ціни продукції;в) зменшення ціни реалізованої продукції з перспективами збільшення обсягу продажу та збереження загального обсягу реалізації;	<ul style="list-style-type: none">а) додаткові витрати на маркетинг та рекламу;б) збільшення собівартості продукції, що, як правило, веде до зменшення обсягу отриманого прибутку;в) зменшення обсягу прибутку, який можна отримати від реалізації продукції;
Позитивний	<p>Відмова від продукції, що випускається раніше, і перехід до випуску та реалізації нової продукції</p>	<p>Витрати на модернізацію виробництва, втрачена вигода від зупинки виробництва і не реалізації продукції, що випустила раніше</p>

2. Механізми негативного зворотного зв'язку. Роль негативного зворотного зв'язку

- При негативному зворотному зв'язку для компенсації змін у зовнішньому середовищі система включає допоміжні механізми, які діють у напрямку, зворотному напрямкам дії фактору *зворотного* середовища.
- Саме тому ці механізми називаються механізмами *негативного зворотного зв'язку*. Вони наче *заперечують* дію фактору.
- Механізм зворотного зв'язку забезпечує підтримання існуючого *гомеостазу*.

Види механізмів негативного ЗЗ

- За видом компенсаторної реакції системи механізми негативного зворотного зв'язку умовно можна поділити на дві групи:
 - підвищувальні механізми спрямовані на інтенсифікацію діяльності системи і відповідно на умовне підвищення ключових параметрів системи.
 - понижувальні механізми спрямовані на зниження інтенсифікації діяльності системи і відповідне зниження ключових параметрів системи.

Дія механізмів негативного ЗЗ в економічних системах (підвищувальні механізми)

- Наприклад, у разі зниження температури середовища організм за рахунок інтенсифікації кровообігу змушений стабілізувати температуру розігрівом.
- Щось схоже відбувається за зниження попиту на продукцію підприємства. За рахунок додаткової активності (реклама, акції) підприємство намагається стимулювати його («розігріти»).
- І навпаки, у разі підвищення температури середовища організм «скидає» додаткове тепло завдяки підвищеному потовиділенню, а економічні системи починають «пригальмовувати» своєю активністю, знижуючи темпи розвитку.

Дія механізмів негативного ЗЗ в економічних системах (підвищувальні механізми)

- В економічній науці існує навіть спеціальний термін «перевірання економіки». Він означає надмірне фінансування економічного зростання, «перекредитування», надмірне вкладення державних коштів в економіку, що загрожує надмірним дефіцитом державного бюджету та інфляцією.
- При такому стані мікроекономічної системи включаються механізми негативного зворотного зв'язку, покликані здійснити стримування «розкрутки» економічних процесів («зв'язування» частини грошової маси, підвищення «цін» (ставок) на кошти та кредити тощо).

Вид негативного ЗЗ за напрямом дії

- За напрямом дії механізми негативного ЗЗ можна умовно поділити на два види:
 - ендогенні;
 - екзогенні.
- Ендогенні спрямовані на компенсаційні зміни в самій системі.
- Екзогенні спрямовані на зміну параметрів зовнішнього середовища.

Ендогенні і екзогенні механізми негативного ЗЗ

- **Ендогенні механізми (діють усередині системи):**
 - 1) комплексне залучення механізмів усієї системи;*
 - 2) створення резервних компенсаційних підсистем;*
 - 3) створення буферних зон.*

Ендогенні і екзогенні механізми негативного ЗЗ

- **Екзогенні механізми (діють поза системою):**
 - 1) *створення буферних зон;*
 - 2) *обробка метаболических потоків*
 - 3) *кондиціонування;*
 - 4) *просторова міграція;*
 - 5) *сезонна циклічність, або міграція у часі;*
 - 6) *просторово-часова міграція;*
 - 7) *кооперування коїться з іншими системами.*

3. Механізми позитивного ЗЗ. Роль механізмів позитивного ЗЗ

- Механізми позитивного ЗЗ спрямовані на зміну гомеостазу системи.
- Необхідність цього виникає в двох випадках:
 - (1) через зміни в *самій системі* (система стає *сильнішою* або *слабше*);
 - (2) через зміни в *навколишньому середовищі* (воно стає *сприятливішим* або *менш сприятливим* для підтримання існуючого гомеостазу).

Передумови зміни рівня гомеостазу

1. Вільної енергії виявляється недостатньо, щоб погасити вплив зовнішнього середовища. (Середовище сприймається системою як надмірно жорстке.)
2. У системі накопичується надлишок енергії, яку вона не встигає витратити на свої потреби або розсіювати в навколишнє середовище (середовище сприймається як занадто сприятливе).

Види механізмів позитивного ЗЗ

- За видами зміни рівня гомеостазу трансформації системи умовно можна класифікувати на три групи:
 - 1) що підвищують рівень гомеостазу;
 - 2) що знижують рівень гомеостазу;
 - 3) що імітують зміну рівня гомеостазу.

Вплив механізмів позитивного ЗЗ на гомеостаз

- Механізми за характером посттрансформаційних змін системи можна диференціювати на дві групи:
 - 1) механізми, що не змінюють характерних ознак системи (адаптаційні механізми);
 - 2) механізми, що змінюють характерні ознаки системи, у результаті чого система перестає існувати, перетворюючись на свою наступницю (чи наступників) (біфуркаційні механізми).

4. Механізми ЗЗ в природі і суспільстві. Приклади

- Чим більше людей захворіли на грип, тим більше вони заразять інших;
- чим більше дітей народилося, тим більше людей зросте та народить інших дітей;
- чим більше грошей у вас у банку, тим більше дивідендів ви отримаєте і тим більше грошей матимете у банку;
- чим більше високоенергетичних нейтронів, тим більше вони розбивають атомних ядер і тим більше їх знову з'являється;

Приклади

- Чим більша ерозія ґрунту, тим менше рослин може на ньому рости, а значить менше буде коріння, що утримує ґрунт, та листя, що пом'якшує удари дощових крапель та вітрів; – таким чином, створюються передумови для посилення ерозії;
- Чим вищі досягнення у спорті, тим вище винагороди, і більше стимулів до нових перемог.

Механізми зворотного зв'язку в економіці

- Регулювання курсу національної валюти.
- Регулювання цін на основні продукти харчування.
- Зниження питомих витрат на сировину при зростанні цін на неї.
- Збільшення купівельної спроможності населення за рахунок зниження податкового навантаження.
- Успіх стимулює зростання.

Контроль механізмів позитивного ЗЗ

- Дія механізмів позитивного ЗЗ має контролюватися (урівноважуватися) механізмами негативного ЗЗ. Це сприяє прогресивному розвитку системи, а в економіці є джерелом економічного зростання.
- Неконтрольовані позитивні ЗЗ можуть відігравати роль імпульсу, який ініціює «вибух», руйнування, колапс системи. Рано чи пізно система змушена включати механізми негативного ЗЗ.

Ефект рикошету

- Ефект рикошету є наслідком кількох розділених у часі фаз:
 - *перша фаза*: з низки причин (внутрішніх чи зовнішніх) відбувається погіршення стану системи;
 - *друга фаза*: погіршення ситуації змушує систему «включити» механізми негативного зворотного зв'язку, спрямовані на вирішення проблем, що виникли;
 - *третья фаза*: починає проявлятися *первинний ефект* – завдяки вжитим заходам стан системи починає покращуватись (у тому числі, за рахунок зниження інтенсивності діяльності системи);

Ефект рикошету

- *четверта фаза*: покращення ситуації дозволяє системі «відключити» механізми негативного зворотного зв'язку та «включити» механізми *позитивного* зворотного зв'язку, спрямовані знову на інтенсифікацію діяльності системи;
- *п'ята фаза*: проявляється *вторинний* ефект, який фактично є наслідком заходів (у довгому ланцюжку причин та наслідків), вжитих ще на другій фазі; результатом цього є повторне погіршення стану системи, яке за своїми наслідками може бути значно гіршим, ніж у ситуації, що мала місце на першій фазі.

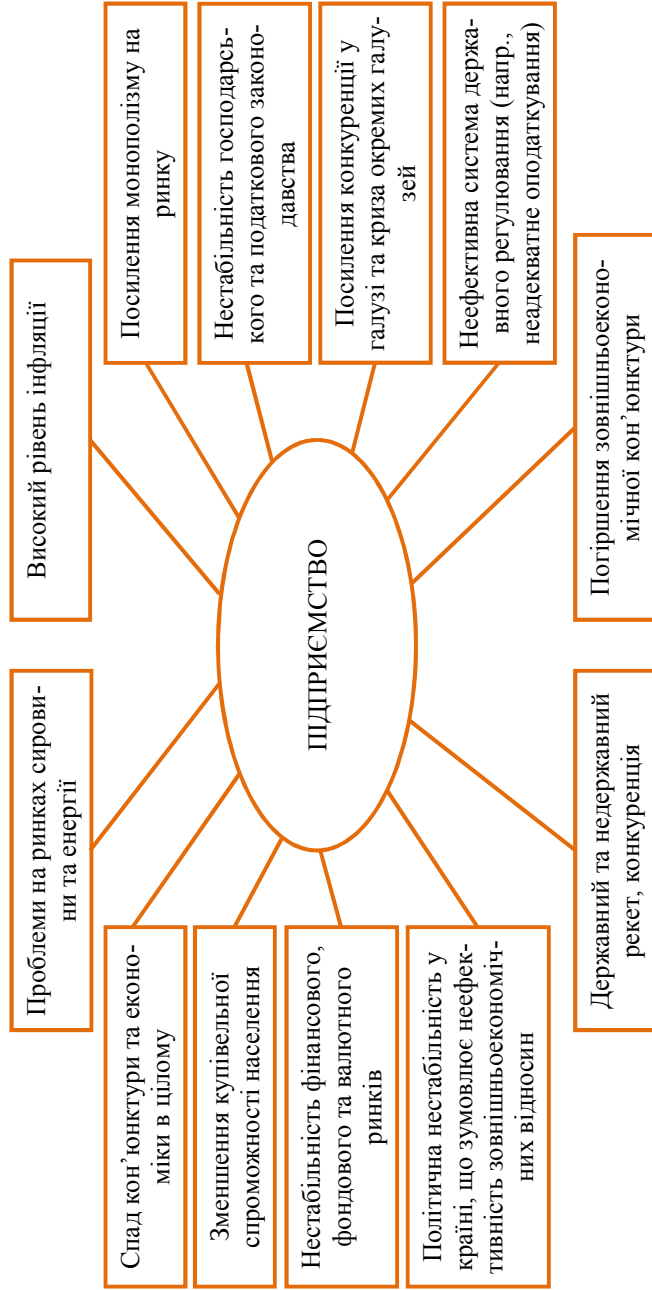
5. Стійкість системи

- *Витривалість* – це здатність системи зберігати свої функціональні особливості або можливості їх відновлення при відхиленні умов зовнішнього середовища від оптимальних для системи параметрів.
 - Для *підприємства* такими несприятливими факторами зовнішнього середовища можуть бути: проблеми на ринках сировини, зменшення купівельної спроможності населення, посилення конкуренції, неефективне регулювання, ін.
- *Стійкість* – це здатність системи зберігати при різних параметрах *зовнішнього середовища* свою структуру та функціональні особливості, *достатні для діяльності*.
- *Стійкість підприємства* визначається режимом його роботи, який забезпечує йому рентабельність виробництва та реалізації продукції.

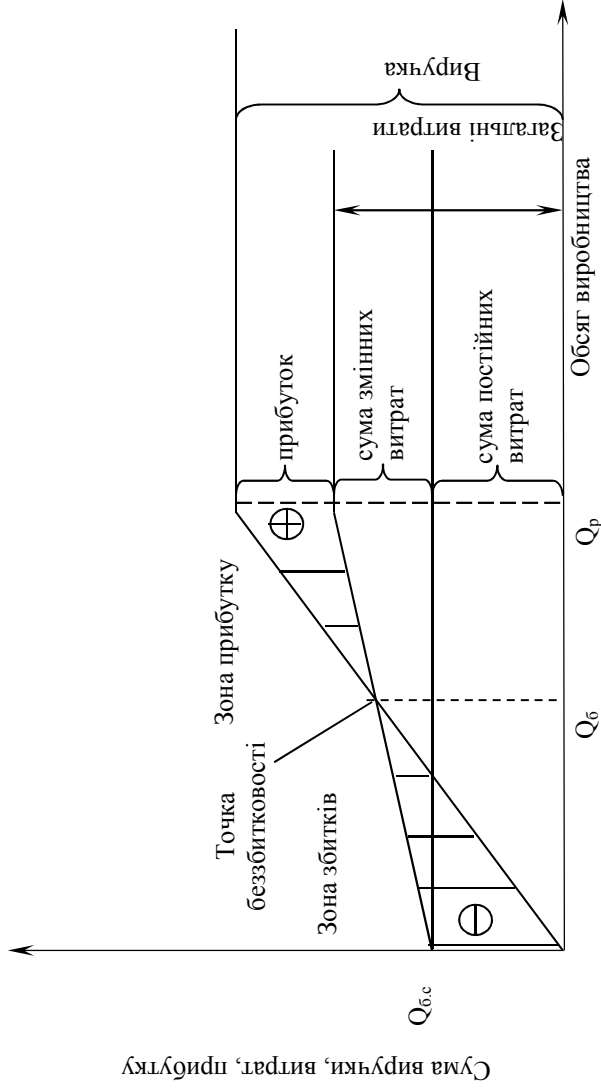
5. Стійкість системи

- *Толерантність* характеризує здатність сприймати ті чи інші несприятливі параметри зовнішнього середовища.
- *Резистентність* характеризує здатність протидіяти впливу негативних чинників довкілля чи придушувати їх вплив.
- *Стабільність* – здатність системи зберігати свою структуру та функціональні особливості під впливом *внутрішніх* для неї факторів, наприклад, продуктів обміну, що накопичуються.
- *Вразливість системи* – це *нездатність* протистояти зовнішнім впливам. Виражається у порушенні функцій та структури системи (долається межа стійкості) або у повному припиненні існування системи (долається межа витривалості).

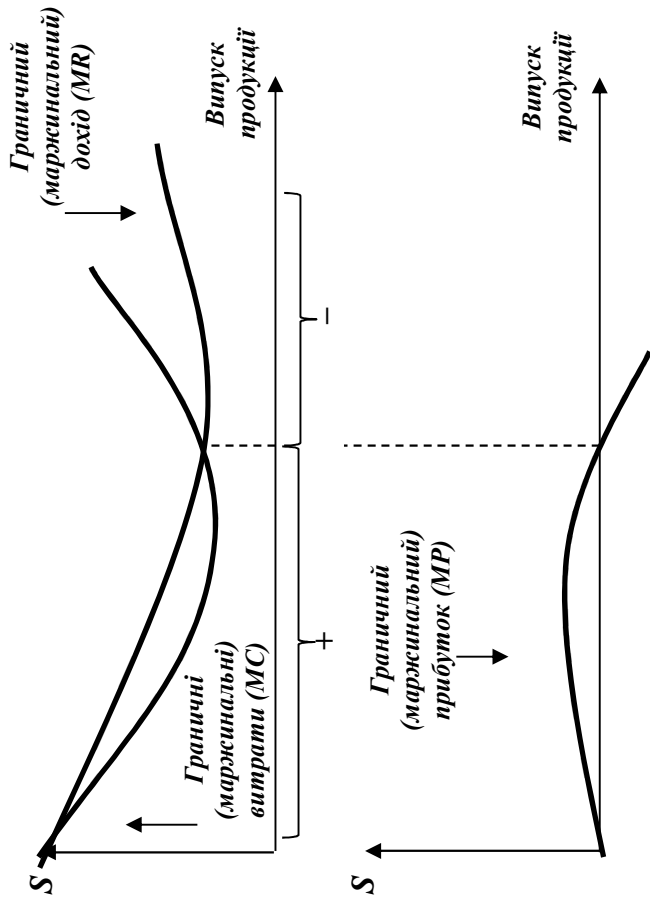
Зовнішні фактори впливу на стан підприємства



Показники безпеки підприємства

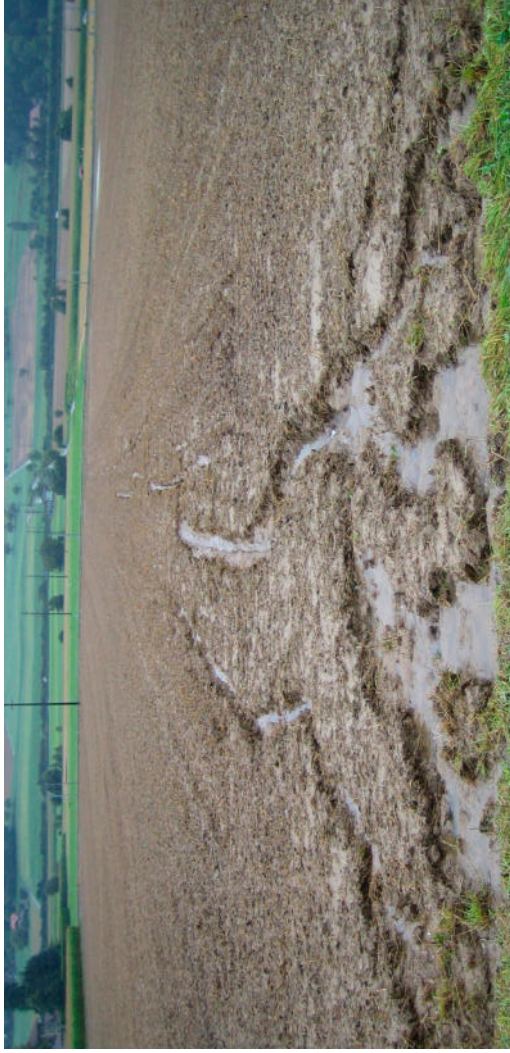


Зона стійкого обсягу виробництва



Приклад ерозії ґрунту у Франції

- Регіональна екологічна обсерваторія регіону регіону Аквітанія-Лімузен-Пуату-Шарант щороку фіксує ерозію ґрунту



Питання до теми

1. Що таке зворотний зв'язок? Яку роль він грає 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 для підприємства.
5. Охарактеризуйте функції механізмів негативного зворотного зв'язку.
6. Які види механізмів негативного зворотного зв'язку можна перелічити?
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 під час регулювання стану економічних систем.
10. Наведіть приклади коопераційних зворотних зв'язків під час 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. Охарактеризуйте ефект рикошету. Наведіть приклади.

18. Які є основні характеристики системи стійкості.

19. Охарактеризуйте таку характеристику стійкості системи як витривалість.

20. Охарактеризуйте зовнішні чинники, що впливають на стан підприємства.

21. Охарактеризуйте внутрішні чинники, що впливають на «витривалість» підприємства.

22. Поясніть, як впливають на «витривалість» підприємства точка беззбитковості та безпека.

23. Охарактеризуйте такі характеристики витривалості системи, як толерантність та резистентність.

24. Поясніть такі поняття, як стабільність та стійкість системи.

25. Охарактеризуйте зону сталого обсягу виробництва для підприємства.

26. Які є показники фінансової стійкості підприємства?

27. Охарактеризуйте таке поняття, як вразливість системи. Чим зумовлена вразливість економічних систем?

28. Охарактеризуйте таке поняття, як еластичність системи.

29. Що таке інтервали параметрів?

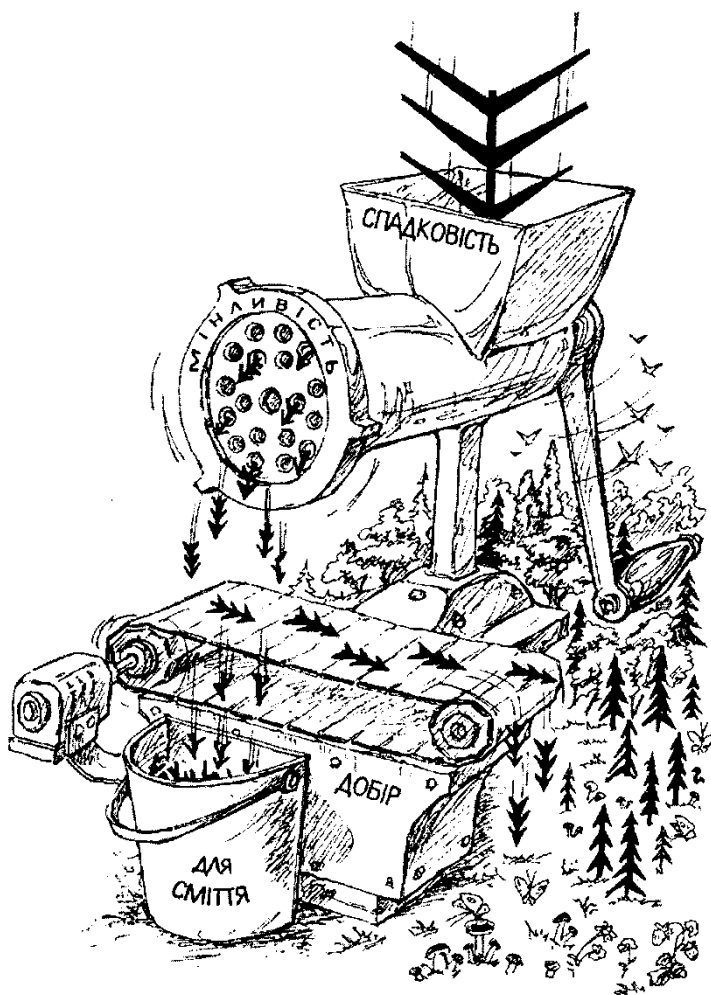
30. Наведіть приклади аналогів інтервалів показників економіки.

31. Що таке норми реакції?

32. Яку роль у забезпеченні стійкості системи грають механізми зворотного зв'язку?

Тема 8

Механізми трансформації систем



Основи теорії

У попередньому розділі ми розглянули фактори та механізми стійкості систем. Фактично основним засобом забезпечення стійкості системи є підтримання її динамічного рівноважного стану. При цьому система може перебувати в одному з двох можливих її режимів:

а) підтримання стану стаціонарності (певного рівня гомеостазу);

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

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

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

Механізми трансформації систем умовно поділяються на два види: *адаптаційні* та *біфуркаційні*.

Адаптаційні механізми передбачають такий характер змін у системі, який дозволяє їй пристосовуватися до впливів довкілля без втрати своїх важливих відмітних ознак. При адаптаційному механізмі, попри всі зміни, 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 її ключові відмітні ознаки, переходячи у нову якість, хоча і зберіга-

ючи у своїй новій формі спадковий зв'язок із колишнім станом.

При біфуркаційному механізмі система втрачає свою цілісність, переходячи в нову якість:

- *біологічний вид* продовжує своє існування через послідовну зміну поколінь;

- *сім'я* може роз'єднатися або з'єднатися з іншою сім'єю, зберігаючи ключові традиції колишньої сім'ї (колишніх сімей);

- *фірма* може бути реорганізована (укрупнена, розукрупнена, змінити свою назву, вид діяльності), при цьому працівники, що залишилися, будуть носіями традицій старого підприємства;

- на території колишньої *країни* (в колишніх межах або нових) може виникнути нове державне утворення (з новим політичним устроєм, новим адміністративним розподілом, новою назвою), яке формально чинформально (через своїх громадян) залишиться правонаступником або носієм певних (етнічних, культурних, соціальних)) рис колишньої структури.

Наведені вище характеристики зазначених класів механізмів дозволяють дати порівняльний аналіз можливого впливу цих механізмів на інтенсивність еволюційних процесів.

Адаптаційні механізми мають ту характерну властивість, що а ні зовнішні, а ні внутрішні турбулентності через дію цих механізмів не здатні вивести систему за межі того, що, за словами М. М. Моїсеєва, означає коридор, який заготовила природа для розвитку даної системи. Межі коридору обумовлені фізичними можливостями системи пристосовуватися до змін зовнішнього середовища. Отже, параметри потенційних змін стану системи в цих межах неспроможні істотно відрізнятися один від одного. Таким чином, можливі стани системи досить доступні для їх

сприйняття в перспективі, а шляхи її розвитку передбачувані з достатньою точністю.

Зазначені трансформаційні механізми діалектично взаємопов'язані між собою. Адаптаційні механізми реалізують функцію адаптації системи до змін середовища через відбір станів самої системи.

Після того, як можливості системи адаптації вичерпуються, іншими словами, настає «виродження» («моральне старіння») системи, починається макроеволюція цього виду системи (біологічної популяції, ринку). Адаптація умов середовища йде на макрорівні, тобто. через відбір систем на надсистемному рівні. У цьому випадку включаються біфуркаційні механізми максимально швидкого тиражування «нового» (нових видів у біології, нових технологій в економіці). Це є початком відбору нанадсистемному (метасистемному) рівні.

Біфуркаційні зміни мають дуже важливу, з точки зору прискорення процесів розвитку, властивість: вони стрибкоподібно збільшують характеристики мінливості системи. Це забезпечується двома дуже важливими передумовами:

по-перше, після біфуркації (тобто розгалуження) система розпадається на безліч можливих структур (станів), у рамках яких надалі вона може розвиватися (звідси походить і назва даного класу механізмів);

по-друге, різко збільшується стохастичність та невизначеність кожного з цих станів; передбачити заздалегідь, який з них реалізується, не можна в принципі, бо це залежить від виникнення неминучих випадкових змін флуктуацій системи.

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

- *коласальне збільшення варіабельності станів* (тобто можливих варіантів змін) та розбіжності можливих значень параметрів системи;

- *невизначеність майбутнього*; це пояснюється високим ступенем випадковості та ймовірності флуктуацій (спонтанних змін) системи;

- *незворотність розвитку*; в силу ймовірнісного та випадкового характеру змін ймовірність повернення у зворотний стан практично дорівнює нулю (!); характер розвитку, набуває спрямованості та незворотності.

У світлі цього біфуркаційні механізми створюють майже ідеальні умови для розвитку.

Біфуркаційні механізми сприяють максимальному прискоренню темпів розвитку. Стан «катастрофи», в якому іноді опиняється система, дозволяє начебто «забувати» (або майже «забувати») своє минуле. Після переходу через біфуркаційний стан відбувається розгалуження шляхів еволюції. Кожен з них (залежно від рівня ефективності) природа може вибрати як оптимальний напрямок для реалізації подальшого розвитку. При цьому нова якість міцно закріплюється незворотністю, захищаючи систему від повернення до старого стану.

Еволюція людини фактично реалізовувалась через різні форми її емансипації (збільшення ступенів свободи):

- збільшення можливостей фізичного пересування людини;

- зростання ступеня універсальності, що дозволило людині створювати об'єкти матеріального світу;

- розширення довкілля (включаючи проникнення людини в космос);

- поглиблення сфери проникнення людини у компоненти довкілля (зокрема, дослідження глибин матерії, генетичного коду, ін.);

- штучне створення матеріальних об'єктів (зокрема, знарядь праці, одягу, житла), що дозволили розширити умови комфортної життєдіяльності людини та підвищити продуктивність її праці;
- створення інформаційних продуктів (образів, алгоритмів, програм розвитку);
- делегування природою людині функції відбору.

Не слід забувати, втім, що природа залишає за собою право коригування делегованої людині функції відбору. При цьому перепустку в майбутнє отримують лише тіндивіди та громадські групи, які силою свого розуму, волі та вміння здатні знаходити (вибирати) найефективніші шляхи розвитку людства.

Інший бік процесу розвитку є реалізація процесу трансформації системи. Адже розвиток – це передусім зміни.

Класична інтерпретація механізму розвитку будується на трьох ключових факторах: *мінливості, спадковості, доборі*. Саме цей механізм був уперше відкритий Ч. Дарвіном для пояснення еволюційних процесів у живій природі. Таку саму тріаду М. М. Моїсеєв запропонував розглядати як основу механізмів, що забезпечують 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.

Зміни, що відбуваються в природі та суспільстві, умовно можуть бути диференційовані на дві групи:

- *детерміновані* зміни, коли чітко визначено параметри кожного майбутнього стану системи (відсутня випадковість і невизначеність);
- *недетерміновані* зміни, коли майбутні стани системи обумовлені факторами випадковості (стохастичності) та невизначеності (ймовірності).

Цілком природно припустити, що процеси піонерного розвитку (тобто коли виникають абсолютно нові стани, які не існували раніше) реалізуються природою на основі недетермінованих змін. Необхідними властивостями таких процесів є випадковість (стохастичність) та невизначеність (ймовірність). Вони становлять природний зміст усіх природних процесів і виявляються як у мікросвіті, так і на макрорівні. Невизначеність та стохастичність – це об'єктивна реальність нашого світу.

Випадкові та невизначені зміни створюють те «поле можливостей», з якого потім виникає різноманіття організаційних форм, включаючи довготривалі утворення. Саме такі зміни пронизують усі рівні організації матерії. Їх прикладами є процеси, що протікають у неживій матерії (та сама турбулентність, броунівський рух тощо), біологічних об'єктах (типовий приклад – мутагенез), та економічних системах (ринкова рівновага попиту та пропозиції), соціальних структурах (наприклад, виникнення і вирішення конфліктів).

Всі вони сприятливі до дії випадкових факторів, які ми далеко не завжди можемо простежити так, щоб зрозуміти їхнє джерело. Ще складніше зуміти їх проаналізувати, спрогнозувати дію в майбутньому та врахувати під час прийняття господарських рішень. Постійні зміни ведуть до формування нових предметів і структур матеріального світу. Згадані зміни водночас є причиною процесів руйнування систем. Такою є діалектика самоорганізації матерії. Одні й ті самі чинники мінливості стимулюють як творення, так і руйнацію.

Відбір ефективних станів системи може відбуватися лише у разі, якщо буде забезпечене постійне формування багатоваріантності її станів, тобто відбуватимуться зміни системи. Від того, як задаватимуться ці зміни, залежатиме і характер самого відбору.

Формування багатоваріантності станів системи означає її відносну свободу – система повинна мати свободу змінюватись.

Свобода передбачає стохастичність (випадковість) і невизначеність (імовірність) змін, що відбуваються. До певних меж ступінь свободи збільшується зі збільшенням рівня стохастичності і невизначеності можливих перетворень системи. І навпаки, чим менш випадковими і більш ймовірними будуть зміни системи, тим жорсткіше буде регламентована її поведінка і менше можливостей існуватиме для реалізації змін. Найвищі темпи розвитку спостерігаються при оптимальному співвідношенні факторів випадковості та визначеності.

Мінливість формується за рахунок випадкових, імовірнісних змін. Людині непідвладне цілеспрямоване генерування таких змін (на те вони й випадкові). Однак можна й потрібно готувати передумови (у тому числі й завдяки творчості) для їх виникнення в потрібному напрямку.

Інновації формують той ґрунт, з якого виростає мінливість економічних систем. Інновації виконують надзвичайно важливі функції:

- *відтворювальну*, формуючи нові напрями відтворення у тому числі працею людини компонентів матеріального та інформаційного середовища;
- *мотиваційну*, приносячи додаткові переваги в конкурентній боротьбі компаніям, які навчилися використовувати інновації, що приносять прибуток, а з ним й інші складові економічного успіху;
- *квазіенергетичну*, дозволяючи за рахунок економії коштів формувати квазіенергетичний (фінансовий) потенціал у розвиток економічних систем;
- *екологічну*, створюючи можливості за рахунок підвищення еколого-економічної ефективності досягати зни-

ження ресурсоемності виробництва та екологічного навантаження на довкілля.

Спадковість є другим найважливішим фактором, що визначає розвиток. Під спадковістю розуміється здатність системи повторювати її характерні ознаки та особливості у низці наступних змін.

За влучним висловом М. М. Моїсеєва, спадковість означає здатність «майбутнього залежати від минулого».

Таким чином, спадковість є тим фактором, який «спрямовує» випадкові й невизначені зміни до «русла» закономірності та стійкості, не даючи процесу стохастичних та ймовірнісних змін (трансформацій) перетворитися на набір хаотичних подій, які в принципі неможливо передбачити. Спадковість – це місток між минулим та майбутнім. Інформаційною основою спадковості є пам'ять системи.

Основні фактори, що формують спадковість соціально-економічної системи, можна умовно виділити у такі групи:

- матеріальні активи;
- фінансові відносини;
- інформаційні активи;
- інститути;
- людський та соціальний капітал;
- природні чинники

Слід окремо відзначити значення інститутів, які закріплюють, зберігають та відтворюють інформацію, необхідну громадським системам для їх функціонування. Безумовно, інститути, як, зокрема, й людський капітал, формуються людьми й тісно пов'язані один з одним. Дуже часто поняття «соціальний капітал» включає інститути, що забезпечують реалізацію людських відносин.

Відбір (добір) – це третє й, мабуть, найважче для сприйняття поняття механізму розвитку. Згідно з класич-

ним визначенням, відбір – виділення будь-кого або чогось із будь-якого середовища за певною ознакою. Принципова функція відбору зводиться до виділення властивостей чи характеристик системи, які можуть бути потрібні у майбутньому. Таким чином, виділяються не так *хтось* або *щось*, а властивості та характеристики, носіями яких вони є. Починаємо вихідні позиції, з яких почнемо аналіз категорії відбору.

Відбір, відповідно до якого в реальну дійсність відбираються найефективніші системні сутності та стани систем, насправді є складною системою, що включає принципи, критеріальні начала, організаційні форми (методи, процедури) та критерії.

Принципи відбору є своєрідними правилами, що обмежують форми проведення відбору. Таким чином, одна з основних функцій, яку виконують принципи відбору, – обмежувальна. Принципи відбору формують обмеження, в рамках яких мають бути параметри системних сутностей системи, що проходять відбір.

Принципи відбору задаються фундаментальними законами природи та суспільства й визначають кілька допустимих станів, у яких може бути система. Ці закони належать до класу «законів збереження» (...маси, імпульсу, енергії, вартості...). Саме вони визначають характер процесів обміну системи (речовиною, енергією, інформацією) із зовнішнім середовищем, а також між окремими частинами всередині самої системи (в ході процесів метаболізму).

Наприклад, перебуваючи в умовах тяжіння Землі, суто відповідно до закону всесвітнього тяжіння жодна система не може порушити дію гравітаційної сталої. Але система може долати тяжіння Землі, прикладаючи для цього зусилля і здійснюючи роботу (зокрема, перекачуючи різні біологічні рідини від нижніх частин тіла до верхніх або виконуючи польоти за рахунок зусиль своїх м'язів чи ро-

боти штучних апаратів). При цьому будь-які дії системи відбуватимуться в рамках інших фундаментальних законів (наприклад, закону збереження енергії, законів термодинаміки тощо).

З виникненням живої природи та розвитком суспільства системні сутності отримали набагато більший ступінь свободи у реалізації прагнень до руху (переміщення, впливу на зовнішнє середовище). Проте враження, що зросла ступінь незалежності і необов'язковість дотримання законів природи, насправді є уявним. Природа «пильно стежить» за дотриманням своїх законів, припиняючи будь-які спроби вийти за їхні межі. Свобода й незалежність можуть проявлятися не інакше, як у межах, суто обмежених цими законами.

Прийнято говорити, що суспільство живе за власними законами. Це правильно, але лише частково. Звичайно, люди вільні встановлювати свої закони, формуючи правове поле (правові акти, правила, інструкції, стандарти тощо), в якому належить жити суспільству. Однак ніхто не має права змінити закони природи, в рамках яких протікають процеси речовинно-енергетичного обміну (метаболізму), що визначають стан будь-якого матеріального об'єкта на планеті, включаючи саму людину та створювані нею активи.

Адекватність суспільних законів завжди вимірюватиметься ступенем їх відповідності фундаментальним законам природи, включаючи екологічні закони, що зумовлюють втручання людини у процеси функціонування та відтворення екосистем.

Якщо суспільні закони дозволяють людям порушувати фундаментальні законами природи (а то й примушують їх до цього), природа безжалісно відбракує такі суспільства за допомогою свого власного природного добору.

На відміну від принципів відбору, що формують межі допустимих значень станів системи, що відбираються, критеріальне начало визначає ті траєкторії значень, до яких повинні наблизитися параметри стану систем для підвищення ймовірності їх селекції при природному доборі.

Критеріальне начало (КН) – це первинна властивість природи, яка визначає загальний принцип реалізації відбору станів природних систем. КН є єдиним для систем будь-якого рівня світобудови (включаючи екологічні та суспільні системи). Відповідно до нього, з багатьох альтернативних станів системи відбираються ті, які забезпечують максимальну ефективність функціонування системи.

Форма відбору визначає той набір інструментів (прийомів, методів, процедур, організаційних основ), через які реалізується функція добору. Форма відбору відповідає засобам (технологіям) досягнення мети, тобто відповідає питанню: «як досягається мета?»

Критерії відбору – це параметри (характеристики), за допомогою яких відбувається відбір різних станів системи. Фактично критерії відбору являють собою набір «фільтрів», за допомогою яких у майбутнє відбираються (або не відбираються) як окремі стани системи, так і самі системи, які мають (або не мають) необхідні параметри станів.

Форми та критерії відбору можуть задаватися як самою природою в ході природного відбору, так і самостійно формуватись її «вільновідпущенниками» (тваринами), насамперед – людиною.

Усі перелічені форми та критерії надзвичайно важливі для процесів еволюції біологічних видів, у ході яких повинні відбиратися представники, що мають ознаки, найбільш суттєві для функціонування в даних часових та географічних умовах. Зокрема, у відборі суспільних систем важливу роль відіграє здатність до вдосконалення, самонавчання та саморозвитку.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Поняття про трансформаційні механізми
2. Види трансформаційних механізмів
3. Особливості біфуркаційних механізмів
4. Фазовий перехід
5. Механізми еволюції систем
6. Поняття про відбір

1. Поняття про трансформаційні механізми. Роль трансформаційних механізмів

- Щоб забезпечити стійкість, система повинна управляти своїм динамічним станом. При цьому вона може перебувати в одному з двох можливих режимів:
 - (1) підтримання стану *стаціонарності* (певного рівня *гомеостазу*);
 - (2) *зміни даного стаціонарного стану* і переходу на новий стаціонарний рівень (новий рівень *гомеостазу*).
- Другий режим пов'язаний із суттєвою перебудовою метаболічних потоків в системі і зміною характеру її внутрішніх і зовнішніх зв'язків. Такі зміни *забезпечуються трансформаційними механізмами*.

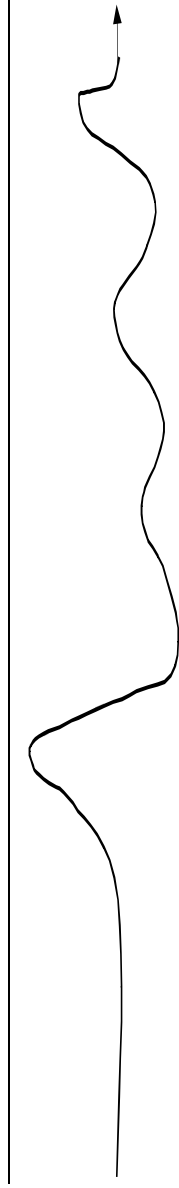
Визначення трансформаційного механізму

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

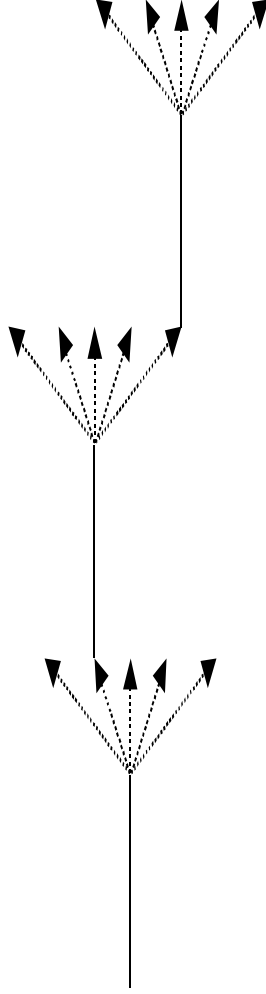
2. Види трансформаційних механізмів (ТМ). Два види ТМ

- *Адаптаційні механізми* припускають такий характер змін у системі, що дозволяє їй пристосовуватися до впливів зовнішнього середовища без втрати своїх принципових ознак. При адаптаційному механізмі, попри всі зміни, 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 її принципові відмінні ознаки, переходячи в нову якість*, хоч і зберігаючи при цьому спадковий зв'язок із колишнім станом.

Адаптаційний та біфуркаційний механізми



а) адаптаційний механізм



б) біфуркаційний механізм

Адаптаційний та біфуркаційний механізми

- АДАПТАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ передбачають зміни системи в межах можливостей збереження її відмінних ознак.
- Система продовжує зберігати свою цілісність, тобто залишатися сама собою – а саме тим самим: *біологічним організмом, сім'єю, фірмою, військовим підрозділом, країною.*
- БІФУРКАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ передбачають зміни системи, через які вона *втрачає свої відмінні ознаки.*
- Система *втрачає* свою цілісність, набуваючи нових якостей. Прояв біфуркацій – *зміна покоління, поділ або об'єднання сімей, реорганізація фірм, зміна державного устрою та ін.*

Ефективність біфуркаційних механізмів

- Біфуркації *прискорюють* процеси розвитку завдяки своїм властивостям:
 - максимального *збільшення варіантності* станів (розкид можливостей), це різко підвищує умови проведення *відбору*;
 - збільшення *невизначеності* майбутнього (виникнення випадкових флуктуацій);
 - *незворотності* розвитку та посилення спрямованості.
- Під час біфуркацій система «забуває» минулий стан, що різко *прискорює темпи розвитку*.
- Виникнення живої природи різко збільшило *інтенсивність* біфуркаційних механізмів (явища смертності, зміни поколінь).

3. Особливості біфуркаційних механізмів. Характер біфуркаційного стану

- Система переживає кризу (порушення умови існуючого гомеостазу).
- Порушуються зв'язки між елементами системи.
- З'являється нестійкість стану системи.
- Виникає багатоваріантність траєкторій подальшого розвитку системи.
- Лінійні зв'язки замінюються на нелінійні.
- Виникає ймовірність різкої стрибкоподібної зміни параметрів системи.

Властивості біфуркаційних механізмів

- *коласальне збільшення варіабельності станів (тобто можливих варіантів змін) та розкидання можливих значень параметрів системи;*
- *невизначеність майбутнього, що пояснюється високим ступенем випадковості та ймовірності флуктуацій (спонтанних змін) системи;*
- *незворотність розвитку; в силу стрибкоподібного характеру змін, що відбуваються, ймовірність повернення у зворотний стан практично дорівнює нулю (!); розвиток, набуває спрямованості та незворотності.*

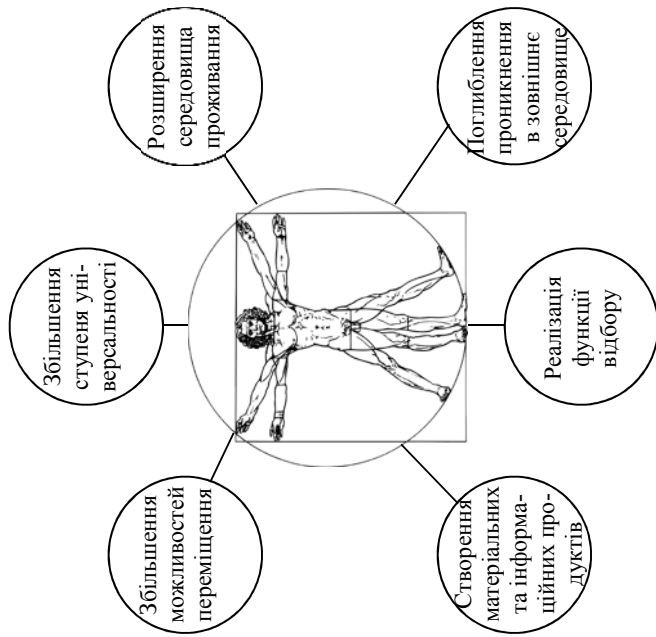
Інтенсифікація біфуркацій у людській цивілізації

- Розвиток головного мозку та абстрактного мислення створює передумови для віртуальних біфуркацій.
- **ВІРТУАЛЬНІ БІФУРКАЦІЇ:**
 - збільшують спектр можливих подій;
 - покращують умови відбору оптимальних варіантів;
 - віртуальне моделювання ситуацій (процесів) на порядок швидше за реальний перебіг подій;
 - віртуальне моделювання усуває ризик помилок і незворотних наслідків (можливість повторити процес усунувши помилкові рішення);
 - створюють можливість евристичних віртуальних біфуркацій (принципово нових варіантів розвитку, які не можуть виникнути природним шляхом);
 - створюють можливість конструкції нелінійних процесів.

Збільшення ступеня свободи – передумова реалізації біфуркаційних механізмів

- збільшення можливостей фізичного пересування людини;
- зростання ступеня універсальності, що дозволило людині створювати об'єкти матеріального світу;
- розширення довкілля (включаючи проникнення людини в космос);
- поглиблення сфери проникнення людини у компоненти довкілля (зокрема, дослідження глибин матерії, генетичного коду, ін.);
- штучне створення матеріальних об'єктів (зокрема, знарядь праці, одягу, житла), що дозволили розширити умови комфортної життєдіяльності людини та підвищити продуктивність її праці;
- створення інформаційних продуктів (образів, алгоритмів, програм розвитку);
- делегування природою людині функції відбору.

Збільшення ступеня свободи в ході еволюції людства



4. Фазовий перехід

- **Фазовий перехід** (*фазове перетворення, фазова трансформація*) у сенсі – перехід системи від стаціонарного стану з одним гомеостазом до стаціонарного стану з іншим гомеостазом (іншими гомеостазами – при біфуркаційних трансформаціях); у вузькому сенсі – стрибкоподібна зміна властивостей системи при безперервній зміні зовнішніх факторів.

Властивості лінійних систем

- В стаціонарному стані системи проявляють наступні властивості:
 - оборотність стану (найважливіших параметрів);
 - безперервність (нерозривність) характеристик зміни найважливіших параметрів;
 - відносна детермінованість (визначеність) змін у системі (вони носять передбачуваний характер, тобто підпорядковуються фізичним законам іррегулярностям);
 - динамічна рівноважність;
 - відносна симетричність взаємодії внутрішніх та зовнішніх факторів (результат дії механізмів негативного зворотного зв'язку);
 - незалежність значень ключових параметрів системи від часу та/або простору;
 - відповідність суперпозиційному принципу.

Властивості нелінійних систем

- При переході від одного гомеостазу до іншого система проявляє властивості:
 - незворотність стану (найважливіших параметрів); Самуельсон якось помітив «Іспанія не могла б залишатися колишньою після Колумба...»;
 - переривання характеристик зміни найважливіших параметрів;
 - невизначеність поведінки системи (розвиток того чи іншого сценарію може залежати від випадкової незначної події);
 - динамічна нерівноважність;
 - несиметричність взаємодії внутрішніх та зовнішніх факторів (результат механізмів позитивного зворотного зв'язку);
 - змінюваність ключових параметрів системи залежно від часу та/або простору;
 - невідповідність суперпозиційного принципу.

Порівняльні характеристики стійкого та нестійкого стану системи

Стієке	Нестійке
Оборотність стану	Необоротність стану
Безперервність зміни найважливіших параметрів	Перервність зміни найважливіших параметрів
Визначеність змін стану	Невизначеність змін стану
Динамічна рівноважність	Динамічна нерівноважність
Відносна симетричність внутрішніх та зовнішніх факторів	Відносна несиметричність внутрішніх та зовнішніх факторів
Незалежність ключових параметрів від часу чи простору	Змінюваність ключових параметрів залежить від часу або простору
Відповідність суперпозиційному принципу	Невідповідність суперпозиційному принципу

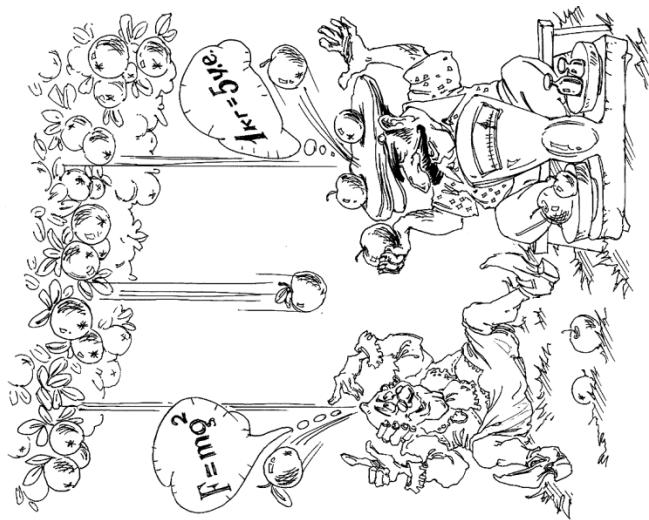
Лінійна та нелінійна логіка

- Принципова відмінність лінійної та нелінійної логіки полягає в тому, що перша зорієнтована на утримання існуючого рівня гомеостазу (при пріоритетному використанні механізмів негативного зворотного зв'язку).
- Нелінійна ж логіка і відповідна їй *нелінійна поведінка* переслідує іншу мету – пошук нового рівня гомеостазу, що найбільш відповідає умовам зовнішнього середовища (при пріоритеті механізмів позитивного зворотного зв'язку).

Нелінійна логіка в прикладах

- Принцип колишніх комсомольців:
«Якщо вечірку неможна відвернути, її треба очо-
лити»
- *М. Анчаров:*
«Різницю між лінійною і нелінійною логікою мож-
на прослідкувати в ситуації, коли на голову надає
каміння...
Лінійна логіка вимагає тікати або накриватися. А
нелінійна змушує думати, як силу каміння, що на-
дає, використати корисно»

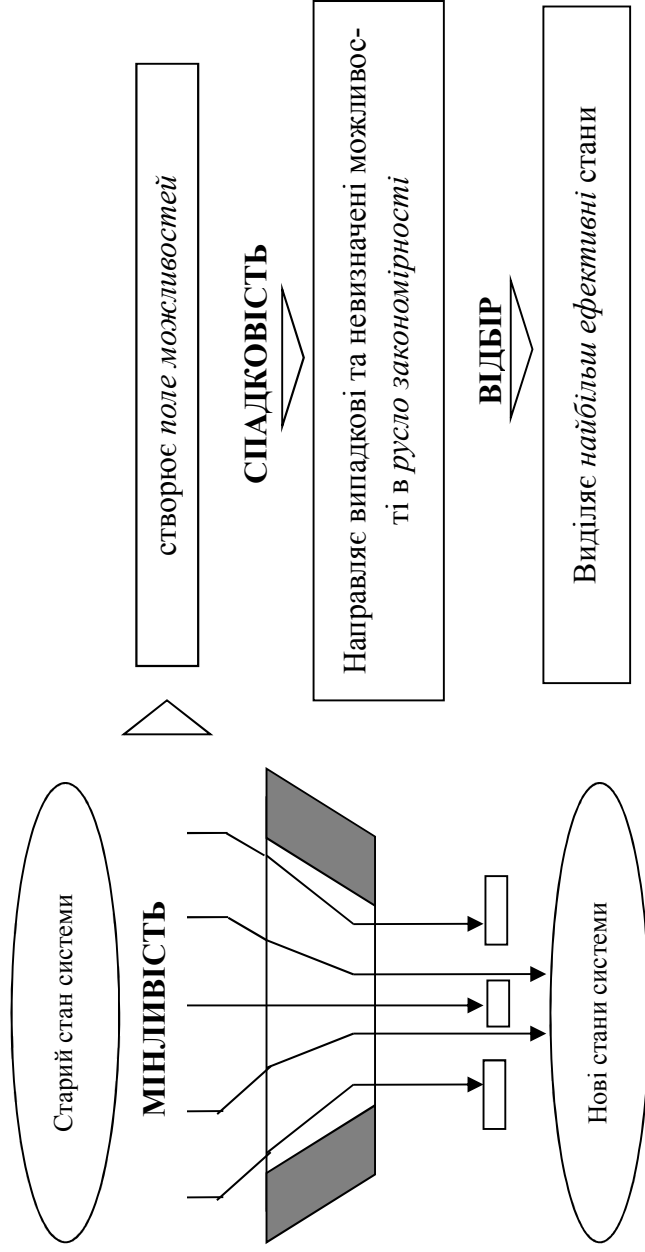
Нелінійна логіка – в дії



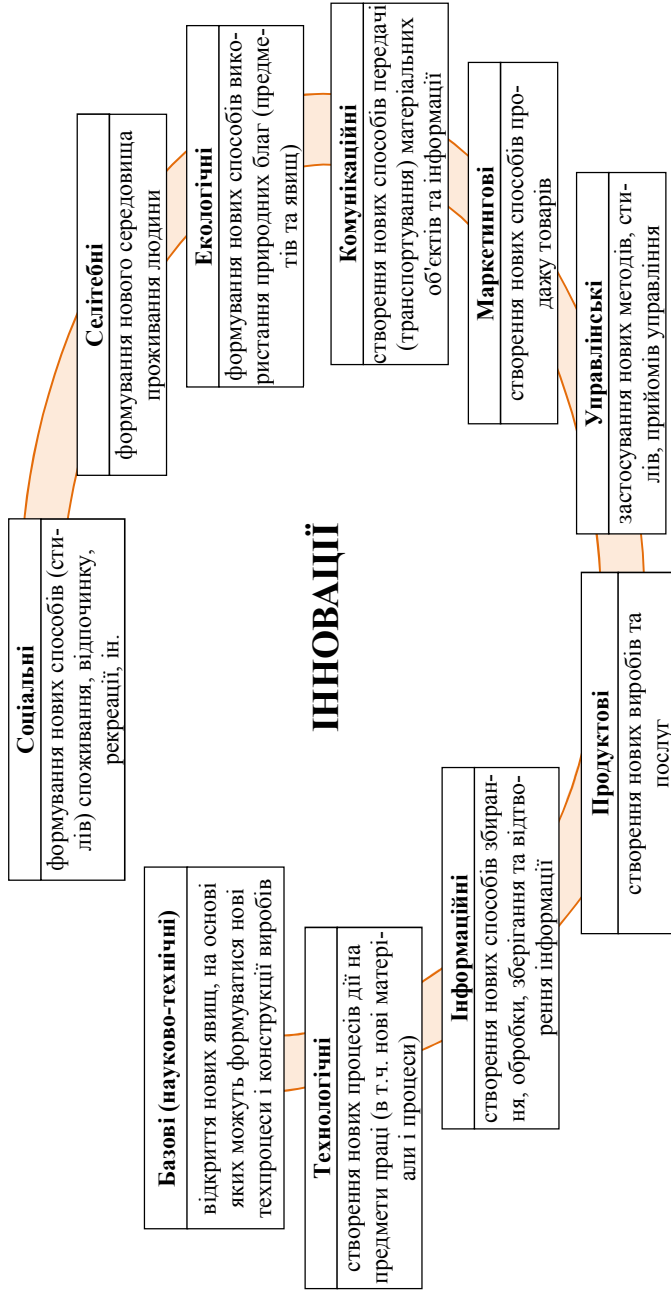
5. Механізми еволюції систем. Тріада факторів еволюції

- Класична інтерпретація механізму розвитку будується на трьох ключових факторах: мінливості, спадковості, відборі.
- Саме цей механізм був вперше відкритий Ч. Дарвіном для пояснення еволюційних процесів у живій природі.
- Таку ж тріаду академік М. М. Моїсеєв запропонував розглядати як основу механізмів, що рушать розвиток будь-якої системи в неживій природі, біологічному світі та суспільстві.

Ключова тріада розвитку



Інновації як основа мінливості



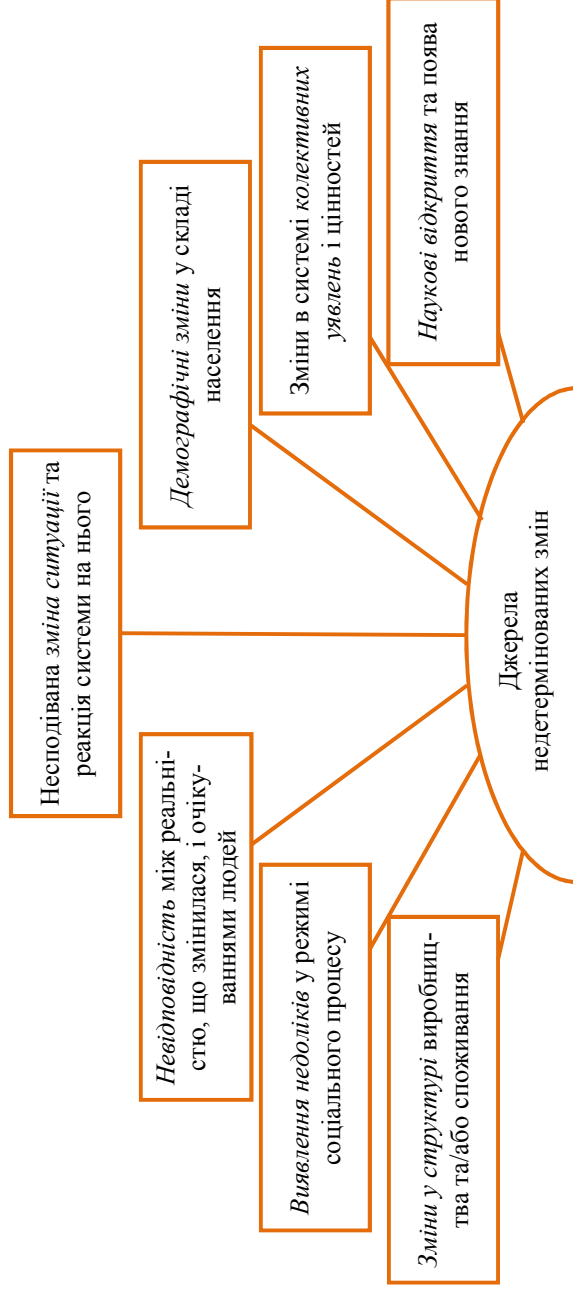
Стратегії ринкових інновацій

- «*першопрохідці*» діють на нових ринках, створюючи та розвиваючи новий ринковий простір;
- «*йдучі по гребеню*» мігрують по нових ринках, щоб зайняти ніші в ринковому просторі, що швидко розвивається;
- «*революціонери*» діють на вже існуючих ринках, перевизначаючи там основні правила конкуренції;
- «*інноватори*» діють на існуючих ринках, намагаючись за рахунок зміни політики цін або моделей бізнесу вносити інновації в усталений ринковий простір.

Розвиток – через випадкові зміни

- Розвиток реалізується лише через **недетерміновані** зміни.
- Ключовими властивостями таких змін є їх **випадковість** (стохастичність) і **невизначеність** (вірогідність).
- Необхідною передумовою таких змін є **свобода** поведінки системи.

Основні джерела недетермінованих змін в суспільстві



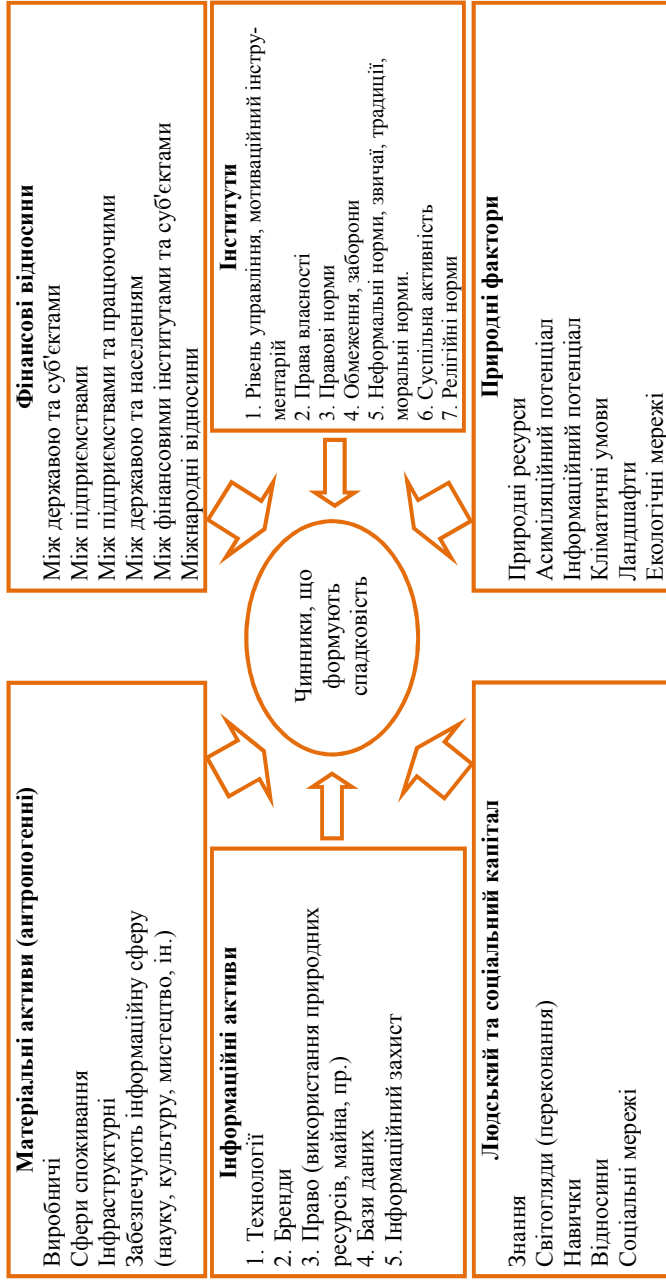
Визначення спадковості

- *Спадковість* – це здатність системи повторювати її характерні ознаки та особливості у ряді наступних змін.
- Спадковість означає здатність майбутнього залежати від минулого.

Носії спадковості в економічних системах

- матеріальні активи;
- фінансові відносини;
- інформаційні активи;
- інститути;
- людський та соціальний капітал;
- природні фактори.

Носії спадковості в економічних системах



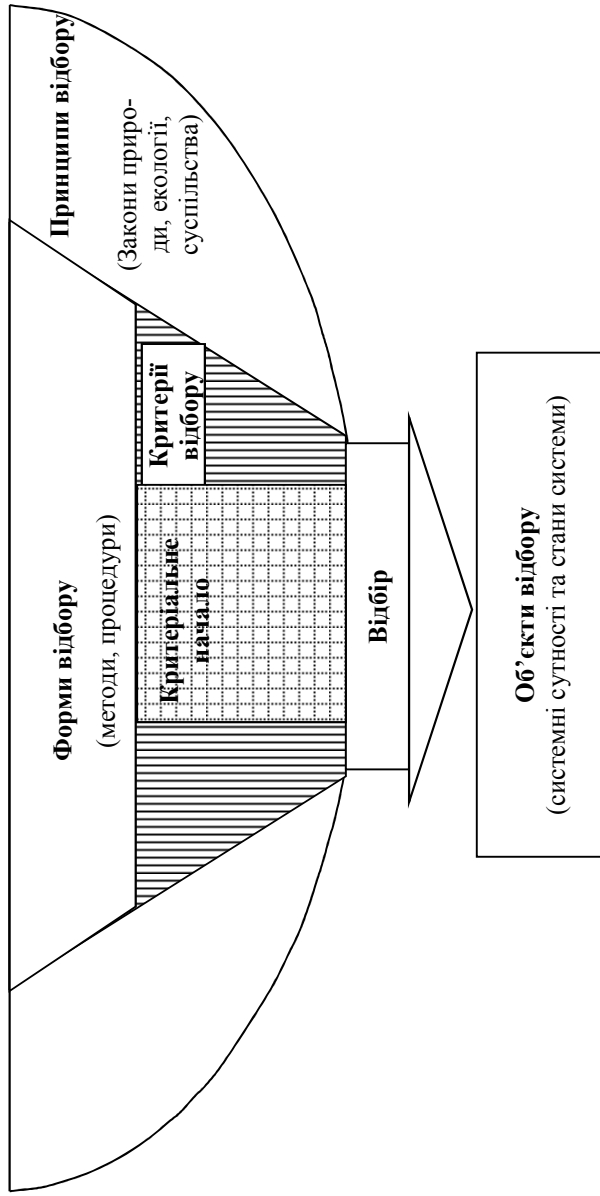
6. Поняття про добір

- *ВІДБІР* – це виділення будь-чого або будь-кого з будь-якого середовища за певною ознакою.
- *Функція відбору* – визначення властивостей (параметрів) системи, які можуть бути необхідними у майбутньому.
- *Відбір* – інструмент пошуку *найефективніших* станів системи.

Поняття про добір

- Відбір відбувається за допомогою двох ключових способів:
 - форм відбору;
 - критеріїв відбору.
- *Форма відбору* – це *технологічний інструментарій* за допомогою якого здійснюється відбір.
- *Критерій відбору* – *параметри*, на підставі яких здійснюється відбір.

Компоненти відбору



Критерії відбору

- *Критерій відбору* – це набір «фільтрів» за допомогою яких стани системи пропускаються в майбутнє.
- УНІВЕРСАЛЬНИЙ КРИТЕРІЙ ВІДБОРУ:

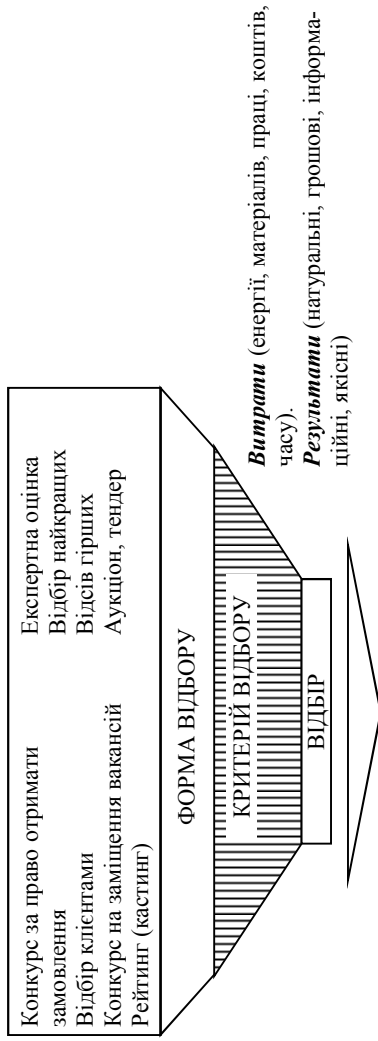
МІНІМУМ РОЗСПІВУВАННЯ (ДИСИПАЦІЇ) ЕНЕРГІЇ

(Л. Онсагер)



МІНІМУМ ВИРОБНИЦТВА ЕНТРОПІЇ (І. Пригожин)

Штучний відбір

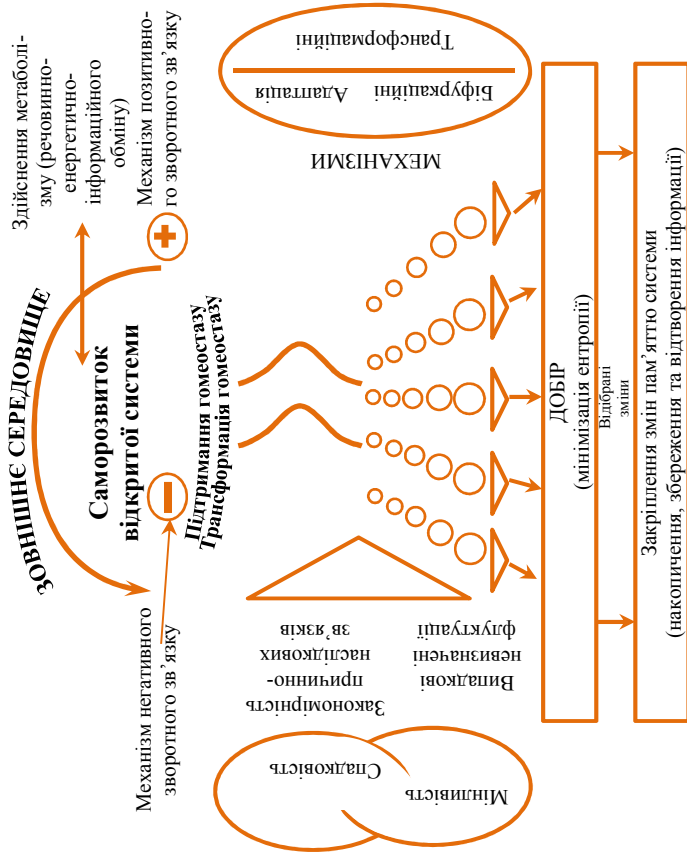


ОБ'ЄКТ ВІДБОРУ	
цілі (стратегій) розвитку; проекти;	виконавці;
види продукції;	параметри якості (властивості та характеристики);
технології;	параметри простору (де, у порядку, пр.);
параметри обладнання;	параметри часу (терміни здійснення подій, тривалості робіт, ін.)
параметри коштів (структура витрат, джерела та терміни фінансування);	

Право та зобов'язання штучного відбору

- Незалежно від міри повноважень щодо відбору, які Природа передає (делегує) людині, вона ні на мить не припиняє реалізовувати свій природний відбір.
- Це означає, що, отримуючи право на здійснення відбору як суб'єкт його реалізації, людина не може ні на мить вилучитися з невідворотних жорнів природного відбору вже як його об'єкт.

Штучний відбір



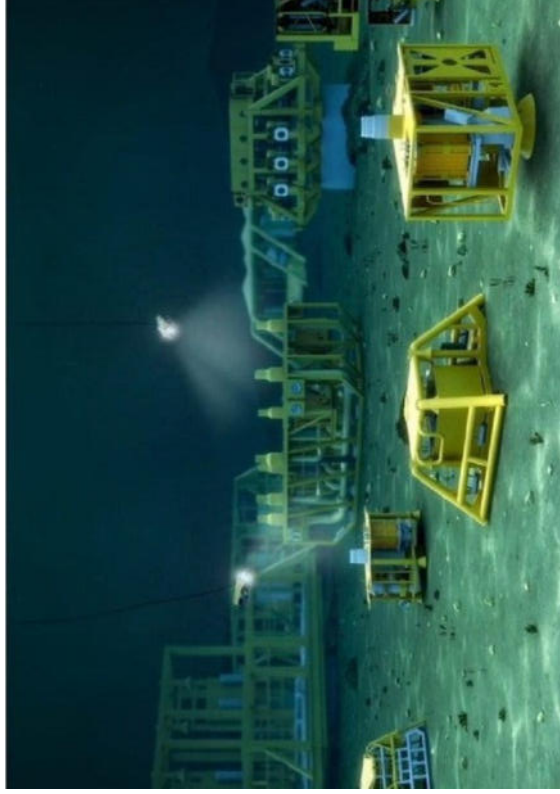
Інновації як основа мінливості в Нідерландах

- У Нідерландах планується створити перше в світі самоопукне екологічне село поблизу Амстердама



Інновації як основа мінливості в Норвегії

- Норвегія підтримує подальший розвиток бізнес-концепції «Спільна економіка та циркулярна економіка». Це інноваційний набір для вторного використання постійно встановленого підводного обладнання (систем свердловин).



Питання до теми

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 біфуркаційні механізми у 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. Дайте порівняльну характеристику стійкого та нестійкого стану систем. Наведіть приклади.
10. Що таке фазовий перехід? Охарактеризуйте основні властивості.
11. Поясніть сенс таких понять, як критичний стан, критична точка, точка біфуркації, траєкторія еволюції.
12. Що таке фазовий портрет? Наведіть приклад фазового портрета підприємства.
13. Що таке фрактал? Наведіть приклади фракталів.
14. Поясніть сенс поняття системний атрактор. Наведіть приклади системних атракторів у економічних системах.
15. Чим відрізняється лінійна та нелінійна поведінка системи?
16. Як пояснити поняття нелінійна логіка? Наведіть приклади.

17. У яких ситуаціях застосовується нелінійна логіка? Як її можна використовувати під час проектування економічних систем?

18. Охарактеризуйте основні компоненти нелінійного аналізу під час проектування економічних систем.

19. У чому виявляється хвильовий характер функціонування та розвитку систем?

20. Які чинники зумовлюють хвильовий характер поведінки природних та суспільних систем?

21. На конкретних прикладах охарактеризуйте хвильовий характер розвитку економічних систем.

22. Які складові утворюють ключову тріаду розвитку? Охарактеризуйте функцію кожної.

23. Охарактеризуйте взаємозв'язок між складовими у ключовій тріаді розвитку.

24. Яку роль грає мінливість у формуванні процесів розвитку?

25. Роль свободи у формуванні мінливості.

26. Чому недетерміновані зміни є основою розвитку? У чому їхня суть?

27. Охарактеризуйте основні джерела недетермінованих змін у суспільстві.

28. Охарактеризуйте основні фази циклу виникнення поля змін стану системи під дією випадкових імовірнісних змін.

29. Які основні функції виконують інновації у розвитку систем?

30. Охарактеризуйте основні види економічних інновацій.

31. Яку роль грають технологічні інновації у розвитку економічних систем?

32. Охарактеризуйте основні інновації у банківській сфері.

33. Охарактеризуйте ключові інновації у сфері торгівлі.

34. Які інновації, на Вашу думку, визначатимуть розвиток економічних систем у найближчому майбутньому?

35. Охарактеризуйте основні мотиваційні інструменти, що забезпечують виникнення та запровадження економічних інновацій.

36. Що розуміється під спадковістю? Яку роль вона грає у розвитку?

37. Як передається спадковість системам?

38. Охарактеризуйте носії спадковості у соціально-економічних системах.

39. Дайте визначення відбору. Яку роль він грає у розвитку?

40. Охарактеризуйте основні інструменти, з яких здійснюється відбір.

41. Роль принципів відбору у суспільстві.

42. Охарактеризуйте критеріальний початок відбору.

43. Опишіть основні характеристики штучного відбору економіки.

44. Яку роль у процесах відбору грає якість інформації?

45. Опишіть алгоритм вибору оптимальних рішень для економіки.

Тема 9

Самоорганізація систем



Основи теорії

Слово організація, що є базовим для формування поняття самоорганізації, і навіть термін самоорганізація мають як ширший, і більш вузький змістовий контекст.

У широкому значенні під організацією розуміється сукупність процесів чи дій, що ведуть до утворення та вдосконалення взаємозв'язків між частинами цілого, які забезпечують інтеграцію їх у систему.

У цьому визначенні представлений кінцевий результат такого явища, як системоутворення. Тобто передбачається, що хтось (якийсь умовний суб'єкт), який винесений «за дужки» даного визначення, приймає рішення або вживає відповідних дій щодо реалізації процесів функціонування системи. У понятті самоорганізації системи функції згаданого умовного суб'єкта переносяться всередину самої системи.

З урахуванням сказаного, розуміючи самоорганізацію у широкому контексті, можемо сформулювати таке визначення.

Самоорганізація – властивість системи самостійно (тобто без спрямованого впливу ззовні) реалізовувати процеси, що забезпечують функціонування та розвиток системи.

Г. Хакен, основоположник «Синергетики», критерієм самоорганізації називає здатність діяти без специфічного впливу ззовні, розуміючи під останнім таку дію, яка нав'язує системі структуру чи функції.

У вузькому значенні під організацією розуміється внутрішня впорядкованість, узгодженість у просторі та/або у часі окремих елементів (частин системи) відповідно до структури цілого. Розглянута в цьому сенсі організація постає як приватна мета реалізації сукупності процесів (дій), згаданих у попередньому (ширшому за змістом) визначенні.

Трактуючи явище самоорганізації у вузькому значенні, можемо дати відповідне визначення. Проте, щоб уникнути дублювання різних понять в одному терміні, цього разу використовуємо термін самоупорядкування системи, який, крім того, більше відбиває специфіку інформаційного контексту даного смислового поняття.

Термін *самовпорядкування* системи характеризує властивість системи за рахунок своїх внутрішніх факторів забезпечувати впорядкованість у просторі та/або в часі окремих елементів (частин) системи або процесів, що протікають у ній.

У зазначених визначеннях ключовими поняттями, що визначають зміст явища самоорганізації, є процеси, які забезпечують функціонування та розвитку системи, зокрема ті, що зумовлюють її впорядкованість у просторі та/або часі.

Порядок у системі створюється у двох вимірах, які умовно можуть бути названі енергетичним та інформаційним.

Енергетичний вимір включає всі види діяльності системи, покликані підтримувати в ній необхідну різницю енергетичних потенціалів між частинами системи. Визначальним фактором при цьому є діяльність із залучення до системи із зовнішнього середовища вільної енергії. Завдяки зазначеному комплексу процесів система отримує здатність виконувати роботу. В свою чергу, робота, що виконується системою (підсистемами), створює умови для підтримання життєзабезпечувальних енергетичних потенціалів. Причина послідовно перетворюється на слідство, а слідство – на причину.

Таким чином, провідним процесом організації порядку в системі енергетичного напрямку є забезпечення системи енергією, достатньою для здійснення процесів її функціонування та розвитку. (Докладно будуть розглянуті у

наступних розділах). У режимі самоорганізації системи цей вид діяльності можна назвати самозабезпеченням системи. Якщо це стосується економічних систем, то тут доречно використовувати терміни: **самоокупність** чи **самофінансування**.

Інформаційний напрямок самоорганізації системи включає в себе всі види діяльності, які забезпечують формування інформаційної програми реалізації у просторі та часі енергетичних потенціалів системи. У загальному вигляді інформаційний напрямок самоорганізації системи може узагальнюватися в понятті **самовпорядкування**.

Щоб сформулювати уявлення про інформаційні фактори самоорганізації систем, потрібно насамперед окреслити коло інформаційних функцій, які покликана виконувати система, що самоорганізується, вирішуючи відповідні завдання. До основних з них можна віднести:

- *управління* системою (формування стратегічних, тактичних та оперативних цілей);
- *контроль* стану внутрішнього та зовнішнього середовища системи (моніторинг, адаптація, налаштування, регулювання матеріальних потоків);
- *підтримання* (регулювання) стаціонарного стану системи (гомеостазу);
- *відтворення* системи (конструювання окремих підсистем, збирання системи);
- *вдосконалення* системи (відбір найефективніших станів, функціонування систем пам'яті);
- *збереження системи*, забезпечення її безпеки (мінімізація факторів ризику);
- *відтворення зовнішньосистемних зв'язків* (взаємозв'язок з іншими системами у зовнішньому середовищі);
- *репродукція* (відтворення) спадкових ознак системи в її наступних поколіннях.

Слід ще раз підкреслити, що ці завдання самоорганізована система повинна вирішувати самостійно. Іншими словами, перед ключовим словом, що позначає певну функцію, може бути поставлений префікс «само-».

Звісно ж цілком природним є використання багатьох згаданих термінів стосовно управління економічними системами. Тут роль керівного параметру відіграє певний соціально-економічний фактор (напр., збільшення або зниження попиту на певний товар, зростання або зниження ціни на окремі види товарів тощо). Зміна цього фактору може бути викликана будь-якою подією, що має економічну, соціальну або екологічну природу. Врахування цього має включати весь описаний вище ланцюжок атрибутів управлінського циклу, що передбачає: моніторинг (ринку); прогнозування наслідків (у тому числі, ймовірності сприятливих та несприятливих наслідків); підготовку та прийняття рішень; формування мети та засобів; реалізацію рішень; внесення необхідних корективів. Все це має бути засвоєне пам'яттю системи як отриманий досвід.

Отже, управління є першим етапом найскладнішого процесу інформаційної самоорганізації систем. Його основною функцією є формування інформаційної програми поведінки системи. Наскільки досконалою буде програма, настільки ефективним буде функціонування системи. У свою чергу, це обумовлює шанси системи бути відібраною в безперервному процесі природного відбору.

Напевно, не випадково у процесі еволюції випереджальними темпами вдосконалювався саме той орган, який реалізував функцію самоврядування систем та забезпечував збирання, переробку, закріплення та відтворення інформації. Почавши свій шлях із найпростіших рецепторів в одноклітинних організмах, він розвинувся до мозку у вищих тварин і, зрештою, визначив появу на землі «людини мислячої». Людина пішла далі, удосконалюючи систе-

ми пам'яті як магістральний напрямок розвитку своєї цивілізації.

Слід підкреслити дві важливі особливості процесів управління та самоврядування: їхню колосальну динамічність і багаторівневність.

По-перше, управління – це динамічний процес, що здійснюється постійно і ніколи не закінчується доти, доки існує система. Успіх функціонування та розвитку системи багато в чому залежить від того, якою мірою темпи реалізації управлінських процесів у системі відповідатимуть темпам зміни стану зовнішнього середовища.

По-друге, управління завжди залишається надзвичайно складним та багаторівневним явищем. Воно забезпечує прийняття рішень, що зумовлюють поведінку системи в межах як найдрібніших (оперативних), так і довгострокових (стратегічних) періодів часу. Безумовно, функцію самоврядування ми виділяємо виключно умовно, оскільки вона здійснюється в постійному взаємозв'язку з іншими інформаційними компонентами складного циклу самоорганізації системи.

Говорячи про самоорганізацію систем, не можна залишити без уваги закони, що лежать в основі зазначених процесів. Під законом розуміється необхідний, істотний, що постійно повторюється взаємозв'язок між явищами функціонування (розвитку) системи, який визначає специфіку форми процесів, що відбуваються.

Закони мають об'єктивний характер. Це означає, що їхній дії підпорядковані всі процеси та явища. Виключення, як правило, пояснюються лише неповним врахуванням факторів, здатних впливати на хід процесів, що відбуваються.

В принципі можна говорити, що будь-яка відкрита стаціонарна система підпорядковується всім фізичним законам, відомим та невідомим людству. Разом з тим, дореч-

но виділити кілька законів, які дозволяють зрозуміти специфіку поведінки самоорганізованих систем.

Авторське трактування основних законів самоорганізації систем представлено у табл. нижче.

Таблиця – Формулювання основних законів самоорганізації систем

Назва	Формулювання
1	2
Закон збереження енергії	Жодна матеріальна система неспроможна розвиватися чи функціонувати, не споживаючи енергію; при цьому система може витратити енергії (квазіенергії) не більше тієї кількості, яка міститься в системі або залучається до неї із зовнішнього середовища.
Закон балансу припливу-відпливу 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 зростанні ентропії.
Закон оптимального системоутворюючих факторів	Для будь-якої відкритої стаціонарної системи існує такий набір та поєднання у просторі та часі системоутворювальних факторів (матеріальних, інформаційних, синергетичних), при якому буде досягатися 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.
Закон адекватності реакцій системи на вплив зовнішнього середовища	У будь-який з моментів часу існує певний гіпотетичний адекватний оптимум реакцій системи через механізми зворотного зв'язку зміни зовнішнього середовища за якістю (правильністю) і 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 зовнішнє середовище).

Продовження таблиці

1	2
Закон емерджентності	У функціонуванні системи завжди існує такий баланс свободи децентралізованого управління діяльністю окремих підсистем та загальносистемного централізованого регулювання, при якому 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 достатньої інформаційної складності керуючої системи	Складність (інформаційне різноманіття) керуючої системи повинна бути вищою за складність керованої системи.
Закон швидкості розвитку систем	Швидкість розвитку систем визначається трьома групами факторів: 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.

Залежно від конкретних умов господарювання економічна система може вибрати ключові стратегії, що забезпечують три основні типи розвитку, які умовно можна назвати.

- *стійко прогресивним*; передбачає нарощування обсягу метаболізму і збільшення рівня гомеостазу (збільшуються розміри матеріально-інформаційних потоків, що проходять через підприємство та обсяг реалізованої продукції);

- *стійко не спадаючим*; передбачає стабілізацію обсягу метаболізму і рівня гомеостазу (зберігається стійкий обсяг реалізації продукції);

- *стійко спадаючим*; передбачає (за аналогією з спадною віддачею) зниження обсягу метаболізму та рівня гомеостазу (в умовах підприємства – контрольоване зменшення обсягу реалізації продукції).

Якісні зміни системи не надходять самі собою. Необхідний інформаційний поштовх у формі суперечності між потребами та можливостями системи, щоб змусити її змінитися якісно. Тільки тоді, коли потреби системи починають перевищувати її можливості, система починає переживати кризу (поведінка системи стає неадекватною), і запускається довгий ланцюжок механізмів її самоорганізації, що забезпечує якісні зміни.

Причини, внаслідок яких можуть виникати суперечності, формуються під впливом двох груп факторів:

- по-перше, впливу імпульсів, тобто зовнішніх та внутрішніх факторів, що сприяють зміні стану системи;

- по-друге, обмежень, тобто зовнішніх та внутрішніх факторів, що обмежують можливість системи зробити адекватну адаптаційну стабілізацію свого стану на основі механізмів зворотного зв'язку.

Наприклад, приріст населення, що проживає в певній екосистемі, відіграє роль імпульсу впливу; це робить необхідним збільшення потреб даного соціуму, що зумовлює необхідність збільшення кількості природних ресурсів, які залучаються у виробництво. Проте реалізація цього натикається на природні обмеження: 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 і зовнішнім середо-

вищем. Він може мати як внутрішньосистемний, так і зовнішньосистемний характер.

Як приклади імпульсів впливу внутрішньосистемного характеру стосовно економічної системи можна назвати: фізичний і моральний знос обладнання, різноманітні інновації, техногенні (надзвичайні) ситуації, зміна якості людського капіталу, зміна структури та числа працюючих, зміна мотивації персоналу, соціальні конфлікти, ін.

Як зовнішньосистемні імпульси впливу можуть виступати: зміна ринкової кон'юнктури (цін, витрат, пропозицій ресурсів), динаміка попиту, зміни природних умов, зміна 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 і зовнішнім середовищем, що порушується (діючим імпульсом), за допомогою механізмів прямої дії зворотних зв'язків у рамках адаптаційних трансформацій.

Сказане, певно, потребує додаткових коментарів. Що таке механізми прямої дії зворотних зв'язків? Це механізми, що дозволяють відновити необхідний стан системи у вигляді прямого впливу на причину зміни такого стану.

Основною особливістю розвитку соціально-економічних систем є ключова роль у ньому фактора людини. Саме людина задає вектор розвитку в таких системах, визначаючи основні цілі, до яких повинна прямувати у своєму розвитку система. Людина ж виступає і у ролі основного реалізатора, забезпечуючи своєю діяльністю основні засоби досягнення поставлених соціальних і/або економічних цілей (наприклад, задоволення певних матеріальних чи духовних потреб, отримання прибутку, ін.).

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 поглянути на визначення соціально-економічної системи.

Соціально-економічна система у широкому розумінні – це функціонуюча як єдине ціле сукупність людей (включаючи відносини між ними), природних факторів, антропогенних матеріально-інформаційних активів, об'єднаних єдністю виконуваних функцій та природно-індустріального метаболізму (матеріально-інформаційних потоків), що реалізується.

З урахуванням наведеного раніше визначення розвитку систем (необоротна, спрямована, закономірна зміна) та необхідних ознак, що зумовлюють процеси розвитку (самоорганізація через випадкові, невизначені зміни), можна сформулювати основні вектори реалізації передумов прогресивного розвитку соціально-економічних систем.

Дана конструкція у схематичній формі є змістовною основою феномену соціально-економічного розвитку. При, можливо, певній складності, що здається, вона не може бути спрощена без втрати ключових її смислових вузлів. Кожен із блоків даної конструкції є суттєвим, тобто, несе інформацію про зміст, без якого характеристика феномена розвитку була б неповною.

Як ми вже згадували раніше, критерієм прогресивності розвитку будь-якої системи є підвищення ступеня упорядкованості систем, що зумовлює 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.

Розвиток будь-якої економічної системи (зокрема підприємства) 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), що 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 формує важливі риси цього способу, своєрідний магістральний шлях просування підприємства до свого успіху. З місією підприємства нерозривно пов'язуються і критерії реалізації. Зокрема, це може припускати: вийти на певний щорічний обсяг реалізації продукції, отримувати певну частку продажів продукції в певному сегменті ринку, стати провідним підприємством 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, тобто:

- номенклатуру,
- серійність,
- структуру витрат,
- основу формування цін,
- види конкурентної боротьби тощо.

Залежно від зазначених цілей підприємство визначає та вирішує поточні завдання у своїй діяльності, обираючи конкретні засоби, необхідні для досягнення цілей (зокрема,

формує технологічну основу, вирішує проблеми постачання ресурсів та реалізації готової продукції).

У результаті розвитку підприємства можуть тією чи іншою мірою змінювати цілі свого функціонування. Залежно від здатності самостійно впливати на процес формування своєї місії та цілей функціонування підприємства поділяють 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 під час розвитку змінювати місію та її цілі.

Перша група. Системи першої групи мають надзвичайно низький потенціал саморозвитку. Тривалий час виконуючи однотипні види робіт, вони втрачають навички транс-формаційних перетворень. Усі зміни, що відбуваються на таких підприємствах, обмежуються лише адаптацією до змін у зовнішньому середовищі.

Системи **третьої групи** здатні самостійно трансформувати власну місію та відтворювати критерії оцінки ступеня її реалізації (якості свого функціонування), залежно від здобутих у процесі розвитку знань, навичок та світогляду, а також зовнішніх умов функціонування системи. Наслідком цього є постійне переформатування цілей і засобів, що їх забезпечують.

Презентаційні матеріали

План лекції

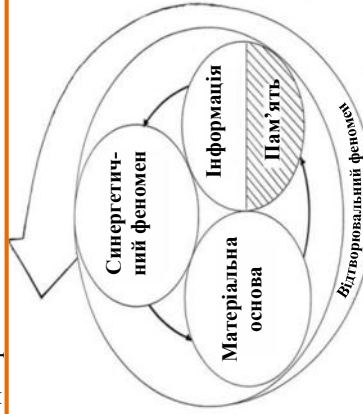
1. Поняття про самоорганізацію
2. Зміст процесів самоорганізації
3. Закони самоорганізації
4. Фази самоорганізації у виробничих системах
5. Фактори саморозвитку систем
6. Саморозвиток соціально-економічних систем

1. Поняття про самоорганізацію

- **Самоорганізація** (широкий контекст) – властивість системи самостійно (тобто без спрямованого впливу ззовні) реалізувати процеси, що забезпечують функціонування і розвиток системи.
- **Самовпорядкування** (вузький контекст) – властивість системи за рахунок своїх внутрішніх факторів забезпечувати впорядкування у просторі і часі елементів системи та процесів, що в ній протікають.

Напрями самоорганізації систем

- Самоузгодження елементів системи
- Самовідтворення синергетичних зв'язків
- Самовідтворення зовнішніх зв'язків



- Самозабезпечення
- Самоокупність

- Самоуправління
- Самообмеження
- Самоконтроль
- Саморегулювання
- Самоадаптація
- Самозахист
- Самонавчання

- Самовідтворення
- Самоконструювання
- Самовиготовлення
- Самозбірка
- Самодобування
- Самоструктурування

- Самовідновлення
- Самоочистка
- Саморепродукція
- Саморозвиток
- Самозбереження
- Самоудосконалення

Самовідтворення

- **Самовідтворювальний феномен** реалізує в кожній природній сутності (від елементарної частинки до біосфери) здатність відтворювати у просторі та часі триєдність природних начал (матеріального, інформаційного і синергетичного), які утворюють систему.

Види процесів самоорганізації

- Самозабезпечення
- Самоокупність (самофінансування)
- Самовідтворення
- Самоконструювання
- Самовиготовлення
- Самозбірка
- Самообмеження
- Самовідновлення
- Самоочистка
- Репродукція (самовідтворення)
- Самоуправління
- Контроль (самоконтроль)
- Самогерулювання
- Самоадаптація
- Самонастройка
- Самовідтворення зовнішніх зв'язків
- Самовідтворення синергетичних механізмів
- Самозбереження
- Самоудосконалення
- Саморозвиток

2. Зміст процесів самоорганізації

Назва процесу / зміст

Самозабезпечення – властивість системи задовольняти свої потреби у матеріальних та інформаційних факторах за рахунок компонентів, що залучаються у систему з довкілля (матеріали, енергія, праця, кошти, інформація), за рахунок діяльності самої системи.

Самоокупність (самофінансування) – режим (спосіб) господарювання економічного суб'єкта, що передбачає повне покриття витрат доходами, отриманими від результатів господарської діяльності (реалізації випущеної продукції та надання послуг).

Самовідтворення – властивість системи беззупинно відтворювати фактори, які утворюють дану систему (матеріальні, інформаційні і синергетичні), щоб протидіяти процесу ентропійного саморуїнування системи.

Зміст процесів самоорганізації

Назва процесу / зміст

Самоконструювання – формування самою системою просторово-часових структур свого функціонування

Репродукція (самовідтворення) – властивість системи створювати інші системи, що відтворюють наслідовані характерні ознаки базової системи.

Саморозвиток – самодовільна зміна системи, яка має ознаки розвитку (незворотність, спрямованість, закономірність) і обумовлена внутрішніми протиріччями системи.

3. Закони самоорганізації

- Збереження енергії
- Балансу впливу-відпливу ентропії
- Оптимуму системоутворювальних факторів
- Адекватності реакції системи на дію зовнішнього середовища
- Емерджентності
- Відповідності ефективності системи її інформаційному рівню
- Достатності інформаційної складності керівної системи
- Швидкості розвитку системи

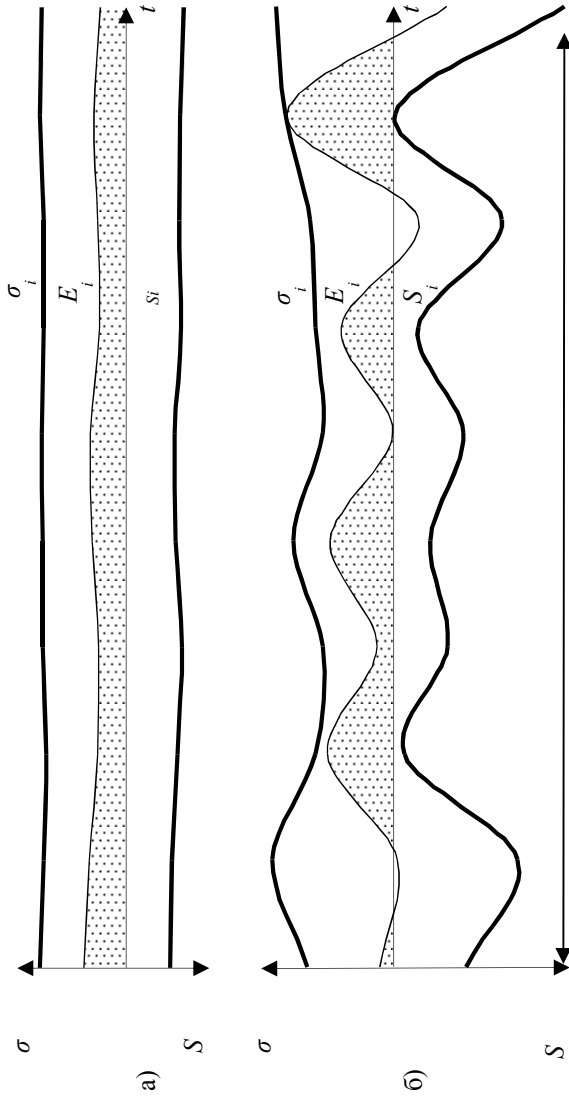
Закон балансу припливу-відпливу ентропії

- Зміна рівня впорядкованості системи за кожен із періодів її існування обумовлена зміною рівня ентропії і системи за даний період; впорядкованість системи зростає зі зменшенням ентропії в системі і зменшується з її зростанням

$$\int_0^T \frac{d(S_{\text{вп}} + S_{\text{вн}})}{dt} dt = \int_0^T d\sigma,$$

- Зліва – збільшення ентропії за період t .
- Справа – приплив вільної енергії

Зміна балансу припливу вільної енергії (вгорі) і ентропії (внизу)



Закон оптимуму системоутворювальних факторів

- Для будь-якої відкритої стаціонарної системи існує такий набір і поєднання у просторі та часі системоутворювальних факторів (M_i – матеріальних, I_i – інформаційних, S_i – синергетичних), при яких досягатиметься *максимально можливе зниження ентропії* в системі; при такому стані системи параметри її системоутворювальних факторів будуть максимально відповідати цілям і завданням функціонування системи і найкращим чином ув'язуватися між собою.

$$\varepsilon_i = f(M_i, I_i, S_i, T_i) \rightarrow \max$$

i – параметри оптимального стану;

ε_i – приплив вільної енергії;

T_i – тривалість перебування системи у i -му стані.

Адекватність реакції системи на дію зовнішнього середовища

- У будь-який момент часу існує певний гіпотетичний адекватний оптимум реакцій системи (зміна її ключових факторів) через механізм зворотних зв'язків на зміну зовнішнього середовища по якості / правильності та своєчасності / швидкості реалізації зазначених механізмів; цей оптимум забезпечує найбільш ефективний режим функціонування системи; відхилення від нього веде до збільшення виробництва системою ентропії (зниженню її відпливу у довкілля)

$$\varepsilon'_i = f(\Delta M_i; t_{mi}; \Delta M_i; t_{li}; \Delta S_i; t_{si}; \Delta T_i) \rightarrow \max$$

Закон емерджентності

- В функціонуванні системи завжди існує такий баланс сво-боди децентралізованого управління діяльністю окремих підсистем і загальносистемного централізованого регулювання, при якому в системі досягається максимальний емерджентний (синергетичний) ефект системи.

Закони відповідності ефективності системи її інформаційному рівню

- Максимальна межа ефективності функціонування системи відповідає рівню її інформаційної складності: більшому граничному рівню ефективності відповідає вищий рівень інформаційної складності.
- Максимальний рівень ефективності автомобіля «Мерседес» завжди перевищуватиме максимальний рівень автомобіля «Запорожець». Останній за рівнем своєї ефективності ніколи не може перевищити середній рівень авто «Мерседес», скільки б не удосконалювали «Запорожця».

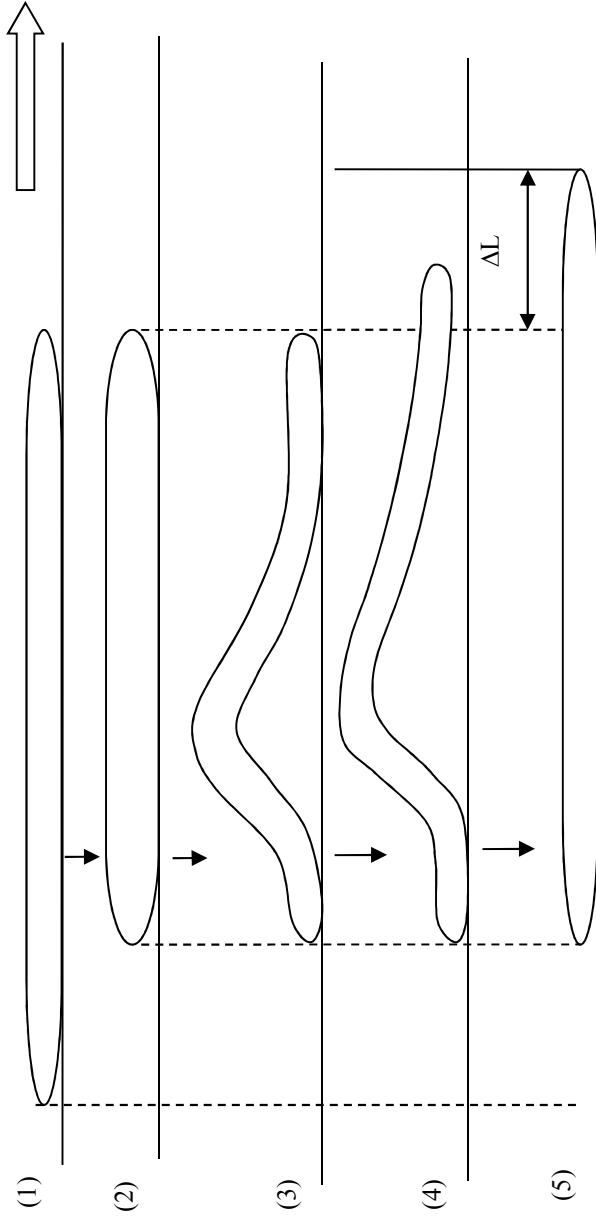
Закон достатньої інформаційної складності керівної системи

- Складність (інформаційне різноманіття) керівної системи має бути вище складності керованої системи.
- Ідеальною ситуацією є така, коли до процесів управління економічною системою залучена максимальна кількість працівників, які мотивовані у досягненні цілей її функціонування.
- Як правило, такі системи є успішнішими за системи з автотратичним управлінням.

Закон швидкості розвитку систем

- Швидкість розвитку систем визначається трьома групами факторів:
 - 1) швидкістю реалізації еволюційної тріади: *мінливість – спадковість – добір*;
 - 2) ефективністю роботи механізмів трансформації системи (*адаптивних і біфуркаційних*);
 - 3) потенціалом і швидкодією пам'яті системи, що обумовлює *темпи накопичення, закріплення і відтворення* енергії та інформації.

4. Фази самоорганізації в виробничих системах



Ключові фази виробничого циклу

1) Конвертація наявної в системі вільної енергії у форму, придатну для створення різниці потенціалів.

➤ На підприємстві:

Г → **В** (М, І, С, Л)

(гроші) Виробничі (матеріальні, інформаційні, синергетичні, людські)
активи

2) Конвертація активів у різницю потенціалів:

➤ На підприємстві:

В → **Т**

(виробничі Товар, який може конвертувати у гроші)
активи)

Ключові фази виробничого циклу

3) Конвертація різниці потенціалів у «протсування»:

➤ Процес реалізації товару:

T → **Г + Δ Г**

(Товар) (Гроші з приростом грошей)

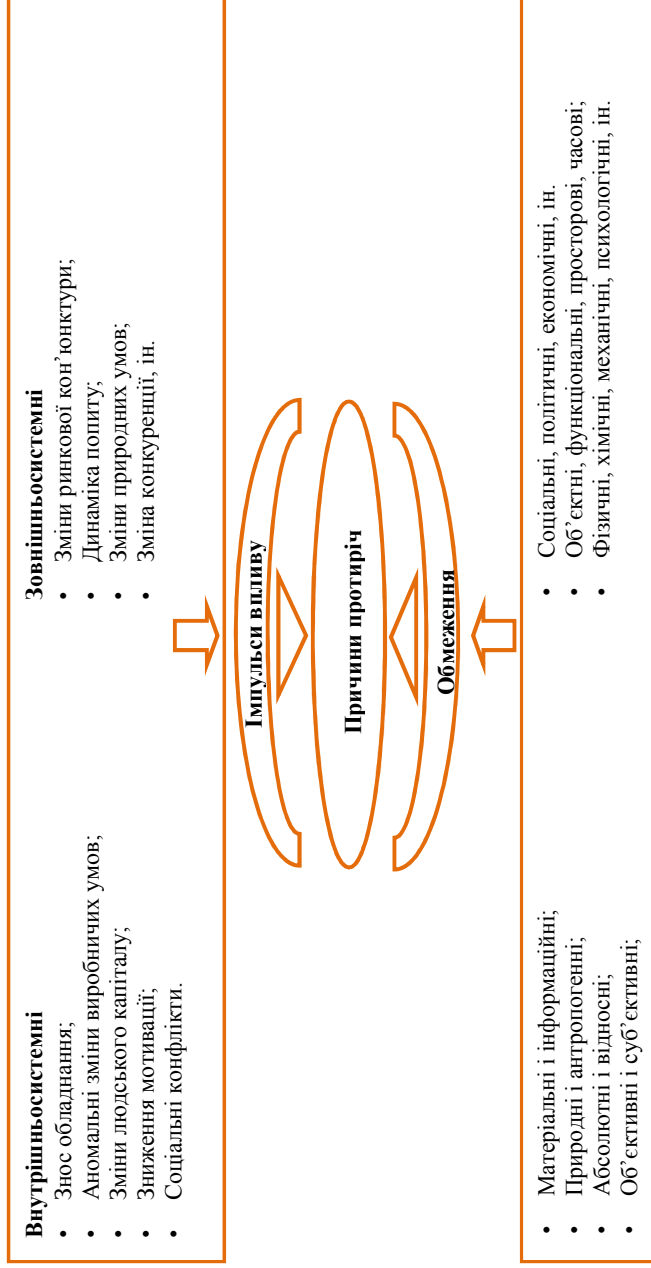
4) Завершення чергового циклу:

➤ Повернення витрачених коштів на підприємство із приростом.

5. Фактори саморозвитку систем

- Драйверами розвитку є протиріччя між необхідністю змін і неможливістю їх реалізації в межах старих форм системи (існуючого гомеостазу)
- Протиріччя виникають під дією двох груп факторів:
 - 1) Імпульсу, що діє на систему;
 - 2) Обмежень, які не дають змогу провести адаптацію системи до змінених нових умов в межах старих її форм.

Фактори, що обумовлюють протиріччя



Протиріччя, що «включили» сучасні промислові революції

- **Industry 3.0. (Ініціатива ЄС)**
- *Потреба* в кратному скороченні забруднення та матеріального впливу на природу і *неможливість* здійснити це в межах існуючих способів виробництва та економічних відносинах.
- *Вихід:*
 - 1) перехід на альтернативну енергетику та адитивні технології;
 - 2) перехід на горизонтальні межі виробництва та споживання.

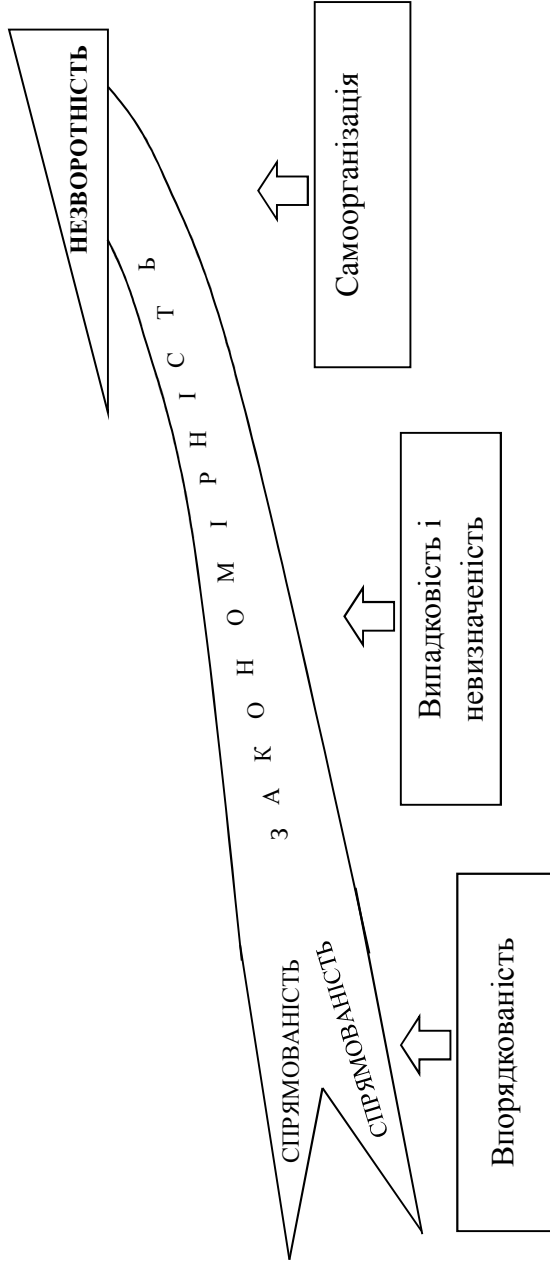
Протиріччя, що «включили» сучасні промислові революції

- **Industry 4.0.** (*Ініціатива Німеччини*)
- *Потреба* в значному підвищенні складності виробничо-споживчих систем та *неможливість* всеохоплюючого контролю процесів людськими ресурсами.
- *Вихід*: перехід до тотального контролю процесів виробництва і споживання **кіберфізичними системами**. Створення **Інтернету речей** (30 млрд підключень до Інтернету).

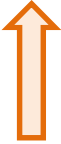
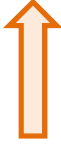
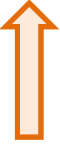
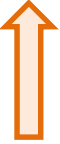
Протиріччя, що «включили» сучасні промислові революції

- **Industry 5.0.** (*Ініціатива ЄС*)
 - *Потреба* у пошуку місця людини у суцільно автоматизованому світі та *неможливість* вирішення цього завдання у межах існуючої сутності людини (біо-трудо-соціо).
 - *Вихід:*
 - 1) *діалектичне поєднання людини з когнитивною сутністю машини;*
 - 2) *персоналізація потреб людини для забезпечення її соціального (особистісного) розвитку.*

6. Саморозвиток соціально-економічних систем (СЕС)



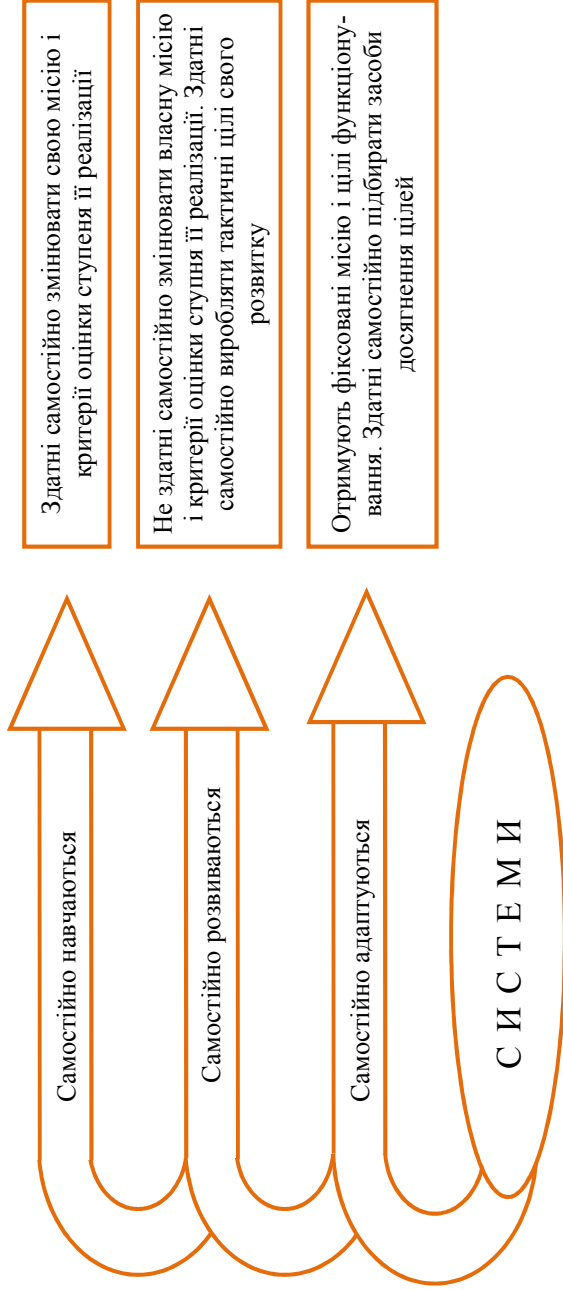
Передумови розвитку СЕС

- Спрямованість**  Через формування системи цілей (в ЄС – цілі *Industries 3.0; 4.0; 5.0*)
- Закономірність**  Через відповідність законам природи і досвіду спільнот (ЄС)
- Незворотність**  Через закріплення змін пам'яттю системи (*біфуркації до нових форм*)
- Прогресивність**  Через підвищення ефективності і акумулювання вільної енергії (*комп'ютеризація, мережі, «хмара»*)

Передумови розвитку СЕС

- Впорядкованість** ↑ Через підвищення інформативності систем (*альтернативна енергетика, адитивні технології, «розумні» мережі, Інтернет речей, «хмара», ін.*)
- Випадковість і невизначеність** ↑ Через свободу поведінки системи та її складових (*демократія та багатоманітність*)
- Самоорганізація** ↑ Через самокупність і самоуправління (*«думай глобально, дій локально!»*, децентралізація)

Види систем залежно від ступенів свободи у виборі цілей розвитку



Розвиток СЕС через Інтернет речей у Бельгії та Люксембурзі

- Перше комерційне розгортання Інтернету речей «LoRa» у Бельгії та Люксембурзі буде використовуватися для широкого спектру датків Інтернету речей, включаючи розумне будівництво, відстеження активів, ланцюги постачання, сільське господарство та розумні міста.



Розвиток СЕС через «хмарні» технології у Ірландії

- «Хмарні» центри обробки даних Ірландії позитивно впливають на інвестиційну привабливість Ірландії як точки доступу до цифрових технологій.

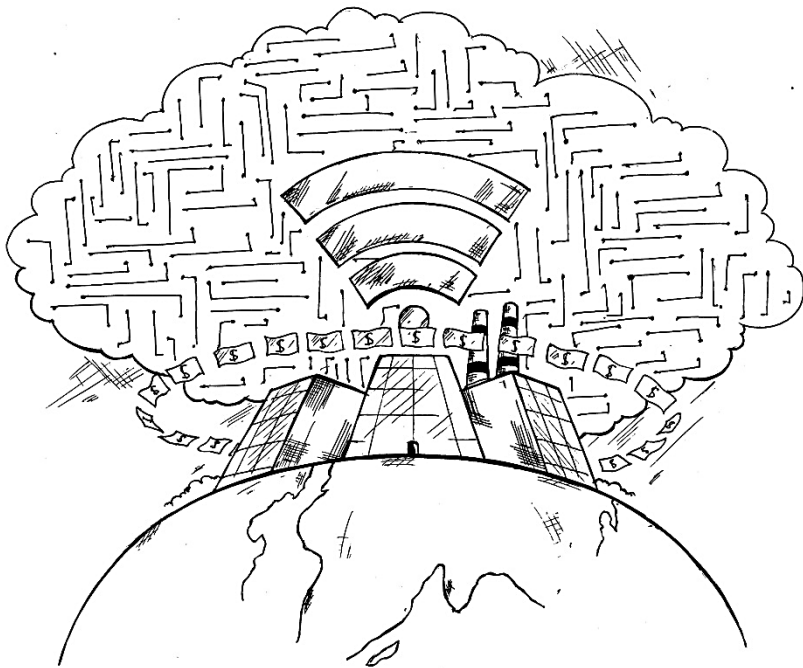


Питання до теми

1. Як можна розуміти поняття самоорганізації в широкому контексті?
2. Як можна розуміти поняття самоорганізації у вузькому контексті?
3. Охарактеризуйте напрями самоорганізації систем.
4. Охарактеризуйте феномен самовідтворення.
5. Які види процесів самоорганізації можна назвати?
6. Охарактеризуйте такий вид процесів самоорганізації, як самозабезпечення. Як цей процес реалізується в економічних системах?
7. Що означає самовідтворення системи?
8. Як можна пояснити процес самоорганізації?
9. Які закони самоорганізації системи ви можете назвати?
10. Як можна трактувати закон припливу-відпливу ентропії?
11. Як можна пояснити закон системоутворювальних факторів?
12. Як можна пояснити закон адекватності системи на дію зовнішнього середовища.
13. Які висновки можна зробити з закона емерджентності?

Тема 10

Ефективність і конвертація економічних елементів



Основи теорії

Підвищення ефективності є магістральним напрямком розвитку системи. Висока ефективність є запорукою успіху системи в природному відборі, який безперестанку здійснює Природа. Неефективна система відбраковується під впливом зовнішніх чи внутрішніх чинників (природні умови, конкурентна боротьба, власні можливості системи: витривалість, стійкість, пр.).

Послідовне підвищення ефективності сприяє зниженню диссипативних (тобто необоротних) втрат енергії та підвищенню приросту вільної енергії в системі. Тим самим створюються передумови її розвитку через інформаційне вдосконалення.

Можна зробити висновок, що прогресивний розвиток системи може відбуватися лише за умови постійного підвищення ефективності (e) її функціонування, тобто. при $e_2 > e_1$ (або $e_{i+1} > e_i$). При цьому взаємні конвертації відбуваються як між складовими, що формують дохідну компоненту, так і між складовими, що формують витратні компоненти.

Будь-яка відкрита стаціонарна система є дуже складним динамічним організмом, стан якого має постійно відтворюватися у просторі та часі. Раніше ми вже характеризували системи як цілісні комплекси, що складаються, поперше (у просторі) з матеріально-інформаційних елементів; по-друге, (у часі) із процесів відтворення системи. Обидві сутнісні складові системи відповідають формулі: ціле, більше суми елементів (у першому випадку – елементів, у другому – процесів).

Однак процес відтворення стану системи аж ніяк не обмежується представленою схемою. У ньому беруть участь набагато більше системних комплексів. Зокрема, значну роль відіграють інші види систем: система цілей та

функцій, система метаболічних потоків, система синергетичних зв'язків тощо. До кожної з них може бути застосована та сама формула: «ціле, більше суми частин». Їх зміст може бути охарактеризовано так:

- система матеріально-інформаційних елементів (підсистем), що утворюють просторове тіло системи;
- система цілей та функцій, що виконуються системою та її окремими елементами;
- система процесів відтворення станів системи, її елементів та зв'язків, що протікають у часі ;
- система 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 їхні системні пам'яті (тобто матеріально-інформаційних компонентів, що 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;
- система факторів зовнішнього середовища (природних екосистем, соціальних систем, техногенної інфраструктури, клімату, космічних факторів тощо);
- система рушійних сил (потреб, протиріч, мотивацій), що забезпечують стремління системи (і 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.

Виконаний аналіз дозволяє зробити висновок, що розвиток будь-якої соціально-економічної системи є складним процесом, у якому постійно відбувається взаємна конвертація різних груп факторів.

Зокрема, можна навести приклади ключових конвертацій в економічних системах:

✓ *цілі* конвертуються в гроші, а гроші – в досягнення цілей;

✓ *товар* конвертується в гроші (при його реалізації);

✓ *гроші* – в товар (наприклад, при придбанні необхідної сировини);

✓ *ціна* – в обсяг продажів (чим дешевше ціна, тим більший обсяг товарів удається продати);

✓ *обсяг продажів* – в ціну (збільшення обсягу продажів дозволяє знизити собівартість одиниці продукції та відпускну ціну);

✓ *час* – у ціну (чим триваліший період реалізації послуг, тим за дешевшу ціну він дозволяє реалізовувати послугу);

✓ *ціна* – в час (чим дешевше продається товар, тим швидше його можна продати, або: тим довше можна залишатися на ринку, реалізуючи свої вироби та послуги, створюючи передумови для збільшення обсягу продажів);

✓ *технологія* – в товар (чим досконаліша технологія, тим вища якість товару та/або дешевша собівартість його одиниці);

✓ *якість* – у ціну/обсяг продажів (чим вища якість товару, тим за вищою ціною та/або більшу кількість його можна продати);

✓ *гроші* – в інформацію (чим вищі витрати на технологію, тим вищі шанси на її високий інформаційний рівень);

✓ *інформація* – в людський капітал (чим якісніша і повніша підготовка спеціаліста, тим вищий його професійний рівень);

✓ *людський капітал* – у інформацію (чим вище кваліфікація персоналу – тим досконаліші технології, які він здатний створювати та/або обслуговувати, а також якісніша продукція, яку він може виробляти);

✓ *інформація* – в зв'язки (чим досконаліший інформаційний алгоритм функціонування фірми, тим повніше та якісніше внутрішньогосподарські та зовнішньогосподарські зв'язки);

✓ *зв'язки* – в інформацію (чим повніші й якісніші зв'язки, тим більш узгодженою є робота підсистем підприємства, і тим більший обсяг цінної інформації проринки вихідної сировини та збуту продукції воно має всвоєму розпорядженні);

✓ *зв'язки* – в час (чим злагоднішою є робота виконавців, тим менше витрачається часу при виготовленні продукції; чим надійніші та якісніші зовнішні зв'язки, тим швидше вирішуються питання постачання та збуту продукції);

✓ *одні види капіталу* – в інші (наприклад, гроші у виробничі активи та навпаки).

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Ефективність системи
2. Анатомія отримання доходу
3. Динаміка ефективності як критерій розвитку
4. Компонентний склад економічної системи
5. Конвертація компонентів системи

1. ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ

- *Квазіенергетичний баланс системи*

$$D = \Delta K + \text{Ш} + V_{\text{п}} + V_{\text{к}} + V_{\text{т}}$$

де D – дохід (виручка) підприємства;

Ш – дисипативні втрати, які умовно можна назвати шкодою;

$V_{\text{п}}$ – продуктивні витрати;

$V_{\text{к}}$ – компенсаційні витрати (на підтримання гомеостазу);

$V_{\text{т}}$ – трансформаційні витрати (на трансформацію гомеостазу).

Динаміка квазіенергетичного балансу

$$D = \Delta K + Ш + B_{\Pi} + B_{K} + B_{T} \rightarrow$$

$$\rightarrow D' = \Delta K' + Ш' + B'_{\Pi} + B'_{K} + B'_{T} \rightarrow$$

$$\rightarrow D'' = \Delta K'' + Ш'' + B''_{\Pi} + B''_{K} + B''_{T}$$

Ефективність діяльності систем

- В першому циклі

$$e_1 = \frac{D'}{\Delta K + \text{Ш} + B_{\text{п}} + B_{\text{к}} + B_{\text{т}}}$$

- У другому циклі

$$e_2 = \frac{D''}{\Delta K' + \text{Ш}' + B'_{\text{п}} + B'_{\text{к}} + B'_{\text{т}}}$$

і т.д.

2. Анатомія отримання доходу

- Складові доходу:

$$D = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot C_i \cdot T_i$$

де Q_i – обсяг i -го виду продукції, що реалізується в одиницю часу (добу, місяць, рік);

C_i – ціна i -го виду продукції;

T_i – період часу, протягом якого реалізується i -й вид продукції.

Взаємна конвертація параметрів, що впливають на дохід

- Уявіть собі, що Ви директор авіакомпанії. Вам необхідно прийняти рішення про закупку кількох літаків. При цьому Ви маєте вибір: закупити літаки дешевшої моделі (технічні характеристики якої представлені у першому стовпці) чи дорожчої (характеристики – у другому стовпці).

Взаємна конвертація параметрів, що впливають на дохід

Температура зовнішнього повітря експлуатації літака, °C	від – 27 до +30	від – 55 до + 45
---	--------------------	---------------------

Обмеження за висотою розташування аеродромів, що експлуатуються, над рівнем моря, м	до 400	до 3000
---	--------	---------

Зліт і політ в умовах можливого обмеження	заборонено	без обмежень
---	------------	--------------

Напрацювання двигунів на відмову, тис. годин	5	20–25
--	---	-------

Взаємна конвертація параметрів, що впливають на дохід

- У який спосіб зазначені різні технічні характеристики можуть бути конвертовані у вартісні показники?
- **По-перше**, розходження за першими трьома характеристиками обумовлює для перших літаків певні втрати частини потенційних клієнтів на ринках авіаперевезень. Зокрема, відпадають маршрути, пов'язані з екстремальними температурами (дуже низькими – райони Півночі, і дуже високими – країни Африки, Азії, Латинської Америки). З цієї ж причини скорочується сезонність роботи. І нарешті, виключаються польоти в то-чки призначення, розташовані на висоті вище 400 метрів над рівнем моря. Всі ці оцінки можуть бути переведені в показники *упущеної вигоди* (у разі використання гіршої техніки) або економічного ефекту (у разі експлуатації кращих аналогів).

Взаємна конвертація параметрів, що впливають на дохід

- *По-друге*, більш низька довговічність двигунів (у 4–5 разів) обумовлює додаткові витрати, пов'язані з втратами доходів (додаткові простой на заміну двигунів) і з додатковими витратами (крім вартості додаткових двигунів, необхідні витрати на їх заміну). Це лише невелика частина параметрів, що визначають експлуатаційні ефекти авіаційної техніки. Серед них енергоємність польотів, рівні шуму, комфортність і багато чого іншого.

Взаємна конвертація параметрів, що впливають на дохід

- Однак ані переваги одного варіанта, ані недоліки іншого самі по собі не є достатньою підставою для ухвалення рішення. Для повноти картини не вистачає інформації про ціну розглянутих літаків. Лише зіставивши ці дві величини – додаткові витрати на придбання більш якісного варіанта і додаткові ефекти від його експлуатації – можна говорити про вигідність або збитковість рішення.

Напрямки отримання підприємством доходу («вільної енергії»)

- через зміну обсягу реалізації продукції (Q_i);
- через зміну ціни одиниці продукції (C_i);
- через зміну періоду реалізації продукції (T_i).

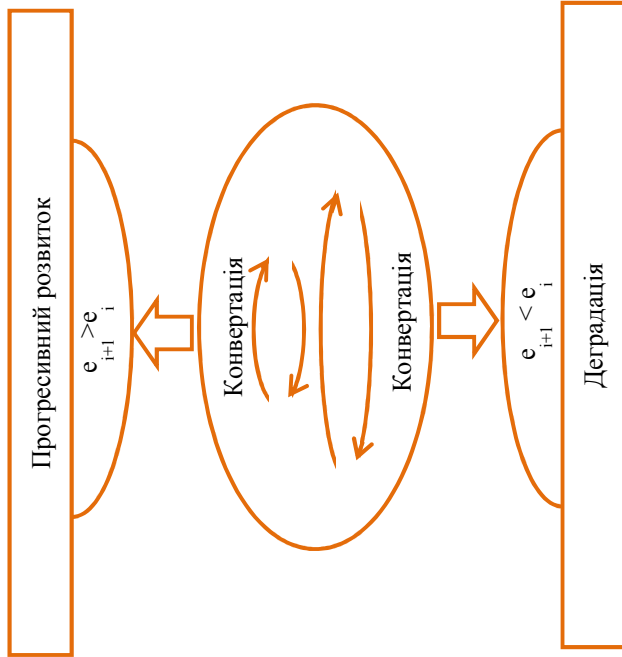
3. Динаміка ефективності як критерій розвитку

- Прогресивний розвиток системи може відбуватися лише за умови постійного підвищення ефективності її функціонування. Тобто, при:

$$e_2 > e_1, \text{ або}$$

$$e_{t+1} > e_t$$

Зв'язок розвитку з ефективністю



Напрямки розвитку

- Зміна стану системи залежить від динаміки її ефективності. Відповідно від цих параметрів мають місце три сценарії розвитку систем:

(1) *стійко прогресивний*;

- ефективність постійно залишається високою, або навіть збільшується;
- збільшується обсяг метаболізму і рівень гомеостазу, зростає обсяг виробництва і складність продукції;

(2) *стійко неспадний*

- ефективність не зменшується і залишається помірною;
- має місце стабільний обсяг продукції і достатня її інноваційна ротація;

Напрямки розвитку

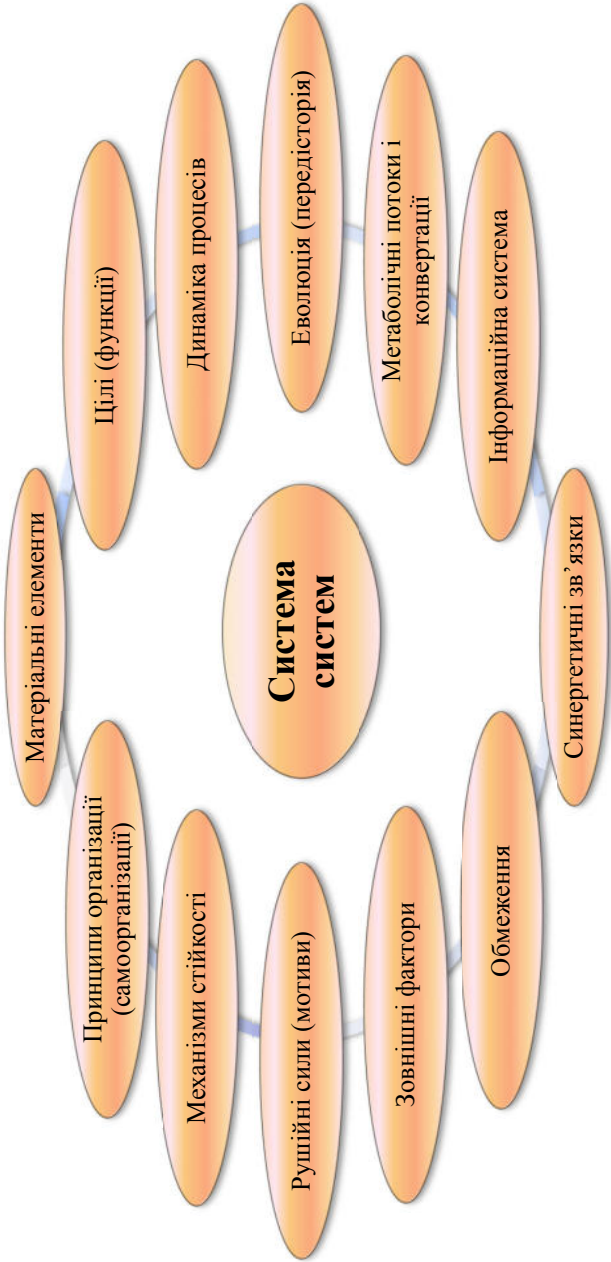
(3) *стійко спадний* (за аналогією зі спадною віддачею);

- ефективність функціонування економічної системи знижується або залишається на дуже низькому рівні, що не забезпечує потреби інноваційного відтворення;
- знижується рівень метаболізму, падає обсяг виробництва і реалізації;
- підприємство поступово переходить на простішу продукцію.

4. Елементний склад економічної системи

- Будь-яка система, включаючи економічну відтворюється в *просторі і часі*.
- Це значить, що система як ціле формується:
 - по-перше (в просторі) із **матеріально-інформаційних елементів**;
 - по-друге (в часі) із **процесів** відтворення системи.
- Обидві грані відтворення системи відповідають формулі.
- **Ціле, більше за суму частин** (в першому випадку елементів, в другому – процесів).

Система системних складових



Зміст системи складових

- **Матеріально-інформаційні елементи**; підсистеми, що утворюють просторове тіло системи.
- **Цілі і функції**, що виконує система та її окремі складові.
- **Процеси, що протікають у часі**; відтворюють стан системи, її елементів та зв'язків.
- **Еволюція (передісторія) системи**; формує фактори спадковості системи.
- **Метаболічні потоки і перетворення**; забезпечують обмін енергією, речовиною та інформацією між складовими системи і системи із середовищем.

Зміст системи складових

- **Інформаційні фактори**; забезпечують алгоритми формування та програми розвитку складових системи та її в цілому.
- **Внутрішньосистемні і зовнішньосистемні синергетичні зв'язки**; суттєво підсилюють або послаблюють діяльність системи.
- **Обмеження** (просторові, часові, ресурсні, ін.); під їх дією і впливом існує і розвивається система.
- **Зовнішні фактори** (екосистемні, кліматичні, космічні, соціальні, технологічні, інфраструктурні, ін.); впливають на функціонування і розвиток системи.

Зміст системи складових

- **Рушійні сили** (потреби, протиріччя, мотиви); забезпечують прагнення системи до діяльності і розвитку.
- **Механізми стійкості**; забезпечують утримання стану стійкості та мінливості (механізми зворотного зв'язку, трансформації, еволюції).
- **Принципи організації і самоорганізації**; (екосистемні, кліматичні, космічні, соціальні, формують фундаментальні засади).

5. Конвертація компонентів системи

- Розвиток будь-якої соціально-економічної системи – це складний процес, в якому постійно відбувається **конвертація** різних компонентів (груп факторів).
- В процесі конвертації відбувається зміна форм компонентів, які беруть участь в процесах метаболізму. В тому числі відбувається взаємний перехід матеріальних факторів в енергетичні й навпаки, а також реалізується взаємодія груп факторів в системоформувальній тріаді: матеріальні фактори – інформація – синергетичні фактори.

Ключові конвертації в економічних системах

- *Цілі* → в засоби, а засоби → в досягнення цілей.
- *Товар* → в гроші.
- *Гроші* → в товар (за умови реалізації).
- *Ціна* → в виручку.
- *Ціна* → в обсяг продаж (чим нижче ціна, тим більший обсяг продажів).

Ключові конвертації в економічних системах

- **Обсяг продажів** → в **ціну** (збільшення обсягу продажів дає можливість зменшувати ціни, а часто і створює передумови до зменшення собівартості продукції).
- **Час** → в **ціну** (чим триваліший період реалізації, тим кращі умови для зниження ціни реалізації).
- **Ціна** → в **час** (чим дешевше продається товар, тим швидше його можна продавати
або
довше можна залишатися на ринку, реалізуючи свої товари в конкурентній боротьбі).

Ключові конвертації в економічних системах

- **Технологія** → в *товар* (чим досконаліше технологія тим вище якість товару та/або дешевше собівартість продукції)
- **Якість** → в *ціну/обсяг продажів* (чим вище якість товару, тим по вищій ціні та/або більше кількість товару можна продати).
- **Гроші** → в *інформацію* (чим вище видатки на технологію, тим вище шанси на її високий інформаційний рівень).

Ключові конвертації в економічних системах

- *Інформація* → в *людський капітал* (чим якісніше і повніше підготовка фахівця, тим вище його професійний рівень).
- *Людський капітал* → в *інформацію* (чим вище кваліфікація персоналу, тим досконалішою є технологія, яку він здатний створювати та/або обслуговувати, а також якісна продукція, яку він виготовляє).

Ключові конвертації в економічних системах

- **Інформація** → у **зв'язки** (чим досконаліше інформаційний алгоритм функціонування фірми, тим повніше і якісніше внутрішньогосподарські і зовнішньогосподарські зв'язки).
- **Зв'язки** → в **інформацію** (чим повніші і якісніші зв'язки, тим більш узгодженою є діяльність підсистем підприємства, і тим більший об'єм більш цінної інформації про ринки вихідної сировини і збуту продукції воно отримує).

Ключові конвертації в економічних системах

- *Зв'язки* → в *час* (чим узгодженою є робота виконавців, тим менше втрачається час при виробництві продукції, чим надійніше і якісніше зовнішні зв'язки, тим швидше вирішуються питання постачання ресурсів і збуту продукції).
- *Одні види капіталу* → в *інші* (наприклад, гроші в виробничі активи і навпаки).

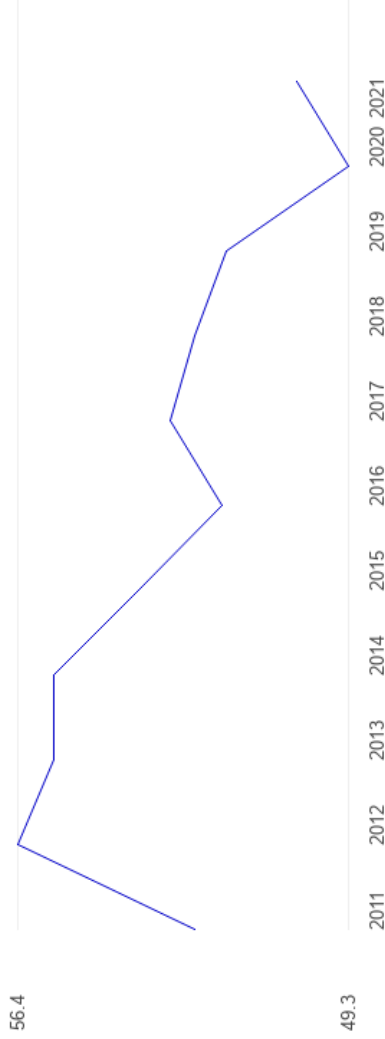
Взаємна конвертація параметрів у літаків Airbus (Франція), що впливають на дохід авіакомпаній

- Сімейство Airbus A220 – найновіше сімейство комерційних літаків, яке пропонує найкращі на ринку характеристики та новий рівень комфорту для клієнтів на ринку авіаперевезень від 100 до 150 місць.



Ключові конвертації в економічних системах Норвегії

- Норвегія входить в топ-20 світових лідерів за Індексом інновацій. На графіку представлені значення Індексу інновацій Норвегії за період 2011-2021 рр. Середнє значення для Норвегії протягом цього періоду склало 53,03 пунктів.



Питання до теми

1. З яких складових утворюється квазіенергетичний баланс системи?
2. У чому полягає динаміка квазіенергетичного балансу?
3. Як визначається ефективність діяльності системи?
4. З яких складових утворюється дохід підприємства?
5. Як може впливати на дохід взаємна конвертація складових, які його утворюють?
6. Наведіть свої приклади того, як негрошові параметри функціонування економічних систем можуть конвертуватися в грошові.
7. Наведіть свої приклади того, як негрошові показники діяльності підприємства можуть впливати на його дохід.
8. Назвіть ключові напрями підвищення доходу підприємства.
9. Як динаміка ефективності діяльності підприємства впливає на його розвиток?
10. Як підприємство із його складовими підрозділами ілюструє формулу системи: «ціле, більше за суму його частин»?
11. Чому складні економічні системи називають «системами систем»? Які системи маються на увазі?
12. Як формула системи («ціле, більше суми його частин») реалізується відносно підприємства у просторі і часі?
13. Охарактеризуйте матеріальні, інформаційні і синергетичні фактори підприємства.
14. Як діють на підприємстві механізми його стійкості?
15. Що таке конвертація факторів підприємства?

16. Охарактеризуйте ключові конвертації в економічних системах.

17. Як обсяг продажів конвертується в якість товарів? Чи існує зворотна конвертація?

18. Як технологія конвертується в якість товарів? Чи існує зворотна конвертація?

19. Як якість товарів конвертується в ціну і навпаки?

20. Як гроші конвертуються в інформацію і навпаки?

21. Як інформація конвертується в людський капітал і навпаки?

22. Як інформація конвертується в зв'язки і навпаки?

23. Як зв'язки конвертуються в час?

24. Як одні види капіталу конвертуються в інші?

25. Охарактеризуйте потенціал прогресивного розвитку підприємства.

Тема 11

Основи системного аналізу



Основи теорії

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 із системним аналізом, який є і 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 даного об'єкта як цілісної системи та складової частини інших систем.

Системний аналіз будується на ряді основоположних принципів. Найважливішими з яких є три, що умовно можуть бути названі принципами «тріади тріад». Це означає, що будь-який об'єкт, який досліджується, повинен розглядатися в єдності трьох напрямків аналізу, а саме:

- *трьох начал* відтворення об'єкта у просторі (матеріальна основа – інформація – синергізм);
- *трьох періодів* його еволюції в часі (минулий – теперішній – майбутній);
- *трьох ієрархічних рівнів* структурного рівня досліджуваної сутності (підсистема – система – надсистема).

У науковій літературі розглядаються й інші принципи системного аналізу, які є конкретизацією наведеної вище тріади ключових принципів. 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;
- облік реактивності системи – 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 інтерактивне моделювання поведінки досліджуваного об'єкта залежно від динаміки подій, що відбуваються;
- облік процесів *самоорганізації*, які відбуваються в досліджуваному об'єкті й у зовнішньому середовищі.

Системний аналіз активно використовується в управлінні при вирішенні багатьох складних проблем, дозволяючи значно знизити ресурсоемність прийняття рішень. Системний аналіз є також основою вирішення винахідницьких завдань.

Основоположником *теорії вирішення винахідницьких завдань* (ТВВЗ), яка використовує як методичний інструмент системний аналіз, є Г. С. Альтшуллер. Він зазначав, що для реалізації алгоритму творчого мислення необхідний аналіз як мінімум дев'яти можливих станів систем (вони умовно називаються «екранами»): системи, підсистеми (підсистем) і надсистеми – у минулому, теперішньому та майбутньому.

Г. І. Іванов: «Бачити систему у майбутньому – це означає не робити помилок у теперішньому. Бачити систему в минулому – це не робити помилок у майбутньому». Той таки Г. І. Іванов наводить приклад того, як аналіз майбутнього стану системи може допомогти уникнути помилок у сьогоденні. Одна з драматичних помилок Робінзона Крузо була пов'язана, як відомо, зі спробою будівництва човна. Зваливши величезне дерево, він кілька місяців довбав з нього човен. Коли човен був готовий, Робінзон зрозумів, що не зможе дотягти його до берега. Так і залишився човен стояти далеко від берега, застиглим пам'ятником несистемного мислення. «А якби Робінзон подумав про майбутні проблеми на початку роботи, він напевно... перекотив би свою за-

готівлю, поки вона була ще круглою, ближче до берега і там би почав її обробляти».

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 використовується 13 мільйонів фінікових пальм, у тому числі видобувається сік для виробництва пальмового цукру. Але для збирання соку потрібно зробити надріз на стволі 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 вирубуванням необхідних сходинок на стовбурі приводив до того, що дерево засихало. Використання технічного витягу з висувними сходами було дуже витратним і значно підвищувало собівартість видобутку соку. Й тут проєктувальники 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 маленькій пальмі (коли вона ще не дає соку) легко зробити зарубку – майбутню сходинку. Від однієї-двох зарубок дерево не загине. Наступного року, коли дерево підросте, – ще кілька зарубок. На той час, коли дерево виросте, на стовбурі з'явиться готова драбина.

Інше рішення проглядається, якщо перейти до аналізу надсистемного рівня (тобто не окремої пальми, а всієї посадки дерев). Якщо поруч росте дві пальми, їх стовбури – майже готові сходи. Бракує тільки мотузяних перекладин.

Як ми могли переконатися у наведеному прикладі, аналіз стану системи у минулому дозволяє значно полегшити завдання управління нею у майбутньому.

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 у тому числі з тим, що надсистема має більше компонентів, зміни в яких можуть бути використані для вирішення задачі.

Те, як можна враховувати надсистемний рівень у вирішенні завдань, демонструє такий приклад. У бібліотеці – сотні активних читачів, які щоденно приходять за новими книгами. Скажімо, виникає проблема переїзду бібліотеки до нової будівлі. Проте бібліотека не має а ні автомобілів для перевезення книг, а ні коштів, щоб сплатити за роботу вантажників. Як бути?

Рішення може прийти лише з надсистемного рівня. Рівень системи під назвою «бібліотека» представляє собою книжковий фонд із обслуговуючим персоналом. Надсистему (крім самої бібліотеки) становлять сотні читачів, які можуть бути використані для вирішення завдання. Усім читачам може бути запропоновано повертати взяті книжки до нової будівлі бібліотеки. Завдання вирішується із мінімумом витрат.

Дуже часто вирішення завдання полегшується, якщо для цього задіяні підсистемний і надсистемний рівні.

Стационарна морська бурова установка являє собою платформу, що стоїть на трьох або чотирьох опорах – палях, закріплених на дні моря. На бурових установках у північних морях взимку виникає серйозна проблема їх зледеніння. Значне зростання ваги платформи посилюється тим, що під дією приливних сил лід, що утворився, постійно «дихає», переміщуючись то вгору, то вниз. Якщо він повністю намерзне на опорах платформи, установка може бути зруйнована.

Було оголошено конкурс на кращу машину, яка б сколювала кригу з опор платформи. З'явилися ідеї десятків

конструкцій з різцями (ломами), граблями, скребками та іншими пристроями. Деякі з них були вже навіть виготовлені. Їхній єдиний недолік полягав у тому, що всі вони не працювали. Справа в тому, що сколювальні органи у вигляді різців швидко обростали брилою льоду і марно ковзали поруч із опорою.

Рішення було знайдено у тому, щоб боротися не зі слідством, а з причиною. А причина криється у внутрішніх властивостях води (тобто у підсистемі), яка замерзає при нулі градусів. Отже, необхідно за допомогою тепла не допустити замерзання води. Тепло було знайдено вдосталь в надсистемі. Дизельні двигуни, що стоять на платформі і обертають буровий інструмент, без користі викидають у повітря десятки кубометрів розпечених вихлопних газів. Залишається лише опустити вихлопну трубу у воду поруч із опорою – і проблему вирішено. Вихлопні гази, піднімаючись нагору, не лише обігрівають опори. Їхні бульбашки, лопаючись на поверхні води, постійно перемішують її, не даючи можливості утворитися монолітному льоду. Навіть якщо лід і утвориться, він весь просочиться вихлопними газами і буде абсолютно безпечною пухкої масою.

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 говорять про те, що чим більше вдається заощадити ресурси, тим більшу ціну треба за це заплатити. Така закономірність дійсно буде проявлятися, якщо намагатися досягти результату по кожному окремому елементу системи без урахування впливу на цей процес інших елементів. Якщо для досяг-

нення певного результату задіяти можливості всієї системи, ситуація буде іншою.

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» П. Хокен, Е. Ловінс та Х. Ловінс називають «тунелюванням через фінансовий бар'єр».

Нова схема монтажу кардинально змінила порядок встановлення обладнання в будівлях, що споруджуються: спочатку прокладалися труби, а потім монтувалися насоси та інші технічні засоби. В результаті труби стали короткими та прямими, а не довгими та вигнутими. Це дозволило додатково знизити тертя та вибрати ще менші та дешевші насоси, двигуни, інвертори та деталі електропроводки.

В результаті використання труб більшого діаметру, а також їх оптимальне розташування дозволило:

- 1) знизити на 92% витрати енергії на роботу насосів;
- 2) суттєво зменшити капітальні витрати на обладнання;
- 3) застосувати більш прості конструкцію обладнання та схему його монтажу, що підвищило надійність та полегшило обслуговування;
- 4) прискорити монтаж обладнання;
- 5) зменшити площу, що використовується;
- 6) полегшити та здешевити процес теплоізоляції за рахунок спрощеної схеми монтажу труб, що дозволило знизити втрати тепла.

Наведений приклад наочно ілюструє низку важливих положень.

По-перше, оптимізувати необхідно окремі компоненти системи (наприклад, труби, насоси чи енерговитрати) не у

відриві одна від одної, а всю систему в цілому за багатьма параметрами. Автори згаданої книги роблять висновок:

«Безглуздо проектувати: вікно без будівлі, освітлення без кімнати, двигун без механізму, який його приводить у рух...» Можна досягти максимальної ефективності кожного окремого компонента, але при з'єднанні їх у систему всі переваги будуть втрачені.

По-друге, широкомасштабне системне мислення має поєднуватися з конкретним аналізом та локальними діями на місцях. Це правило, зокрема, реалізовано у формулюванні одного з принципів сестейнового розвитку: «Думай глобально – дій локально».

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 досліджуваних 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.

Презентаційні матеріали

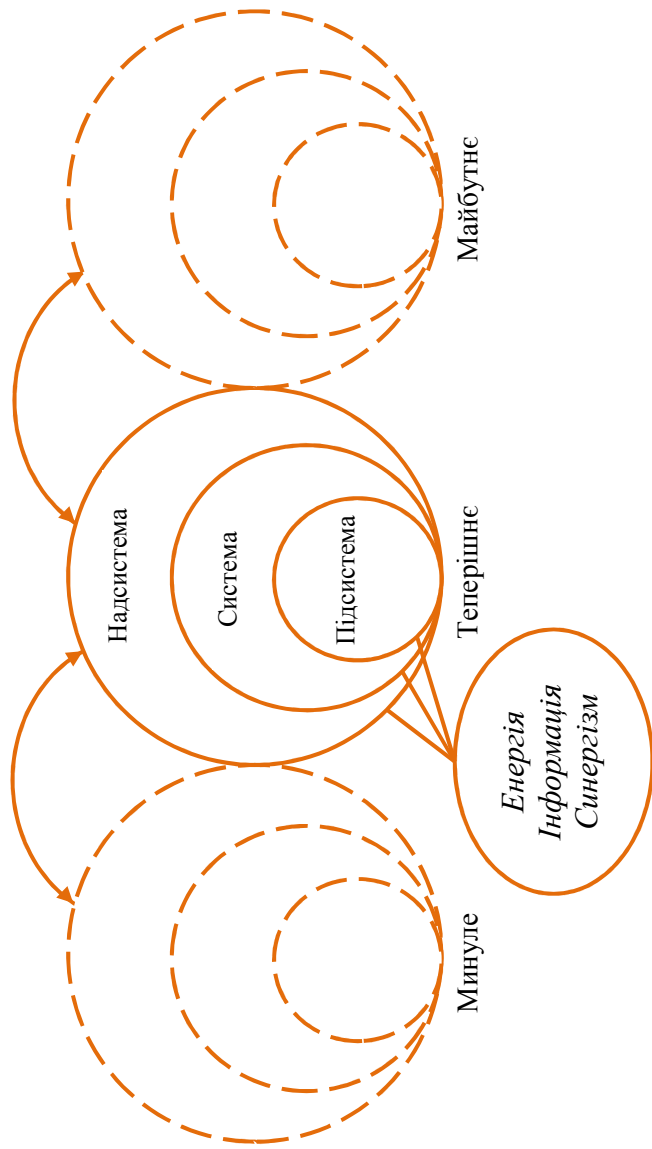
План лекції

1. Поняття про системний аналіз. Принципи системного аналізу
2. Основи теорії вирішення винахідницьких завдань (минуле – теперішнє – майбутнє)
3. Трирівнева побудова системного аналізу (підсистема – система – надсистема)
4. Триалектика системного аналізу (матеріальна основа – інформація – синергія/зв'язки)
5. Поняття про системне мислення

1. Поняття про системний аналіз

- **Системний аналіз** – сукупність методів та інструментів дослідження складного об'єкта, в основі яких лежить аналіз процесу відтворення і розвитку у просторі і часі даного об'єкта як цілісної системи і складової частини інших систем.

«Тріада тріад» в системному аналізі



«Тріада тріад» – ключовий принцип СА

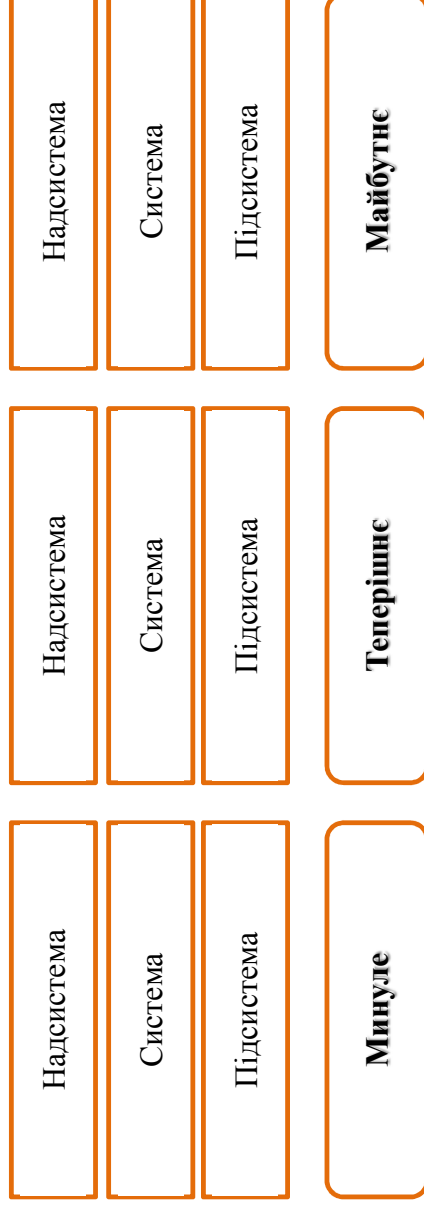
- Три ключові напрями аналізу систем:
 - Три начала відтворення системи (матеріальне – інформаційне – синергетичне)
 - Три періоди еволюції системи у часі: (минуле – теперішнє – майбутнє)
 - Три ієрархічні рівні структурної побудови (підсистема – система – надсистема)

Принципи СА

- Холістичний (цілісний) погляд на предмет дослідження (структура частин, функції що виконуються, цілі функціонування, засоби досягнення цілей);
- Врахування реактивності системи (зворотних зв'язків);
- Еволюційний підхід (врахування процесів розвитку системи);
- Інтерактивний підхід (моделювання поведінки системи);
- Врахування процесів самоорганізації системи

2. Теорія вирішення винахідницьких завдань (ТВВЗ, рос. – ТРИЗ)

- *Засновник Г. С. Альтшуллер*
- Для реалізації алгоритму творчого мислення необхідний аналіз як мінімум дев'яти можливих станів системи:



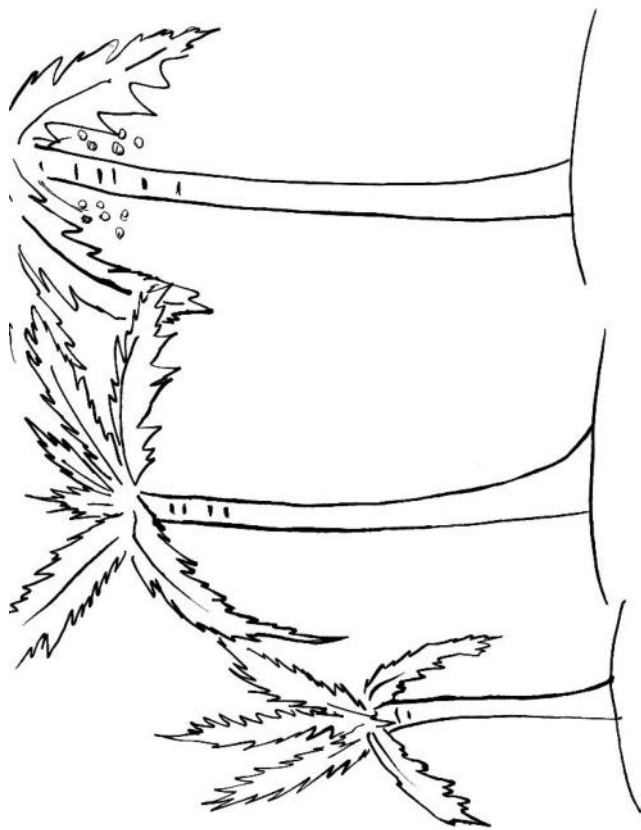
Помилка Робінзона (врахування майбутнього стану)

- Робінзон вирішив побудувати човен і звалив величезне дерево. Коли човен був готовий, Робінзон зрозумів, що не зможе дотягти його до берега.
- Завдання транспортувати дерево до берега могло бути вирішено, коли форма дерева була наближена до циліндра, а система (майбутній човен) була у фазі підсистеми (дереви для човна). Тоді отстругану колоду можна було перекотити на берег. Але у цьому разі необхідно було ясно уявляти майбутній стан системи і завдання транспортувати човен до берега.

Завдання з пальмами (врахування минулого стану)

- У Республіці Бангладеш – 13 млн. фінікових пальм для ви-
добування цукрового соку на цукор. Для його збирання не-
обхідно зробити надріз на стовбурі на 20-метровій висоті.
- Лізти робітникам *ризиково*. Застосовувати підйомник *не-
рентабельно*. Вирубати на пальмі сходи – дерево загине.
- Рішення стає очевидним з урахуванням *минулого* стану
системи. Коли пальма росте, на ній роблять щорічно кіль-
ка зарубок, які їй не шкодять. У дорослому віці – готові
сходи на гору пальми.
- Інше рішення – з надсистемного рівня. Між кількома па-
льмами можна натягнути мотузкові сходи.

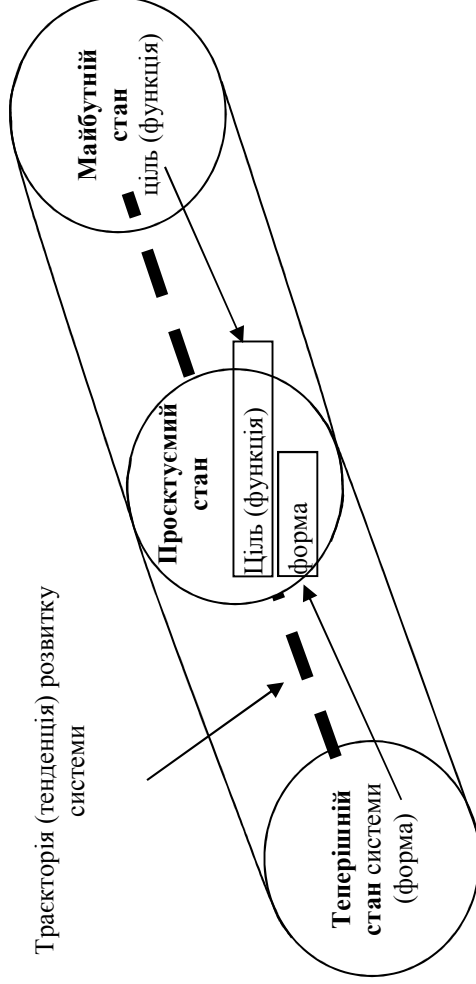
Завдання з пальмами



Висновки ТВВЗ

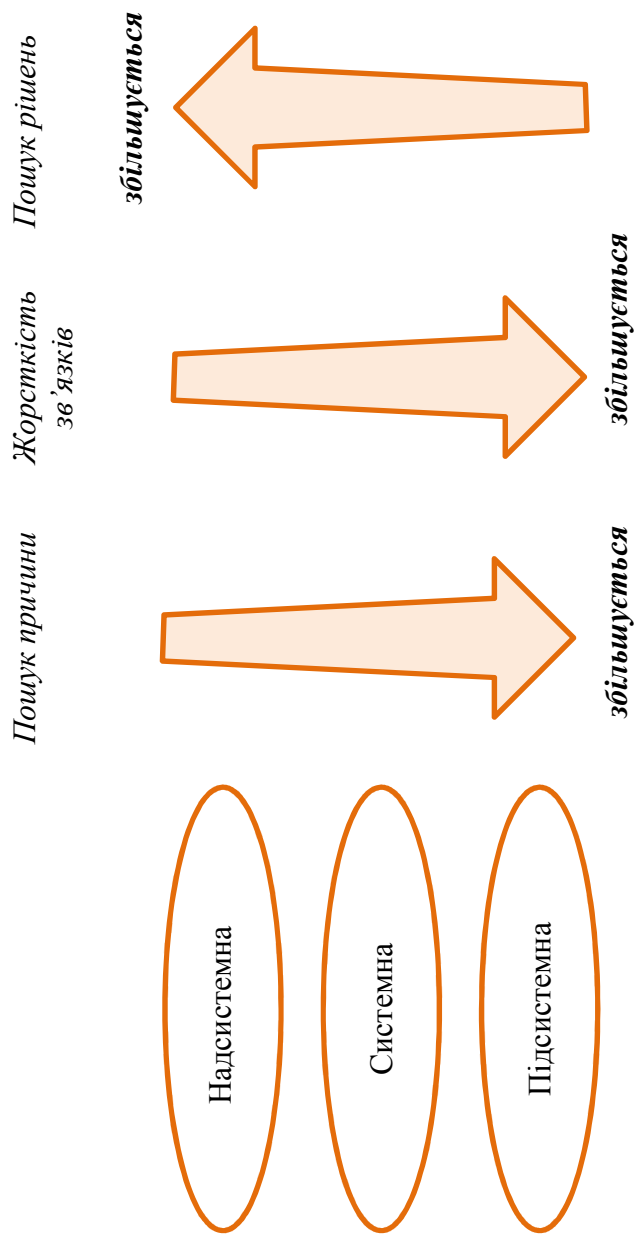
- Г. І. Іванов:
 - «Бачити систему в *майбутньому* – це значить, не робити помилок у *теперішньому*.
 - Бачити систему в *минулому* – це значить, не робити помилок у *майбутньому*».

Врахування тенденції



- Проектуємий стан системи має містити в собі елементи як минулого стану системи (головним чином, ті, що передають її форму), так і майбутнього стану (головним чином ті, що передають мету розвитку або голові її функції).

3. Трирівнева побудова системного аналізу



Приклад з бібліотекою

- У бібліотеки виникла проблема переїзду до нового приміщення. Бібліотека не має ані автомобілів, ані коштів оплатити роботу вантажників. Як бути? Рішення може прийти з надсистемного рівня. Бібліотека має сотні активних читачів, які щодня приходять за новими книгами.
- Вихід: брати книжки в старому приміщенні, повертати – в НОВЕ.

Приклад з бібліотекою



Приклад з буровим устаткуванням на півночі

- Виникла проблема ліквідації намерзання льоду на буровій платформі. Різні рішення з обрубанням або зрізанням льоду не працювали.
- Рішення прийшло з підсистемного рівня, а саме з властивостей води, яка й викликала намерзання. Боротися не з наслідками намерзання, а з причиною: не дати можливості воді замерзнути. Тепло було взято на підсистемному рівні – від роботи двигунів.

Економічні основи системного аналізу

- Якщо задіяти можливості всієї системи (включно надсистемний рівень), то:
економія більшої кількості енергії (ресурсів) може коштувати менше, ніж економія малої кількості

Приклад: СА в будівництві

- Ключові принципи СА:
 - Оптимізувати потрібно систему в цілому;
 - Всі вигоди потрібно врахувати;
 - Правильні кроки необхідні у потрібний час у потрібній послідовності.

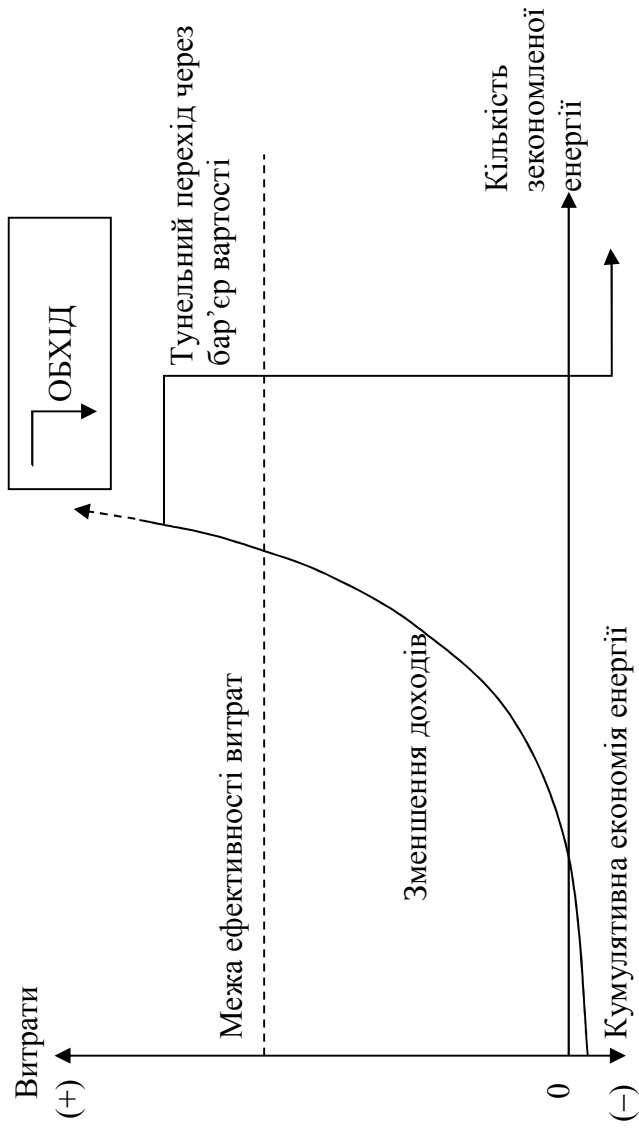
СА в будівлі

- Двигуни споживають $\frac{3}{5}$ світової енергії. $\frac{1}{5}$ насосів використовуються для перекачки рідини. Більша частина потужності задіяна на подоланні тертя.
- У будинках основна причина тертя рідини – зігнуті труби і збільшена їх довжина.
- Нова схема монтажу змінила порядок. Спочатку прокладаються труби, потім монтуються насоси і виконується решта будівельних робіт.

Результати СА

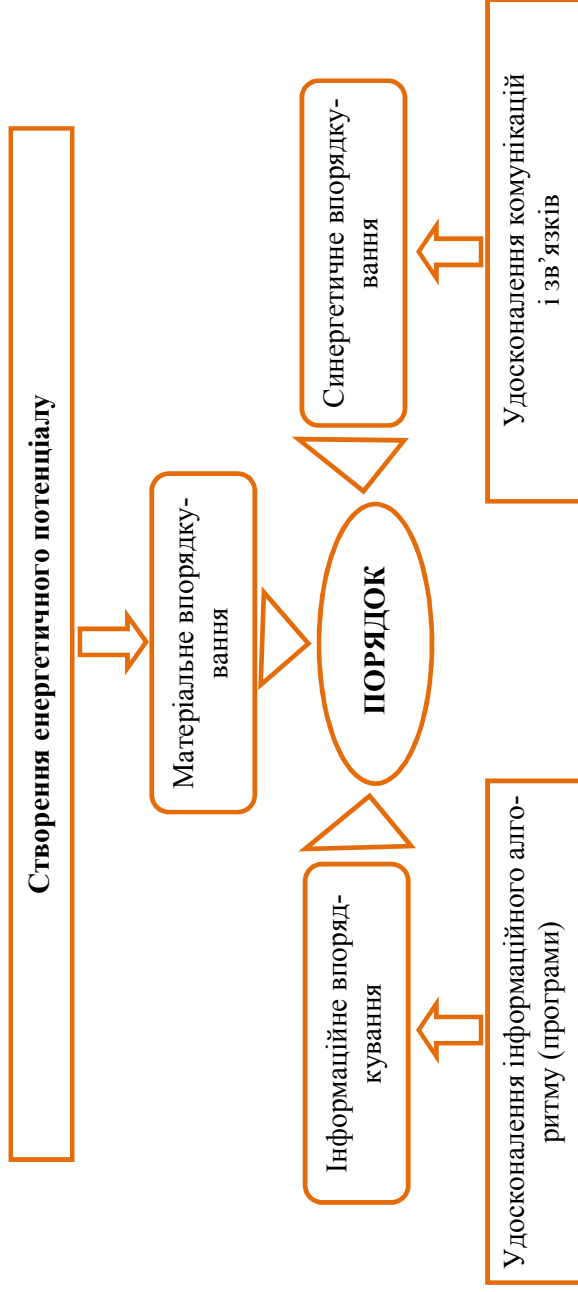
- Зменшуються витрати енергії (3-5 раз) на роботу насосів.
- Застосовуються більш прості насоси, двигуни, інвертори.
- Прискорюється монтаж.
- Зменшуються витрати площ.
- Здешевлюються роботи.

Ефект тунельного переходу через бар'єр вартості



4. Триалектика системного аналізу

Напрями підвищення рівня впорядкування системи



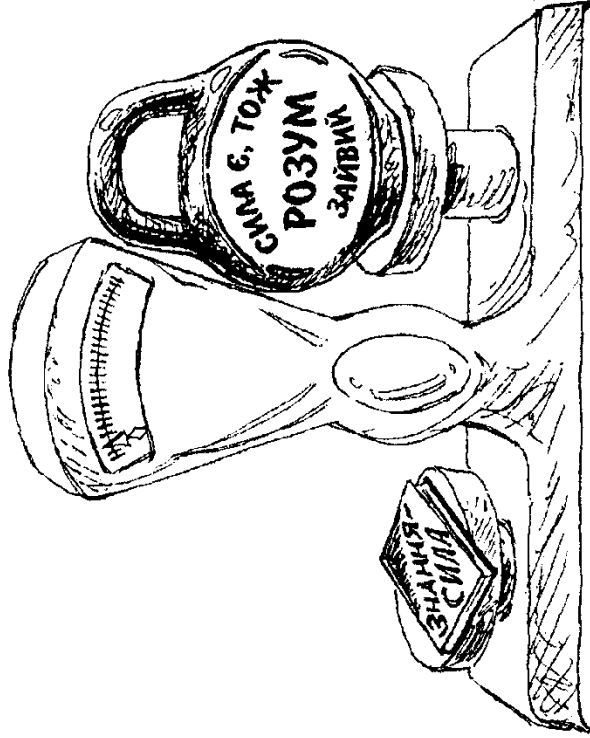
Приклади системного вирішення проблем

- Винайдення і впровадження 3D-принтерів. Може заощадити від 35% до 60% оперативних витрат, а також створює можливість для дематеріалізації транспортних операцій.
- Формування Інтернету речей обіцяє до 2025 р. знизити на суму до 36 трлн. дол. США оперативні витрати завдяки підвищенню ефективності в секторах: переробки, охорони здоров'я, с/г тощо.

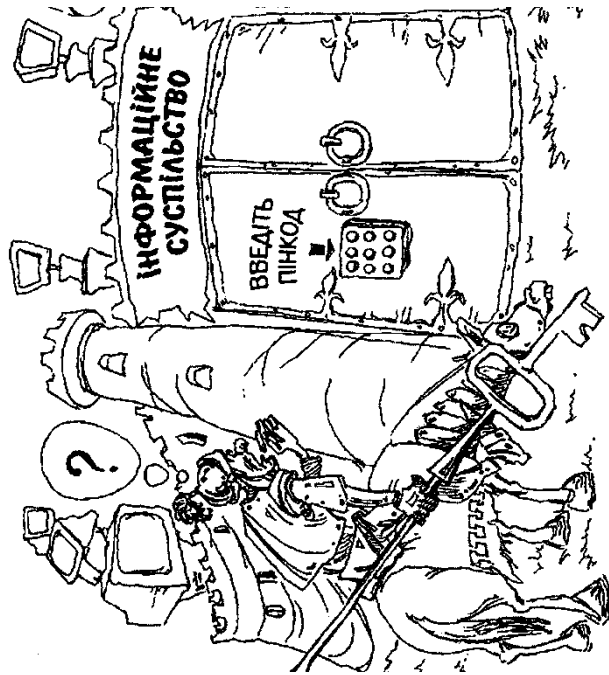
Приклади системного вирішення проблем

- «Хмара» збільшує на 20% продуктивність завдяки створенню ІТ-інфраструктури.
- Поліпшення автотранспортної інфраструктури на суму 1,2 млрд грн. дало б змогу відвернути непродуктивні втрати в автотранспорті на суму 19-20 млрд грн. (втрати від псування частини вантажівок, непродуктивні втрати пального тощо).
- COVID-19 змусив дематеріалізувати комунікації.

**Інформація допомагає економити енергію (Жартів-
ливе: Добуток сили на розум є сталою величиною)**



В інформаційному суспільстві інформація – основа виробництва і споживання



5. Поняття про системне мислення

- Системне мислення – це спосіб сприйняття об’єктів навколишнього світу як цілісних систем у взаємозв’язку і розвитку всіх їх складових частин
- Системний аналіз є інструментом і результатом системного мислення

АЛГОРИТМ СИСТЕМНОГО МИСЛЕННЯ

- Кроки підготовки рішення
 - формулювання проблеми (цілей і можливостей рішення);
 - виділення систем (об'єктів дослідження), до яких відносяться дана проблема;
 - вибір і формулювання альтернатив;
 - формулювання моделей для аналізу поведінки системи і дії зворотних зв'язків;

Алгоритм системного мислення

- Кроки підготовки рішення
 - *розробка критеріїв вибору рішень;*
 - *аналіз показників досліджуваних альтернатив поведінки системи;*
 - *обґрунтування висновків по рішенняю;*
 - *корегування висновків через можливі зміни (нова ітерація рішення).*

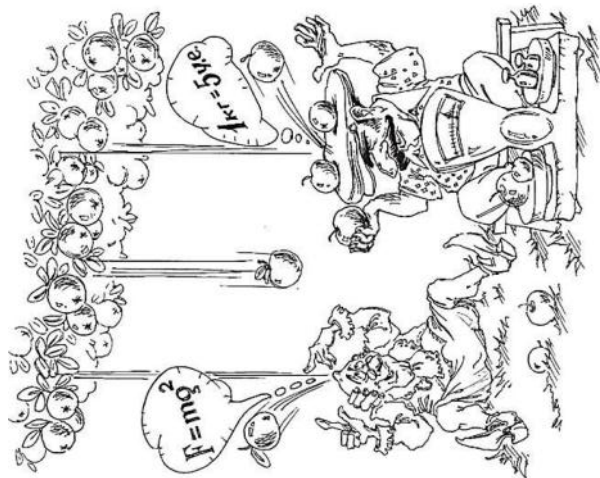
Нелінійне мислення як вид системного мислення

- *Лінійне мислення* спрямовано на корегування зовнішніх факторів: послаблення несприятливих факторів, підсилення сприятливих (чим менше, тим краще, або чим більше, тим краще).
- *Нелінійне мислення* спрямовано на конструктивне використання бідь-якого стану зовнішніх факторів для поліпшення стану системи.

Різниця між лінійним і нелінійним мисленням

- Михайло Анчаров: «Різницю між лінійним і нелінійним мисленням можна усвідомити в ситуації, коли на голову падає каміння.
- **Лінійна логіка** спонукає тікати або ховатися.
- **Нелінійна логіка** передбачає використати в корисних цілях силу каміння»

Нелінійна логіка вимагає корисно використовувати все, що падає на голову



Приклад системного вирішення проблем в Італії

- Перший надрукований на 3D-принтері будинок «Gaia» був побудований в Італії всього за 10 днів італійським виробником 3D-принтерів «Wasp». Розроблений ними новий «нескінченний 3D-принтер» використовує адитивну технологію



виробництва, яка дозволяє використовувати сировину, знайдену на місці, зменшуючи витрати на транспортування та матеріали. Через це будівництво глинобитного будинку коштувало всього 900 євро.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Питання до теми

1. Дайте визначення системному аналізу (СА).
2. Аналіз яких триад лежить в основі СА?
3. Які принципи використовуються у СА?
4. Охарактеризуйте ключові положення теорії вирішення винахідницьких завдань.
5. Яку помилку здійснив Робінзон Крузо? Чого він не врахував? Як йому слід було діяти?
6. Які фактори часу та системного рівня використовують місцеві мешканці Бангладешу при видобуванні пальмового соку?
7. Чому в СА важливо враховувати стан системи у минулому та можливий стан у майбутньому?
8. Яку роль відіграє врахування тенденції розвитку систем при формуванні цілей її розвитку?
9. Як враховуються три рівні (підсистемний, системний і надсистемний) в СА?
10. Наведіть приклад, коли врахування надсистемного рівня дає змогу вирішити проблему, яка не вирішується на системному рівні.
11. Наведіть приклад, коли врахування підсистемного рівня дає змогу вирішити проблему, яка не вирішується на системному рівні.
12. Охарактеризуйте економічні основи СА.
13. Які результати може дати реалізація СА в будівництві?
14. Як можна пояснити поняття «тунельного ефекту» при реалізації СА?
15. Які три начала мають ураховуватися при реалізації СА?
16. Які ефекти може дати СА в умовах переходу до цифрової економіки?
17. Як ви розумієте системне мислення (СМ)?

18. Коротко сформулюйте основні положення алгоритму СМ.

19. Яка принципова різниця між лінійним і нелінійним мисленням?

20. У чому особливість нелінійного мислення?

21. Як, на вашу думку, може застосовуватися системний підхід при реалізації сучасних промислових революцій?

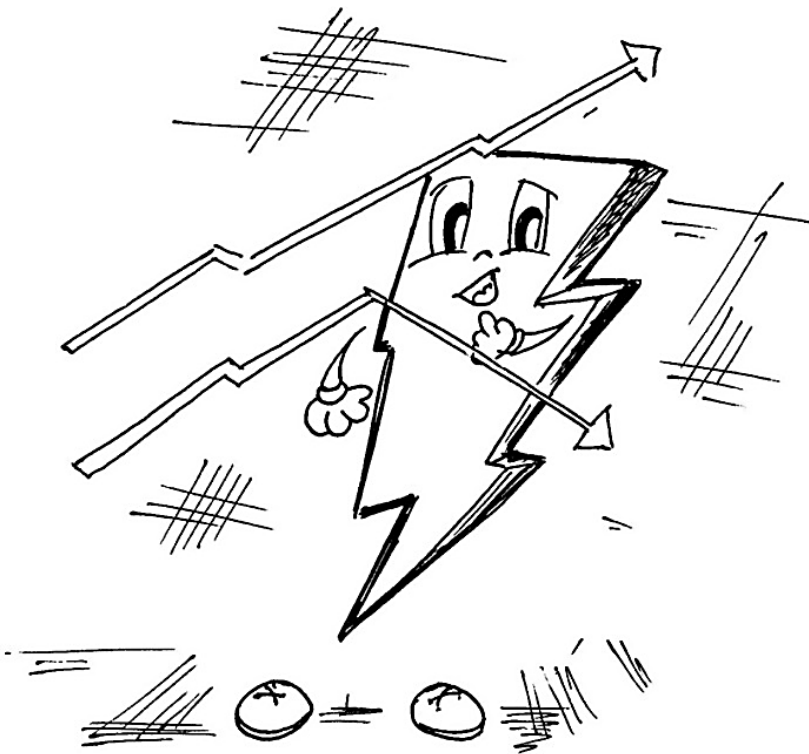
22. У чому, на вашу думку, має бути реалізація системного підходу в розвитку «зеленої» енергетики?

23. До яких негативних наслідків може привести намагання впровадити проривні технології без реалізації системного підходу? Наведіть приклади.

24. Які переваги дає системне мислення у побутовому житті? Підкріпіть свою думку прикладами.

25. Як, на вашу думку, має застосовуватися системний підхід в підготовці фахівців?

Тема 12
Системний аналіз
в умовах сучасних
промислових революцій



Основи теорії

Будь-яка революція вносить радикальні зміни в суспільство. Третя, Четверта і П'ята промислові революції (Т.п.р., Ч.п.р., П.п.р.), в які зараз входить людство, обіцяють стати основою фазового переходу, що змінює всі сфери існування людської цивілізації, включаючи засоби виробництва, економічні відносини, стиль життя, базові потреби і заняття, а також багато інших атрибутів життя.

Т.п.р. виникла як реакція виробничої системи на екологічні проблеми, які не в змозі вирішити існуюча соціально-економічна формація. Мабуть, неможливо дати просте визначення Т.п.р. як будь-якому складному, багатовимірному явищу. З урахуванням цього Т.п.р. може бути визначена через формулювання її базових відмінних рис.

Третя промислова революція – це явище радикальної якісної трансформації соціально-економічних систем, що характеризується такими процесами: переходом на відновлювані джерела енергії та сировини, масовим впровадженням адитивних технологій і мережевих виробничих систем, цифровою основою фіксації і передачі інформації, формуванням горизонтальних виробничо-споживчих структур і відповідних їм солідарних форм економічних відносин.

Четверта промислова революція – це явище впровадження кіберфізичних систем в процеси виробництва та споживання продукції, при якому виникають повністю автоматизовані мережі, що здатні діяти без безпосередньої участі людини.

П'ята промислова революція – це явище адаптації людини до кібергізованого середовища, при якому отримує розвиток особистісна основа людини, в тому числі, і на основі синергетичної інтеграції когнітивних здібностей

людини і штучного інтелекту, а також біологічної природи людини і технічних засобів.

Третя промислова революція. Т.п.р. виникла як реакція соціально-економічної системи на нездатність вирішити глобальні екологічні проблеми в межах існуючого рівня виробничих сил і економічних відносин.

В результаті Другої промислової революції виникло унікальне явище – взаємопов'язаний індустріальний світ машин, де все рухається, взаємодіє й взаємодоповнює одне одного. Міцними узами, які зв'язали все в єдине ціле, є комунікації – енергетичні, транспортні, інформаційні. Ця система машин – назвемо її Індустрією – і стала результатом другої промислової революції.

Революція подарувала: електрику, машинобудування, стандарти, поточкові лінії, верстати-автомати, радіо і телебачення, нові речовини, хімічні добрива, автомобілі і літаки, комп'ютери, копіювальну техніку і багато-багато іншого... А головне, вона принесла майже суцільну грамотність населення та інформаційні товари, які задовольняють *особистісну сутність* людини: літературу, кіно, телепередачі, спортивні шоу, туризм тощо.

Втім, з'ясувалося, що ця всеохопна промислова ідилія має одну досить серйозну ваду... Індустрія схильна до того, щоб руйнувати або забруднювати природу навколо себе, намагаючись підкорити її своїм інтересам. Диво-машина виявилася на рідкість ненажерливою. Ось уже дві з половиною сотні років після її винаходу люди переймаються тим, як нагодувати ненаситне жерло машини вугіллям, нафтою, газом. Руйнуються надра, спотворюються ландшафти, порушуються екосистеми. Усе це начебто було й раніше, але лише сьогодні екологічні проблеми набули масштабів глобальної всепланетної кризи, яка почала загрожувати взагалі існуванню людства.

По мірі зростання рівня освіченості людини все більше ставало очевидним, що Природа – це складна система саморегуляції масо-енерго-інформаційно-обмінних процесів, де існує безліч закономірностей і обмежень. Одне з таких обмежень вже запалило перед людьми «червоне світло» щодо виробництва ними будь-якої додаткової енергії крім тієї, яку Земля отримує з космічного простору (зокрема, від Сонця). У противному разі це загрожувє перегрівом планети та розбалансуванням її енергосистеми й критичним порушенням клімату.

Але знадобилися дві серйозні події світового масштабу, щоб концепція Т.п.р. почала просуватися у реальне життя. Однією з

цих подій була енергетична криза кінця 2000-х років, коли ціни на енергоносії сягнули захмарної величини (зокрема, ціни на нафту перевищили межу у 150 доларів за барель). Інша подія трапилася кілька років по тому в Японії. Мова йде про аварію на Фукусимській атомній електростанції. Не випадково, що Т.п.р. стартувала на просторах Європи, яка, по-перше, завжди відчувала дефіцит власних енергоносіїв, а, по-друге, значну частину електроенергії виробляла саме на атомних електростанціях.

Енергетичний вимір Розв'язання еколого-енергетичної проблеми в межах Т.п.р. почало реалізовуватися через використання альтернативних джерел енергії, які не додають кількості теплової енергії на планеті (як це робить традиційна енергетика внаслідок спалювання енергоносіїв та утворення теплового прошарку через відходи від цих процесів). Альтернативні джерела енергії лише перерозподіляють енергію, яку планета отримує з космосу. Це, перш за все, різного роду сонячні панелі, а також ті генератори, які використовують різні види рухів чи різниці фізичних потенціалів (вітер, хвилі, припливи-відпливи, теплові насоси тощо).

Ресурсний вимір створює іще одну проблему, яку покликана вирішувати Третя промислова революція. Справа в тому, що людина вигрібає з надр Природи стільки речовини, що її екосистеми не встигають відновлювати свої ландшафти. Людина корисно використовує не більше 5 відсотків видобутих з надр матеріальних ресурсів. Решта (понад 95% – !) повертається в Природу, проте вже в значно токсичнішому і небезпечному вигляді.

Традиційно люди користувалися так званім субтрактивним (від англійського subtract, тобто «віднімати») методом. Він базувався на відсіканні всього зайвого в ході виробничого процесу. Так, на всіх його стадіях зайвими й залишаються ті самі 90–95% видобутої сировини. Це залишає по собі пам'ятники неефективному виробництву та марнотратству у вигляді териконів, звалищ, куп відходів та простого сміття.

Зовсім інакше працює 3D-принтер. Крапля за краплею він створює майбутні споживчі вироби, майже не залишаючи відходів. Та й це ще не все! Якщо в різних куточках Землі будуть стояти схожі 3D-принтери, виявиться непотрібним перевозити вироблені товари на великі відстані. Досить буде лише передати їхні інформаційні образи від виробника. А потенційний споживач їх легко «надрукує» на власному 3D-принтері.

Чиста енергія та адитивні технології – це лише частина «зеленої» економіки. Ми ж можемо в рази зменшити навантаження на природу, скоротивши обсяги споживання енергії та матеріальних ресурсів на умовну одиницю того, що споживаємо. Шляхами до цього є конвергенція (тобто об'єднання) функцій різних речей в одному виробі та мініатюризація (мінімізація розміру) самих виробів.

Щоб у цьому переконатися досить подивитися на наш мобільний телефон. Сьогодні в нього «переселилася» купа корисних нам предметів, які ще нещодавно були окремими речами. Лише на перелік їхніх назв потрібно кілька хвилин. Зазначимо тільки основні: *телефон, комп'ютер, фотоапарат, відеокамера, словник, бібліотека, годинник, ліхтарик, радіо- і телеприймач, навігатор (GPS)* і багато-багато іншого.

Якби все це було б окремими предметами, ними б можна було заставити цілу кімнату. І важили б усі ці скарби, мабуть, десятки кілограмів. А скільки енергії і ресурсів вони б споживали (!) А скільки енергії і ресурсів потягнули б на себе підприємства, де весь цей крам потрібно було б виготовити (!)...

Замість цього у нас на долоні – 100-грамова *диво-скринька*, яка миттєво виконує наші команди, дозволяючи при цьому зазирнути в розклади різних видів транспорту та каси з продажу квитків, кращі світові бібліотеки, музеї, стадіони, театри, зробити необхідні розрахунки та платежі, створити фото-і відеосхедеври, поспілкуватися з кимось у прямому ефірі, переглянути пошту і тощо, і тощо.

Коли контури «зеленої» економіки замайорили на горизонті, почала окреслюватися ще одна серйозна проблема.

Справа в тому, що нова економіка може бути тільки мережевою, де буквально мільярди різних виробничих одиниць (машин, речей, підприємств) працюватимуть в єдиній системі. А при такій її побудові вона буде настільки інформаційно складною, що людина вже не здатна буде керувати нею в реальному режимі часу. Вихід є лише один. Ця система має діяти в автоматичному режимі.

Четверта промислова революція. Інформаційна побудова технічних систем на Землі досягла величезної складності. Вправлятися з такою суперскладністю можуть вже лише самі технічні системи, озброєні відповідними суперзасобами обробки інформації, здатними діяти зі супершвидкістю.

Звісно, однією швидкодією, нехай навіть і «супер», тут явно не обійшлося. Знадобився вже штучний інтелект... Бо що означає «обробка інформації»? Це, перш за все, її аналіз та прийняття рішень і відповіді на запитання, наприклад: «Що за чим виконувати?» або «Коли щось ліпше здійснити?» або: «Який варіант краще вибрати?» – і багато іншого.

Відбулися революційні зміни, з яких і стартувала Четверта промислова революція (її ще називають Industry 4.0). По-перше, машини почали перетворюватися на кіберфізичні системи. Вони «бачать» і «чують» навколо себе органами чуття – датчиками, а «думають» – комп'ютерним «мозком».

Другою подією було те, що всі ці кіберфізичні системи об'єдналися, перетворившись на єдину технічну цивілізацію. Назвали цей феномен *Інтернетом речей*. Спілкуючись між собою за допомогою Інтернету, речі виявилися здатними самі приймати рішення, виробляти товари, перемі-

щувати їх та обслуговувати людину, підлаштовуючись під її бажання і вподобання.

П'ята промислова революція. Реалізація в повному обсязі Industry 4.0 породжує ще одну проблему, яку покликана вирішувати П'ята промислова революція (П.п.р.). Справа в тому, що кіберфізичні системи, які не потребують участі людського фактору витісняють людину із виробничого простору. Це створює значні загрози для особистісного розвитку людства. Адже без необхідності розв'язання серйозних проблем економічного розвитку людство приречене на споживацьку деградацію. Саме на пошук місця людини у економічній системі кіберфізичної доби і спрямована П.п.р.

За задумами авторів концепції П.п.р., людина дійсно повинна полишити виробничі процеси, звідкіля її вже витісняють кіберфізичні системи та Інтернет речей. Саме вони виконуватимуть усю рутинну, стандартну, монотонну й нецікаву роботу. Але людина, яка піде з виробництва, буде людиною-трудо. Вона звикла до виконання стандартних операцій, на яких виробляються стандартизовані товари для споживачів зі стандартними потребами та запитами.

На місце людини-трудо у виробництво повинна прийти зовсім інша людина – людина-особистість. Замість виготовлення виробів вона створюватиме інформаційні образи, які легко матеріалізуватимуть адитивні технологічні системи за допомогою 3D-принтерів. Саме так зараз 2D-принтери нам друкують на папері все, що ми вигадали на своїх дисплеях. Причому матеріалізуватиметься кінцевий продукт буде вже за місцем його призначення, тобто за адресою споживача. І що важливо: продукт цей буде персоналізованим, тобто виготовленим за індивідуальними бажаннями й уподобаннями споживачів.

Це надзвичайно важливо. Адже головним споживачем також стане *людина-особистість*. А особистісний роз-

виток людства можливий лише там, де люди відрізняються один від одного, і ця відмінність все збільшуватиметься.

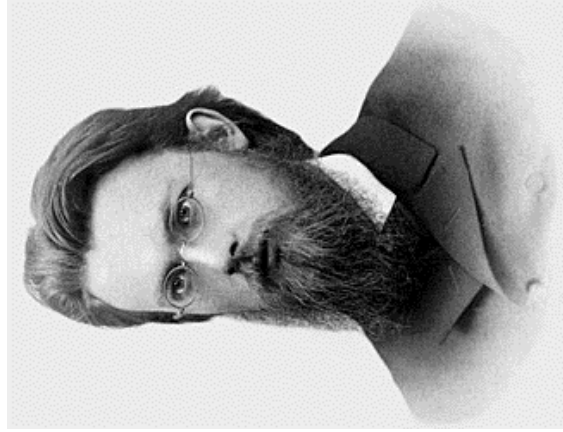
Та й саме виробництво буде зовсім не схоже на те, до якого ми звикли. У ньому не буде ані огорож, ані прохідних, ані перепусток, ані брязкітливого обладнання. Останнє, можливо, і залишиться в якомусь вигляді. Проте людину воно там не дратуватиме, бо працюватиме самостійно під контролем того самого Інтернету речей.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Вектор спрямування сучасного фазового переходу
2. Ключові особливості ІІІ промислової революції
3. Енергетична складова Industry 3.0
4. Матеріальна складова Industry 3.0
5. Четверта промислова революція
6. Формування фазового переходу
7. П'ята промислова революція

1. Вектор спрямування сучасного фазового переходу В. І. Вернадський

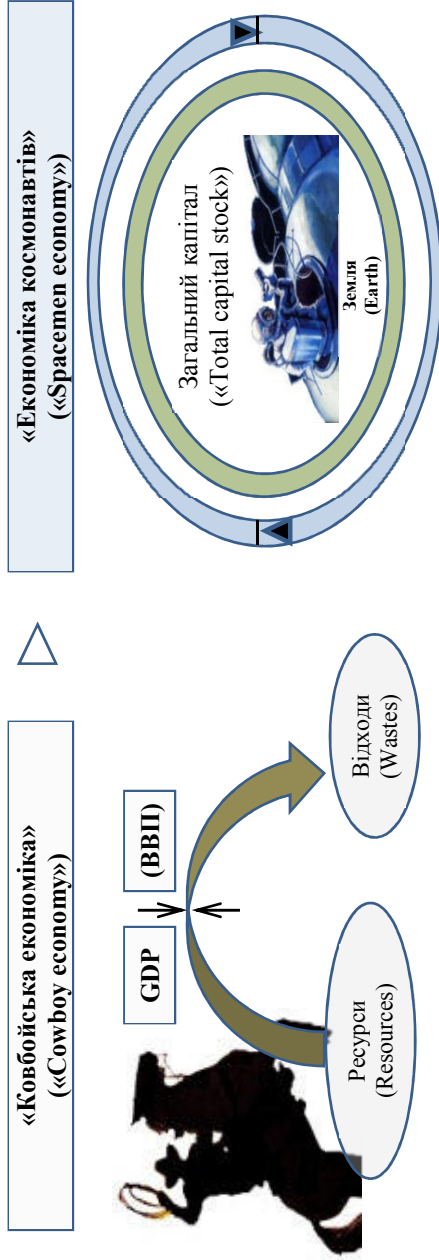


Ноосфера (сфера розуму)
управлятиме планетою

Приклади сучасних сфер розуму

- Інтернет
- Мобільний зв'язок
- Соціальні мережі
- InterTV
- Інтернет речей
- Блокчейн
- GPS
- EnerNet
- «Хмара»

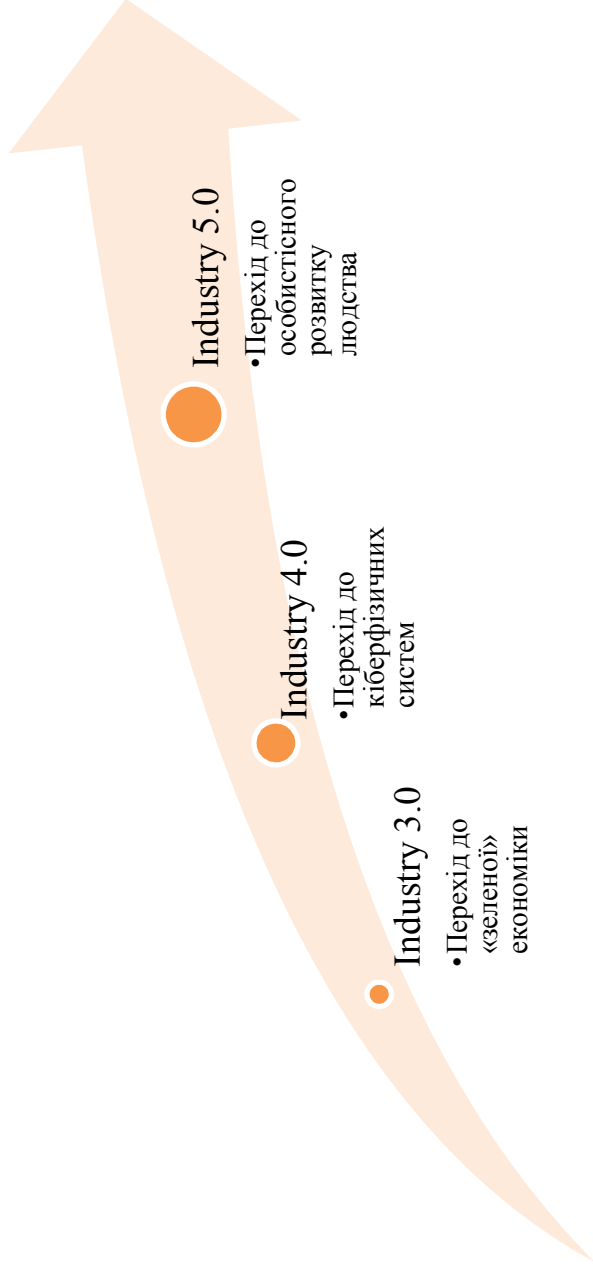
Від «КОВБОЙСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ» ДО «ЕКОНОМІКИ КОСМО- НАВТІВ» (К. Боулдинг, 1966)



- Невідновлювані ресурси
- Розірвані цикли
- Зростаючий матеріальний метаболізм

- Відновлювані ресурси
- Замкнені цикли
- Сталий матеріальний метаболізм

Напрями сучасних промислових революцій



2. Ключові особливості ІІІ промислової революції

Третя промислова революція – перехід до «зеленої» економіки

чиста енергія

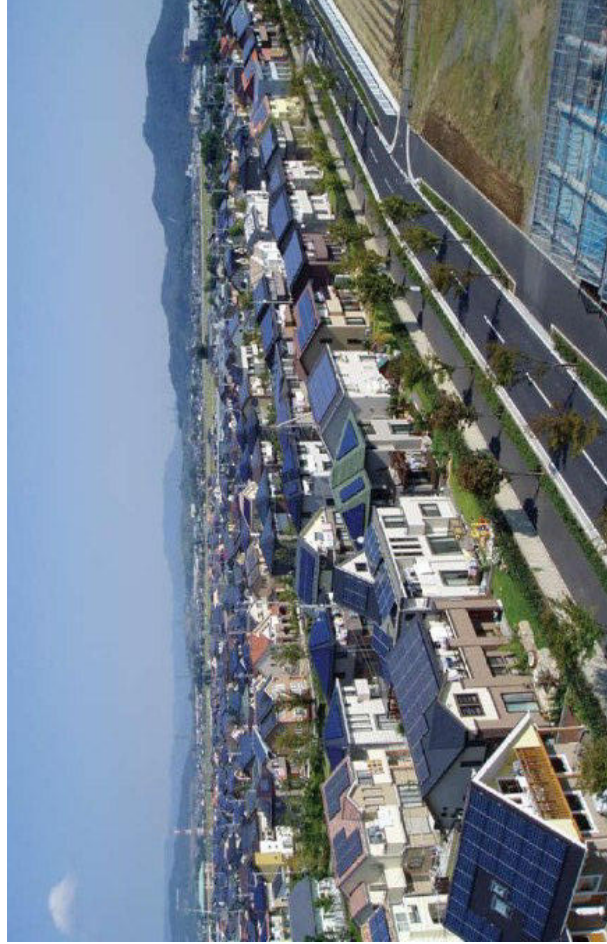
адитивні
технології
(3D-
принтинг)

мережеве
виробництво
(горизонтальні
структури)

Два ключових завдання «зеленої» економіки

- **Перехід до «зеленої» енергетики**
Зменшення енергоємності економіки – **В РАЗИ (!)**
- **Перехід до «зелених» технологій і нового матеріалознавства**
Зменшення матеріаломісткості і природоємності – **В РАЗИ (!)**

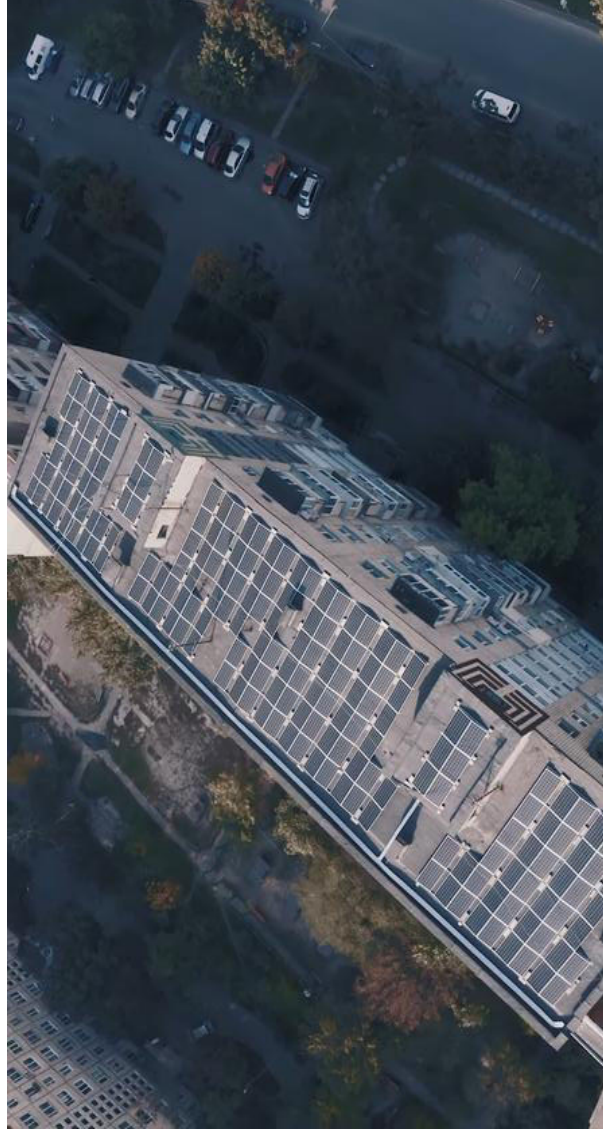
3. Енергетична складова Industry 3.0 Панелі на дахах (Німеччина)



СЕС на даху (Україна)



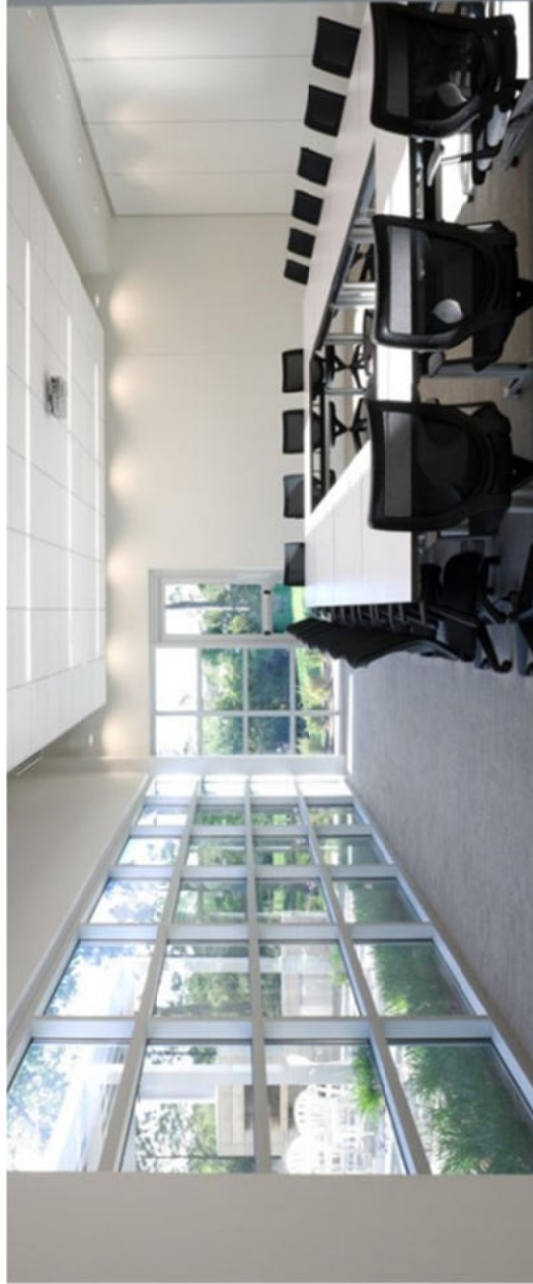
Промислова СЕС на даху багатоповерхівки в Києві (потужність 330 кВт)



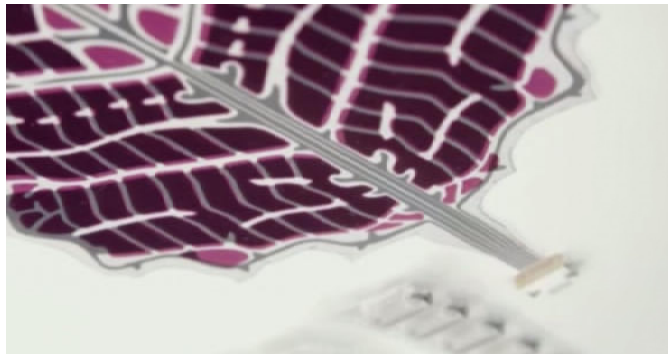
Послуги з монтажу приватних СЕС (на вулицях м. Суми)



Вікно СЕС (Німеччина)



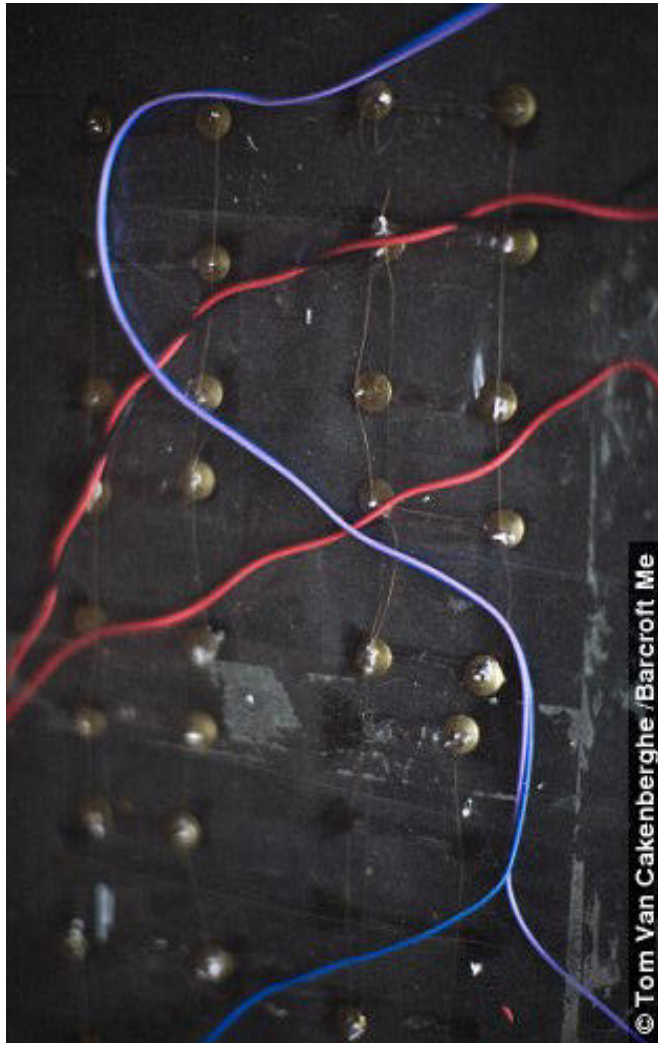
«Енергетичне дерево» – 3D-друк (Фінляндія)



Гнучка сонячна панель



Сонячна панель з людського волосся



© Tom Van Cakenberghe /Barcroft Me

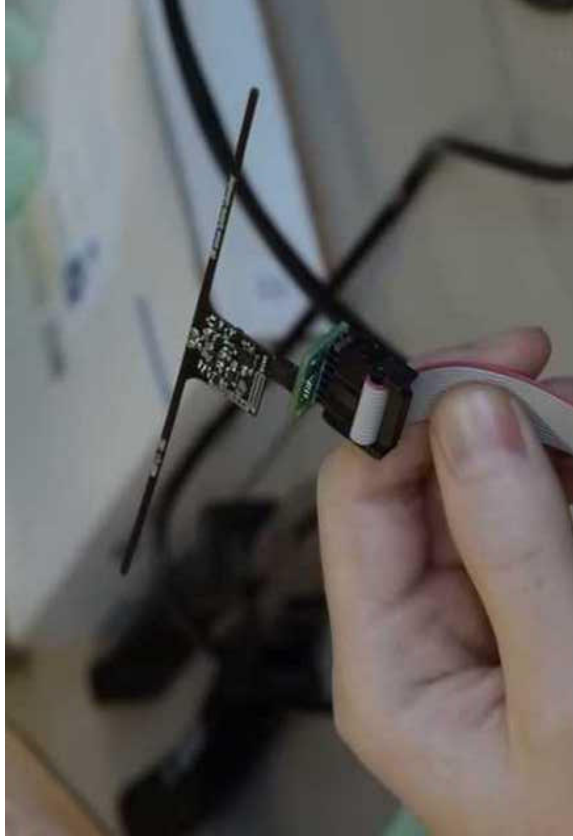
SALt – лампа, що працює на склянці води і двох ложках солі (Філіппіни)

- SALt – Sustainable Alternative Lighting
- Лампу, здатна горіти впродовж 8 годин на 1 склянці води та 2 ложках солі.

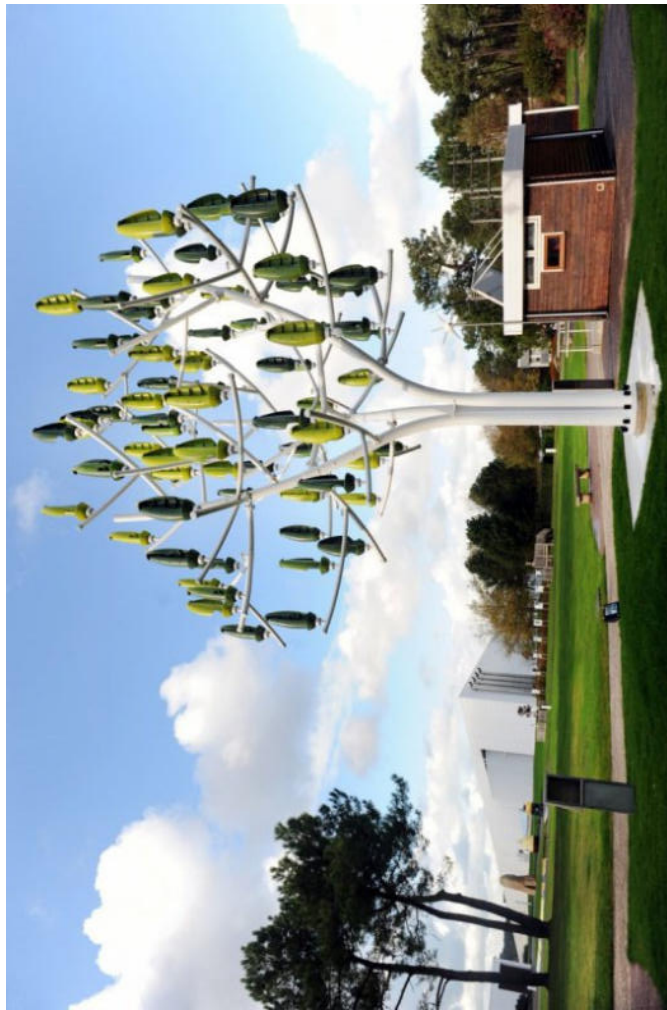


Технологія WISP: енергія прямо з повітря

- WISP – Wireless Internet Service Provider (провайдер доступу в Інтернет по бездротовим мережам)
- Конвертація електромагнітних хвиль в електрику.



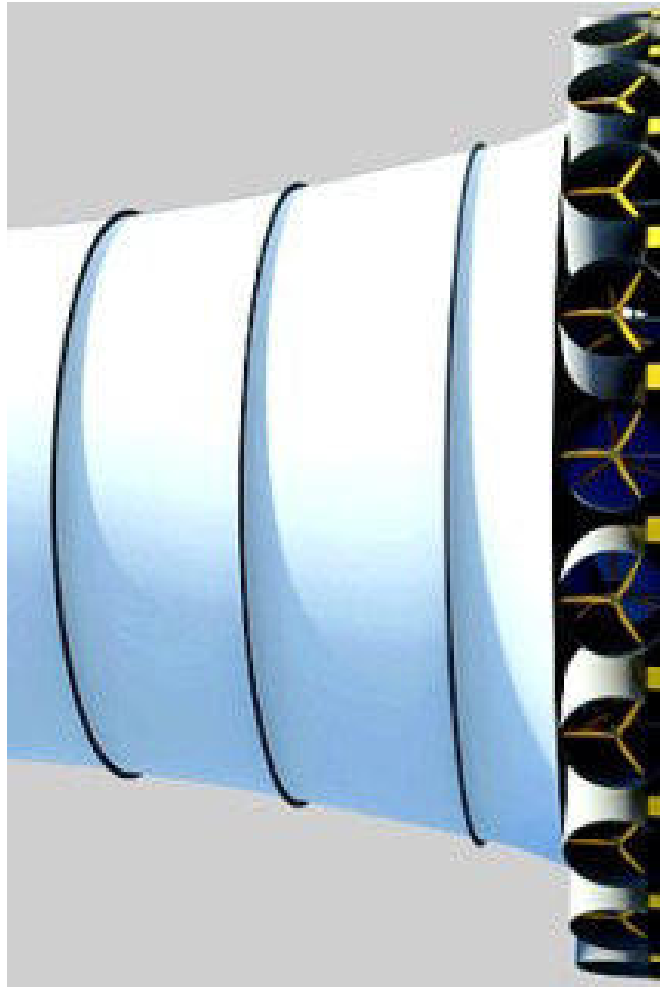
Дерево-вітряк (Франція)



Вітряк-турбіна, що парить у повітрі



ВЕС, що працює при повному штилі



Взуття-електростанція



"Siross Energy" – український стартап безшумного вітрогенератора з ККД 50% замість звичайних 30%



Динаміка виробництва «зеленої» енергії у світі

Показник	Рік	
	2010	2020
Виробництво сонячної (PV) енергії у світі, ГВт	23	627
Кратність зростання, раз	–	27
Частка відновлюваної енергії (включно гідро), %	5	30
Питома вартість сонячної енергії (PV), USD / кВт-год	0,37	0,06

Динаміка виробництва «зеленої» енергії в Україні

Показник	Рік	
	2010	2020
Частка відновлюваної енергії (включно гідро), %	6	16
Частка відновлюваної енергії (без гідро), %	1	9
Кількість приватних СЕС	1	40 000
Потужність приватних СЕС, МВт	0,02	1 000
Кількість електромобілів	1	30 000

Основні напрямки акумулювання енергії

- Гідро-
- Електро-
- Водневі технології.
- Теплові.
- Хімічні.

Властивості нових акумуляторів

- Прізд авто між зарядками – 1000 км.
- Час заряджання – 10–15 хв.

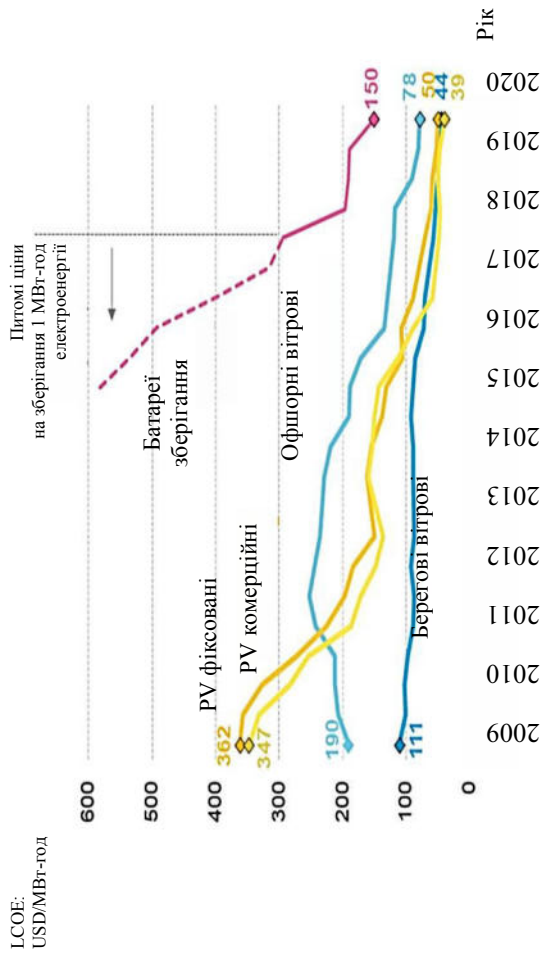


Новини акумуляції

- В світі діє вже 10 крупномасштабних акумуляційних систем (КАС) (Австралія, Китай, США, Канада)
- В Україні КАС на 1 МВт була введена до ладу в травні 2021 р.



Динаміка питомих витрат (за всім технологічним циклом – LCOE) на виробництво та зберігання однієї кВт-години електричної енергії



Результати «зеленої» революції

- Горизонтальні мережі «виробництво-споживання».
- Відновлювана енергія.
- ЕнерНет.
- Адитивні технології (3D-принтери).
- Відновлювані ресурси.
- Електрифікація транспорту.

Результати «зеленої» революції

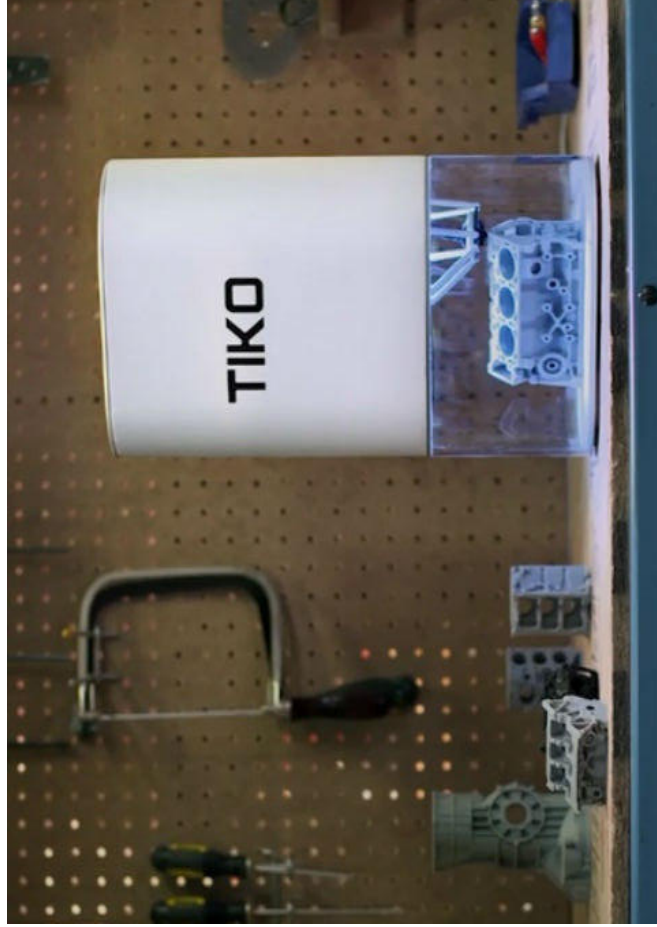
- Водневі технології.
- Дематеріалізація транспорту.
- «Розумні» структури (підприємство, місто, ін.).
- Ефективне акумулювання енергії.
- «Хмарні» технології.
- Впровадження кіборгів.

4. Матеріальна складова Industry 3.0 3D-принтер працює з 10 матеріалами

Масачусетський технологічний інститут:

- Пристрій працює одразу з **десятьма** різними матеріалами.
- Використовує методику **3D-сканування**.

3D-принтер, що коштує як холодильник (179\$)

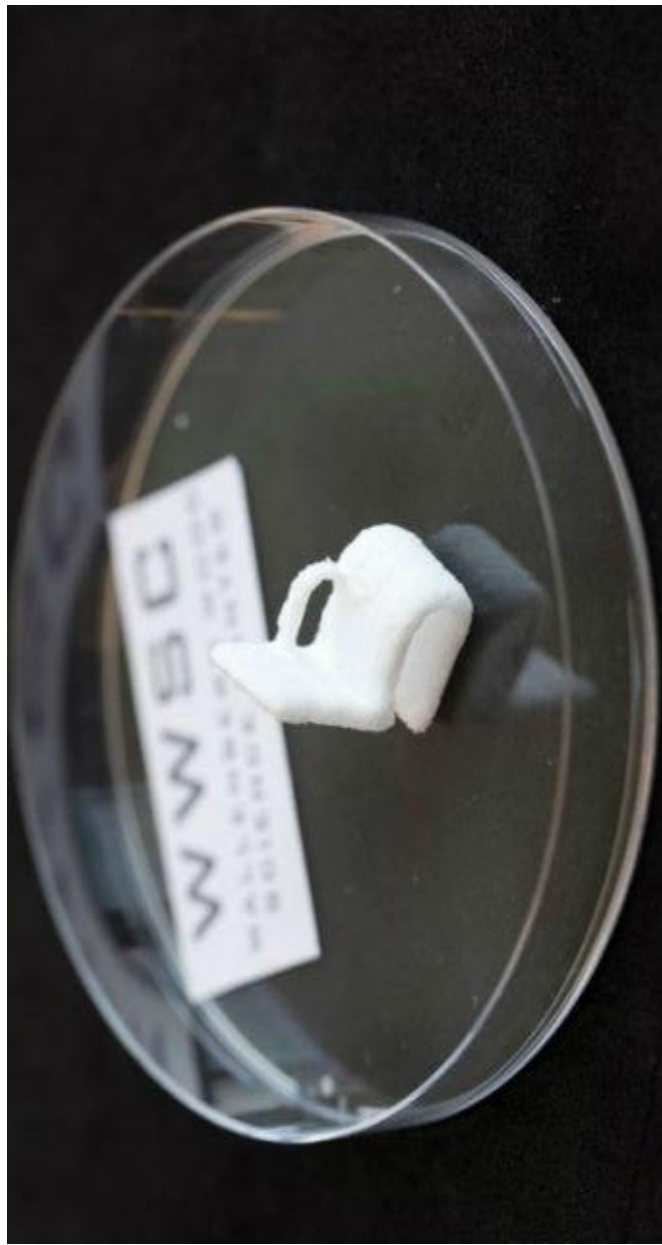


Біо-принтер надрукував працюючий орган

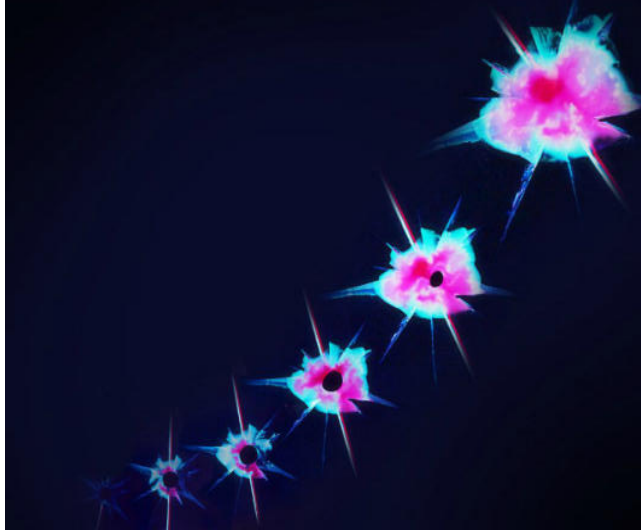
- 3D-принтер надрукував щитовидну залозу миші.
- Після пересадки орган запрацював.



«Чорнила» для 3D-принтера із целюлози



4D-друк (пластик, що самовідновлюється)



3D пристрої в звичайному магазині Брюсселя



Працюючий 3D-принтер в магазині Брюсселя



Продукція 3D-принтинга



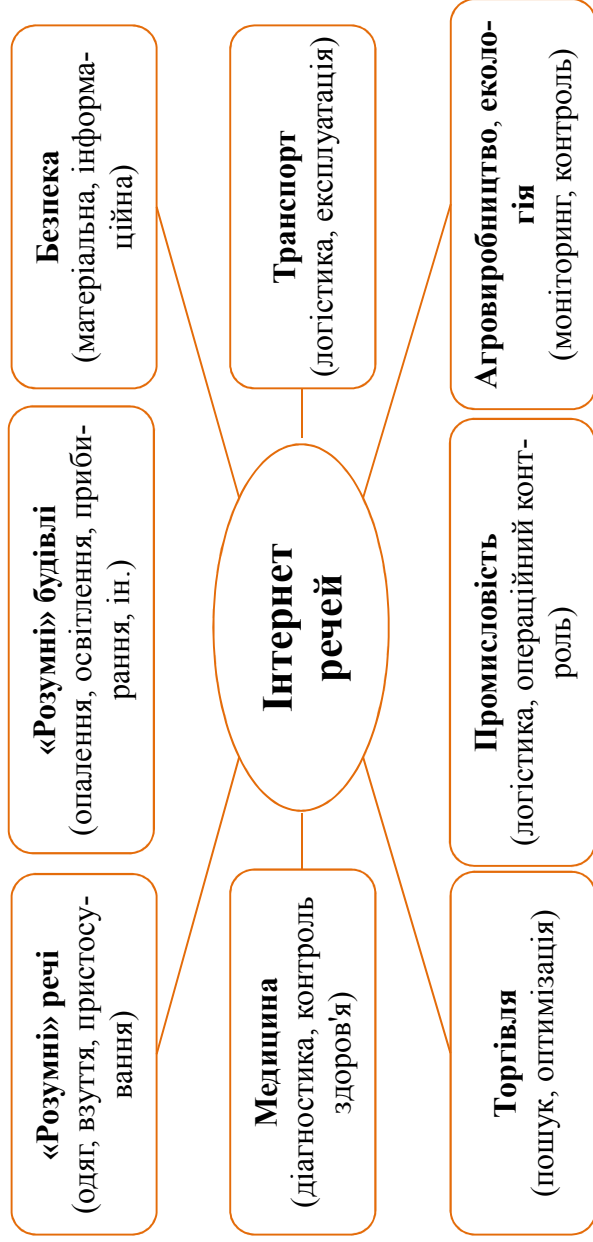
Продукція 3D-сканера



5. Четверта промислова революція (Industry 4.0)

- *IV промислова революція (Industry 4.0)* – перехід до кіберфізичних систем.
- Це явище радикальної якісної трансформації соціально-економічних систем, що характеризується такими процесами: переходом на відновлені джерела енергії та сировини, масовим впровадженням адитивних технологій і мережевих виробничих систем, цифровою основою фіксації і передавання інформації, формуванням горизонтальних виробничо-споживчих структур і відповідних їм солідарних форм економічних відносин.
- *Четверта промислова революція* – це явище впровадження кіберфізичних систем у процеси виробництва та споживання продукції, за якого виникають повністю автоматизовані мережі, що здатні діяти без безпосередньої участі людини.

«Інтернет речей»



Події, що передують «Інтернету речей»

1. Персональний комп'ютер – ПК	1973 – 2010
2. Мобільний телефон	1973, 1996, 2010
3. Інтернет	1973 – 2010
4. Wi-fi	1971 – 2011
5. Відновлювана енергія	1973 – 2010
6. 3D-принтер	1981 – 2010
7. Цифрові технології	1973 – 2010
8. Штучний інтелект	1972 – 2010
9. RFID-мітки	1973 – 2010
10. GPS	1973 – 2010
11. Робот, дрон, безпілотною	1968 – 2010
12. «Хмара»	1972 – 2011
«Інтернет речей»	2012

6. Формування фазового переходу

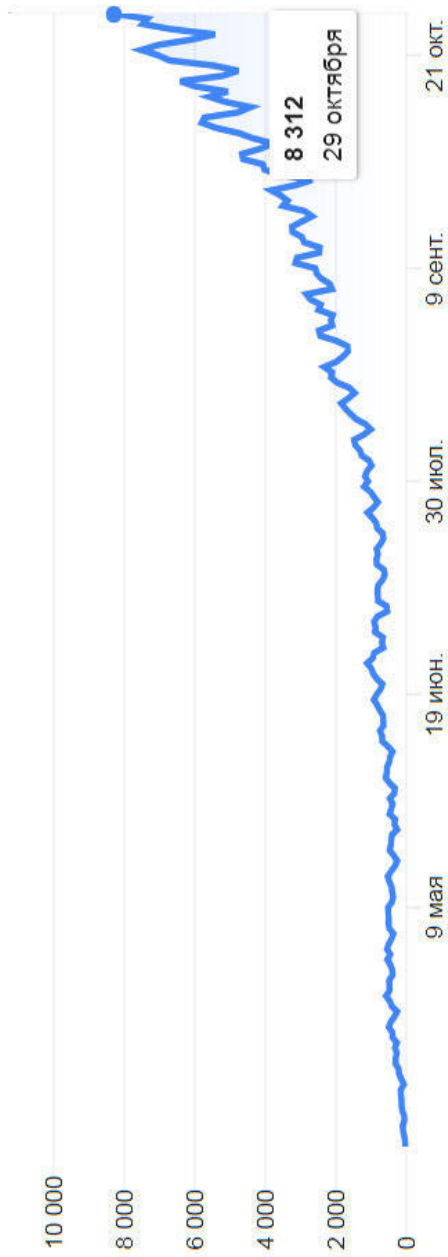
«Зелена» економіка – це фазовий перехід до:

- **НОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ;**
- **НОВИХ КОМУНІКАЦІЙ;**
- **НОВИХ ПОСЕЛЕНЬ;**
- **НОВИХ ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОШЕНЬ;**
- **НОВОГО СТИЛЮ ЖИТТЯ;**
- **НОВИХ ПОТРЕБ;**
- **НОВОЇ ЛЮДИНИ.**

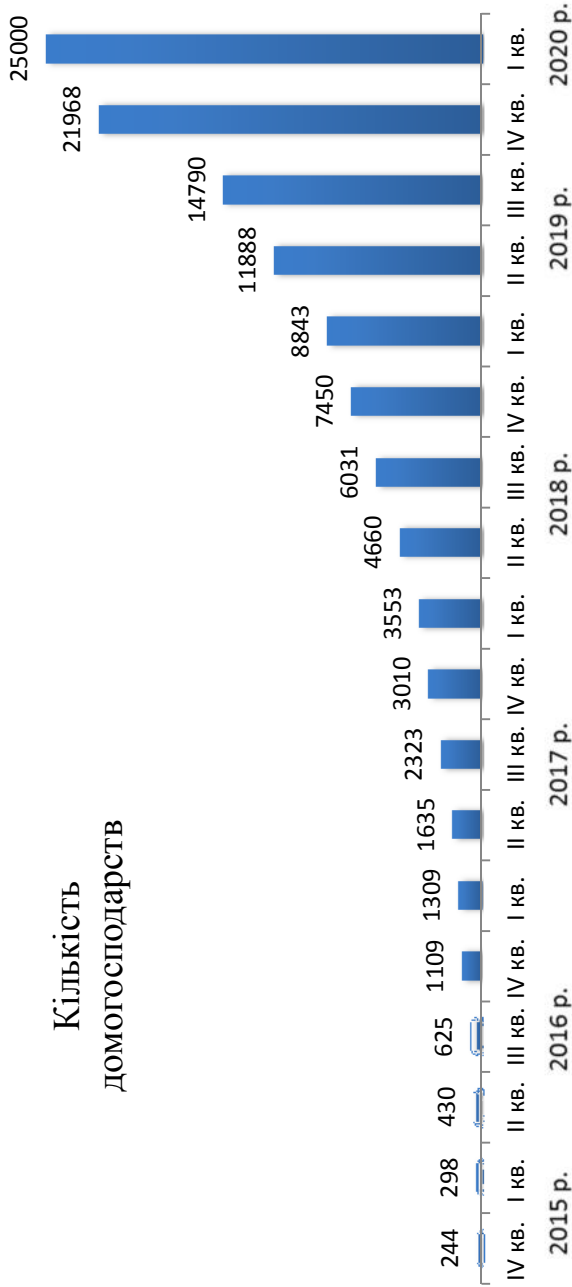
Нова мова:

Бейджик, блін (нове значення – н.з.), блогер, блокчейн, бойфренд, бонус, бренд, бекграунд, гаджет, гьорлфренд, глюк, девелопер, девайс, драйв, дорожня карта, дрес-код, жесь, зауглити, занос (н.з.), зашквар, зі (від англ. «легко»), імідж, кастинг, кластер, колл-центр, копірайтер, креатив, креативенько, криптовалюта, круто, кеш, лізинг, лобі, логістика, лоукостер, лох, лузер, майнувати, маржа, маршрутка (марик), мачо, нік, «хмара», он-лайн, відкат, падік (під'їзд), паркінг, піар, пін-код, прайм-тайм, прайс-лист, презентація, провайдер, промоутер, профайл, розпил (н.з.), резюме, рейтинг, ресепшн, респект, ріелтер, рітейлер, сайт, саундтрек, селфі, сленг, слоган, смайлик, смартфон, смс-ка, соцмережі, стартап, супервайзер, сейл, секонд-хенд, ток-шоу, толерантність, трансфер, трафік, тренд, тренінг, тюнінг, файллик, фаст-фуд, фейсбук, фідбек, флешка, флешмоб, фрілансер, фейк, фейсконтроль, хайп, шерінг, шопінг, шорт-лист, CV, IT, HR, PC, PR, VIP, wi-fi, 3D-принтер.

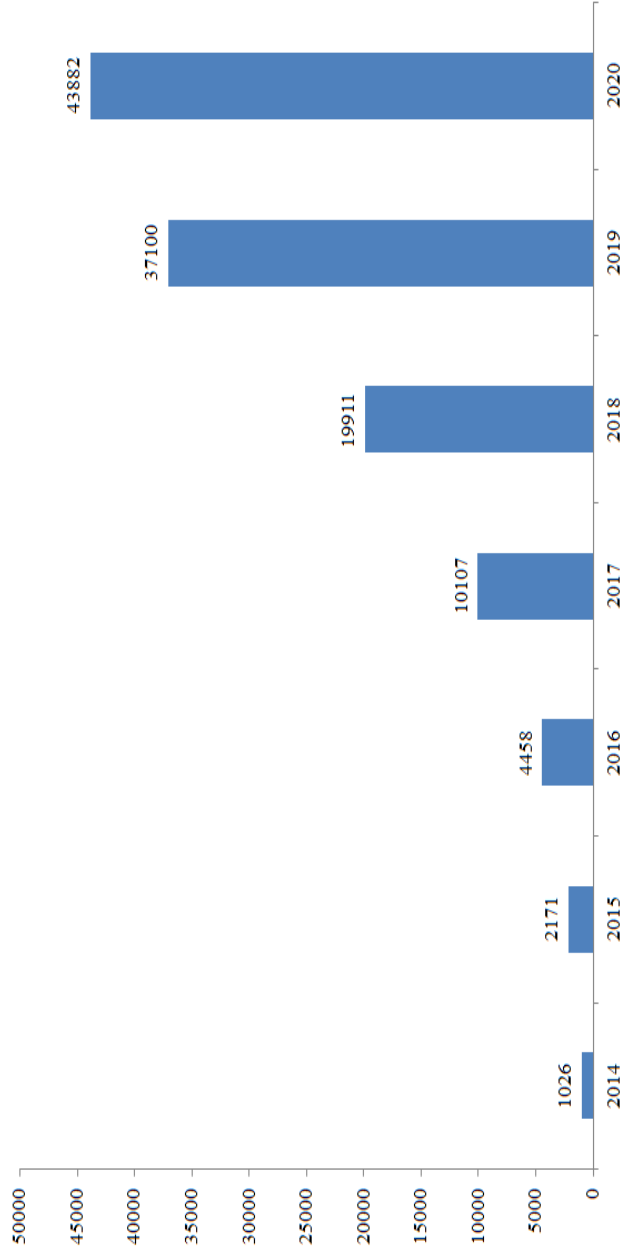
Графік поширення COVID-19 в Україні



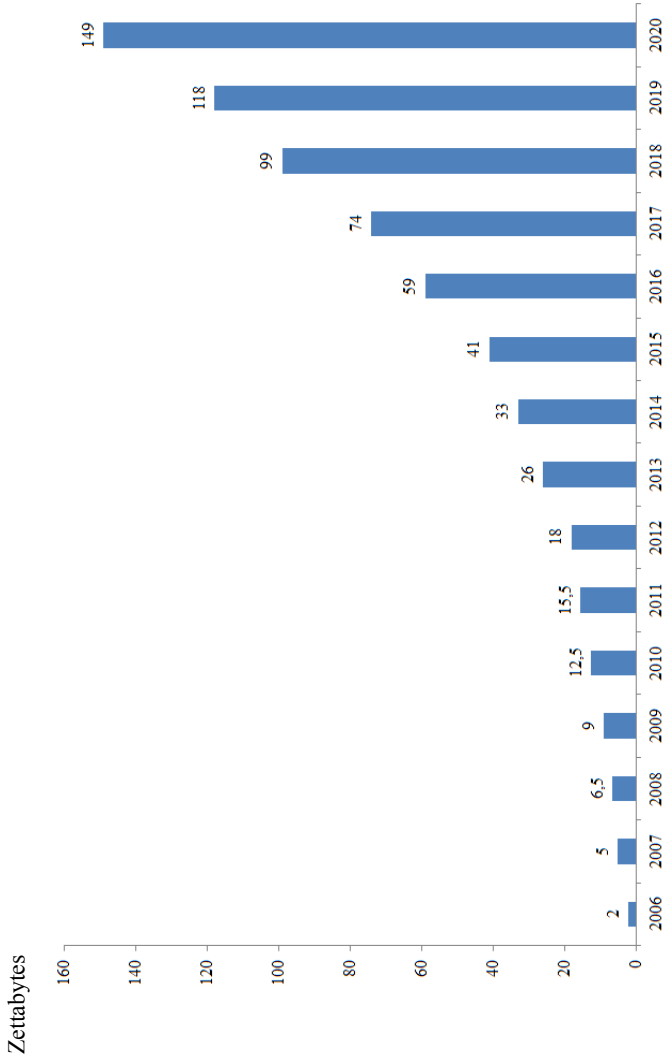
Вірусний характер поширення приватних СЕС в Україні



Кількість електромобілів в Україні



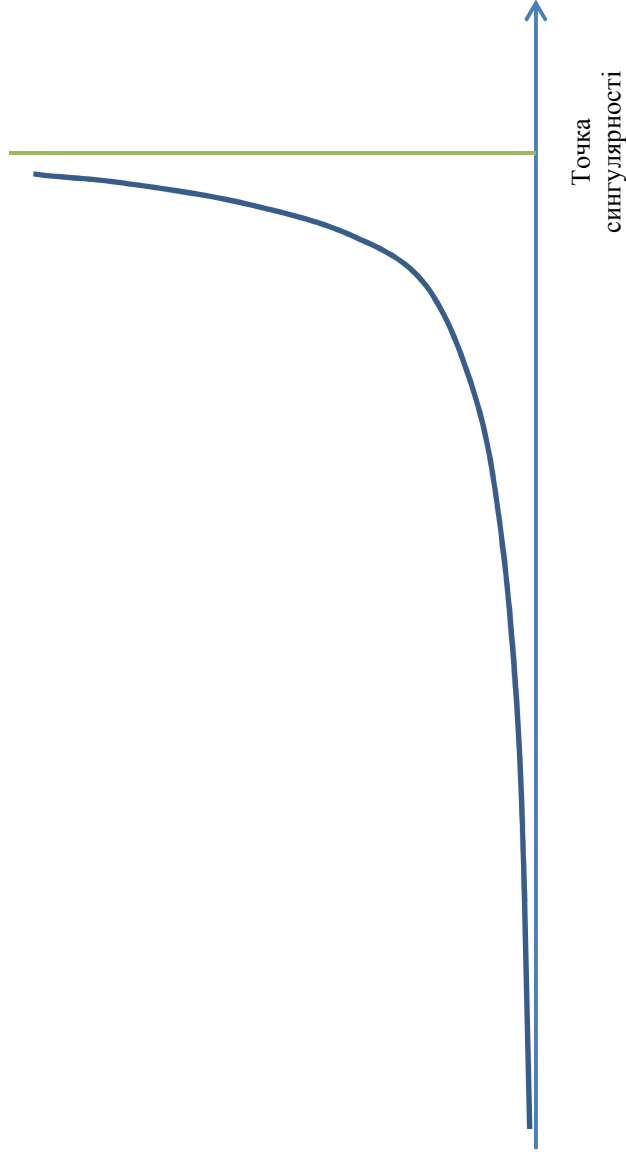
Графік виробництва інформації



Вірусний характер зміни базових чинників цивілізації за 20 років

Показник	Значення	
	2000	2020
1. Кількість персональних комп'ютерів, млн шт.	140	7500 (близько 100% населення)
2. Кількість мобільних телефонів, млн. шт.	> 100	7800 (понад 100% населення планети)
3. Кількість Інтернет-користувачів, млн. одиниць	80	4200 (55% населення планети)
4. Частка відновлюваної енергії, %	1	25
5. Кількість 3D-принтерів, шт. (протопит)	1	Понад 2000 адитивних систем
6. Частка цифрової інформації, %	< 50	99
7. Частка інформації, що генерується машинами, %	10	50

Графік сингулярності



7. П'ята промислова революція (Industry 5.0)

Спрямована на повернення людини у виробництво і персоналізацію споживання:

- синергію людини і штучного інтелекту;
- формування емоційного інтелекту;
- творчі функції людини у виробництві – використання потенціалу особистості;
- від масового виробництва стандартних виробів до споживання товарів для особистості;
- від цілей підвищення ефективності до цілей соціального розвитку.

Ключові блоки сучасних промислових революцій

Industry 5.0

Ключові блоки:

Гармонія фізичної, інформаційної і біологічної і сфер. Діалог людини і штучного інтелекту. Індивідуалізація потреб. Індивідуальний біомоніторинг людини. Індивідуалізація комунікацій людини. Кіберізація людини. Персоналізація виробництва і споживання.

Фазовий перехід

Industry 3.0

Ключові блоки:

Відновлювальна енергія. Крупномасштабне зберігання енергії. Адитивні технології (3D-принтери). Інтернет. Цифровізація. Горизонтальні структури організації. Солідарна економіка. Цифровізація соціального простору. Електрофікація та водневізація транспорту. Біотехнології (генна модифікація, гідропомірка, 3D-друк). Віртуалізація виробничого процесу. GPS. Нові матеріали.

Industry 4.0

Ключові блоки:

Штучний інтелект.

Інтернет речей.

Циркулярна економіка. «Розумні» мережеві системи (підприємство, місто, територія). Безпілотний транспорт. Реалізація блокчейну.

**М. М. Неплюєв серед своїх перших вихованців.
Фото 1887 р.**



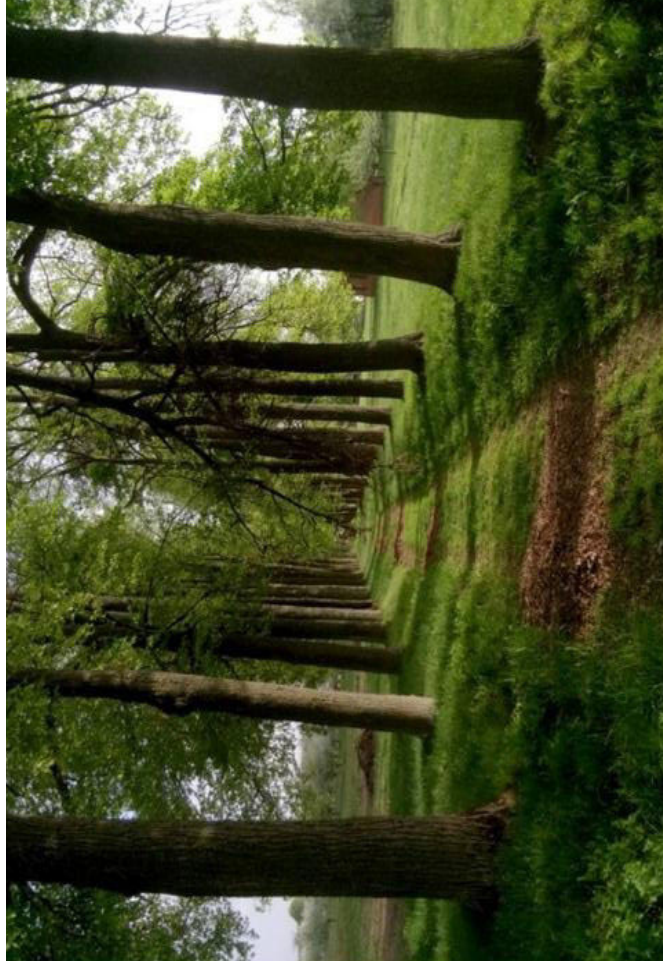
Економічні результати у трудовому братстві

- Урожайність сільгоспкультур в 3 рази вища, ніж в середньому у Чернігівській губернії і в 5 разів вища, ніж в Ямпільському повіті.
- За всю історію Братства (≈ 40 років) жодного неврожаю.
- Створення індустріально-аграрних кластерів.
- Кінець XIX ст. телефонізація господарства, початок XX ст. – електрифікація.
- Впровадження основ креативної економіки.
- Основи інформаційного виробництва.
- Впровадження основ циркуляційної економіки.

Інформаційна спадщина сім'ї Черненко – яблука виведених сортів, 2012 р.



Липова алея у Воздвиженському саду



Кроки в майбутнє братчиків

- Випереджальне відтворення особистості
- Гармонія виробництва і мистецтв
- Синергія природних сил і людини
- Повне матеріальне забезпечення
- Рівність і демократичний устрій
- Свобода самореалізації

Висновки

- Сьогодні світ переживає **фазовий перехід** до нової цивілізаційної формації.
- Основою життя людини стає виробництво і споживання **інформації**.
- Реальністю стають щоденні **інновації**.
- Людина стоїть перед **необхідністю перетворення**.
- Перехід до нової моделі господарювання змушує постійно вирішувати **нові проблеми**. Неперехід відкидає країну на **периферію** суспільного життя.

Перші люди на Марсі будуть жити в скляних куполах – Ілон Маск



Питання до теми

1. Дайте визначення Третьої і Четвертої промислових революцій. Прокоментуйте їх зміст.
2. Лідируюча роль яких факторів мала місце впродовж Першої промислової революції (П.п.р.)? Поясніть свою думку.
3. Які передумови сприяли розвитку П.п.р.?
4. Лідируюча роль яких факторів мала місце впродовж Другої промислової революції (Д.п.р.)?
5. Охарактеризуйте результати Д.п.р.
6. Яким чином Д.п.р. вплинула на людські фактори?
7. Як інтелектуалізувалися засоби виробництва і споживчі товари у ході Д.п.р.?
8. Яка основна проблема Д.п.р. зумовила виникнення Третьої промислової революції (Т.п.р.)?
9. У чому основні завдання Т.п.р. відрізняються від завдань, що вирішували П.п.р. і Д.п.р.?
10. Які принципові екологічні завдання покликана вирішувати Т.п.р.?
11. Охарактеризуйте три групи передумов переходу суспільства до Т.п.р.
12. Яка роль синергетичних факторів при переході суспільства до сестейнової економіки?
13. Яка роль екологічних чинників у виникненні Т.п.р.?
14. Які події прискорили хід Т.п.р.?
15. Які завдання покликана вирішити Т.п.р. щодо людини?
16. Яка роль інформаційних факторів у реалізації Т.п.р.?
17. Охарактеризуйте коротко «хмарні» технології та їх роль у реалізації Т.п.р.

18. Охарактеризуйте роль вартісних чинників у реалізації Т.п.р.
19. Охарактеризуйте зміст ресурсного виклику перед Т.п.р.
20. Охарактеризуйте зміст енергетичного виклику перед Т.п.р.
21. Охарактеризуйте зміст технологічного виклику перед Т.п.р.
22. Охарактеризуйте революцію в зростанні ефективності технічних та економічних процесів у ході Т.п.р. Проілюструйте це конкретними цифрами.
23. Наведіть приклади інновацій, завдяки яким відбувається революція у зростанні ефективності.
24. Охарактеризуйте роль самоорганізації у сучасних економічних процесах.
25. Які процеси спричиняють підвищення ролі самоорганізації у сучасних трансформаціях економіки?
26. Які принципи можуть сприяти самоорганізації економічних систем в інтересах їх екологізації?
27. Охарактеризуйте зміст горизонтальних структур в економіці. Які їх особливості можна виділити?
28. Охарактеризуйте суть віртуальних підприємств.
29. Що таке розумні мережі? Де вони використовуються?
30. Що таке «хмарні» технології? Яку роль вони відіграють у розвитку сучасних економічних систем?

Практичні завдання

Завдання 1

Проаналізуйте основні чинники довкілля, що впливають на системи: сім'я, суспільство, національна економіка, глобальна економіка. Які енергетичні потоки зовнішнього середовища відіграють ключову роль у метаболізмі наведених вище систем?

Завдання 2

На прикладі підприємства як системи розкрийте сенс такої думки: «Система надійна настільки, наскільки надійний найслабший її елемент».

Завдання 3

Відомо, що елемент та система – відносні поняття. Один і той самий об'єкт може розглядатися як система і як її елемент. Система електропостачання може розглядатися як система і як елемент системи.

Обґрунтуйте, чим є система електропостачання у структурі національної електроенергетичної системи? Чим є вітряні та сонячні електростанції по відношенню до системи електропостачання? Якими параметрами гомеостазу та метаболізму можна описати систему електропостачання? Що з цієї системи можна вважати вільною енергією та квазіенергією, тобто аналогами вільної енергії для фізичної системи? Які потрібні показники для оцінки вільної квазіенергії в енергосистемі?

Завдання 4

У галузі діють п'ять суб'єктів господарської діяльності, кожен із яких має досить високу частку в певному ринковому сегменті, що забезпечує їм значний ступінь контролю за ринком. Відомо, що вони реалізують різні ринкові

стратегії, тобто відсутня формальна ознака «змови» окремих суб'єктів з метою монополізації ринку. Можна вважати, що комунікативні зв'язки між ними неможливі. До якого феномену належить ця ситуація – порядку чи хаосу? Які фактори могли призвести до виникнення такої ситуації у галузі?

Завдання 5

Прикладом максимальної ентропії може бути зображення в телевізорі, коли він не налаштований на жодний із каналів (тобто спостерігається явище білого шуму): зображення складається з хаотичного набору точок різного кольору. Наведіть приклади з діяльності підприємства, які можна розглядати як подібні аналоги максимальної ентропії.

Завдання 6

Які з нижче наведених процесів можна віднести до розвитку:

- а) хитання маятника;
- б) старіння людини;
- в) знос верстата;
- г) складання машини на конвеєрі;
- д) перебіг хвороби;
- ж) кругообіг води в природі;
- з) самогубство;
- і) вимирання виду;
- к) тренування спортсмена;
- л) броунівський рух;
- м) взаємна конвертація факторів;
- н) рух Землі орбітою.

Які з перелічених явищ належать до прогресу?

Завдання 7

Визначте співвідношення між поняттями "розвиток", "прогрес", "регрес". Чи може бути розвиток регресивним? Чи будь-який розвиток – це прогресивний процес?

Завдання 8

Оцініть складові квазіенергетичного балансу промислового підприємства (метаболістичну, гомеостазну, трансформаційну, дисипативну) у грошовому еквіваленті, виходячи з даних, наведених у таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані

Показник	Значення
Коефіцієнт оборотності капіталу	1,5
Річний обсяг реалізованої продукції (з ПДВ), млн грн	120,0
Загальнозаводські витрати (накладні), млн грн	8,0
Витрати на придбання нового обладнання, млн. грн.	13,5
Транспортні витрати, млн грн	1,8
Витрати на маркетингові дослідження, млн грн	2,3
Витрати на матеріали (з ПДВ), млн грн	18,0

Завдання 9

Розрахуйте середній рівень енергетичної бідності чотирьох домогосподарств та визначте, чи переважає розрахункове значення критичний рівень бідності. Зробіть висновки. Вихідні дані представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихідні дані

Тип домогосподарства	Сукупні доходи, грн/міс.	Витрати електроенергію, грн/міс.	Витрати на опалення та гарячу воду, грн/міс	Нарахована субсидія, грн/міс.
1	7 000	400	1800	300
2	8500	500	950	0
3	9300	900	1400	0
4	6 450	350	1000	500

Завдання 10

Проаналізуйте, як зміна податкового законодавства в Україні впливає на дисипацію (розсіювання) енергії для підприємств.

Завдання 11

Яка кількість інформації несе повідомлення про оцінку контрольної роботи, якщо ви можете отримати 2, 3, 4 або 5 балів?

Завдання 12

Як відомо, розвиток сучасних технологій дав можливість людству замислитися над виробництвом безпілотних автомобілів. Виникає необхідність розробити програмне забезпечення, яке впроваджує «пам'ять» на маршрути пересування безпілотного транспортного засобу з урахуванням можливих перешкод (різних об'єктів і людей), розташованих за маршрутом руху автомобіля тощо. Існує ймовірність того, що програмне забезпечення або електроніка автомобіля можуть дати збій, а людина не зможе виправити помилку зараз. Таким чином, не виключені аварії, у тому числі з людськими жертвами. Автомобільні концерни (Hyundai, Tesla Motors) вливають великі фінансові кошти в розвиток подібних видів транспорту. Перед людством виникає дилема – чи займатися подальшим виробництвом безпілотних автомобілів і вберегти людину від можливих наслідків, чи направити ресурси на розвиток інших напрямків у автомобілебудуванні. Вискажіть свою думку.

Завдання 13

На прикладі аналізу обсягів виробництва простежте взаємозв'язок між «слабкою» пам'яттю підприємства та дисипацією енергії на підприємстві.

Завдання 14

Підприємство А спеціалізується на виробництві технічного обладнання, а підприємство Б надає будівельні послуги. На ринку також функціонує банк В. Назвіть усі можливі синергетичні ефекти, якщо зазначені вище суб'єкти діяльності вирішать об'єднатися в концерн.

Завдання 15

Розподіліть згідно з таблицею механізми зворотних зв'язків на підприємстві «Хладік», якщо у відповідь на зниження попиту на холодильники можуть бути прийняті такі рішення: 1) просувати свою продукцію за рахунок маркетингових заходів (наприклад, реклами холодильників), 2) підвищити якість продукції для покращення іміджу, 3) прийняти рішення відмовитися від випуску холодильників, 4) знизити ціни на холодильники, 5) перейти на випуск морозильних камер, 6) поліпшити післяпродажний сервіс (наприклад, збільшивши термін гарантії).

Механізм позитивних зворотних зв'язків	Механізм негативних зворотних зв'язків

Завдання 16

Розрахувати точку беззбитковості та поріг беззбитковості виробництва. Постійні витрати на одиницю продукції = 150 у.о. Змінні витрати на одиницю продукції = 250 у.о. Ринкова ціна = 400 у.о. Попит на продукцію = 1000 шт. Вказана сума прибутку = 50 тис. у.о.

Завдання 17

Один із засновників Римського клубу А. Печчеї вважає, що настав час відмовитися від «релігії прогресу та сліпої віри у всемогутність механіки». Необхідно звернутися до Сходу, оскільки «метафізичні культури Азії багато чому

можуть навчити матеріалістичну західну цивілізацію» Наскільки реальною є перспектива вирішення екологічних проблем, запропонована А. Печчеї? Інакше кажучи, чи є можливість вирішення екологічних проблем і особистісного розвитку людини при зупинці технічного прогресу людства? Як у це вписуються сучасні промислові революції?

Завдання 18

Фірма продає товар за ціною 1000 грн. Загальні постійні витрати – 36 000 грн. Питомі змінні витрати – 520 грн. У плановому періоді передбачається збільшення плати за оренду приміщень на 10%. Як це вплине на величину беззбиткового обсягу виробництва (у натуральному та вартісному вираженні)?

Завдання 19

Включивши нелінійне мислення, спробуйте знайти відповідь у такому завданні. В Європі дізналися про каву в 1591 році. Через півстоліття в Лондоні було вже понад три тисячі кав'ярень. Їх утримання виявилось дуже прибутковою справою. Один із найбільших постачальників кави на світовий ринок – Бразилія. Відомо, що навіть у кімнатних умовах деревце кави заввишки півтора метри дає півкілограма кавових зерен на рік. Але певний період часу в Бразилії заборонялася посадка нових кавових дерев, і щороку знищували майже половину багатого врожаю. Чому з урахуванням економічних чинників гальмували виробництво кави?

Завдання 20

Підприємство «Урожай» працює на ринку сільгосппродукції понад 10 років. За цей час на підприємстві відбулася низка змін були впроваджені нові сорти пшениці; удосконалені способи збирання врожаю, які мінімізують втрати

при зборі; впроваджені нові засоби зберігання врожаю; розроблено нові методи просування продукції на ринок; застосовані нові механізми управління компанією. Назвіть види інновацій, започатковані безпосередньо на підприємстві «Урожай»?

Завдання 21

Підприємство «Деталь» придбало сучасне обладнання для виробництва металоконструкцій. Проте інструкцій з експлуатації не отримало. До того ж ніхто з працівників підприємства раніше не працював на такому обладнанні. Оцініть інформаційний статус обладнання.

Завдання 22

На певному підприємстві через збільшення ентропії відбулися негативні наслідки: знизився попит на продукцію, зменшилися прибуток і запас міцності, зросла кредиторська заборгованість. Назвіть можливі причини виникнення ентропії для підприємства. Як можна впорядкувати систему для зниження ентропії?

Завдання 23

Визначте організаційну структуру підприємства «Хладік», яке спеціалізується на виготовленні холодильників, якщо керівник кожного підрозділу здійснює одноосібне управління своїми підлеглими, зосередивши на собі всі функції управління. Втім, цей керівник, у свою чергу, підпорядковується вищому керівникові.

Завдання 24

Компанія «Apple» регулярно розробляє та представляє на ринку новинки в сфері мобільних телефонів. Проаналізуйте, яким чином фактор часу впливає на продукцію цієї компанії та її ефективність?

Завдання 25

Капітал енергокомпанії в першому звітному році становив 10 млн. грн. Протягом наступних двох років капітал зростав щороку на 5 млн. грн. Розрахуйте щорічні темпи приросту. Чи змінювалися вони протягом зазначеного періоду?

Завдання 26

Компанія «Посудний дім» спеціалізується на виготовленні фарфорових виробів. Певний час ринком збуту були країни колишнього Радянського Союзу, цільова аудиторія – люди зі статком вище середнього. Запропонуйте, як підприємство може самоадаптуватися у разі зміни зовнішніх факторів.

Завдання 27

Компанія «Кріофуд» займається реалізацією швидкозаморожених фруктів та ягід, на ринку працює понад 5 років, продукція – вітчизняного виробництва, цільова аудиторія – люди з середнім статком. Сформулюйте місію компанії.

Завдання 28

У країнах, що розвиваються, в найближчі десятиліття очікується велике зростання чисельності населення. У 1990 року населення Єгипту становило 56,7 млн чол., а у 2005-му – 77,5 млн чол. Річне водопостачання у цій країні становить 86,8 км³. Відповідно до існуючих норм нестача води відчувається у тому випадку, якщо на рік витрати води на одну особу становитимуть близько 1 000 м³. Зважаючи на експоненційне зростання населення в Єгипті, визначте, коли витрата води на одну людину досягне такого рівня, щоб можна було кваліфікувати Єгипет як регіон із нестачею води.

Завдання 29

Чи існують загальні критерії прогресивного розвитку для живої та неживої природи, а також для суспільства?

Завдання 30

Наведіть факти на прикладі реальних компаній, що доводять, що корпоративна культура є одним із найефективніших засобів залучення та мотивації співробітників.

Завдання 31

Назвіть відомі вам методи зовнішньої позитивної та зовнішньої негативної, а також внутрішньої мотивації до екологічно спрямованої діяльності на підприємстві. Як ви вважаєте, які методи є більш ефективними для України в нинішніх умовах.

Завдання 32

Виробництво електроенергії електростанціями на вуглецевому паливі у регіоні становить 200 млн. кВт-год. Витрати виробництва цієї електроенергії – 300 млн грн. При цьому збитки національній економіці від викидів в атмосферу становлять 100 млн. грн. на рік. Які сумарні питомі видатки виробництво 1 кВт-год електроенергії? Яку частку становлять екологічні витрати у загальному обсязі витрат за виробництво електроенергії? Хто, на вашу думку, повинен оплачувати за додаткові екологічні витрати (виробник, споживач чи суспільство)? Як, на вашу думку, можна зменшити екологічні витрати?

Завдання 33

Розгляньте еволюцію споживчої цінності. Як ви вважаєте, чому для сучасного суспільства найважливіші враження? Чим викликані такі зміни?



Висновки

Вивчення загальних закономірностей розвитку соціально-економічних систем дає можливість використовувати знання та вміння для вдосконалення механізмів управління процесами трансформації суспільних структур. Накопичений досвід може бути застосований з метою підвищення ефективності функціонування соціально-економічних систем.

В інформаційному суспільстві одним із вирішальних драйверів прогресу є знання про процеси розвитку. Ключові положення, що узагальнюють їх зміст, тезово можна висловити в такий спосіб.

Основу процесів розвитку відкритих стаціонарних систем, до яких належать і всі соціально-економічні системи, становлять явища метаболізму та стаціонарності систем. Завдяки метаболізму, обмінюючись речовиною, енергією та інформацією із зовнішнім середовищем, система черпає енергію для своєї життєдіяльності. Цей процес здійснюється лише за умови підтримання гомеостазу, тобто сталої різниці фізико-хімічних потенціалів системи із середовищем. Життєдіяльність системи та стаціонарність її гомеостазу нерозривно пов'язані з незворотним розсіюванням (дисипацією) енергії. Саме дисипація енергії є причиною збільшення ентропії в системі, тобто. посилення її неупорядкованості. У основі існування будь-якої системи лежить боротьба за підвищення ефективності використання енергії, зниження рівня її дисипації на одиницю корисної роботи. Саме ці характеристики зумовлюють природний відбір систем, який веде природа. Власне процес розвитку є послідовною зміною гомеостазів систем від менш ефективних до більш ефективних.

Процесами свого розвитку система керує через інструментарій механізмів зворотного зв'язку двох типів: негативного та позитивного. Механізми негативного зворотного зв'язку дозволяють підтримувати рівень існуючого гомеостазу. При цьому компенсація несприятливого впливу зовнішнього середовища забезпечується тим, що система реагує на

нього в «негативному» напрямку, тобто змінює свої характеристики в бік, зворотний напрямку впливу. За допомогою механізмів позитивного зворотного зв'язку система трансформує стан свого гомеостазу у тому самому напрямку, у якому діє чинник середовища. Отже, це можна назвати «позитивною» реакцією.

Соціально-економічні системи застосовують механізми як негативного, і позитивного зворотного зв'язків. Зокрема, за допомогою перших може бути зменшено екологічний тиск суспільних систем на природні компоненти. Такими зокрема є заходи, пов'язані зі зниженням рівня забруднення середовища промисловими підприємствами чи антропогенного навантаження на природні системи. На рівні з механізмами негативного зворотного зв'язку велике значення мають механізми позитивного зворотного зв'язку, пов'язані з перебудовою гомеостазу соціально-економічних систем. Головна спрямованість такої перебудови – зменшення матеріаломісткості та енергоємності виробничих систем з одночасним збільшення їх потужності, що сприяє підвищенню рівня задоволення потреб населення при менших суспільних витратах. Це може статися лише за умови підвищення інформаційної ємності виробничих процесів.

Усі свої життєзабезпечувальні функції, так само, як і реалізацію механізмів негативного та позитивного зворотного зв'язків, будь-яка система здійснює, витрачаючи енергію в межах енергетичного балансу. Якщо витрати енергії перевищують її надходження у систему, створюються умови саморуйнування системи.

Побудова інформаційного суспільства, до чого стрімко наближається людство, окрім усього іншого означає швидку зміну гомеостазу соціально-економічних систем. Ці процеси постійно прискорюються. Ефективно керувати подібними процесами можна лише на основі багатого арсеналу знань про явище економічних засад розвитку систем та навичок застосування теорії в практичному житті.

Навчальне видання

**ЕКОНОМІКА РОЗВИТКУ:
європейський досвід упровадження досягнень
Industries 3.0, 4.0 та 5.0.**

За редакцією д.е.н., проф. Л.Г. Мельника та Ю.М. Завдов'євої

Навчальний посібник

Обкладинка Ю. М. Завдов'єва
Комп'ютерна верстка та технічне редагування Ю. М. Завдов'єва

Підписано до друку 24.06.2022
Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 35,4 Обл.-вид. арк. 33,1
Тираж 300 пр. Замовлення № 22-06/007

Відділ реалізації. Тел.: (067) 542-08-01. E-mail: 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
www.book.sumy.ua, newlearning.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7461 від 05.10.2021
Віддруковано на обладнанні ПФ «Видавництво «Університетська книга»»