

ТЕМА 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ

Міжпредметні зв'язки: Зв'язок із елементами знань і умінь таких навчальних дисциплін як макроекономіка та мікроекономіка, європейська інтеграція та глобальні проблеми сучасності, міжнародна економіка, національна економіка.

Мета лекції: познайомити з поняттям сталого розвитку, його історією формування, станом та характеристикою системи, механізмами стійкості системи та формуванням закономірностей взаємодії людини та природи.

Ключові поняття та терміни

- сталий розвиток
- стійкий стан
- екорозвиток
- рівноважне природокористування
- неантропогенні фактори ризику
- антропогенні фактори ризику
- консервативні методи:
- обмежувальні методи
- заборонні методи
- регламентуючі методи
- система
- незворотність
- спрямованість
- закономірність
- самоорганізація
- саморозвиток
- гомеостаз
- відкритість системи
- біосфера
- жива речовина
- біогенна речовина
- нежива (косна) речовина
- біокосна речовина
- радіоактивна речовина
- космічна речовина
- зворотнім зв'язком
- негативний зворотний зв'язок
- позитивний зворотний зв'язок
- витривалість
- толерантність
- еластичність системи

План лекції

1.1. Основні поняття і визначення сталого розвитку	4
1.2. Концепція сталого розвитку.....	6
1.3. Історія формування концепції сталого розвитку суспільства.....	9
1.4. Система та її зміни	13
1.5. Стани та характеристика систем	15
1.6. Формування закономірностей взаємодії людини і природи.....	15
1.7. Механізми стійкості систем.....	18
1.7.1. Механізми зворотного зв'язку: негативний зворотній, позитивний зворотній.....	21
1.7.2 Основні характеристики стійкості системи.....	23

Інформаційні джерела:

Основна література

1. Білявський Г.О., Бутченко. Основи екології: теорія і практикум: Навч.посібник. - К.: Либідь, 2004. - 368 с
2. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Проблемы устойчивого развития человечества, В кн. "Россия в окружающем мире: 1998". М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. С. 39-52.
3. Дейлі Герман. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку/переклад з англійської: Інститут сталого розвитку. — К.: Інтелсфера, 2002. — 312 с
4. Методи оцінки екологічних втрат: Монографія / За ред. д.е.н. Л.Г. Мельника та к.е.н. О.І. Корінцевої. - Суми: ВТД „Університетська книга”, 2004. - 288 с
5. Програма дій "Порядок денний на 21 століття"/ Пер. з англ.: ВГО "Україна. Порядок денний на 21 століття". К.: Інтелсфера, 2000. -360 с.
6. Програма дій з подальшого впровадження Порядку денного на 21 століття"/Переклад з англ.: ВГО "Україна. Порядок денний на 21 століття". К.: Інтелсфера, 2000. - 58 с

Додаткова література:

1. Вернадський В. Біосфера. - М.: Мысль, 1967, 376 с.
2. Белявский Г.О., Варламов Г.Б., Гетьман В.В. и др. Оценка воздействия объектов энергетики на окружающую среду/Учебное пособие. - Харьков, 2002. - 359 с.
3. Небел Б. Наука об окружающей среде (Как устроен мир)/Перевод з англ. Т. 1,2.-М.: Мир, 1993. Т. 1.-420 с. Т2.-328 с.
4. Крисаченко В.С. Людина і біосфера: основи екологічної антропології/Підручник. - К.: Заповіт, 1998. - 688 с

Навчальне обладнання: ТЗН, презентація тощо: ноутбук, проектор, мультимедійна презентація.

1.1. Основні поняття і визначення сталого розвитку

В наш час сила ідеї сталого розвитку пояснюється тим, що вона відображає й одночасно спонукає приховану зміну в нашому баченні взаємозв'язку між економічною діяльністю людей і природним світом – замкненою екологічною системою (екосистемою), що має скінченні матеріальні ресурси і не може збільшуватись. Одна з умов сталого розвитку полягає в тому, що потреби економічної діяльності в зовнішній екосистемі для поновлення сировинних ресурсів "на вході" і поглинання відходів "на виході" повинні обмежуватись на рівнях, що можуть бути підтримувані цією екосистемою. Така зміна в баченні тягне за собою перехід від економічного принципу кількісного збільшення (*зростання*) до якісного нового напрямку майбутнього прогресу - принципу поліпшення (*розвитку*).

Термін "сталий розвиток" набув звучання після того, як у 1987 р. комісія ООН під керівництвом Гру Харлем Брунтланд (*колишня прем'єр-міністр Норвегії*) опублікувала звіт "**Наше спільне майбутнє**", в якому це поняття визначалось як *розвиток суспільства, що задовольняє потреби сьогодення, не приносячи при цьому в жертву здатності майбутніх поколінь задовольняти свої потреби*. Хоч таке визначення не назвеш беззмістовним, все ж воно було недостатньо конкретним, що саме й дозволило досягти широкого консенсусу.

Поняття "*sustainable development*" (*сталий розвиток*) означає розвиток суспільства без зростання, або якісне поліпшення без кількісного збільшення.

Сталий (стійкий) розвиток - це зобов'язання суспільства діяти у спосіб, що підтримуватиме життя, і дозволить нашим нащадкам жити комфортно у дружньому, чистому і здоровому світі.

"Сталий розвиток" - це розвиток, який відповідає потребам сучасності без завдання шкоди інтересам потреб майбутнього (Всесвітній комітет з питань довкілля і розвитку при ООН).

Стойкий розвиток - це можливість жити „на відсотки" з ПРИРОДНОГО КАПІТАЛУ.

Таблиця 1.1. Окремі визначення стійкого стану (CC) (sustainability - S), стійкого розвитку (CP)⁵ (sustainable development - SD) або схожих за змістом понять (екорозвиток, рівноважне природокористування)

Автор, джерело	Визначення
1. Г.Е. Делай (Daly, 1990)	(SD) „Розвиток, при якому зростання не перевищує несучої здатності (carrying capacity) навколишнього середовища... можна вважати соціально стійким”
2. Міжнародний союз охорони природи ЮНЕП, Світовий фонд дикої природи (Каринцева А.И., 1997)	(S) Використання організму, екосистеми чи іншого відтвореного ресурсу на рівні його здатності до самовідновлення і відтворення
3. Р. Констанза (Constanza, 1991)	(S) Процес чи стан, підтримуваний наскільки завгодно довго
4. А. Янссон (Jansson, 1992)	(S) Підтримання загального природного капіталу на одному рівні незалежно від споживання
5. В.Г. Горшков, К.Я. Кондратьев, К.С. Лосев (Винокурові и др., 1998)	(CC) Поліпшення життя людей в умовах стійкості біосфери, тобто в умовах, коли господарська діяльність не породжує перевищення допустимого порога збурювання біосфери чи коли зберігається такий об'єм природного середовища, який здатний забезпечити стійкість біосфери з включенням у неї господарської діяльності людини
6. М. Стренг (1972) (Акімова и др., 1998)	(Екорозвиток) Екологічно орієнтований соціально-економічний розвиток, при якому зростання добробуту стану людей не супроводжується погіршенням середовища і деградацією природних систем
7. П.К. Жолдак (1983)	(Рівноважне природокористування) Суспільство контролює всі сторони свого розвитку, намагаючись, щоб сукупне антропогенне навантаження на середовище не перевищувало самовідновлюваного потенціалу природних систем
8. Комісія Брундтланд (Акімова и др., 1998)	(SD) Така модель соціально- економічного розвитку, при якій досягається задоволення життєвих потреб нинішнього покоління людей без того, щоб майбутні покоління були позбавлені такої можливості через вичерпання природних ресурсів і деградації навколишнього середовища
9. Ріо - конференція '92 (Hunter, 1994, Програма 1993)	Стійкий розвиток (SD) - це такий розвиток, який задовольняє потреби теперішнього часу, але не ставить під загрозу спроможність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби

1.2. Концепція сталого розвитку

У центрі концепції сталого розвитку - збереження *людини* як біологічного виду та прогресивний розвиток її як особистості.

Вихідні цілі.

З урахуванням причинно-наслідкових зв'язків можна виділити три рівні цілей стратегії сталого розвитку:

1. *генеральна мета* – збереження людства;
2. *забезпечувальні цілі* – збереження умов, у яких може існувати і розвиватися людство;
3. *підтримувальні цілі* – збереження біосфери та локальних екосистем, які підтримують, зокрема, умови існування людства.

Фактори ризику для стратегії сталого розвитку(рисі.і). Умовно фактори ризику можна поділити на *неантропогенні* - тобто ті, що не залежать від самої людини, і *антропогенні* - ті, що викликані її діяльністю.

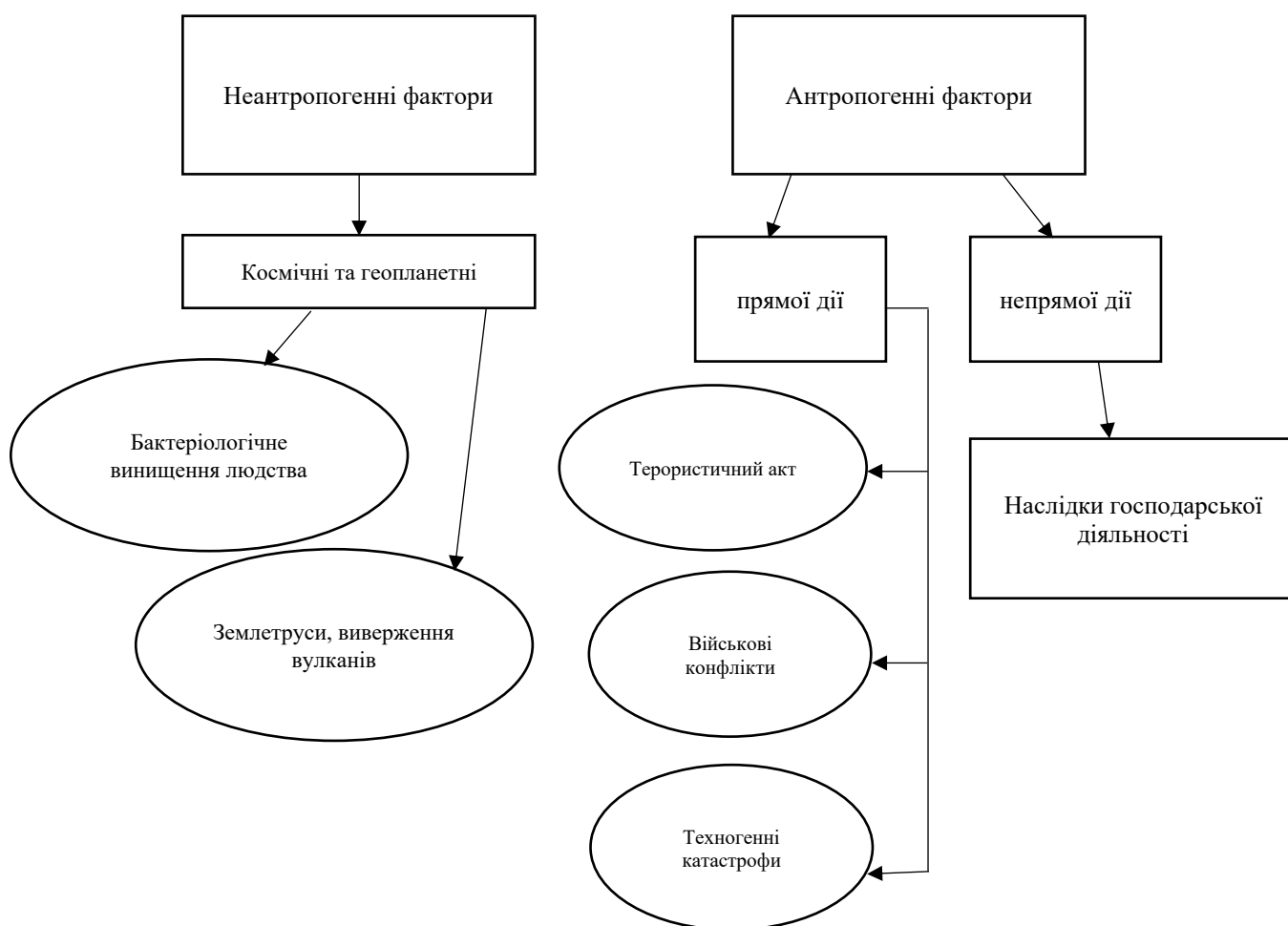


Рис. 1.1. Фактори ризику для стійкого розвитку

Неантропогенні фактори ризику. Причини впливу неантропогенних факторів лежать поза сферою діяльності людини. Як правило, це *космічні* або *геопланетні* фактори.

Антропогенні фактори ризику. Причини впливу цієї групи факторів прямо чи опосередковано залежать від діяльності людини. Зазначені фактори умовно можна поділити на дві групи: фактори *прямої* та *непрямої* дії. *Фактори прямої дії* створюють ризик або взагалі ставлять під сумнів існування цивілізації безпосередньо внаслідок дій людей. До факторів прямої дії відносять *військові конфлікти*,

терористичні акти, техногенні катастрофи, які можуть мати глобальні або регіональні наслідки. ⁷

Фактори непрямой дії обумовлені вторинними наслідками діяльності людини. Найбільш наявним проявом цього можна вважати екологічні наслідки господарської діяльності.

Саме група факторів *непрямой дії* становить найбільшу загрозу не тільки забезпеченню сталого розвитку але й самому існуванню людства. І саме ця група факторів має стати головним предметом вивчення заради формування цілей і заходів забезпечення сталого розвитку людства.

Проблеми

Основною проблемою є динамічний характер порушення сталого стану системи "природа-суспільство". Неможливо раз і назавжди досягти певного стану в обох підсистемах, які її утворюють, тобто в природі і суспільстві. Серед основних розбалансовуючих факторів соціальної системи слід назвати:

- *постійне зростання населення*. Це один із найголовніших факторів, який неупинно збільшує питоме екологічне навантаження на локальні екосистеми і всю біосферу планети в цілому. За минулі два століття на цей фактор, окрім природної народжуваності населення, почало суттєво впливати значне збільшення середньої тривалості життя людини.

- *швидка якісна зміна антропогенних факторів впливу*. Види порушення природних систем (матеріальні та енергетичні інгредієнти впливу) змінюються такими темпами, що компоненти екосистеми (біологічні види та їх співтовариства) не встигають до цього пристосуватися;

- *збільшення темпів міграції населення планети*. Інтенсивне зростання комунікаційної (у тому числі, транспортної) діяльності людини значною мірою змінює природні процеси метаболізму планети (тобто обмін речовин, енергії та інформації). Природні системи не встигають перебудуватися і прилаштуватися до таких турбулентних умов.

- *суттєве збільшення кількості виробництва енергії на планеті*. Кінець XX століття та початок XXI явно продемонстрували реальну загрозу порушення енергетичної системи планети.

Напрямки розв'язання проблем стратегії сталого розвитку.

На даний час розглядаються лише 2 можливих напрямки забезпечення сталого існування людської цивілізації: *консервативний і прогресивний*. Перший пов'язаний з консервуванням і поступовим покращанням за рахунок властивостей самовідновлення природних систем існуючого стану системи "людина-природа". Другий - з випереджувальними прогресивними змінами цієї системи.

Консервативний підхід базується на застосуванні негативних механізмів зворотного зв'язку. За допомогою їх людство протидіє (тому вони і мають назву негативних) будь-яким змінам, які можуть створювати загрозу сталому стану екосистем. У сучасному природокористуванні зазначений підхід реалізується, зокрема, у таких формах:

- *консервативні методи*: створення заповідників, заказників, національних парків - тобто територій, де обмежується вплив на природу; заборона промислу певних біологічних видів, занесених до Червоної книги;

- *обмежувальні методи*: ліцензії на використання природних ресурсів; квоти промислу диких тварин на рівні забезпечення природного відтворення їх популяцій; стандарти на відходи або вміст шкідливих речовин у продуктах; ліміти (гранично допустимі викиди чи скиди); обмеження в часі (години, дні, сезони) роботи обладнання або промислу тварин; обмеження в кількості дітей на сім'ю тощо;

- *заборонні методи*: заборони на промисел певних видів тварин або рослин; заборони на певні види діяльності (зокрема, клонування); заборона на виробництво та застосування певних речовин (окремих пестицидів, озоноруйнівних речовин, ін.);

- *регламентуючі методи*: певний порядок обробки землі (зокрема, види обробки та види³ культур, які можна застосовувати на схилах з різним кутом нахилу); порядок транспортування та зберігання екологічно небезпечних речовин; порядок застосування та перевезення біологічних видів або біологічно активних речовин тощо;
- *стримуючі методи*: економічні санкції, штрафи, підвищені ціни, мита.

Підхід, спрямований на активацію прогресивних трансформацій, на відміну від попереднього підходу не обмежує, а навпаки, стимулює зміни за умови, що вони сприятимуть зменшенню екодеструктивного тиску на довкілля. Такий підхід базується на застосуванні механізмів позитивного зворотного зв'язку. Деякі вчені вважають, що саме цей підхід зумовив той процес, що перетворив людину із суто біологічної істоти на соціальну (інформаційну, особистісну) сутність, якою вона є сьогодні .

Використовуючи публіцистичну термінологію, можна зробити таке порівняння: якщо *консервативний* підхід змушує людину не наближатися до екологічно небезпечної "межі" (або ж відступати від екологічних проблем), то підхід *прогресивних змін* начебто змушує людину тікати від екологічних проблем, але не назад, а вперед.

Сфери розв'язання проблем

Проблема забезпечення сталого розвитку суспільства безпосередньо пов'язана з цілим комплексом економічних і соціально-економічних характеристик (виробництво національного доходу на душу населення; зайнятість населення; чисельність населення, що живе за межею бідності; рівень захворюваності; середня тривалість життя та ін.). це означає, що параметри, які характеризують сталий розвиток, мають охоплювати як *соціальний*, так і *економічний* вектори. Причому в кожному з них надзвичайно важливу роль для підтримання фізіологічних функцій людини відіграють екологічні фактори (якість продуктів харчування і питної води, чистота повітря для дихання та ін.) або формування особистісних властивостей "соціо-" (інформаційний контакт із цілісними природними системами). Однак цим роль природного середовища не вичерпується. Є всі підстави для виділення самостійного екологічного блоку серед факторів, що формують уявлення про сталий розвиток. Цей блок складають власне екологічні, тобто життєзабезпечувальні функції природи.

Таким чином, проблема забезпечення сталого розвитку суспільства лежить у площині трьох базових сфер: *соціальної, економічної та екологічної* (рис 1.2.).

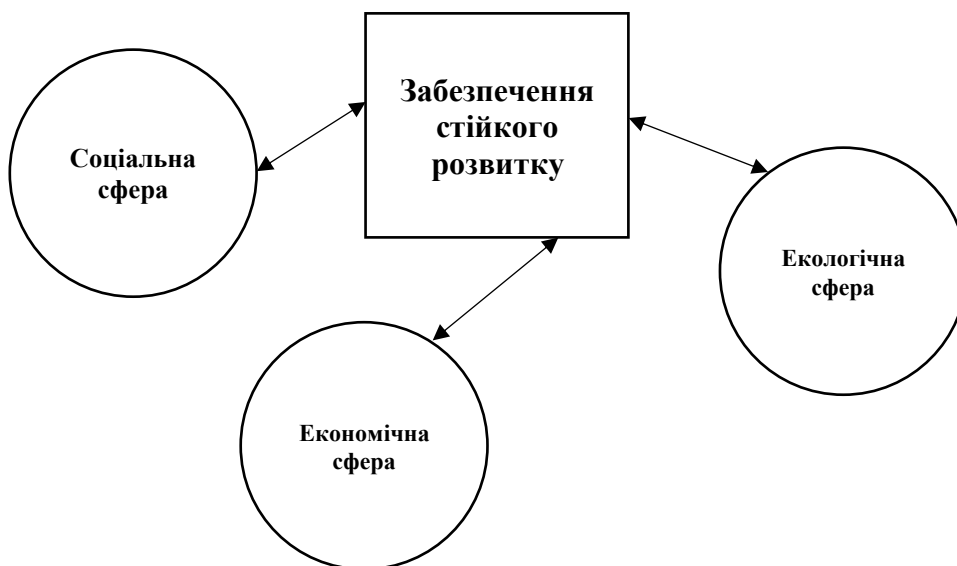


Рис 1.2. Сфери розв'язання проблем сталого розвитку

При цьому цілі, що характеризують стан підсфер, можуть передбачати:

- *В економічній сфері*: середньостатистичний дохід на одного жителя, економічне зростання; економічну ефективність; стабільність економічних систем, ін.;
 - *У соціальній сфері*: матеріальну забезпеченість населення; рівень освіти; стан здоров'я; рівень розвитку мистецтв, спорту, культури, ін.;
 - *В екологічній сфері*: екологічну ємність (асиміляційний потенціал) природних систем; рівновагу і цілісність екосистем; біорізноманіття; якість природних ресурсів; ступінь впливу на екосистеми, ін.;
 - *У соціально-економічній підсфері*: рівень зайнятості населення; соціальну справедливість у розподілі доходів і матеріальних благ; соціально-економічну мотивацію; співвідношення між максимальною і мінімальною зарплатою, ін.;
 - *У еколого-економічній підсфері*: якість середовища існування людини; можливості інформаційного контакту людини з природними системами; рівень розвитку екологічної етики; ступінь соціальної справедливості в розподілі екологічних благ у суспільстві, включаючи взаємини між поколіннями.
- *У соціально-екологічній підсфері*. народжуваність і смертність, захворюваність тощо;
 - *У соціально-еколого-економічній підсфері*. індекс людського розвитку ...

Сталий розвиток може розглядатися як один зі станів найскладнішої системи, якою є цивілізація, що розвивається на планеті в просторі і часі. Складність цієї системи колосальна, адже вона поєднує складності підпорядкованих їй підсистем - природи, суспільства, економіки. Більш того, згідно з принципом *емерджентності* ("ціле більше суми його частин"), симбіоз розглянутих трьох підсистем набуває принципово нових властивостей.

1.3. Історія формування концепції сталого розвитку суспільства

Ідеологія підкорення Природи і невичерпності її ресурсів, що одержала своє досить завершене вираження ще в XVII столітті у висловленнях Френсиса Бекона, знаходила все нові і нові підтвердження своєї ефективності в європейській практиці пізнього Відродження, і особливо епохи Просвіти. Успіхи науки, науково-технічної революції створювали уявлення про все зростаючу могутність цивілізації, про те, що людині стають не тільки поступово доступними "абсолютні знання", але і можливість реалізувати найсміливіші припущення про своє майбутнє. І ця парадигма "абсолютної могутності" дотепер впливає на світорозуміння і спосіб дії Загальнопланетарного суспільства, незважаючи на всю згубність такого бачення світу, що нам не раз демонструвала Природа термін "Sustainable development". Небезпека глобальної екологічної кризи стала очевидною ще на початку 70-х років. Скоріше навіть не кризи, а неминучого загально планетарного не благополуччя. Але сильним світу цього треба було ще цілих два десятиліття, щоб усвідомити, що мова йде не про вимисли вчених, а про деякий Природний процес, що загрожує не благополуччю окремих країн, а суспільству в цілому. І саме головне в тім, що саме політики повинні прийняти певні рішення, від яких буде залежати доля цивілізації і що політики в ще більшій мірі ніж вчені, несуть відповідальність за майбутнє загальнопланетарного співтовариства.

Навряд чи сьогодні планетарне співтовариство здатне прийняти які-небудь кардинальні рішення. Більше того, на сучасному етапі цивільне суспільство, а отже і політики, ще просто не доросли до них. Може час для таких рішень ще не настав? Проте вже сьогодні повинні бути широко опубліковані деякі, досить загальні, але в цілому корисні декларації, що фіксують не благополуччя і звертають увагу світової громадськості на необхідність пошуку колективних дій і загально планетарної **СТРАТЕГІЇ** розвитку. І дуже важливо, щоб такі заклики пролунали з вуст провідних політиків, а не тільки вчених.

І такий форум політиків, присвячений глобальним екологічним проблемам, один раз відбувся! 10

У 1992 році в Ріо-де-Жанейро на рівні глав урядів був скликаний Міжнародний екологічний конгрес. Його скликання знаменне само по собі - був найважливіший крок до загального перегляду основ нашої цивілізації, до народження майбутньої загально планетарної стратегії розвитку. І його очікувала вся наукова громадськість, усі ті, хто займався енвайроментальними (екологічними) проблемами.

Такий конгрес був не тільки необхідний, але і вже суттєво запізнився. Однак конгрес не виправдав очікувань вчених; він не зміг піднятися на достатньо високий науковий рівень. І, що ще більш важливо, він не ризикнув глянути правді в очі: уявлення сучасних політиків ще виявилися скутим традиційними трафаретами. Відмовитися від них не дозволили чисто меркантильні і політичні інтереси представників найбільш розвинених країн, насамперед США, головного споживача ресурсів і забруднювача планети, країни, для якої зміна сучасних цивілізаційних парадигм було б особливо важкою.

Замість цього було задекларовано принцип "*Sustainable development*", який стверджував неприпустимість необмеженого і безконтрольного використання ресурсів і забруднення біосфери, що саме по собі, звичайно, варто вітати! Але обмежитися тільки подібною декларацією в сучасних умовах украй недостатньо і небезпечно! Подібне завершення конгресу було програвшим ще по одній причині: принцип "*Sustainable development*" був поданий у такій формі, що світова громадськість сприйняла задачу реалізації цього принципу як деяку абсолютну панацею — народилося уявлення про те, що людство вже має у своєму розпорядженні рецепт подолання екологічної кризи і йому відомий вихід на траєкторію благополучного розвитку. І рівень емоційної напруги суспільства, зв'язаний з погіршенням екологічної обстановки, помітно знизився, що є вкрай небажаним.

Вираз "*Sustainable development*" важко коротко перекласти на українську мову - він означає розвиток, припустимий чи погоджений зі станом Природи і її законів (дослівно це тривкий розвиток, тобто розвиток суспільства, що може тривати як завгодно довго). У всякому разі, його автори (міжнародна комісія під керівництвом мадам Гру Харлем Брутланд) мали на увазі саме цей зміст. У Росії та Україні його переклали як "сталий" або "стійкий розвиток ". Більш того, з'явилася навіть державна концепція сталого розвитку. Такий переклад терміну "*Sustainable development*" є деяким лінгвістичним нонсенсом, тому що стійкого розвитку просто не може бути — якщо є розвиток, то стабільності вже немає! Окрім того, вимовляти його без коментарів просто небезпечно: це може породити необґрунтовані ілюзії, що і відбулося.

Незважаючи на все сказане, термін "сталий розвиток" увійшов не просто в побут, але й у державні документи. На думку багатьох вчених зараз уже недоцільно відмовлятися від словосполучення "сталий розвиток" — до нього вже звикли. Але самому терміну варто додати зміст, що відповідає науковому змісту проблеми і реальних потреб суспільства. І повернутися до його споконвічного змісту.

Термін "*Sustainable development*" має потребу в коментарях. Кілька десятків років тому назад у фахівців, що займаються проблемами розвитку екосистем, з'явився термін "*Sustainability*", що відноситься до розвитку популяції, життєдіяльність якої проходить у тій чи іншій конкретній екосистемі (екологічній ніші). Він означав, що розвиток популяції повинен відбуватися так, щоб не зруйнувати цілісність, що вміщує екосистему, життєдіяльність якої, у свою чергу, не пригнічує функціонування досліджуваної популяції. Прикладом порушення умов *Sustainability* є поява в екосистемі виду-монополіста. Це явище неминуче веде до деградації екологічної ніші, і, як наслідок, до деградації самого виду.

Уже пізніше комісією Г.Х.Брутланд, був запропонований термін "*Sustainable development*", імовірно, за аналогією з біологічним терміном.

Цей термін, а тим більше його переклад як "сталий розвиток" виник у політиків, у вигляді

своєрідного компромісу між науковим розумінням сучасної реальності і прагненням політичних¹¹ лідерів запропонувати перспективи більш оптимістичні, ніж вони представляються вченим, але зате більш зручні для великого бізнесу. І необхідні тим, хто реально править світом і для кого смертельно небезпечні будь-які планетарні нестабільності.

Власне кажучи, розуміння цієї проблеми має бути наслідком логіки розвитку Природного явища, що називається "становленням людства", чи антропогенезом. Реалізацію принципу "*Sustainable development*" варто розглядати як деякий попередній етап вироблення стратегії, що забезпечить можливість збереження людства. Якщо завгодно, як деякий тайм-аут на той час, поки людство зможе сформулювати програму досить кардинальних змін планетарного образу існування і забезпечити загальну згоду по цьому питанню. Але необхідно чітко представляти, що цей принцип не є "путівкою в життя".

Г. Дейлі відзначає, що ідеї сталого розвитку, існували і активно дискутувались ще задовго до початку роботи комісії Брунтланд. Так Джон Стюарт Міл запропонував концепцією *стабільної економіки* ще в 1857 р., називаючи її "*стаціонарним станом*", під яким він розумів нульове зростання населення і запасів фізичного капіталу в умовах постійного технічного й етичного вдосконалення. Таким чином, Міл виступав за сталий розвиток, тобто розвиток без зростання, при якому якісне поліпшення життя відбувається без кількісного збільшення. Він вважав, що "стаціонарний стан капіталу та населення не означає стаціонарного стану в процесі вдосконалення життя людини" і що насправді більш вірогідне "поліпшення життя людей..., коли вони перестануть перейматися проблемами виживання". На відміну від багатьох класичних економістів Міл був переконаний, що закони, які регулюють виробництво, не керують жорстко розподілом - тому мінімальний прожитковий рівень зарплати не є необхідною рисою стаціонарного стану.

При цьому, Джон Міл, як і деякі класичні економісти, вважав, що ця концепція стосується передусім "розвинених" або "зрілих" економік (країн Півночі). Цікаво, що в наш час ідея сталого розвитку стала головним ідеалом для менш розвинених країн (так званих країн Півдня), а більш розвинені країни Півночі часто обмежують свою прихильність до цієї ідеї деклараціями. На жаль, праці Міла про стаціонарний стан були забуті, і більшість економістів і екологів кінця 20 століття ніколи не чули про цю концепцію.

Класичні економісти бачили обмеження, що мали в своїй основі демографічний і екологічний характер: залізний закон заробітної плати Мальтуса і закон збільшення диференційної ренти Рікардо (зумовлений посиленням конкуренції серед зростаючого населення за обмежену кількість землі різної якості) разом підвищували плату за кращу землю (ренту) і утримували заробітну плату на прожитковому рівні. В часи Мальтуса і Рікардо ще не було такого усвідомлення загальних екологічних обмежень, як сьогодні, хоч і не можна сказати, що вони зовсім ігнорували цей фактор у своїх теоріях. Просто увага зосереджувалась на обмеженнях, пов'язаних з розподілом, оскільки весь надлишок потрапляв до непродуктивних рук лендлордів. Хоча сам процес цього накопичення якраз і був зумовлений демографічним тиском зростаючого робітничого класу та екологічним фактором різної родючості землі, що призводило до збільшення ренти за землю вищої якості.

Г. Дейлі зауважує, що сьогодення неокласична економічна теорія починається з нефізичних параметрів (технології, преференції і розподіл доходу вважаються заданими) і досліджує, яким чином треба скоригувати фізичні змінні параметри - кількість вироблених товарів і використаних ресурсів, щоб вони відповідали стану рівноваги (або врівноваженому темпу зростання), що визначається цими нефізичними параметрами. Таким чином, нефізичні якісні характеристики є заданими, а фізичні кількісні величини підлягають коригуванню. В неокласичній теорії таке "коригування" майже завжди включає в себе зростання. Проте нова парадигма, що сьогодні формується (стабільний стан, сталий розвиток), починається з фізичних параметрів (обмежені можливості довкілля, складні екологічні взаємовідносини, закони термодинаміки) і намагається з'ясувати, як можна досягти справедливої

рівноваги між нефізичними змінними параметрами (технологіями, перевагами, розподілом та¹² стилем життя) і складною біофізичною системою, частиною якої є біосфера. За такого підходу заданими є фізичні кількісні параметри, а змінними стають нефізичні якісні моделі життя. Ця новітня парадигма більше схожа на класичну, ніж на неокласичну економіку, оскільки коригування відбувається шляхом якісного розвитку, а не кількісного зростання.

Сталий розвиток означає сьогодні двосторонній процес, у результаті якого Південь повинен наближатися до Півночі за рівнями й моделями споживання, а країни півночі впроваджувати принципи самообмеження темпів свого розвитку і споживання природних ресурсів. Проте сучасні рівні й моделі споживання розвинених країн поки що не вдається поширити на весь світ без того, щоб не перевищити екологічних можливостей довкілля, тобто без споживання природного капіталу і, таким чином, без зменшення здатності Землі підтримувати життя і добробут у майбутньому. Очевидно, що людство вже сьогодні споживає природний капітал і кожна країна зараховує його на свої національні рахунки як поточний дохід. Щоб усвідомити екологічні наслідки поширення на всю планету досягнутих розвиненими країнами рівнів споживання ресурсів достатньо лише уявити, що 5 млрд. жителів

Півдня живуть з автомобілями, холодильниками, пральними машинами тощо, а також почнуть харчуватися на вищому рівні харчового ланцюга - стануть їсти більше м'яса і менше зернових продуктів. Така експансія може суттєво підірвати екологічні можливості планети підтримувати життя в майбутньому.

Ще одне цікаве порівняння наведено Г. Дейлі про зв'язок між сучасною економічною наукою і довкіллям у вигляді квадрата з поміткою "економіка" і двох стрілок, одна з яких із поміткою М - "вхідні ресурси", була спрямована всередину прямокутника, а інша з поміткою М - "вихідні продукти" - назовні. Якщо ж на діаграмі відобразити довкілля, то було б доцільно охопити цю діаграму колом, що репрезентувало б навколишнє середовище (рисі). При цьому зв'язок між довкіллям і економікою стає яснішим, оскільки економіка є підсистемою довкілля і залежить від нього, черпаючи звідти вхідні сировинні ресурси і скидаючи туди відходи.

Цікаво, що такий простий малюнок має таке величезне значення. Окреслюючи навколо економіки границі довкілля, стає очевидним, що економіка не може розширюватись за межі довкілля і що Міл мав рацію в тому, що населення і накопичення засобів виробництва не можуть неухильно збільшуватись, і в певний момент кількісне зростання має поступитись якісному розвитку для продовження прогресу.

Якщо сьогодні визнати, що зростання обмежене фізично або навіть економічно, то для боротьби з бідністю залишається тільки один шлях - контроль за чисельністю населення, з одночасним перерозподілом багатства і доходів та технічним підвищенням продуктивності ресурсів. Проте більшість експертів і політиків вважає **самообмеження** споживання, перерозподіл доходів і контроль за чисельністю населення політично і організаційно неможливими. Збільшення продуктивності використання ресурсів вважається хорошою ідеєю, поки вона не входить у протиріччя з такими чинниками, як продуктивність капіталу і праці: поки не зрозуміємо, що в розвинених країнах ми досягли високої продуктивності й високої віддачі на вкладений капітал і працю - і, як наслідок, послаблення класового конфлікту - шляхом марнотратного використання ресурсів, або іншими словами, шляхом принесення в жертву продуктивності ресурсів. Між тим, саме *ресурси*, зрештою, є *довготерміновим обмежуючим чинником*, і тому економічна логіка підказує, що саме вони й мають бути тим фактором, продуктивність якого слід максимізувати. Політична ж спокуса заперечити це є просто непереборною.

Коли навколо економіки окреслюється обмежувальна лінія довкілля, ми переходимо від економічної теорії "порожнього світу" до економічної теорії "наповненого світу" - тобто від світу, в якому вхідні і вихідні чинники економіки необмежені, до світу, в якому вони стають дедалі більш

обмеженими в результаті виснаження і забруднення обмеженого за розмірами довкілля. При цьому¹³ логіка економічної діяльності залишається незмінною - необхідно заощаджувати на дефіцитних факторах. Але характер дефіциту докорінно змінюється: *дефіцитними чинниками стають вже не засоби виробництва, створені людьми, а природний капітал, що залишився; тобто не рибальські човни, а популяція риби, що залишилась у морі.* Тому стратегія діяльності теж повинна радикально змінитись. Ось чому чиниться такий опір простому малюнку. Те, що малюнок є одночасно таким простим і очевидно реалістичним, пояснює, чому його не хочуть розглядати послідовники економіки зростання.

Відомо, що одним із способів вихолощення змісту будь-якої концепції є розширення її меж до такої міри, щоб вона стала всеохоплюючою. На початок 1991 р. фразеологія "сталого розвитку" стала настільки модною, що вже абсолютно все повинно було бути сталим, у результаті чого порівняно ясне поняття екологічної сталості економічної підсистеми було поховане під "корисними" доповненнями на зразок соціальної сталості, політичної сталості, фінансової сталості, культурної сталості і таке інше. Будь-яке визначення, що включає в себе абсолютно все, не має ніякого сенсу. Але якщо хтось заперечує проти включення культури у визначення сталого розвитку, то його звинувачують у тому, що він заперечує важливість культури. Дуже швидко визначення сталого розвитку почало включати навіть право людей на мирне зібрання. Право на мирне зібрання дуже важлива річ, але не слід включати всі важливі речі до визначення сталого розвитку. Цей термін набув такої популярності, що кожен відчував, що справа, якою він опікується, повинна входити до загального визначення, бо інакше вона без вагань буде приречена на забуття.

У 1995 р. було опубліковано спільну заяву відомих вчених-економістів і екологів під назвою "Економічне зростання, екологічний потенціал і довкілля". В цій заяві наголошується, що, по-перше, *ресурсна база довкілля є скінченою*; по-друге, *екологічний потенціал нашої планети є обмеженим і*, по-третє, *економічне зростання не є панацеєю від погіршення якості довкілля.*

Економічне зростання - окрім того, що воно є неправильним засобом лікування, - є ще й головною причиною екологічної деградації (разом із збільшенням чисельності населення). Для цього треба розділити економічне зростання, визначене як збільшення ВВП, на його кількісний фізичний компонент (збільшення потоку ресурсів) і якісний нефізичний компонент (поліпшення ефективності використання ресурсів). Тоді стає зрозумілим, що загальне збільшення ресурсопотоку є насправді головною причиною деградації довкілля, в той час як поліпшення ефективності використання ресурсів дає можливість зберігати довкілля шляхом зменшення потоку ресурсів або застосування більш безпечної комбінації продуктів. Таким чином, *розвиток (підвищення ефективності використання ресурсів) без зростання (збільшення ресурсопотоку) можна вважати сталим розвитком.* Більше того, зростання у фізичному сенсі може бути анти економічним або навіть шкідливим, тобто, починаючи з певної величини, збільшення потоку ресурсів може призвести до того, що екологічні витрати будуть зростати швидше, ніж вироблені блага, що зробить нас біднішими, а не багатшими.

1.4. Система та її зміни

Система - це сукупність окремих частин, об'єднаних у ціле, що породжує якусь нову якість, якої не мали частини (підсистеми), з яких складається система. Інакше кажучи, система має властивості, які відсутні у її частин.

Приклади: *нежива система (речовина, автомобіль, будинок, галузь економіки тощо) і жива (ікринка, рослина, тварина - любий живий організм) системи та різниця між: ними: вода має дивовижні 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 - перевозити людей або вантаж: з т. А. в*

т. Б.; усі види ссавців мають стандартний набір органів, але неповторно різняться своїми формами¹⁴ і функціями. Це означає, що подібні компоненти можуть утворювати зовсім різні системи.

Система - це ціле, що більше суми його частин (за визначенням древніх філософів), а за визначенням сучасних економістів - система, це коли $2+2=5$.

Система має подвійну природу: *матеріальну* та *інформаційну*. Інформаційна програма взаємодії матеріальних частин в просторі й часі поєднує їх у систему і забезпечує її якісний приріст. При цьому, стан системи визначається сукупністю значень характерних для даної системи величин, які називаються параметрами стану.

Приклади: Стан організму характеризується параметрами обмінних процесів, за допомогою яких організм обмінюється з навколишнім середовищем речовиною, енергією та інформацією. Ці процеси, у свою чергу, пов'язані з внутрішніми параметрами самого організму: температурою, кров'яним тиском, швидкістю процесів тощо.

Стан екологічної системи визначається її структурою, кількісним складом кожної екологічної ніші, трофічними зв'язками, енергобалансом.

Стан економічної системи визначається обсягом товарно-грошових потоків, що проходять через систему, балансом її доходів-витрат.

Стан технічної системи визначається її структурою, техніко-економічними характеристиками складових елементів і зв'язками між ними. Наприклад, стан механічної системи в кожний момент характеризується значеннями координат і імпульсів усіх матеріальних точок, що утворюють цю систему, а стан електромагнітного поля характеризується значеннями напруженості електричного і магнітного полів в усіх точках поля в кожний момент часу.

Розвиток – це *незворотна, спрямована і закономірна* зміна матеріальних (*речовина, організм, екосистема, підприємство*) та ідеальних (*мова, мораль, культура, релігія*) об'єктів. Процеси розвитку характеризуються обов'язковою наявністю цих трьох зазначених властивостей. Розвиток - це загальний принцип пояснення історії природи, суспільства та пізнання. Виділяють дві форми розвитку, між якими існує діалектичний зв'язок: *еволюційну*, пов'язану з поступовими кількісними змінами об'єкта (еволюція) і *революційну*, пов'язану з якісними змінами в структурі об'єкта.

Незворотність - властивість процесів довільно протікати у певному напрямку без можливості природного повернення у вихідний стан. Система, в якій відбулися незворотні процеси, не може повернутися у вихідний стан без того, щоб у навколишньому середовищі не залишилося якихось змін.

Спрямованість - здатність системи змінюватися в одних напрямках більшою мірою, ніж в інших. Ця властивість *надає змін певного вектору*, забезпечує можливість накопичення змін і *виникнення нової якості*. Властивості *незворотності* і *спрямованості* функціонально суттєво відрізняються, доповнюють одна одну. Маючи властивість незворотності система може змінюватись в різних напрямках, за кожним із яких її рух буде односпрямованими (від минулого до майбутнього, від меншого до більшого тощо).

Незворотність у сполученні зі *спрямованістю* може значною мірою прискорити розвиток системи. При цьому незворотність буде закріплювати зміни, що відбуваються, а спрямованість надає змінам найбільш ефективного характеру - попереджає безцільні хитання з боку вбік.

Закономірність - це властивість системи відповідати певним законам (*закон* - це необхідний, істотний, постійно повторюваний взаємозв'язок явищ реального світу, що визначає етапи і форми процесу розвитку явищ природи, суспільства і духовної культури).

Таким чином, розвиток - це *незворотна, спрямована і закономірна* зміна системи на основі реалізації властивих їй механізмів *самоорганізації*.

При цьому під **самоорганізацією** мають на увазі процес упорядкування внутрішньої структури і потоків енергії, речовини та інформації через систему, який забезпечується механізмами регуляції

Саморозвиток - це внутрішньо необхідна довільна зміна або трансформація системи, обумовлена її внутрішніми суперечностями.

Самоорганізація спрямована на впорядкування системи, що обумовлює досягнення цілком певної *стійкості*, вірніше стабільності системи, у той час як саморозвиток однозначно передбачає *зміну* системи. Це протиріччя, проте, має діалектичний, взаємообумовлений характер, адже саморозвитку не може бути без самоорганізації, яка забезпечує стан стійкості.

1.5. Стани та характеристика систем

Будь-які перетворення системи потребують від неї витрат енергії -**розвиток є водночас процесом накопичення і перетворення енергії**. Система повинна отримувати енергію із зовні, тобто бути **відкритою** і мати змогу здійснювати обмін енергією і речовиною із зовнішнім середовищем.

Таким чином, однією з умов розвитку системи є метаболізм, тобто обмін речовиною всередині системи, а також необхідність збереження внутрішньої структури системи, її самоорганізація - **стаціонарність**. Стаціонарний стан - це стан динамічної рівноваги або квазірівноважний стан.

Стаціонарний стан - стан системи, при якому деякі істотні для системи величини і характеристики не змінюються з часом. Стан стаціонарності забезпечується гомеостазом.

Гомеостаз (від грец. homoіos - подібний, однаковий і stasis -нерухомість, стан) - відносна динамічна сталість складу і властивостей системи.

Стаціонарність і гомеостаз системи забезпечують її стійкість і самобутність.

Відкритість системи. Будь-які перетворення системи потребують від неї витрат енергії. Тим більш неминучі енергетичні витрати при трансформаціях так званого прогресивного типу (тобто від простого до складного, від нижчого до вищого і т.д.).

Отже, для забезпечення свого розвитку будь-яка система має «вирішити» дві принципові проблеми. По-перше, вона повинна десь отримувати енергію. По-друге, вона має бути певним чином внутрішньо структурована (організована). Ця організація має поряд з іншими забезпечити здатність накопичувати, закріплювати і перетворювати енергію. Усе це потрібно, у кінцевому рахунку, для здійснення тих самих незворотних, спрямованих і закономірних змін.

Шлях вирішення першої проблеми очевидний. Система має бути *відкритою*, тобто мати обмін із зовнішнім середовищем. Тільки за такої умови система може забезпечити приплив енергії.

Відкрита стаціонарна система - тріада нерозривних понять, в якій приховані таємниці світобудови, що дарують нам нескінченне різноманіття природних форм і явищ.

1.6. Формування закономірностей взаємодії людини і природи

Основні етапи еволюції біосфери; біологічна еволюція, еволюція як умова існування життя, системність і організованість життя, етапи виникнення життя. Вчення В.І. Вернадського про біосферу,

Уже в часи палеоліту первісні люди стали якісно виділятися серед інших тварин: тільки в них владі біосоціальних законів була протипоставлена моральність, тільки в них одних виник духовний світ, але й з'явилися інші цінності, відмінні від проблем біологічного виживання. Нарешті, наші предки віддали перевагу суспільному розвитку над біологічним, чисто індивідуальним. Але багато в чому вони залишалися ще "дітьми Природи", мало відрізняючись від інших хижаків. Вони жили полюванням і вписувалися в природний кругообіг речовин у Природі. Чим краще була їхня зброя, чим краще була організація колективного полювання, тим більше в них було їжі і швидше росла чисельність населення. І всякий новий прийом до видобутку їжі ними використовувався з усією тією ефективністю, на яку вони були здатні. У цьому людина майже нічим не відрізнялася від звичайних

тварин (утім, як і тепер). Неоліт, тобто епоха швидкого удосконалювання технології обробки і¹⁶ використання каменю, перетворила біологічний вид Homo Sapiens у хижаків-монополістів: створення нової зброї (головним чином, металеві) поставило людство поза конкуренцією серед інших хижаків. Очевидно, за декілька тисячоліть практично цілком були знищені відмінності географічних зон, де відбувались події, надзвичайно важливі для розуміння генезису сучасних цивілізацій. Це одна з причин того різкого розмежування цивілізацій на традиційні і "техногенні", що спостерігається й у сучасному світі. І одна з причин того, що дивергенція видова (біологічна), характерна для палеоліту, змінилася дивергенцією цивілізаційної. І не випадково, що саме Близький Схід зробився одним з центрів формування цивілізації традиційного типу. Їх народжували, насамперед, географічні і кліматичні особливості цієї частини Євразійського суперконтиненту.

Після кожної з цих катастроф виникала, за виразом М.М.Мойсеєва, "нова планета" зі своїми особливостями планетарного життя. Щораз непередбачувана еволюція народжувала нові форми організації живої речовини й особливості її розвитку. Організація планетарного життя якісно змінювалась і кожна з цих катастроф була черговою ступінню сходження Життя шляхом становлення Розуму.

Перша біфуркація вирвала з тваринного світу один з його видів, що виявився здатним не просто розвинути свій мозок, але і почати створювати штучні знаряддя праці і підкоряти вогонь. На Землі виникла "друга природа", цілеспрямовано створювана представниками живого світу. Планета збагатилася новими можливостями розвитку.

Друга біфуркація привела до виникнення якісно нового способу поведження живої речовини. На Землі затвердився живий вид, що створив основи моральності, вид, що "відмовився" від чисто біологічного удосконалювання в ім'я розвитку суспільних форм організації, в ім'я створення нового типу пам'яті і, в остаточному підсумку, в ім'я створення Колективного Інтелекту.

Нарешті, *третьою біфуркацією*, коли людина знову опинилася на порозі свого зникнення з обличчя планети, ознаменувалася створенням штучних біосистем - агрокосистем. Виник новий тип еволюційного розвитку, а в людства виникла приватна власність і нові стимули для своєї активності — почалася ера сучасних цивілізацій.

Таким чином, за порівняно короткий час, за четвертинний період, щонайменше, тричі відбувалася якісна зміна характеру еволюції біосфери, і щораз це були ступіні по шляху сходження до Розуму і на кожній ступіні виникала "нова планета"!

За теорією І. Пригожина система суспільство-природа, досягнувши точки біфуркації (наша цивілізація її практично досягла), повинна буде перебудуватися або зруйнуватися. Однак розпад старої системи зовсім не означає, що в системі настане хаос. Біфуркація буде стимулом до розвитку біосфери новим, невідомим нам шляхом. Безперечно, біосфера продовжить свій розвиток, але людині з такою філософією життя, як сьогодні, в ній місце навряд чи знайдеться.

Біосфера (грец. *біос* - життя, *сфера* - оболонка) - оболонка Землі, в якій існує життя. Вперше в такому розумінні цей термін ввів австрійський геолог Едвард Зюсс (E. Suess) у 1873 р.

Еволюція біосфери тісно пов'язана з **еволюцією Землі** і умовно поділяється на кілька фаз:

- **перша** - формування ранньої земної кори, атмосфери і гідросфери, виникнення *геологічного кругообігу речовини* - циркуляції атмосферних мас, води і розчинених у ній мінералів, переміщення продуктів гірських порід на поверхню планети і знову в її надра (близько 4,6 млрд. років тому);
- **друга** - хімічна еволюція (4,6-3,8 млрд. років тому) - розвиток процесів синтезу і накопичення простих органічних сполук, необхідних для існування життя (амінокислот, простих пептидів, азотистих основ, простих вуглеводів);
- **третьою** - розвиток давньої біосфери (3,8-1,2 млрд. років тому), еволюція прокаріотичного світу, виникнення *біологічного кругообігу речовин*, формування кисневої атмосфери;

- **четверта** - виникнення еукаріотів, заселення суші, розвиток сучасного біорозмаїття світу (1,2 млрд.¹⁷ років тому - теперішній час).

Цілісне вчення про біосферу було створено В.І. Вернадським (1919, 1926), який вирізняв шість головних типів речовини біосфери:

- **жива речовина** - сукупність усіх існуючих на Землі рослин, тварин, мікроорганізмів, грибів;
- **біогенна речовина** - органічні і органо-мінеральні продукти життєдіяльності живих організмів (нафта, кам'яне вугілля, торф, крейда, горючі сланці, апатит);
- **нежива (косна) речовина** - в утворенні якої організми не брали участі (атмосфера, вода, гірські породи абіогенного походження, інформація тощо);
- **біокосна речовина** - продукт взаємодії живої речовини і неживої матерії (грунт);
- **радіоактивна речовина** - сукупність хімічних речовин, до складу яких входять один або кілька радіоактивних елементів. Радіоактивні ізотопи хімічних елементів називають радіонуклідами (найпоширенішими на Землі є радіонукліди урану U, торію Th, актинію Ac і калію K, які зумовлюють існування радіогенної теплоти і разом з космічними променями формують природний радіаційний фон; нагромаджуючись в живих організмах радіонукліди можуть спричинити променеве ураження);
- **космічна речовина** - космічний пил та метеорити. До складу біосфери входять частини геосфер, в яких умови придатні для існування живих організмів (рис 1):

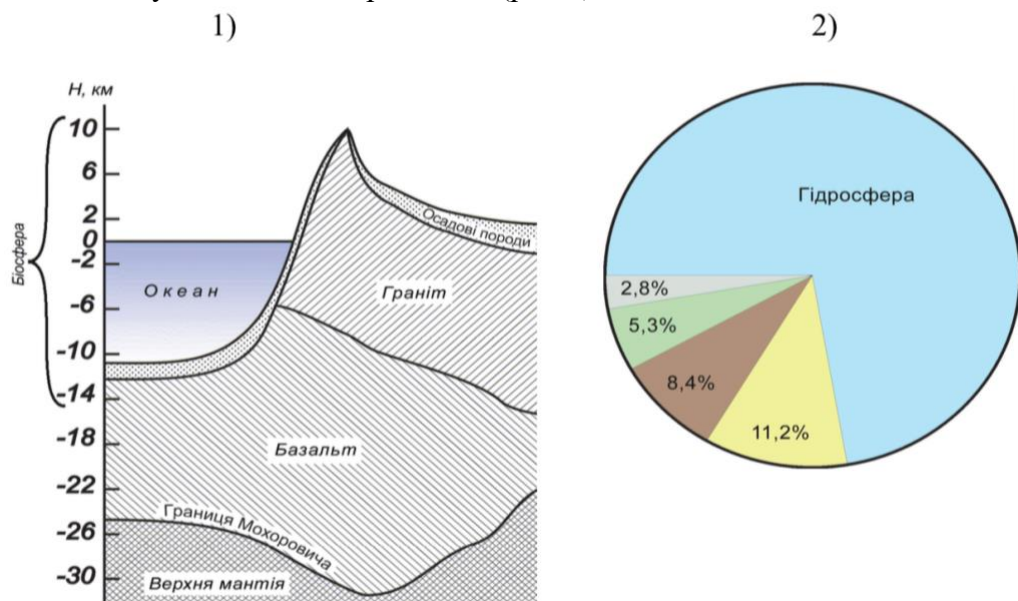


Рис. 1.3. Вертикальна (1) і горизонтальна (2) структура біосфери:

72,3% - гідросфера, 11,2% - пустелі і тундра, 8,4% - ліси, 5,3% - степи і пасовища,

- **нижня частина атмосфери** - від поверхні Землі до озонової оболонки, тобто до висоти близько 25-30 км (рис. 1.3). Атмосфера складається із суміші газів (молекулярний азот - 78%, кисень - 21 %, аргон - 0,93%, вуглекислий газ - 0,03%, інші гази - менше 0,005% за об'ємом) та колоїдних домішок (пил, краплі води, кристали тощо);

- **вся гідросфера** - водна оболонка, яка закриває 2/3 поверхні планети (до найбільшої глибини - Маріанської улоговини в Тихому океані -11 030 м). Більше 40% води міститься в земних надрах (у літосфері). Об'єм гідросфери складає близько $137 \cdot 10^6$ км³, а хімічний склад наближається в середньому до складу морської води. Із загальної маси води близько 98% знаходиться в океанах і морях і тільки 0,35% - прісні води; • **верхня частина літосфери** - тверда оболонка Землі, де вода перебуває в рідкому стані (до глибини приблизно 5 км, хоча поклади корисних копалин біогенного походження - сліди колишніх біосфер, які В.Вернадський назвав "палеобіосферами", розташовані значно глибше).

Між літосферою, гідросферою і атмосферою постійно відбувається речовинний і енергетичний взаємообмін, проявом якого є, зокрема, землетруси і виверження вулканів.

Усі ці складники об'єднують в єдину оболонку життя живі організми, які не лише існують у¹⁸ біосфері, а й є її творцями. Тому В.Вернадський писав, що "Біосферу можна розглядати як частину земної кори, зайняту "трансформаторами", що перетворюють космічне випромінювання на корисну земну енергію - електричну, механічну, хімічну, термічну та інші". Цю роль виконує жива речовина (сукупність живих організмів), яка є основним поняттям як в екології, так і у вченні про біосферу. За В.Вернадським жива речовина - це біогеохімічний фактор планетарного масштабу, під дією якого відбувається перерозподіл, міграція і розсіювання хімічних елементів.

Значення і стійкість біосфери визначається тим, що:

- біосфера слугує не просто джерелом ресурсів для людини, а й приймачем відходів її виробництва та життєдіяльності – це надзвичайно складна система, фундамент життя, в якій біота сама забезпечує стабільність навколишнього середовища;
 - біосфера має граничну господарську ємність, перевищення якої порушує стійкість біоти і довкілля;
 - у межах господарської ємності біосфера і екосистеми функціонують згідно з принципом Ле Шательє, швидко відновлюють усі порушення рівноваги у довкіллі, залишаючи його стійким; здатність відновлення в абсолютних величинах, як і межа господарської ємності, змінюються від ландшафту до ландшафту залежно від продуктивності біоти: в пустелях вона найменша, в лісах -найбільша;
 - перевищення господарської ємності зумовлює недотримання принципу Ле Шательє біотою, порушення біологічного кругообігу речовин, деградацію екосистем, забруднення довкілля;
 - забруднення і руйнування навколишнього середовища призводить до трансформації екологічних ніш і загибелі багатьох видів організмів;
 - головне завдання людини - збереження і відновлення природних угруповань організмів у таких масштабах, які забезпечать господарську ємність біосфери в цілому;
 - межу росту людства зумовлює господарська ємність біосфери, верхнім порогом якої є переведення в антропогенний канал понад 1 % чистої первинної продукції біоти (фотосинтезу); перевищення цього порогу призведе до глобальної екологічної катастрофи і розпаду геному людини і, як наслідок, зникнення її як виду.

Найважливішими рисами біосфери є існування в її межах живої речовини і постійний матеріально-енергетичний обмін з космосом. Наявність життя - це головне, чим відрізняється Земля від інших планет сонячної системи.

Приблизно так, поступово, від мавпи, пішов наш прямий предок -кроманйонець, від якого ми не відрізняємось ні об'ємом мозку, ні будовою, ні фізичними параметрами нашого тіла. Більш того, виявляється, що розумовий розвиток зупинився ще раніше. Дослідження показують, що на неандертальцях зупинилось подальше збільшення об'єму мозку і розвиток природного інтелекту - це сталося майже 100 тис. років до н.е.

1.7. Механізми стійкості систем

Зміст і функції системи

Будь яка система має матеріально-інформаційну природу (рис.1.4), формуючись в єдності матеріальної та інформаційної основ.

Матеріальна основа - це сукупність об'єднаних в системне ціле матеріальних елементів, що дозволяють здійснювати комплекс функцій, необхідних для існування і розвитку системи. Основне призначення матеріальної основи - виконання роботи для здійснення метаболізму (речовинно-

Інформаційна основа - це нематеріальна сутність, що пов'язує в системне ціле матеріальні елементи системи і забезпечує в просторі і часі впорядкованість системи (включаючи її стійкість і мінливість).

Основне призначення інформаційної основи - управління процесами роботи, що виконується системою для здійснення метаболізму.

Інформаційна основа реалізує три групи функцій:

- формує пам'ять системи та її підсистем;
- проводить збір, обробку та аналіз первинної інформації;
- здійснює виробництво нової інформації.

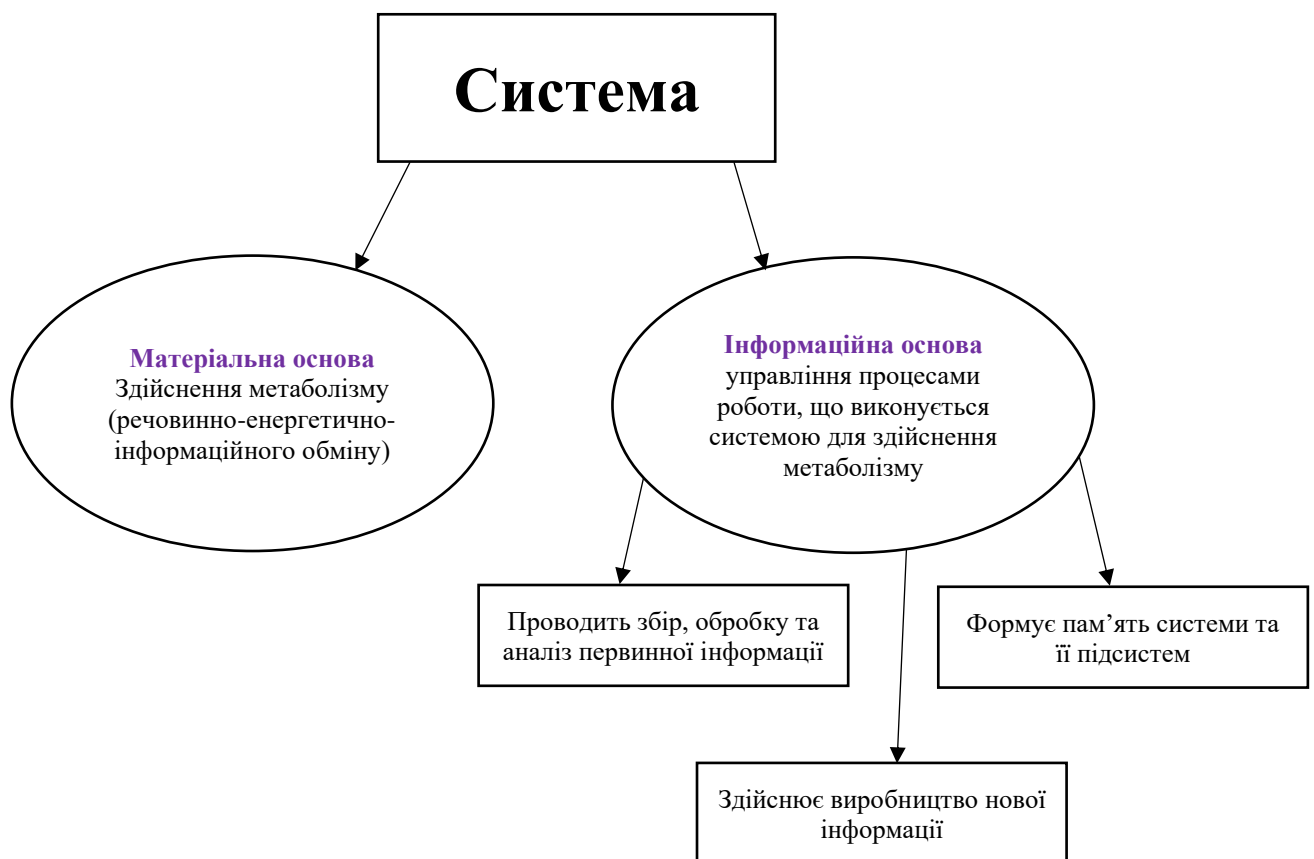


Рис. 1.4. Зміст системи

Інформаційна основа може функціонувати лише в єдності з матеріальними засобами, які забезпечують функції виконання необхідної роботи зі збору та переробки інформації. Таким чином, метаболізм - це не тільки обмін речовиною та енергією, алей обмін інформацією.

Діяльність, яку здійснює система, умовно можна розділити на два види: роботу внутрішнього обміну і роботу зовнішнього обміну.

Завдання внутрішнього обміну - вилучення вільної енергії з речовинно-енергетично-інформаційних потоків, що імпортуються системою із зовнішнього середовища.

Завдання зовнішнього обміну - здійснення процесів метаболізму із зовнішнім середовищем.

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

- збір, зберігання і відтворення інформації;
- утримання просторового взаємозв'язку (тобто структури) окремих складових (підсистем) системи;
- підтримання в часі порядку процесів, що відбуваються в системі, зокрема, синхронізація діяльності окремих ланок;
- здійснення процесів трансформації речовинно-енергетично- інформаційних потоків (далі-потоків) з метою вилучення вільної енергії;
- транспортування зазначених потоків всередині системи;
- відновлення (репродукція) функціональних підсистем, що втрачають свої властивості в результаті "спрацювання" або під дією проникаючих з потоками в систему шкідливих агентів (тобто йдеться про своєрідний „капітальний і поточний ремонт" компонентів системи);
- вилучення із зовнішнього середовища речовин, енергії та інформації („негативна ентропія");
- видалення в зовнішнє середовище відходів діяльності системи („позитивна ентропія");
- захист системи від негативної дії зовнішнього середовища;
- корегування (підлаштування) діяльності окремих підсистем залежно від параметрів потоків, що потрапляють в систему і циркулюють у ній; таке підлаштування, зокрема, необхідне при відхиленні параметрів потоків від оптимальних значень, а крім того, при зміні властивостей самої системи (наприклад, її тимчасового розрегулювання).

Чим ефективніше виконується кожна із зазначених функцій, тим ефективніша діяльність усієї системи, тим вища можливість накопичення системою „вільної енергії". Ефективність у даному випадку може бути визначена співвідношенням кількості енергії, корисно використаної безпосередньо на реалізацію даної функції, і загальними витратами енергії. Це і є своєрідний ККД. У свою чергу, ефективність системи і її підсистем буде тим вища, чим нижчими будуть втрати (дисипація) енергії.

Зазначені функції реалізуються на основі діяльності відповідних підсистем. Кожна підсистема формується з матеріальної та інформаційної основ. У кожній підсистемі можна виділити три ключові функціональні блоки, які умовно можна назвати:

- 1) робочий;
- 2) репродуктивний;
- 3) корегуючий.

Робочий блок пов'язаний із здійсненням функцій просторово-часового управління потоками та їх трансформацією з метою вилучення вільної енергії. Фактично цей блок реалізує основну мету функціонування системи.

Робочий блок виконує надзвичайно важливу роль у забезпеченні ефективності діяльності системи, визначаючи склад і зміст двох інших блоків.

Репродуктивний блок - це матеріально-інформаційні засоби, що відповідають за репродуктивні функції відповідної підсистеми, тобто, по суті, за відтворення „робочого блоку".

Блок корегування призначений для управління станом (режимом) системи. Фактично він виконує оперативні диспетчерські функції. Річ у тім, що основні підсистеми здатні ефективно функціонувати в дуже вузьких інтервалах оптимальних значень. Будь-яке відхилення від даних значень потребує компенсаційної діяльності, яка називається механізмами зворотного зв'язку.

Від діяльності блоку корегування залежать умови стійкості системи, а часто і взагалі її цілісності та існування.

1.7.1. Механізми зворотного зв'язку: негативний зворотній, позитивний зворотній 21

Зворотнім зв'язком називається зворотний вплив системи у відповідь на вплив зовнішній. Наприклад, своєю поведінкою системи може впливати на чинник, який діє на неї з боку зовнішнього середовища, зокрема, гасити або, навпаки, підсилювати його.

Цим чинником може бути механічна, теплова, електромагнітна, хімічна та інші види дії.

Розрізняють **негативний зворотний зв'язок**, коли своєю поведінкою системи послаблює дію чинника, і **позитивний зворотний зв'язок**, коли своєю поведінкою системи підсилює його.

При негативному зворотному зв'язку для компенсації змін впливу зовнішнього середовища включаються допоміжні механізми системи, що діють у напрямку, зворотному напрямку дії середовища. Саме тому вони називаються механізмами негативного зв'язку. З їх проявом нам доводиться стикатися щодня.

Механізм негативного зворотного зв'язку забезпечує підтримання існуючого гомеостазу.

Механізми негативного зворотного зв'язку діють в напрямку, зворотному впливу зовнішнього середовища

Механізми негативного зворотного зв'язку діють у природі (пригадаємо хоча б регулювання відносин в системах типу "хижак -жертва").

Механізми негативного зворотного зв'язку діють в організмі людини і реалізуються системою фізіологічних регуляторних механізмів. Найважливішу функцію виконує центральна нервова система і кора головного мозку та ендокринна система (нейрогуморальна регуляція)

На використанні подібного механізму побудована більшість регулювання приладів у техніці. Дія негативного зворотного зв'язку науково узагальнена фізиками Ле Ательє (1884) і К. Браном (1887) на прикладі термодинамічних систем. Принцип Ле Ательє - Браном в сучасному викладі визначає, що стаціонарна система, виведена зовнішньою дією зі стану з мінімальним виробництвом ентропії, стимулює розвиток процесів, спрямованих на ослаблення зовнішньої дії (Дубнищева и др.,1998).

Механізми негативного зворотного зв'язку.

1. За видом компенсаційної реакції системи умовно можна виділити два види механізмів негативного зворотного зв'язку: підвищувальні і знижувальні.

Підвищувальні пов'язані з необхідністю підвищення певних параметрів системи. Наприклад, при зниженні температури зовнішнього середовища організм змушений "розірвати" себе, інтенсифікуючи кругообіг. У цьому випадку діяльність системи найчастіше пов'язана з додатковою активністю (інтенсифікацією).

Завдяки дії **знижувальних** механізмів система прагне зменшити значення певних своїх параметрів. Наприклад, при підвищенні температури середовища організм " скидає" додаткове тело внаслідок підвищеного потовиділення. Безумовно, обидва види механізмів пов'язані з витратами енергії.

2. За напрямком дії дані механізми умовно можна об'єднати у дві групи - ендогенну і екзогенну. До першої групи (ендогенної) умовно можна віднести механізми, що діють усередині самої системи. До другої (екзогенної) - механізми, спрямовані назовні, із системи.

Внутрішньо системні механізми. Можна виділити декілька основних напрямків реалізації ендогенних механізмів негативного зворотного зв'язку. Комплексне застосування механізмів усієї системи.

Даний напрям пов'язаний з перебудовою всього організму системи для "гасіння" несприятливих чинників дії. Зокрема, при терморегуляції людини звичайно задіється практично весь потенціал

1. Створення резервних компенсаційних підсистем (органів).

Іноді буває значно ефективніше задіювати не весь потенціал системи, а лише деякі її субсистеми (органи). Цим шляхом іде багато біологічних видів. У них загальносистемна регуляція доповнюється спеціалізованою функцією деяких органів (звичайно шкіри або підшкірної клітковини).

2. Створення буферних зон, що пом'якшують дію зовнішнього середовища. На відміну від попереднього напрямку дія буферних механізмів спрямована не компенсацію ("гасіння") впливового, а на попередження його дії або зменшення амплітуди зміни (перепадів) цих впливових чинників. Це захисний бар'єр усередині самої системи, хоч він і знаходиться на її периферії. Подібні захисні бар'єри мають: наша планета (декілька шарів атмосфери), її тверде ядро (грунт), живі організми (шкіра), підприємства (вхідний контроль якості ресурсів, захист комерційних секретів, ін.), країн (силові структури).

Зовнішньо системні механізми. Дана група механізмів спрямована на корекцію умов зовнішнього середовища. У даному випадку система впливає на зовнішнє середовище з метою поліпшити умови свого метаболізму. Можна виділити декілька основних напрямків реалізації екзогенних механізмів негативного зворотного зв'язку.

1. Створення буферних зон. Ізоляційні бар'єри створюються системою в зовнішньому середовищі. Як інструменти реалізації даного виду механізмів можна назвати захисні споруди (огорожі), одяг, скафандри і захисні маски, на щастя, такою невід'ємною оболонкою поки не стали. Оцієї ж групи захисних інструментів належать різні світлозахисні козирки, рукавички, окуляри, види взуття, мастила, покриття, ін.

В окремі підгрупи, мабуть, можна виділити:

- засоби захисту від інформаційної дії (передбачають попередження інформаційного впливу, яке може руйнувати саме інформаційний код організації системи);
- інформаційні засоби захисту (використовують інформацію як засіб захисту від різних видів впливу. Найчастіше подібний захист будується на інструментах відлякування).

2. Обробка метаболічних потоків. Використовується для адаптації обмінних потоків речовини, енергії та інформації, тобто доведення їх до оптимальних параметрів.

3. Кондиціонування.

4. Просторова міграція.

5. Сезонна міграція або міграція в часі.

6. Просторово-часова міграція.

7. Кооперація з іншими системами.

Механізмів позитивного зворотного зв'язку

Стаціонарна система здатна підтримувати стан динамічної рівноваги, тільки використовуючи вироблювану нею ж вільну енергію. Динамічна рівновага може бути порушена за умови :

1. *Вільної енергії виявляється недостатньо, щоб погасити вплив зовнішнього середовища (середовище сприймається системою як надмірно суворе).*

2. *У системі накопичується надлишок енергії, яку вона не встигає витратити на свої потреби або розсіювати в навколишнє середовище (середовище сприймається як надто сприятливе).*

Трансформація рівня гомеостазу відбувається тоді, коли адаптивної здатності системи (або її енергетичних параметрів) виявляється недостатньо, щоб за даних змін середовища підтримувати незмінний рівень гомеостазу за рахунок механізмів негативного зв'язку. Таким чином, змінюватися доводиться знов-таки самій системі. Цього разу система використовує те, що фахівці називають *механізмом позитивного зворотного зв'язку*. Позитивним він називається тому, що зміни в системі відбуваються „по ходу” дії змін у зовнішньому середовищі. У разі дії механізму позитивного

зворотного зв'язку система перебудовує свою організаційну структуру, змінюючи при цьому і рівень²³ гомеостазу. Іншими словами, механізм позитивного зворотного зв'язку направлений на трансформацію рівня гомеостазу.

Трансформації гомеостазу за характером оборотності змін, що відбуваються, можна диференціювати на дві групи - оборотні і необоротні.

Оборотні трансформації передбачають можливість повернення до попереднього рівня гомеостазу без якісних змін у системі.

Необоротні трансформації пов'язані з неможливістю повернутися до колишнього якісного стану системи. Навіть спроба повернення до попереднього рівня гомеостазу не може повернути колишній якісний стан системи. Так, трансформації гусені в лялечку, а потім лялечки в метелика є необоротними.

В економіці подібні трансформації пов'язані з реструктуризацією підприємств і галузей. Повернення до старого стану вже неможливе через втрату багатьох зв'язків, що існують як усередині самої системи, так і поза нею.

Трансформаційні механізми за характером пост трансформаційних змін системи 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 припиняє існування, перетворюючись на свою спадкоємицю (або спадкоємиць) (біфуркаційні механізми).

1.7.2 Основні характеристики стійкості системи.

До основних характеристик системи відносяться: витривалість, толерантність, стійкість, еластичність, вразливість (рис.1.5).

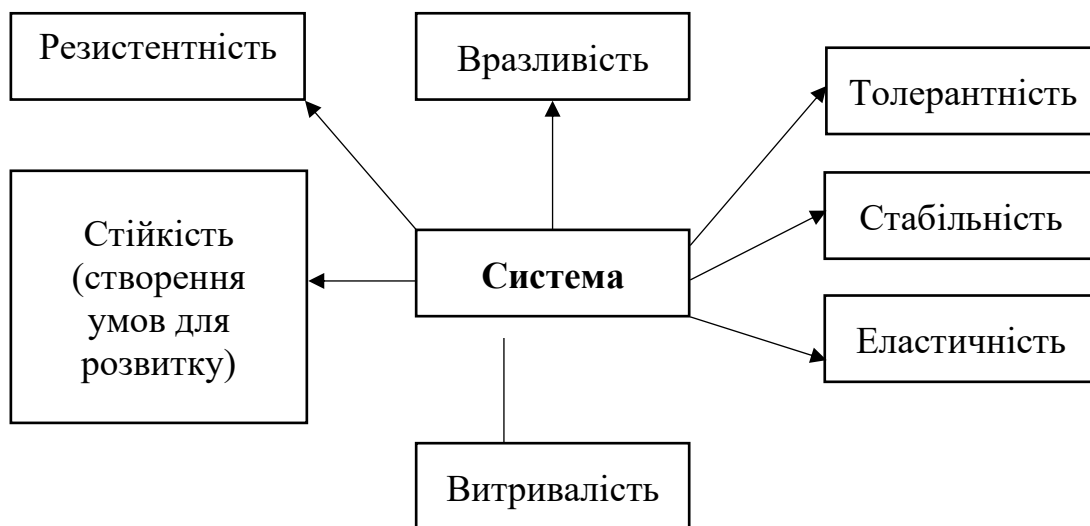


Рис. 1.5 Основні характеристики системи

Витривалість - це здатність системи зберігати свої функціональні особливості або можливість їх відновлення при відхиленні умов зовнішнього середовища від оптимальних для неї параметрів. Іншими словами, йдеться про збереження будь-яких форм існування системи (включаючи латентні - тобто пригнічені, приховані), що дозволяють уникнути необоротного припинення функціонування системи (тобто руйнування, смерті).

Таким чином, витривалість - це здатність системи уникати необоротного припинення функціонування під впливом зовнішніх чинників.

Як аналоги поняття витривалість по відношенню до різних типів систем використовуються й інші терміни. Зокрема, стосовно біологічних організмів часто говорять „живучість”. У техніці користуються поняттями „надійність”, а в суднобудуванні „плавучість” (і навіть „живучість”).

Толерантність (від лат. *tolerantia* - терпіння) характеризує здатність сприймати ті чи інші²⁴ несприятливі параметри зовнішнього середовища. Найчастіше цей термін застосовується при бажанні виразити відношення до конкретних чинників середовища. Наприклад, організми можуть бути толерантні до охолодження, нагрівання, висихання, голоду, дефіциту кисню і т. ін. Це означає, що вони можуть витримувати помітні відхилення даних параметрів убік несприятливих значень.

Проте толерантність з легкої руки біологів несе і ще одне значення, яке виходить за межі смислового поля витривалості. У біології бути толерантним (терпимим) - це означає не чинити опору (зокрема, агресивного) якому-небудь впливовий чиннику. Найчастіше витривалість на основі толерантності передбачає саме дію пасивних механізмів системи у відповідь на вплив несприятливих чинників (звичайно на основі механізмів позитивного зворотного зв'язку). **Стійкість** - це здатність системи зберігати за різних параметрів зовнішнього середовища свою структуру і функціональні особливості, достатні для діяльності.

Характеристики стабільності і стійкості є взаємопов'язаними поняттями. При цьому можна встановити такий логічний зв'язок. Стійкість системи залежить:

- а) від її здатності реагувати на зовнішній вплив середовища (тобто толерантності);
- б) від стабільності самої системи, яка визначається її внутрішніми чинниками. На відміну від витривалості, стійкість характеризує здатність системи не просто існувати, але й активно функціонувати.

Саме характеристики стійкості і стабільності системи обумовлюють підтримання системи на відносно високому рівні властивостей і функціональної активності. Це є вирішальним чинником виробництва вільної енергії в системі і, зрештою, визначає темпи її розвитку.

Таким чином, принципова відмінність між функціями витривалості і стійкості може бути виражена таким чином: витривалість дозволяє системі вижити (уціліти), а стійкість створює умови для розвитку.

Характеристикою, зворотною витривалості і стійкості системи, можна вважати її вразливість.

Вразливість системи - це нездатність протистояти зовнішнім діям. Виражається в порушенні функцій і структури системи(межа стійкості) або в повному припиненні існування системи(межа витривалості).

Еластичність системи - це її здатність відновлювати числові значення параметрів свого стану (повертатися в колишній стан) після зняття навантажень, що впливають на систему.

На відмінну від інших характеристик (див. напр., витривалість, стабільність, стійкість) при визначенні еластичності робиться акцент не на відновленні яких-небудь функціональних особливостей системи, які можуть реалізовуватися і при зміненому стані системи, але саме на відновленні в незмінному (або майже незмінному) вигляді основних параметрів системи: її структури і основних компонентів.

Важливо мати не тільки уявлення про зазначені характеристики, але й нагоду для їх кількісної оцінки. З цією метою може бути використаний ряд величин.

Всі наведені характеристики мають кількісні оцінки у вигляді величин:

- інтервали характеристик;
- норми реакцій.

1. Визначення стійкого розвитку?
2. В чому суть концепції ООН про сталий розвиток людства?
3. Концепція сталого розвитку?
4. Назвіть вихідні цілі стратегії сталого розвитку.
5. Які бувають фактори ризику?
6. Класифікація антропогенних факторів ризику.
7. Проблеми сталого розвитку.
8. Які напрями розв'язання проблем стратегії сталого розвитку?
9. Назвіть сфери розв'язання проблем
10. Що таке система?
11. Види та характеристика системи?
12. Що таке розвиток?
13. Які фази еволюції біосфери?
14. Охарактеризуйте матеріальну і інформаційну основи системи.
15. Які існують механізми зворотного зв'язку.
16. Класифікація механізмів негативного зворотного зв'язку.
17. Назвіть основні характеристики стійкості системи.