МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Г.П. СИТНИК, Л.Г. КОМАХА, А.О. РУДИК

ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ ТА СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Навчальний посібник

Академ прес

Київ - 2024

УДК 351.862:355](075.8)
С-41

Рекомендовано до друку Вченою Радою Навчально-наукового інституту публічного управління та державної служби (протокол № 6 від 6 листопада 2024 року)

Рецензенти:

***Д.А. Купрієнко**, доктор військових наук, професор, Національна академія Державної прикордонної служби імені Богдана Хмельницького*

***С.М. Домбровська**, доктор наук з державного управління, професор, Науково-дослідний центр Національного університету цивільного захисту*

***Н.М. Корчак**, доктор юридичних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Ситник Г.П., Комаха Л.Г., Рудик А.О.

С-41 Основи теорії систем та системного аналізу: навчальний посібник / за заг. ред. Г.П. Ситника ; ТОВ «Академпрес». – Київ, 2024. – 160 с.

ISBN 978-966-7541-60-6

Викладено концептуальні засади системи знань щодо становлення системного світогляду, загальної теорії систем, системного аналізу та моделювання систем, опанування якими дозволяє здійснювати пошук підходів та шляхів щодо вирішення складних спеціалізованих завдань, повязаних із функціонуванням різних типів систем, у тому числі системи забезпечення національної безпеки.

Посібник підготовлено у відповідності з робочою навчальною програмою дисципліни «Основи теорії систем та системного аналізу», яка є компонентом освітньої програми «Урядування у сфері національної безпеки» бакалаврського освітнього рівня за якою навчаються студенти Навчально-наукового інституту публічного управління та державної служби Київського національного університету імені Тараса Шевченка (спеціальність 256 - «Національна безпека (за окремими сферами забезпечення і видами діяльності)» галузі знань 25 «Воєнні науки, національна безпека, безпека державного кордону»).

Посібник також може бути корисними і для фахівців, на яких покладаються аналітичні, консультативно-дорадчі й організаційно-розпорядчі функції щодо адекватного реагування на загрози національним інтересам України в межах своєї професійної компетенції.

УДК 351.862:355](075.8)

ISBN 978-966-7541-60-6

© Ситник Г.П., Комаха Л.Г., Рудик А.О., 2024
© Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА **6**

РОЗДІЛ 1
СИСТЕМНИЙ СВІТОГЛЯД, ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ **11**

ГЛАВА 1. СТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМНОГО СВІТОГЛЯДУ 11

1.1. Принцип цілісності в науковому пізнанні та загальна теорія систем 11

1.2. Поняття системи та розвиток системних уявлень 16

1.3. Теорія систем як науково-навчальна дисципліна 20

ГЛАВА 2. СИСТЕМА ЯК НАУКОВА КАТЕГОРІЯ 22

2.1. Підходи до визначення категорії «система» 22

2.2. Ознаки системи та її структура 29

2.3. Методологічні особливості вивчення систем 34

ГЛАВА 3. МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ 37

3.1. Взаємодія і взаємозв'язки в системі 37

3.2. Роль суперечностей в функціонуванні системи та форми їх вирішення 40

3.3. Системоутворюючі фактори та мета розвитку системи 44

ГЛАВА 4. ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ 49

4.1. Утворення та становлення системи 49

4.2. Досконалість та якісне перетворення системи 52

4.3. Форми перетворення системи та її еволюційні стани 56

Запитання та завдання для самоконтролю 59

Список рекомендованої літератури 60

РОЗДІЛ 2
ВЛАСТИВОСТІ, ОРГАНІЗАЦІЯ, КЛАСИ І ТИПИ СИСТЕМ 63

ГЛАВА 5. ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМ 63

5.1. Ознаки, властивості систем, їх взаємозв'язок та цілісність системи 63

5.2. Структурність, організованість та функціональність системи 68

5.3. Відмежованість системи, поняття простої і складної системи, ознаки та критерії їх складності 73

ГЛАВА 6. ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ 81

6.1. Сутність, закони та принципи організації системи 81

6.2. Функціональність в організації системи та принцип сумісності її елементів 84

6.3. Принципи актуалізації, зосередження та лабілізації функцій системи 87

6.4. Рівень організації системи, її самоорганізація та синергетика 90

ГЛАВА 7. КЛАСИ ТА ТИПИ СИСТЕМ 95

7.1. Підходи до типізації і класифікації систем та схеми їх класифікації 95

7.2. Особливості основних типів систем та сутність функціонування територіальних систем 99

Запитання та завдання для самоконтролю 103

Список рекомендованої літератури 105

РОЗДІЛ 3
ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ 108

ГЛАВА 8. СУТНІСТЬ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ 108

8.1. Визначення системного аналізу та об'єкт його дослідження 108

8.2. Особливості системного аналізу, напрями його застосування та інші системні дисципліни 113

ГЛАВА 9. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ 118

9.1 .Основні поняття системного дослідження та критерії в системному аналізі 118

9.2. Принципи системного аналізу та особливості опису системи ... 124

ГЛАВА 10. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ 131

10.1. Алгоритми та методи системного аналізу 131

10.2. Побудова дерева взаємозв'язків та цілей 136

10.3. Моделювання як засіб наукового пізнання, види та способи втілення моделей 142

Запитання та завдання для самоконтролю 150

Список рекомендованої літератури 152

ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ САМОСТІЙНИХ РОБІТ 155

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 156

ПЕРЕДМОВА

В умовах глобальних змін суспільного буття основною проблемою є забезпечення глобальної та національної безпеки. Її розв'язання неможливе без системного осягнення сучасного світу, а відтак знання основ теорії систем і системного аналізу. Дійсно, сьогодні розвиток земної цивілізації вирізняється динамічністю, зростанням масштабності та непередбачуваністю наслідків її діяльності, оскільки одночасно відбуваються як бажані, так і небажані процеси. При цьому людство одержує все нові знання, але часто не в силах їх ефективно використати. Це зумовлно тим, що вказані знання не можуть мати вузькоспеціальний характер, а повинні охоплювати різні аспекти життєдіяльності людства, тобто мати системний характер. Формування системного характеру знань і є головним завданням теорії систем та системного аналізу.

Виникнення теорії систем було зумовлено необхідністю в підготовці спеціалістів "широкого профілю". Йдеться про тих, які мають знання не тільки в своїй галузі, але і в суміжних, тобто можуть виокремити, описати, узагальнити та вирішити ту чи іншу проблему з урахуванням різних аспектів. З моменту, коли були встановлені загальні закономірності, що виявляються у великих системах, з'явились фундаментальні дослідження з теорії керування, теорії прийняття рішень, теорії хаосу, інші системні дисципліни. З'явилась також низка нових наукових напрямків, між якими важко провести чітку межу, оскільки, наприклад, сьогодні фізик нерідко занурений у проблеми біології, а біологу приходиться розробляти електронну апаратуру. Це зумовлює тенденції до осмислення процесів, що відбуваються в науці з єдиних позицій. Тому сьогодні дисципліна "Теорія систем і системний аналіз" має синтетичний характер. Вона об'єднує широке коло питань: від теоретичних аспектів функціонування і керування складними системами до практичних методів аналізу систем, їх моделювання і прийняття рішення в конкретних умовах.

Існують три системних поняття: "теорія систем", "системний аналіз", "системний підхід", які сьогодні набули широкого вжитку в науці і практиці.

Теорія систем займається питаннями побудови моделей складних об'єктів, незалежно від їх природи, виявленням та дослідженням їх ізоморфних властивостей. Це загальна наука, така як

філософія та математика. Її вивчення необхідне для формування у спеціалістів широкого світогляду з метою розвитку вміння ефективно вирішувати проблеми.

Системний аналіз розглядається як сукупність методологічних засобів, які використовуються для підготовки і обгрунтування вирішення складних проблем, виникаючих у процесі взаємовідносин об'єктів з навколишнім середовищем. Він передусім є прикладною науковою дисципліною, а основними її результатами є розробка і класифікація методів аналізу систем та вирішення проблем, повязаних з їх функціонуванням. Системний аналіз порівняно молода наука і як будь-яка інша, має на меті дослідження нових зв'язків і відносин об'єктів і явищ. Основною проблемою системного аналізу є дослідження зв'язків і відносин таким чином, щоб об'єкти, що вивчаються, стали більш керованими, а «розкритий» в результаті дослідження механізм взаємодії цих об'єктів - найбільш прийнятним для інших об'єктів і явищ, тобто виділення з реальних систем окремих характеристик, що є спільними для всіх або хоча б для одного класу систем. Це визначає специфіку системного аналізу, яка полягає у його спрямованості на вивчення складних, комплексних і масштабних проблем і завдань різної природи, у межах якого дослідники дедалі частіше орієнтуються не стільки на пізнання самої суті досліджуваних складних проблем, явищ, процесів і об'єктів, скільки на створення необхідних методологічних інструментів і засобів, які допомагають налагодити оптимальне управління складними системами, а також ефективно розв'язувати проблеми.

Системний підхід є поняттям, зміст якого полягає у тому, що до вирішення будь–якої проблеми треба підходити системно, тобто розглядати в цілому систему, в якій виникла дана проблема з урахуванням цілей та функцій системи, її структури, усіх зовнішніх та внутрішніх зв'язків. Тому цей підхід змістовно відображає групу методів, які розвиваються в межах окремих наукових дисциплін і загальнонаукових концепцій, є результатом їх міждисциплінарного синтезу. За допомогою цих методів реальний об'єкт описують як сукупність взаємодіючих компонентів. Системний підхід є ефективним способом розумової діяльності, тому без володіння ним неможлива ефективна професійна діяльність. Завдання і принципи системного підходу не залежать від природи об'єктів і явищ.

Варто також акцентувати увагу на тому, що широкого вжитку сьогодні набуло й поняття «системне мислення». Системний стиль

мислення являє собою специфічний зміст, аспект, принцип мислення, за якого категорію «система» застосовують за метод, інструмент пізнання. Його важливість зумовлена зростаючою складністю та багатогранністю об'єктів дослідження, взаємозумовленістю та необхідністю вирішення сучасних політичних, економічних, соціальних та гуманітарних проблем, особливо їх безпекової складової на національному та глобальному рівнях. Передумовою вирішення цих проблем є необхідність використання системного підходу, який є основою формування системного мислення при управлінських рішенннях. Тому опанування основами загальної теорії систем та системного аналізу для будь-якої професійної діяльності зумовлено зростаючою потребою системного мислення майбутніх фахівців.

На жаль, є підстави стверджувати, що багато помилок в державному управлінні є наслідком того, що досить часто важливі рішення ухвалюються, без бачення їх впливу на різні підсистеми взаємозалежного суспільного організму, тобто через відсутність належного розуміння основ теорії систем та системного аналізу. Володіння основами теорії систем та системного аналізу, системним моделюванням, системною практичною діяльністю – вища характеристика управлінської культури, оскільки будь-який фахівець змушений «мати справу» з систематизацією інформації, системними дослідженнями, які можна здійснювати лише володіючи спеціальними знаннями і навичками. Тому будь-який фахівець, який приймає рішення та впливає на інших людей, повинен знати та вміти використовувати знання з теорії систем та системного аналізу.

Виконаний аналіз публікацій навчального характеру з теорії систем та системного аналізу доволяє стверджувати, що вони істотно відрізняються між собою за структурою та змістом. Це передусім свідчить про відсутність загальноприйнятого підходу щодо формування їх змістовних засад. Окрім того, в деяких навчальних виданнях, на наш погляд, дещо складний виклад навчального матеріалу, як для студентів, які навчаються на бакалаврській програмі. Водночас, очевидно, що кожна публікація навчального характеру: підручник, навчальний посібник, курс лекцій тощо є важливим внеском у формування дидактичних основ теорії систем та системного аналізу. Тому автори відзначають роботи таких вітчизняних науковців, як зокрема: В. Беха, Ю. Бродського, О. Величка, Т. Гордієнка, П. Грицюка, І. Дудника, А. Катренка, В. Пасічника, О. Прасоленка, Т. Прокопенка, С. Соколова, Ю. Сурміна, М. Туленкова, С. Швеця, які

значною мірою дозволили сформувати структуру та логічну послідовність викладу навчального матеріалу, яка б не суперечила існуючим поглядом, відображала розуміння авторами сутності основ теорії систем та системного аналізу, показала значний їх методологічний потенціал в практичній діяльності майбутніх фахівців-управлінців у сфері національної безпеки.

Виходячи з цих міркувань була розроблена робоча навчальна програма дисципліни «Основи теорії систем та системного аналізу». Вона є компонентом освітньої програми «Урядування у сфері національної безпеки» за якою навчаються студенти бакалаврського освітнього рівня Навчально-наукового інституту публічного управління та державної служби Київського національного університету імені Тараса Шевченка (спеціальність 256 - «Національна безпека (за окремими сферами забезпечення і видами діяльності)» галузі знань 25 «Воєнні науки, національна безпека, безпека державного кордону»). У відповідності з вказаною робочою навчальною програмою підготовлено цей навчальний посібник. Він складається з трьох розділів.

Перший розділ: «Системний світогляд, функціонування та еволюція систем». Він спрямований на формування у студентів сукупності знань про: становлення системного світогляду (принцип цілісності в науковому пізнанні та загальна теорія систем; поняття «система» та розвиток системних уявлень; теорія систем, як науково-навчальна дисципліна); систему як наукову категорію (підходи до визначення категорії «система»; ознаки системи та її структура; методологічні особливості вивчення систем); механізм функціонування системи (взаємодія і взаємозв'язки в системі; роль суперечностей в функціонуванні системи та форми їх вирішення; системоутворюючі фактори та мета розвитку системи); еволюцію систем (утворення та становлення системи; досконалість та якісне перетворення системи; форми перетворення системи та її еволюційні стани).

Другий розділ: «Властивості, організація, класи і типи систем». Він спрямований на формування у студентів сукупності знань про: загальні властивості систем (ознаки, властивості систем, їх взаємозв'язок та цілісність; структурність, організованість та функціональність системи; відмежованість системи, поняття простої і складної системи, ознаки та критерії їх складності) організацію системи (сутність, закони та принципи організації системи; функціональність в організації системи та принцип сумісності її

елементів; принципи актуалізації, зосередження та лабілізації функцій системи; рівень організації системи, її самоорганізація та синергетика); класи і типи систем (підходи до типізації і класифікації систем та схеми їх класифікації; особливості основних типів систем та сутність функціонування територіальних систем).

Третій розділ: «Основи системного аналізу та моделювання систем». Він спрямований на формування у студентів сукупності знань про: сутність системного аналізу та особливості його здійснення (визначення системного аналізу та об'єкт його дослідження; особливості системного аналізу, напрями його застосування та інші системні дисципліни); загальну характеристику системного дослідження (основні поняття системного дослідження та критерії в системному аналізі; принципи системного аналізу та особливості опису системи); методичні особливості системного аналізу та побудови моделей (алгоритми та методи системного аналізу; побудова дерева взаємозв'язків та цілей; моделювання як засіб наукового пізнання, види та способи втілення моделей).

Наприкінці кожного розділу наведено запитання та завдання для самоконтролю, список рекомендованої літературу, а в кінці навчального посібника – перелік тем для самостійних робіт та список використаних при його підготовці джерел.

Таким чином, наведений у навчальному посібнику матеріал є комплексним поєднанням знань щодо становлення системного світогляду, основ загальної теорії систем, системного аналізу та моделювання систем. Тому його головною метою є розвиток у майбутніх фахівців-управлінців у сфері національної безпеки системного мислення, усвідомлення необхідності застосування системного підходу до прийняття рішень, дослідження складних явищ і процесів в системах різної природи, як передумови формування у них вмінь і навичок, які дозволять їм розв'язувати складні спеціалізовані завдання щодо адекватного реагування на загрози національним інтересам України в межах своєї професійної компетенції.

Автори висловлюють щиру подяку своїм колегам та шановним рецензентам за зауваження та пропозиції, які надійшли від них під час редагування остаточного варіанта тексту навчального посібника. Вони також усвідомлюють, що посібник значною мірою відображає їх суб'єктивне бачення змісту навчальної дисципліни та є лише одним із можливих його варіантів. Тому з великою вдячністю сприймуть всі зауваження, поради і побажання стосовно цього посібника.

РОЗДІЛ 1
СИСТЕМНИЙ СВІТОГЛЯД, ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ

ГЛАВА 1. СТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМНОГО СВІТОГЛЯДУ

1.1. Принцип цілісності в науковому пізнанні та загальна теорія систем

Принцип цілісності в науковому пізнанні. У сучасному світі відбувається накопичення практично безмежної множини нових фактів, відомостей про різні сфери людської діяльності. Це зумовлює нагальну необхідність їх узагальнення, систематизації, пояснення їх сутності, виявлення їх специфіки, обґрунтування засобів практичного застосування при вирішенні тих чи інших проблем безпекового характеру. Водночас, розширення кола знань про різні сфери життєдіяльності людини, суспільства та держави породжує значні проблеми щодо їх системного осмислення та практичного використання.

Характерною особливістю сучасності є також виявлення великої кількості взаємозв'язків та взаємозалежностей в природі та суспільному житті. Їх потрібно вивчати та враховувати як у науковій, так і в практичній діяльності вирішуючи ті чи інші проблеми. Це є об'єктивною необхідністю, результатом впливу складного середовища на існування кожної людини, суспільства та інститутів держави, а відтак потребує постійної та адекватної їх взаємодії з середовищем для забезпечення безпечного розвитку.

Складні ланцюги взаємозв'язків сучасної людини з оточуючим середовищем виявляються в різноманітних сферах та свідчать про єдність та відносну цілісність матеріального світу. Вони часто мають значні причинно-наслідкові масштаби та наслідки. Наприклад, світові фінансово-економічні кризи у викликають коливання курсу національної валюти, що, як правило, призводить до зниження рівня доходів громадян, а погіршення самопочуття у людей може бути наслідком збурення магнітного поля Землі, викликаного черговим вибухом на Сонці.

В цілому, процес пізнання є взаємодією людини із оточуючим середовищем. Його результатом є ускладнення

моделі світу в уяві людини та її власне розвиток. Це зумовлено тим, що відбувається зростання кількості різних понять, якими позначають ті чи інші природні та соціальні явища, уточнення їх сутності (змісту), а отже відбувається і якісне удосконалення внутрішнього світу людини. Таким чином, оточуюче середовище (зовнішній світ) людини є найбільшим об'єктом її пізнання. В свідомості людини, як суб'єкта пізнання формується певне уявлення про об'єкт (зовнішній світ) або його гносеологічна (пізнавальна) модель.

Єдність і цілісність матеріального світу зумовлює необхідність його адекватного відображення у свідомості людини. Це означає, що такими ж властивостями єдності і цілісності повинна вирізнятися й пізнавальна модель людини щодо того чи іншого об'єкту (явища, процесу тощо) матеріального світу. Тому будь-який такий об'єкт є цілісністю, що складається із певних частин (елементів). Водночас, він є частиною (елементом) ще більш складної цілісності (об'єкту), тобто, в кінцевому підсумку, зовнішній світ для людини є єдиною матеріальною системою безмежного Всесвіту.

Розвиток наукових знань дозволяє досліджувати структури та закономірності розвитку різноманітних систем, а вдосконалення технічних засобів приводить до створення більш складних механізмів управління. Це зумовлює необхідність в системній методології для пізнання реального світу.

Не менш важливою особливістю сучасності є також необхідність приймати різноманітні, адекватні та оперативні управлінські рішення у різних сферах життєдіяльності людини, суспільства та держави. Це можуть бути досить тривіальні побутові рішення, наприклад, яким маршрутом краще дістатися до роботи або де краще купити той чи інший товар. Але це можуть бути й більш важливі (доленості) рішення, наприклад, щодо вибору професії або питань забезпечення особистої (суспільної, державної) безпеки. Вказана особливість сучасності є наслідком, зокрема досить широкого спектру можливостей людини, складності будови зовнішнього світу (суспільства, держави, регіону) та прояву різних за спрямованістю та характером соціальних взаємодій на різних рівнях.

Загальновідомо, що вибір того чи іншого управлінського рішення є квінтесенцією повсякденної діяльності будь-якої людини.

Це рішення передусім має бути оперативним (своєчасним) та адекватним особливостям та закономірностям розвитку зовнішнього середовища. Пошук такого рішення зумовлює необхідність передусім поглибленого аналізу поточної ситуації (процесу, явища), причинно-наслідкових зв'язків, виявлення та врахування значної кількості факторів, які є причинами ситуації, визначають її динаміку та наслідки розвитку для людини.

Принципово важливим є й те, що для осмислення природи будь-якого об'єкта реального світу він повинен розглядатися у взаємозв'язку з його оточенням. Потрібно зрозуміти причини виникнення і розвитку об'єкта, тобто зрозуміти мету його розвитку, засоби та способи її досягнення, виявити ресурси і джерела існування об'єкта. Тому процес вибору управлінського рішення в тій чи іншій ситуації має здійснюватися на основі всебічного системного пізнання дійсності в певній послідовності.

Варто зазначити, що необхідність та актуальність такого пізнання посилюється в сучасних умовах глобалізації у зв'язку з великими масштабами перетворюючої діяльності людини. Це стосується її впливу як на зміни умов розвитку природних так і соціальних систем. Цей вплив нерідко призводять до виникненню досить шкідливих для людини явищ (процесів) і, як наслідок глобальних безпекових проблем (соціальних, демографічних, екологічних, гонка озброєнь тощо).

Загальна теорія систем. Окреслені вище загальні особливості нинішнього розвитку суспільства свідчать про необхідність подальшого вивчення закономірностей та особливостей розвитку оточуючого світу. Це дозволить концентрувати матеріальні і духовні сили людини на конкретних напрямах пізнання. Тобто, знання загальних законів і умов розвитку дійсності значно полегшить та прискорить пізнання тих чи інших матеріальних явищ живої і не живої природи.

Для вирішення цієї комплексної проблеми потрібна універсальна методологія, як сукупність певних теоретичних уявлень, підходів, методів, засобів пізнання. Такою методологією є системна методологія. Вона розглядає будь-який об'єкт пізнання як певну систему, що функціонує в середовищі та взаємозв'язана з ним. Такий підхід у пізнанні об'єктів реального світу є базовим в загальній теорії систем та її прикладному аспекті — системному аналізі.

Загальна теорія систем з'явилась як певне узагальнення кібернетики шляхом поширення її ідей на складні об'єкти. Вона має потужний методологічний потенціал. Він з успіхом застосовується для вирішення широкого спектру життєво важливих проблем як для окремої людини, так і людства в цілому. Це досягається в результаті використання низки фундаментальних понять теорії систем, зокрема таких як: цілісність, складність, багатофункціональність, взаємозв'язаність із середовищем існування об'єкта дослідження, цільова спрямованість у виборі того чи іншого рішення щодо його буття (життєдіяльності).

В кінцевому підсумку, загальна теорія систем є загальнонауковим методологічним напрямом, який пов'язаний з розробкою сукупності філософських, теоретичних, наукових і прикладних питань аналізу й синтезу складних систем довільної природи.

Передумовою для створення цієї теорії є аналогії (ізоморфізм) процесів, що відбуваються в системах різної природи (технічних, біологічних, соціальних, економічних). Ізоморфізм процесів у системах різної природи створює об'єктивні підстави та можливості переносити знання з однієї сфери пізнання до іншої. Тому загальна теорія систем є галузь знань, що дозволяє вивчати буття (життєдіяльність) систем будь-якої природи та складності, а відтак має задовольняти такі вимоги:

вона має бути настільки загальною, щоб могла охоплю вати багато вже існуючих теорій;

вона повинна мати науковий характер, а її терміни і визначення бути математично однозначними;

наукове підґрунтя теорії має бути настільки фундаментальним, щоб її висновки мали практичну цінність при вивченні конкретних систем.

З іншого боку, загальна теорія систем об'єктивно має дедуктивний характер, оскільки здатна об'єднувати інші наукові теорії. Йдеться насамперед про ті, що вивчають системи в цілому, а також ті, що досліджують поведінку систем, зокрема такі як теорії управління, адаптації, самоорганізація.

Об'єднання під назвою загальної теорії систем вказаних теорій стає можливим в результаті більш високого рівня

абстрагування. Це дає можливість отримувати із загальної теорії систем всі ці теорії як часткові випадки.

Досить широго вжитку з кінця ХХ ст. набуло й поняття «системологія» (наука про системи). Певною мірою його також можна вважати тотожним поняттю «загальна теорія систем».

У структурі загальної теорії систем можна виокремити два основні напрямки:

метатеорія різноманітних системних підходів, концепцій, наукових дисциплін (вони є основою формування філософсько-методологічних положень загальної теорії систем);

абстрактна теорія систем (формалізація основних положень метатеорії у вигляді сукупності положень, принципів, методів формалізованого опису процесів і законів функціонування систем на основі математичного апарату).

Як відомо, в світоглядно-філософському контексті вважається, що системи живої і не живої природи за своїми якостями є невичерпними. Це означає, що їх природу неможливо розкрити (з'ясувати) повною мірою. Тому для пізнання об'єктів (явищ, процесів тощо) реального світу доцільно використовувати всі можливі рівні абстрагування. Йдеться передусім про наступні рівні: символічний або лінгвістичний; теоретико-множинний; абстрактно-логічний; топологічний; логіко-математичний; теоретико-інформаційний; динамічний; евристичний.

Варто також акцентувати увагу на тому, що в основі загальної теорія систем три постулати:

функціонування системи може бути описане на основі вивчення структурно-функціональних зв'язків між елементами, що її утворюють, як цілісність;

організація (структура) системи розкривається (проявляється) через властивості та функції її елементів, які безпосередньо взаємодіють із зовнішнім середовищем (оточенням) системи;

організація системи цілком визначає її функції і взаємодію із середовищем, тобто динаміку, особливості, наслідки буття (життєдіяльності) системи.

З огляду на викладене, стає зрозумілим, чому системний підхід є наріжним принципом загальної теорії систем. Цей підхід передбачає комплексне вивчення будь-якого об'єкта дослідження як системи, зокрема її складу, структури

взаємозв'язків її елементів, функцій, місця в системі вищого рангу, внутрішньої ієрархії її елементів, стійкості та ступеня відкритості системи.

Як ми зазначали, системний аналіз є прикладним аспектом загальної теорії систем. Він є одним з методів комплексного дослідження в об'єктах різної природи таких властивостей і відношень, що важко піддаються безпосередньому спостереженню та досить складні для пояснення. Його головна мета досягається через уявлення цих об'єктів як цілеспрямованих систем (системний підхід) та дослідження їх властивостей і взаємовідношень між метою і засобами її досягнення.

Принципово важливим є те, що системний аналіз вирішує важливу проблему щодо правильної (адекватної) постановки дослідницької задачі та вибору доцільних методів її дослідження. Він ефективно застосовується в теоретичних і прикладних дослідженнях тих чи інших систем (процесів) практично в усіх сферах, у тому числі проблем глобальної та національної безпеки.

1.2. Поняття системи та розвиток системних уявлень

Поняття системи. Поняття «система» означає цілісну сукупність взаємозв'язаних та взаємодіючих частин (елементів, підсистем, компонентів). Загалом будь-яку сукупність взаємозв'язаних та взаємодіючих предметів можна ідентифікувати як системне утворення, тобто як систему. Такими системними утвореннями наприклад, є: жива клітина, сім'я, суспільство, місто, держава. Так, жива клітина в матеріально-речовинному відношенні складається з хімічних сполук: білків та нуклеїнових кислот. При цьому кожна сполука взята окремо є неживою хімічною речовиною, тобто не володіє сукупністю життєвих функцій (проявів). В результаті ж певного способу взаємодії (обміну, заміщення, регенерації) хімічні сполуки утворюють системне утворення (цілісність), яку ми називаємо живою клітиною. Вона володіє якісно складнішими властивостями по відношенню до її складових (елементів), а саме: здатністю до обміну речовин, росту, само відтворення, подразливістю на вплив тих чи інших чинників тощо.

Вказаний приклад свідчить, що взаємозв'язки між складовими (елементами) системи завжди є суттєвими та

взаємозумовленими (органічними). Це означає, що вони є виявом внутрішньої функціональної суті складових частин та відображують зміст і цільову спрямованість утворення та розвитку системи в цілому. Тому та чи інша кількісно-якісна зміна одного з елементів системи обов'язково призводить до певних змін інших елементів (складових) системи, а в деяких випадках і до суттєвих змін самої системи.

Наявність тісної взаємодії, органічного взаємозв'язку елементів системи є визначальною причиною того, що в різноманітних процесах, щодо взаємодії з середовищем свого існування система виступає як єдине, цілісне утворення. Це зумовлено тим, що в цілому внутрішні взаємозв'язки між елементами системи значно стійкіші та важливіші для неї, ніж взаємозв'язки системи або її окремих елементів з іншими матеріальними об'єктами зовнішнього середовища, тобто іншими системами. З огляду на це система завжди активно впливає на свої елементи (складові), змінюючи та перетворюючи їх якісно-кількісні характеристики відповідно до своєї природи (внутрішньої сутності).

В результаті такого впливу первинні (вихідні) елементи системи можуть зазнати досить суттєвих змін. Так, одні з них можуть втратити певні властивості, якими вони володіли до входження в систему, але набути нових властивостей. Інші елементи, навпаки, можуть посилити свої властивості в умовах внутрішнього середовища системи і, таким чином, суттєво впливати на зовнішні функції системи в цілому. При цьому, очевидно, що якісно-кількісних змін зазнають ті властивості елементів системи, яких вони не втрачають при входженні в систему. Так, протон і нейтрон в складі атомного ядра мають зовсім не такі властивості, як у вільному стані, а вільний нейтрон є нестійким та існує відносно недовго. Водночас, в складі атомного ядра вільний нейтрон набуває стійкості. Цей приклад свідчить про наявність у системи інтегративних властивостей, які не зводяться до суми властивостей її елементів. Такі властивості є якісно складнішими ніж сума властивостей елементів системи, тобто її якісна визначеність як цілого не є простою сумою якісної визначеності її елементів.

Принципово важливою характеристикою будь-якої системи є її склад, тобто певний набір елементів (компонентів, частин),

які її утворюють та їх внутрішня сутність, оскільки від цього значною мірою залежить природа системи, як цілого. Наприклад, властивості атома визначаються, насамперед, кількісним і якісним складом елементарних частин, що його утворюють, а якість і продуктивність роботи бригади каменярів залежить від рівня кваліфікації та кількості членів бригади.

Таким чином, система — це відмежована від зовнішнього середовища певна сукупність взаємозв'язаних та взаємозумовлених її елементів (частин, компонентів, підсистем тощо), яка володіє якісно вищими та складнішими властивостями в порівнянні із сумою властивостей її елементів й характеризується певним способом взаємодії цих елементів, у тому числі й із зовнішнім середовищем. При цьому склад, тобто певний набір елементів системи є змістовною властивістю останньої.

Розвиток системних уявлень. Перші уявлення про систему виникли ще в античній філософії. Давньогрецькі філософи дали онтологічне тлумачення системи як форми впорядкованості та цілісності буття. Так, Аристотель та Платон обґрунтували ідеї системного змісту: аксіоматичні, геометричні, логічні побудови. Ці системні уявлення знайшли продовження в системно-онтологічних концепціях Б. Спінози та Т. Лейбніца, що прагнули до системного тлумачення оточуючого світу.

В новий час поняття системи використовувалось для дослідження наукового знання, а спектр ідей був досить широким: від заперечення системного характеру науково-теоретичного знання до спроб філософського обґрунтування логіко-дедуктивної природи знань.

Сьогодні, основоположником загальної теорії систем по праву вважається Л.Берталанфі, хоча біля її витоків були й інші вчені, зокрема І. Блауберг, К. Боулінг, Р. Калман, М. Месарович, Р. Жерар.

Не без підстав переважна більшість дослідників виникнення системних наукових уявлень пов'язують і змістовно, і хронологічно з кібернетикою. Розвиток кібернетики як науки припадає на кінець першої половини XX ст., коли Н. Вінер у 1948 р. опублікував книгу «Кібернетика», де визначив її як самостійну науку про управління і зв'язок.

У процесі розвитку кібернетика поширила свої ідеї на різноманітні сфери (галузі) наукового знання, де почала ефективно застосовувтись її методологія. Внаслідок цього виникли специфічні галузі кібернетики, зокрема біологічна, військова, медична, технічна, економічна і т. ін. та постала проблема узагальнення традиційних задач управління в різних галузях. Це, в кінцевому підсумку, й зумовило розробку загальної теорії систем, яка утворилася як науковий напрям на початку другої половини XX ст., коли у 1954 р. у США було створене «Товариство досліджень в області загальної теорії систем».

Це товариство започаткувало видання фундаментального наукового видання: щорічника «General Systems», а у 1959 р. було створено центр системних досліджень при Цейсівському технологічному інституті. У 1963 р. було створено всесвітньо відомий своїми науковими працями Інститут системних досліджень.

Необхідність практичного вирішення низки досить складних багатоваріантних задач в різних галузях та їх узагальнення зумовили формування теорії аналізу систем. З часом завдяки використання концепцій загальної теорії систем він перетворився у науково-практичний напрям, який отримав назву: системний аналіз.

Значний внесок в теорію систем зробив також науковий напрям, який отримав назву «теорія дослідження операцій». Він виник в 40-их рр. XX ст. як наука про дослідження масових явищ. Її метою став пошуку ефективних управлінських рішень. Тому вказана теорію була доповнена методами математичного програмування, теорією ігор, методами вирішення прикладних задач теорії ймовірності та іншими методами пошуку оптимальних (раціональних) управлінських рішень.

Наприклад, теорія ігор використовується для пошуку оптимальних рішень в конфліктних ситуаціях. Для них характерним є високий рівень невизначеності вихідних умов. Тому сферою застосування теорії ігор є вибір рішення в умовах невизначеності, а її логічною основою є формалізація понять конфлікту, прийняття рішення в ньому і уявлень про оптимальність такого рішення. Ця теорія базується на низці математичних методів і пов’язана з математичним програмуванням.

Варто акцентувати увагу на тому, що дослідження операцій, як напрям дослідження, застосовує саме системний підхід для пошуку ознак і характеристик істотної взаємодії систем в оцінці їх діяльності або виборі стратегії подальших дій. Практичні висновки отримують стосовно конкретних об'єктів (систем) на основі їх математичних моделей.

При побудові цих моделей прагнуть сформувати (обрати) критерій, що характеризує якість функціонування системи, через керовані і некеровані змінні, якими є ті чи інші фактори (чинники) зовнішнього і внутрішнього середовища, від яких залежать якісно-кількісні характеристики функціонування системи. При цьому використовуються різноманітні методи імітаційного моделювання, теорії масового обслуговування, теорії випадкових процесів, математичної статистики.

За допомогою дослідження операцій вирішують різні типи задач, а саме: розподілу, управління запасами, заміни, масового обслуговування, впорядкування і координації, вибору маршруту, пошуку, зокрема оптимальних управлінських рішень. Вони мають прикладне значення, зокрема, для транспорту, торгівлі, логістики, маркетингу, військової справи.

На цей час існують певні методологічні проблеми, що пов'язані з вирішенням низки складних завдань, зокрема щодо вивчення та прогнозування безпекових наслідків глобальних процесів у різних сферах життєдіяльності людства. Теорія систем володіє потужним методологічним інструментарієм, який дозволяє всебічно досліджувати складні об'єкти та процеси і на основі отриманих результатів здійснювати управління та регулювання ними.

1.3. Теорія систем як науково-навчальна дисципліна

Сьогодні теорія систем як загальнонаукова системна методологія має сформовану структуру. Водночас вказана методологія інтенсивно розвивається. Це зумовлено передусім зростаючими потребами в засобах наукового пізнання досить складних об'єктів (систем), у тому числі процесів суспільного розвитку.

Ефективність теорії систем підтверджується вагомими здобутками багатьох галузей науки та практичної діяльності,

зокрема завдяки їй виникли нові напрями в управлінні. Це свідчить про необхідність освоєння основних її положень фахівцями-управлінцями у сфері національної безпеки.

По-перше, це необхідно їм для підвищення ефективності наукових досліджень, оскільки системна методологія створює необхідні передумови для цього.

По-друге, ефективне виконання управлінських функції у сфері безпеки в сучасних умовах без застосування основних положень загальної теорії систем та системного аналізу практично неможливе.

Предметом загальної теорії систем як науково-навчальної дисципліни є вивчення загальних законів, закономірностей, механізмів, які діють у системах будь-якої природи, а головною мето є оволодіння системною методологією пізнання оточуючого світу та її ефективне застосування в професійній діяльності.

Вказана методологія зорієнтован на:

пізнання сутності (змістовної суті), якісної специфіки об'єкта та притаманних йому системних, інтегративних властивостей;

дослідження складу системи, визначення якісно-кількісних характеристик її елементів, їх підпорядкованості;

дослідження організаційно-функціональної структури системи, тобто внутрішньої організації, взаємозв'язку та взаємозумовленості її елементів (підсистем);

дослідження закономірностей та особливостей комунікації системи із зовнішнім середовищем;

виявлення механізму функціонування, що забезпечує цілісність системи;

виявлення закономірностей та тенденцій розвитку (еволюції) системи.

Як міждисциплінарна методологія загальна теорії систем використовує здобутки різних наукових напрямів та теорій, зокрема таких, як: синергетика, теорія штучного інтелекту, теорія катастроф, дослідження операцій, математична лінгвістика, теорія оптимального управління, теорія інформації, теорія регулювання, атакож результати досліджень отриманих в межах прикладних (спеціалізованих) наук про конкретні об'єкти (процеси).

Таким чином, сьогодні основні положення загальної теорії систем знаходять ефективне застосування в усіх сферах наукової

та практичної діяльності. Тому без їх грунтовного вивчення та врахування у професійній діяльності неможливо стати високопрофесійним, компетентним фахівцем у будь-якій сфері життєдіяльності суспільства та держави, у тому числі й у сфері національної безпеки.

ГЛАВА 2. СИСТЕМА ЯК НАУКОВА КАТЕГОРІЯ

2.1. Підходи до визначення категорії «система»

Поняття «система», яке було запропоноване Аристотелем та під яким він розумів ціле, складене з частин, об'єднання в якому утворюються додаткові відмінності використовувалось і до нього. Багатозначність змісту цього поняття дозволяє позначати ним досить широке коло різноякісних явищ. Так, в грецькій мові його зміст досить широкий: поєднання, організм, будова, організація, устрій тощо. Водночас ці явища мають дещо спільне. Увібравши в себе сутність таких понять, як «порядок», «організація», «цілісність», поняття «система» не зводиться в повній мірі ні до одного з них і є певною мірою аксіоматичним.

Будь-які наукові поняття (наукові категорії), є передусім результатом логічного абстрагування. Вони значною мірою є ідеальним об'єктом, який формується (створюється) в уяві дослідника, а його так би повити концептуальний каркас, якісно-кількісні характеристики тощо зумовлені головним чином цілями та завданнями дослідження об'єкта реального світу. Це повною мірою стосується й поняття «система».

З іншого боку, як правило, при з'ясуванні сутності того чи іншого явища (об'єкта реального світу), тобто при визначенні змісту поняття, яким позначають це явище, часто спостерігається намагання надати йому чіткість та конкретність крізь призму предмета та завдань певної галузі досліджень. Наприклад, такими є поняття «інформація», «безпека», «управління» та безліч інших. Сказане повною мірою стосується й визначення змісту поняття «система», як наукової категорії. Наприклад, І. Кант стверджував, що система — це єдність різноманітних знань, які об'єднані однією ідеєю, а Гегель акцентував увагу на тому що реальність має системний характер.

Сьогодні системний стиль мислення став панівним, оскільки застосування системного світогляду сприяло видатним науковим відкриттям та вирішенню важливих практичних проблем. Тому інтерпретації змісту поняття системи та їх аналіз є багатьох наукових працях з найрізноманітніших галузей знань. Їх поділяють на цілісні та сумативні, органічні та механічні; динамічні та статичні; відкриті і замкнуті й т. ін. Водночас, незважаючи на різноманітність визначень змісту поняття системи можна виокремити деякі їх спільні риси, які мають бути враховані. При цьому важливим є чітке розмежування онтологічного підходу (відображає реально існуючий взаємозв'язок об'єктів матеріального світу) та гносеологічного підходу (відображає у свідомості людини реальні об'єкт з метою його пізнання) до визначення катеорії «система».

Як ми зазначали у попередній главі, вперше ідеї загальної теорії систем були послідовно викладені Л. фон Берталанфі. Він їх виклав у курсі лекцій, прочитаних в Чікагському університеті у 1937–1938 рр. Перші ж фундаментальні публікації по теорії систем припадають на 1947–1950 рр., коли ця теорія була прихильно прийнята представниками наукової громадськості. При цьому концепція загальної теорії систем виникла як узагальнення принципів теорії відкритих систем. Моделі, що застосовувалися в цій теорії, засоби і прийоми її побудови, давали можливість аналізувати і прогнозувати поведінку та розвиток різномантних об'єктів реального світу: біологічні об'єкти, явища фізичної хімії, соціології, психології та інші, які досліджувалися в межах інших дисциплін.

На переконання Л. Берталанфі, загальна теорія систем передусім відображає суттєві зміни у понятійно-категоріальному апараті, які відбулися в XX ст. при спробі описати (дослідити) ті чи інші об'єкти (явища, процеси) реального світу. Посилаючись на У. Уівера він виокремив три визначальні етапи розвитку предметів наукового аналізу:

перший — організована простота, для якої характерним є світ, що описувався (пояснювався) методологічним інструментарієм класичної механіки;

другий — неорганізована складність, для якої характерним є світ, що описувався (пояснювався) методологічним інструментарієм класичної статичної фізики;

третій — організована складність.

Поняття організованої складності об'єктів (явищ, процесів) є досить важливим. Саме воно зумовило необхідність формування принципово нової пізнавальної (дослідницької) концепції, яка викристалізувалась у загальній теорії систем. Її основні задачі згідно поглядів Л. Берталанфі зводяться до наступного:

формулювання загальних принципів і законів розвитку систем незалежно від їх природи та специфічного виду, природи її елементів і відносин між ними;

виявлення через аналіз біологічних, соціальних, біхевіоральних об'єктів, точних законів особливого типу в нефізичних галузях наукового пізнання;

створення методологічних засад для синтезу результатів сучасних наукових знань шляхом виявлення ізоморфізму законів, що відносяться до різних сфер реальності та наукового пізнання.

У своїй системній концепції Л. Берталанфі використав низку наріжних категорій, що, на його думку відображають системні властивості об'єктів (явищ, процесів) реального світу, а саме категорії: цілісності, сумативності, механізація, централізація, ієрархія системи.

Категорія цілісності означає, що зміна будь-якого елемента системи впливає на всі інші елементи та в кінцевому підсумку приводить до зміни всієї системи і, навпаки, зміна одного елемента залежить від усіх інших елементів системи.

Категорія сумативності означає, що та чи інші зміна будь-якого елемента залежить тільки від нього самого, а зміни всієї системи є сумою змін не залежних один від одного її елементів (взаємодія елементів системи в такому випадку дорівнює нулю).

Категорія механізація відображає процес переходу системи із стану цілісності до стану сумативності, при цьому коефіцієнти взаємодії кожного окремого елемента системи зменшуються і при $t \to \infty$ наближається до нуля (де t – поточний час).

Категорія централізація відображає процес збільшення коефіцієнтів взаємодії певної сукупності або окремого елемента, в результаті чого незначні зміни цієї сукупності приводять до істотних змін всієї системи (тому вказана сукупність розглядається як провідна, визначальна частина (компонента) системи).

Категорія ієрархія означає, що окремі елементи системи одночасно є відносно самостійними системами нижчого порядку

(в межах даної системи вони можуть розглядатися як підсистеми), тобто системи нижчого порядку розглядається як елемент системи більш високого порядку.

Вказані категорії характеризують наявність спільних ознак і властивостей у систем різної природи та різної якості, тобто їх ізоморфізм.

Свого часу критики ідей Л. Берталанфі вказували на те, що виявлені ним спільні ознаки і властивості у систем різної природи та різної якості небагато дають для конструктивного (прикладного) розуміння мікроструктурної будови реальних досліджуваних об'єктів. Незважаючи на те, що певною мірою це так і є, варто акцентувати увагу на тому, що визначальна роль його ідей полягає у передусім формулюванні загальних системних принципів, концептуальних засад загальої теорії систем. Що ж до прикладного вивчення мікроструктур систем, якісно-кількісного вимірювання зв'язків її елементів, їх формалізованого опису, то це потребує більш розгалужених, досконалих та значною мірою спеціальних методів дослідження, які зумовлені специфікою природи досліджуваного об'єкта. Таким засобом є системний аналіз, який базується на принципах загальної теорії систем.

Визначний вчений в галузі загальної теорії систем У. Росе Ешбі в своїй знаменитій статті «Загальна теорія систем як нова наукова дисципліна», відштовхуючись від задачі аналізу системи як деякої цілісності, зробив спробу вирішити цю задачу в рамках кібернетичного способу дослідження. Він віддавав перевагу дедуктивному методу аналізу системи і висунув концепцію так званої «чорної скриньки», під якою розумілась досліджувана системи. Його підхід до пізнання системи має велике загальнотеоретичне і прикладне значення, але, звичайно не є достатнім способом пізнання тієї чи іншої системи.

Водночас одним з принципових питань є наступне: чи можна вважати будь-яку сукупність об'єктів системою?

Частина вчених стверджують, що будь-яка система є сукупністю, але не кожна сукупність є системою. Наприклад, купа каміння є сукупністю, але вона не володіє інтегративними властивостями, а відтак їй не притаманні істотні системні ознаки. На думку інших вчених всі сукупності є системами, оскільки:

неорганізовані сукупності складаються з елементів;

елементи цих сукупностей певним чином зв'язані між собою хоча зв'язки й мають зовнішній або випадковий характер;

зв'язки об'єднують елементи в певну форму;

наявність зв'язків зумовлює певні, хоча й елементарно прості закономірності часового або просторового характеру;

зв'язки зумовлюють певну форму впорядкованості, просто неорганізовані сукупності мають нижчу форму «порядку», впорядкованості.

Оскільки у даному випадку «порядок» — це певний процес упорядкованості, то у наведеній вище купі каміння можна визначити певний часовий порядок, тобто послідовність входження окремих елементів в дану сукупність.

Іншим не менш важливим і принциповим питанням є співвідношення понять цілісність та відмежованість системи.

Деякі вчені ототожнюють ці поняття. Вони обгрунтовують свою думку тим, що зовнішня відмежованість системи і є відображенням (фактором) її внутрішньої цілісності.

У даному випадку варто зазначити, що «відмежованість» є зовнішньою властивістю системи, а «цілісність» — її внутрішньою властивістю, якої вона набуває в процесі своєї еволюції. Дійсно, система завжди є зовнішньо відмежованою, але це ще не означає, що вона обов'язково є цілісною. Наприклад, недобудований будинок не можна розглядати як цілісний комплекс. Тому «відмежованість» варто розглядати як необхідну умову набуття «цілісності» системою, але не достатньою. При цьому між вказаними поняттями є загальна залежність, яка досить однозначна, а саме: чим більше система відмежована від середовища, тим більше вона стає цілісною.

Викладене вище дає підстави для поділу всієї різноманітності систем на дві групи (частини): неорганізовані сукупності та цілісні системи. Водночас згідно концепції цілісності О. Ланге з точки зору взаємозв'язку системних понять їх можна поділити на три групи.

Перша група понять визначає власне системний об'єкт, а саме:

діючий елемент — матеріальний об'єкт, який певним чином залежить від інших подібних матеріальних об'єктів та одночасно впливає на них;

зв'язки елементів — перетворення, зміна векторів, що описують стан елементів;

система — сукупність взаємопов'язаних діючих елементів;

структура — мережа зв'язків між елементами.

Другу групу понять утворюють поняття, запозичені з кібернетики. Вони слугують для розчленування (аналізу) і опису стану об'єктів першої групи, а саме:

входи та виходи елементів та систем;

рівновага систем;

стабільність систем;

саморегуляція систем.

До третьої групи входять поняття, запозичені з векторної алгебри. Їх використовують для формалізованого кількісного опису понять і параметрів першої та другої груп.

Таким чином, основою системної концепції О. Ланге є поняття «елемент» і «зв'язок», а поняття системи і структури є своєрідними похідними від них.

Вище викладене свідчить про те, що вихідним пунктом системного мислення є уявлення про цілісність досліджуваного об'єкта (явища), яке передбачає принаймні два наслідки:

система може бути пояснена і зрозуміла як цілісність лише при умові, коли вона певною мірою протистоїть середовищу, тобто виокремлена із середовища, що її оточує;

«розчленування» системи приводить до поняття елемента, властивості і функції якого визначаються його місцем в системі, тобто в межах цілого.

Варто також акцентувати увагу на дві філософські протилежності розуміння стану системи: хаос та елемент.

Поняття хаосу (на противагу впорядкованості) є відносним. Наприклад, зруйнований землетрусом будинок з погляду його архітектури та будівництва є хаосом, а не системою, що ілюструє відносність хаосу. Якщо ж купу будівельних матеріалів, яка утворилася внаслідок руйнування будинку, розглядати з точки зору механіки, то вказана купа є досить складною системою з великою множиною відносин між тиском, зчепленням, тертям. Цей приклад свідчать про те, що хаос — це непізнані закономірності, оскільки в світі все взаємопов'язане, а взаємозв'язок між тими чи іншими його елементами зумовлює

певний порядок, певні закономірності, що відкриваються в процесі пізнання. Таким чином, поняття хаос відображує:

системи з непізнаними закономірностями зв'язків між елементами;

системи, для яких властиві відносно нижчі форми зв'язків;

одну або кілька систем, ячкі можуть бути фоном стосовно конкретної системи, як об'єкта дослідження.

Що ж до поняття елемент, то це першооснова будь-якого тіла, з якої воно складається. У даному випадку елемент системи неподільний. Це означає, що елемента в абсолютному вигляді, поза системою, не існує, оскільки будь який «елемент» сам по собі може бути поділений на складові частини, хоч яким би він не здавався малим, мікроскопічним. Саме в цьому спостерігається один із виявів гносеологічного підходу, а саме: елемент як неподільна частина може розглядатися лише в контексті певної пізнавальної моделі системи. Якщо ж застосовувати іншу модель, то «елемент» уже не буде неподільним.

Так, з точки зору економічної моделі суспільства, людина може розглядатися як елемент (економічний суб'єкт) , а з точки зору біологічної моделі людина є складною суперсистемою, яка складається з опорної, нервової, кровеносної та інших систем.

Існує величезна кількість термінологічних визначень категорії «система». Наприклад часто вважається, що система це:

цілісна безліч об'єктів (елементів), пов'язаних між собою взаємними відносинами;

організована безліч структурних елементів, що взаємопов'язані і виконують певні функції;

цілісна взаємозалежна безліч об'єктів;

сукупність взаємозалежних, певним чином організованих і взаємодіючих елементів;

сукупність взаємозалежних елементів, відособлена від середовища і взаємодіюча з ним як ціле.

порядок (план, класифікація), згідно з яким розташовується група понять для утворення єдиного цілого;

комплекс вибірково залучених компонентів, у яких взаємодія і взаємини набувають характеру взаємоспрямування компонентів на одержання фіксованого корисного результату

Аналіз цих та інших визначень системи вказує на дві суттєві тенденції, а саме:

прагнення дати визначення в найбільш узагальненому, теоретично-абстрагованому рівні.

відобразити спрямованість системи на вирішення практичного завдання (технічного, виробничого, управлінського тощо), її певну цілісність та впорядкованість.

В межах першої тенденції, прагнучи до найвищого рівня узагальнення спрощують визначення, що передбачає віднесення до систем різних конгломератів, властивості яких адитивні, тобто зводяться до простої суми властивостей його складових частин. Тобто конгломерати не володіють інтегративними (цілісними) властивостями, тому головна їх відмінність від системи полягає в тому, що при включенні до нього чи при виключенні з нього тих чи інших елементів (частин) ні сам конгломерат, ні його частини не зазнають якісних змін. Відбуваються лише механічні (кількісні) зміни, бо кожен з елементів конгломерату є автономним і зв'язки мають лише зовнішній, нестійкий характер. Саме тому конгломерати називають сумативними системами.

Друга тенденція вказує на цілеспрямованість системи, наявність мети, яка поєднує частини в цілісність, що певним чином підпорядкована досягненню мети. Головна властивість цілісної системи, що відрізняє її від сумативної системи, є наявність інтегративних властивостей. Саме тому систему можна визначити як цілісну відмежовану сукупність взаємозв'язаних елементів, якій притаманні нові інтегративні властивості, що є якісно вищими від суми властивостей окремих частин.

Варто також зазначити, що зміст поняття «система» суттєво відрізняється від змісмту поняття «комплекс». У перекладі з латині комплекс означає — «зв'язок», «сполучення». У світі все взаємозалежне, але одного лише взаємозв'язку для розуміння системності недостатньо, необхідно підкреслити специфіку взаємодії елементів сукупності. Тому комплексність є лише однією із граней системності.

2.2. Ознаки системи та її структура

Ознаки системи. Суттєвими (визначальними) ознаками системи є:

взаємозв'язок елементів (частин, компонентів), що її утворюють;

суперечливий характер взаємодії між елементами системи;

наявність інтегративних (системних) якостей, властивостей;

якісна відмежованість взаємозв'язаної цілісності елементів системи від зовнішнього середовища.

Змістовною основою існування будь-якої системи є зв'язки між її елементами, які й утворюють та підтримують в робочому стані механізм її життєдіяльності. Більшість цих зв'язків є наслідком, тобто відображають внутрішню сутність елементів системи. При цьому властивості елементів та їх функції в системі є відображення їх внутрішньої суті.

Наприклад, акумуляторна батарея, як елемент системи електрообладнання автомобіля, володіє властивостями накопичувати та використовувати електроенергію. Ці властивості визначають її основні функції в системі електрообладнання та в системі запалювання: забезпечення електрострумом приладів освітлення, забезпечення збудження в котушці запалювання, забезпечення електрострумом стартера, використання та накопичення електроенергії, що виробляється генератором. Очевидно, що виконання цих функцій зумовлює необхідність відповідних зв'язків з названими елементами. Відсутність вказаних внутрішніх властивостей акумулятора не дозволила б йому виконувати відповідні функції, а отже, і зв'язків би не існувало, а він сам не був би елементом системи електрообладнання та системи запалювання.

Інтегративні (системні) якості системи виявляються в наявності таких її властивостей, які не притаманні повною мірою жодному з її елементів. З іншого боку, ці властивості не є простою сумою властивостей елементів системи. Вони є якісно вищими та складнішими за таку суму. Чому ж з'являються такі інтегративні властивості системи? Поява нових інтегративних властивостей системи зумовлена:

«об'єднанням» спільних функцій і властивостей елементів;

«відмиранням» функцій певних елементів, які «непотрібні» системі;

набуттям або посиленням окремими елементами певних функцій, що викликаються потребами системи;

неповною впорядкованістю взаємодії елементів та внутрішньосистемною спеціалізацією їх функцій.

Так, колектив виконує роботу якісніше, з більшою продуктивністю і в більших обсягах, аніж якби його члени працювали окремо, а потім обсяги роботи кожного підсумували. Це зумовлено тим, що член колективу, який працює окремо, виконує сам всі необхідні операції послідовно В колективі ж (у системі) завжди існує розподіл і спеціалізація функцій, що зумовлює швидше і якісніше виконання операцій. Проявляється системний ефект колективу, яким не володіє окремо кожний його член.

Характер та спосіб взаємодії елементів системи зумовлює її внутрішню організацію системи. У даному випадку внутрішня організація відображає певну впорядкованість елементів системи. Кожна система має свою специфічну організацію. Вона ускладнюється при підвищенні рівня диференційованості (структурованості) системи. З огляду на викладене, важливо розрізняти зміст поняття «структура» та «організація» системи. Поняття «структура» відображає склад, зв'язки, взаємодію елементів, а поняття організація — певний порядок, процес і результат впорядкування взаємодії елементів відповідно до інтересів системи.

Не менш важливими ознаками цілісності системи є координація і субординація. Вони відображують певний рівень складності структури системи.

Під координацією розуміють певну узгодженість дій елементів системи, особливий характер їх взаємної залежності, який забезпечує динамічну рівновагу системи. В механічних системах ця залежність має однозначний характер, а саме: будь-який наслідок в системі є прямо пропорційним причині. Тому в таких системах координація дій елементів системи, як така відсутня. У більш складних фізичних або хімічних системах спостерігається вже не пряма і однозначна, а опосередкована та багатозначна детермінація елементів. Кожен з них відчуває одночасно вплив не одного, безпосередньо зв'язаного з ним елемента, а й багатьох інших прямо не зв'язаних з ним. При цьому сам елемент впливає не на один чи групу безпосередньо зв'язаних з ним, але через них на багато інших елементів системи.

Варто акцентувати увагу на тому, що більш повне вираження координація має в органічних (живих) та, особливо в соціальних

системах. В цих системах кожен елемент є одночасно і причиною, і наслідком.

Будучи причиною, тобто впливаючи на інші елементи, певний елемент одночасно є і наслідком, бо його функції певною мірою є результатом тих дій, причиною яких він є сам. Оскільки при наявності яскраво виявлених відносин координації має місце складне переплетіння причин і наслідків, то у відносинах між елементами системи завжди присутній ефект випадковості. Цю обставину необхідно обов'язково враховувати в процесі аналізу складних систем, передусім органічних (живих) та соціальних.

Під субординацією розуміють певну підпорядкованість і підлеглість елементів, які вказують на їх особливе місце та неоднакове значення в системі. Одні елементи відіграють принципову важливу, навіть визначальну роль в системі, а інші — меншу, іноді другорядну роль. Субординація властива для органічних (живих) та соціальних систем.

Принципово важливою особливістю системи є й специфічність її взаємодії із зовнішнім середовищем. Під зовнішнім середовищем розуміють відмежовані від системи об'єкти (процеси, явища тощо), з якими вона певним чином взаємодіє.

Варто зазначити, що вказані об'єкти відіграють різну роль в існуванні (життєдіяльності) системи. Так, одні можуть бути не суттєві для неї, інші ж помітно впливають на неї, а без деяких об'єктів система не може існувати. Так нежива система, наприклад молекула, руйнується і поглинається середовищем. Живий організм пристосовується до середовища, використовує його певні частини (об'єкти), а людина водночас використовує і перетворює середовище свого існування.

В цілому ж роль середовища для системи є надзвичайно важливою, що необхідно враховувати у пізнанні систем та при вирішені практичних завдань повязаних з їх функціонуванням.

Таким чином, істотними характеристиками (ознаками) системи є: цілісність складу, інтегративні властивості, структура, характер взаємодії з середовищем.

Структура системи. Поняття структури системи відображує її суттєві характеристики: склад, тобто елементи з яких вона складається та спосіб їх взаємодії. Тому властивості та якісно-кількісні характеристики системи, визначаються передусім її

структурою. Тобто від того, з яких елементів складається система, від властивостей та функцій цих елементів буде залежите спосіб їх взаємодії та характер зв'язків між ними.

Так, всі сучасні автомобілі складаються з одних і тих же подібних елементів. Водночас деякі марки автомобілів мають кращі характеристики: швидкість, надійність, довговічність тощо, ніж інші. Системи цих автомобілів набувають переваги за рахунок властивостей своїх елементів, наприклад двигуна, трансмісії та за рахунок іншого способу їх взаємодії, наприклад автоматична коробка передач, більш надійна гальмівна система. Тому від властивостей елементів та способу їх взаємодії значною мірою залежить характер та якість системи.

Система та її елементи володіють певними розмірами та протяжністю. Тому важливою характеристикою її структури є просторові відношення.

Як правило, елементи системи неоднакові за розмірами. Водночас, вони певним чином та у певному порядку розташовані у просторі та підігнані один до одного. Від просторового розміщення частин та відстаней між ними значною мірою залежить міцність та життєздатність системи. Результати досліджень свідчать про те, що система є стійкою лише при певних (оптимальних) розмірах та конфігурації.

Існування системи характеризується певним віком, періодичністю, ритмічністю, етапністю, стадійністю, які вимірюються часом. Тому час є притаманною рисою структури системи. Іншими словами вказані характеристики знаходять вияв у часовій структурі системи, яка передбачає її стабільність у часі та динамічну стійкість.

Крім просторово-часових зв'язків структура системи характеризується множиною інших видів взаємодії: безпосередніх, опосередкованих, суттєвих, не суттєвих, необхідних, випадкових тощо.

Як правило, залежно від мети дослідження, виділяють якісно відмінні одна від одної складові частини структури системи, а саме: елемент; компонент; підсистема.

Під складовою частиною системи зазвичай розуміють певну просторову, змістовну, матеріальну, функціональну відособленість. Відособленість - це певна автономність частини

у складі (структурі) системи, що може виражатися в формі, величині, функціях цієї частини.

Елемент системи, є вихідною, неподільною в умовах даної системи її частина, з якої складаються інші частини системи. Елемент означає кінцевий, неподільний, останній. Елемент — це поріг членування в межах даної якості системи й елементарний її носій. При цьому елемент неподільний не взагалі, а тільки в рамках даної якості. Подальше членування елемента виводить на шлях дослідження якісно іншої системи.

Компонент є частиною системи, що виділяється за певними ознаками. Наприклад, це може бути спільність властивостей елементів або їх форм. Це взаємодіючі в межах системи структури, що підкоряються тим же законам, що і вся система. Так, жіночий колектив кафедри може розглядатися як її компонент. Як правило, компоненти виділяються за зовнішніми ознаками, а не за функціями і не за наявністю певних зв'язків між елементами. Очевидно, що виділення компонентів системи є досить суб'єктивним. Воно здійснюється з пізнавальною метою.

Підсистема є частиною цілісного утворення у складі певної системи. Тому підсистема — це фактично система в системі більш високого порядку. Наприклад, в системі «університет» підсистемами є факультети та інститути. Тому підсистема є система нижчого порядку у більшій системі. Наприклад, можна говорити, що факультет — це підсистема першого порядку, курс — підсистема другого порядку, академгрупа — підсистема третього порядку, а студент — елемент системи «університет». Таким чином, підсистеми утворюються компонентами нижчого порядку стосовно системи в цілому. Звичайно, будь-який поділ цілого на частини, тобто поділ системи на підсистеми є відносним, деякою мірою умовним і продиктований цілями дослідження.

2.3. Методологічні особливості вивчення систем

Ознаки системи є методологічними джерелами для застосування методів пізнання та її дослідження. Залежно від мети дослідження можуть використовуватись окремі ознаки або їх комбінація. Водночас при дослідженні системи необхідно враховувати і відповідним чином відображувати тісний

взаємозв'язок властивостей цілісності, структурності системи та взаємодії її елементів.

Поняття системи має досить широку область застосування, оскільки будь-який об'єкт можна розглядати як систему. Тому для обґрунтування загальних методолгічних правил її пізнання необхідно використовувати адекватні категорії змістовного та формального характеру. Передусім вони повинні відображати істотні ізоморфні властивості системи та бути виражені у відповідних принципах дослідження системи. У даному випадку йдеться передусім про принципи: цілісності; структурності; взаємозалежності системи і середовища; ієрархічності; множинності опису; обумовленості поведінки системи, які визначальною мірою й визначають фундаментальну основу методологічних особливостей вивчення систем

Принцип цілісності заперечує можливість зведення властивостей системи до простої суми властивостей її елементів, що її складають та зумовлює залежність і властивості кожного елемента від його місця, ролі та функцій всередині цілого (системи).

Принцип структурності зумовлює можливість пізнання (опису) властивостей і параметрів (характеристик) системи через виявлення її структури, тобто зв'язків і відносин між її частинами.

Принцип взаємозалежності системи і середовища її існування враховує, що прояв властивостей системи відбувається в процесі та під впливом її взаємодії з середовищем, яке є одним з головних факторів розвитку системи.

Принцип ієрархічності враховує ту обставину, що кожний елемент системи є системою нижчого порядку, а досліджувана система є одночасно елементом системи більш високого порядку.

Принцип множинності опису враховує, що через відносну складність будь-якої системи її адекватне відображення вимагає побудови множини різних пізнавальних моделей, кожна з яких описує лише певний аспект фунціонування системи.

Принцип обумовленості поведінки системи враховує ту обставину, що поведінка будь-якої системи зумовлена поведінкою її елементів і властивостями її структури.

Сьогодні досить поширеним є структурний підхід до дослідження систем. Його метою є пізнання структури та внутрішнього взаємозв'язку елементів системи.

Пізнання структури системи дає можливість виявити повноту взаємозв'язків її елементів, виділити серед них суттєві і несуттєві, необхідні і випадкові, зрозуміти характер детермінації частин системою (цілим), їх зворотний вплив на цю цілісність. Цим самим виявляється архітектоніка цілого, фактори та джерела його існування, а також механізми його функціонування та взаємодії з оточуючим середовищем. Тому розкриття структури системи дозволяє зрозуміти конкретне місце, роль і значення її елементів в цілому (в симстемі) виходячи з їх загального системного взаємозв'язку і на цій основі отримати відповідь на низку важливих питань, зокрема:

чому той чи інший елемент саме такий, а не інший?

чому той чи інший елемент виконує саме таку, а не іншу функціональну роль?

як і чому система зберігає свою якісну специфіку в умовах постійних внутрішніх збурень та перетворень у зовнішньому середовищі?

Водночас процес пізнання структури системи можна уявити у вигляді руху думки дослідника від складу системи (з чого складається) до структури (внутрішньої будови), а потім і до функцій системи (як вона діє).

Не менш поширеним при дослідженні систем є й функціональний підхід, метою якого є дослідженні її функцій. Із викладеного вище можна дійти висновку, що функції системи значною мірою детерміновані складом її елементів та структурою. Водночас в певних випадках мета дослідження зумовлює необхідність починати його з вивчення функцій системи, не аналізуючи при цьому детально її структуру, наприклад. Наприклад, це відбувається, коли потрібно знати зовнішні функції системи, не вникаючи в її будову та коли через вивчення функцій системи досліджують склад та взаємозв'язок її елементів.

Метод вивчення функцій системи без вивчення її структури та внутрішніх властивостей для подальшого пізнання її суті отримав назву метод «чорної скриньки». Його застосування є необхідним, а нерідко і єдиним засобом вивчення системи, коли безпосереднє проникнення в неї ускладнене або неможливе

взагалі. Причин таких складнощів може бути досить багато. Наприклад, це може бути відсутність відповідних технічних засобів або дослідницьких інструментів або ж реальна небезпека завдання непоправної шкоди системі, як це має місце при дослідженні живих організмів.

Таким чином метод «чорної скриньки» застосовується для виявлення (визначення) функцій системи та їх кількісно-якісного опису шляхом вивчення її полюсів: «вхід» забезпечує надходження інформації ззовні, а «вихід» видає зворотну реакцію системи на одержану інформацію. На основі результатів спостереження за реакцією системи вивчаються її функції і на цій здійснюються передбачення щодо внутрішньої будови (структури) системи.

ГЛАВА 3. МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ

3.1. Взаємодія і взаємозв'язки в системі.

Взаємодія елементів в системі зумовлена їх внутрішньою сутністю. Вона проявляється в системі через функції елементів та їх відносну самостійність. Остання визначається такими ознаками елементів системи:

специфічні особливості елементів, які є наслідком їх внутрішньої сутності;

диференційованість елементів, як певна локалізація та просторово-часова відокремленість їх від інших елементів;

специфічні функції елементів, які відрізняються їх від функцій інших елементів;

фізичні, хімічні, соціальні та біологічні властивості елементів.

Відносна самостійність елементів системи дозволяє їм набути системної спеціалізації. Це означає, що вони виконують певну роль, певні, притаманні тільки їм функції в системі. Тому за системні властивості цілого (системи) несуть відповідальність всі її частини, а на певний елемент випадає відповідальність за певну дію чи властивість.

Водночас система впливає на свої елементи, підпорядковуючи їх діяльність головній меті свого існування

(функціонування). Саме в цьому проявляється ефект єдності цілого (симстеми) і частин цього цілого. При цьому в системі відбувається постійна взаємодія між її елементами, компонентами, підсистемами, між системою і зовнішнім середовищем. Виділяють два види взаємодії між елементами системи: механічну та органічну.

Механічна взаємодія властива переважно простим, механістичним системам. Особливістю цих систем є те, що будь-який елемент може бути видалений із системи і при цьому не зазнає жодних змін. Він залишиться таким же, яким був у системі. Сама ж система в результаті вилучення елемента зміниться, оскільки порушаться або призупиняться певні її функції.

Органічний тип взаємодії властивий для живих та соціальних систем. Такі системи вирізняються тісною взаємодією, взаємним нелінійним зв'язком елементів один з одним та кожного з них з системою. При цьому визначальною властивістю цих систем є їх здатність відтворювати елементи з минулого стану системи та породжувати елементи в нинішньому її стані, що є передумовою розвитку в майбутньому.

У процесах органічної взаємодії в системі виділяють такі їх типи.

Взаємодоповнення, яке є взаємодією елементів, що зумовлена необхідністю їх спільного існування та неможливістю існування одного без іншого, наприклад, сучасна людина і суспільство.

Гармонійна рівновага, яка проявляється у суперечності взаємодії елементів. Елементи таким чином змінюють свої якості, щоб забезпечити існування елементів з протилежними функціями, наприклад коренева система і крона дерева. Суперечність взаємодії полягає в тому, що кожний елемент є джерелом існування своєї протилежності.

Використання має місце тоді, коли елемент використовує функціональні якості своєї протилежності або й самого протилежного елемента, наприклад травоїдні тварини та рослини або хижак і нехижак.

Взаємодія системи з зовнішнім середовищем виявляється у її зв'язках з об'єктами, що не входять до її складу. Це середовище може бути неорганізованим та організованим (суперсистема).

Умови зовнішнього середовища, без яких система не може існувати і розвиватися, називаються необхідними. Умови, які не створюють суттєвого впливу на систему або впливають на неї випадково, називаються супутніми.

Система дуже тісно взаємодіє зі своїм зовнішнім середовищем. Тому іноді непросто знайти межу, яка відділяє систему від зовнішнього середовища й, відповідно, відповісти на питання чи відноситься той чи інший об'єкт до системи, чи до середовища? Очевидним критерієм для визначення межі є характер і ступінь участі певного об'єкта в створенні та існуванні системи. До системи відносяться тільки ті об'єкти, які беруть пряму, безпосередню участь у її створені.

Варто акцентувати увагу на тому, що чим вищий рівень організації системи, тим вона більш чутлива до зовнішнього середовища. Водночас, тим більш активно система впливає на це середовище. Це означає, що система і зовнішне середовище взаємозмінюють одне одного.

Взаємодія в системі здійснюється в переважній більшості через зв'язки між елементами всередині системи та зв'язки елементів із зовнішнім середовищем. Під зв'язком зазвичай розуміють потоки (обмін) речовини, енергії, інформації між елементами. Тому за змістом зв'язки можуть бути речовинними, енергетичними та інформаційними Зв'язки є невід'ємним атрибутом системи. Без них існування системи принципово неможливе

Результатом взаємодії система з середовищем є речовинний, енергетичний та інформаційний обмін.

Роль зв'язків у формуванні (житті, існуванні) системи виявляється через наступні аспекти.

Системоутворюючий, тобто зв'язки є підґрунтям (передумовою) утворення системи, забезпечують здійснення взаємодії елементів, їх взаємовплив та взаємозалежність, участь в загальносистемних процесах.

Специфікаційний, оскільки зв'язки задають певні властивості конкретної системи, що притаманні саме для неї і, таким чином, визначають специфіку системи.

Вітальний, оскільки саме зв'язки забезпечують життєдіяльність системи забезпечучи речовинний, енергетичний та інформаційний обмін системи із зовнішнім середовищем.

Вирізняють такі основні різновиди зв'язків між елементами:
направлені та ненаправлені;
односторонні, двосторонні та багатосторонні;
постійні та переривчасті;
рівноправні та нерівноправні.

На основі ж співвідношення вхідних і вихідних величин можна виділити такі типи взаємодії елементів системи:

одномірно-одномірний (однофункціональний), коли елемент має один вхід та один вихід;

одномірно-багатомірний, коли елемент має один вхід та кілька виходів;

багатомірно-одномірний, коли елемент має кілька входів та та один вихід;

багатомірно-багатомірний, коли елемент має кілька входів та та виходів.

Сутнісна (змістовна кількісно-якісна) оцінка зв'язків виявляється через їх роль у функціонуванні (існуванні, розвитку) системи. За цією ознакою розрізняють такі види зв'язків:

причинно-наслідкові, коли один елемент (явище) породжує властивості іншого елемента;

зв'язки перетворення, коли в результаті зв'язку між двома елементами вони обидва переходять в інші стани;

зв'язки побудови (структурні зв'язки), коли в результаті постійних зв'язків між елементами тримається структура (каркас) системи;

зв'язки управління, коли мають місце переважно інформаційні зв'язки, що змінюють траєкторію руху, тобто поведінку системи.

3.2. Роль суперечностей в функціонуванні системи та форми їх вирішення

Роль суперечностей в функціонуванні системи. Народження нового завжди є результатом взаємодії тих чи інших суперечностей. При цьому відношення між елементами системи або її зовнішнім середовищем може вирізнятися тотожністю, відмінністю або протилежністю.

Будь-яке неспівпадання (відмінність) між елементами системи або її зовнішнім середовищем може бути важливою

передумовою появи (зародження) нової якості (властивості), яка на поточний момент ще не притаманна системі. В подальшому неспівпадання може поглиблюватися і перетворитися в певну несумісність. Вона поширюється спочатку на окрему частину системи, а потім набуває більш довершених форм, які виявляються в певних якісно-кількісних змінах: структурних, організаційних, елементних. Цей процес завершується співіснуванням двох утворень:

«старої» системи, яка переродилась, оскільки виділила з себе дещо нове та протягом певного часу взаємодіяла з ним;

«нового» утворення, яке набуло завершеної форми та певної самостійності.

Джерелом життєдіяльності системи можуть бути внутрішні суперечності між елементами системи та зовнішні суперечності між системою та її середовищем.

Суперечність — це неспівпадання, відмінність, протидія, структурна або організаційна несумісність в процесі взаємодії елементів системи та між системою і середовищем її існування. Виділяють три види суперечностей:

суперечності між якісно тотожними елементами;

суперечності між функціонально диференційованими елементами;

суперечності між протилежними елементами.

Суперечності між якісно тотожними елементами є першою формою суперечності. Вона з'являється одночасно з виникненням системи, тобто коли починає відбуватися взаємодія між її елементами. Це внутрішнє протиріччя системи, що народжується. Воно неминуче приводить до диференціації цих елементів, до зміни характеру взаємодії між ними, а отже і до зміни типу суперечності.

Суперечності між функціонально диференційованими елементами, тобто між різноякісними елементами. Наприклад, взаємодія протонів і нейтронів в ядрі атома або хижаків різних видів є таким видом суперечностей. У даному випадку диференціація елементів сприяє посиленню їх взаємозалежності. Тому взаємодія між елементами набуває характеру співробітництва, взаємодоповнення. Тобто саме диференціація елементів системи стає головним її інтегруючим фактором.

Перетворення системи в цілісність відбувається саме внаслідок диференціації елементів та зв'язаних з нею процесів інтеграції.

Диференціація елементів системи зумовлює появу і розвиток таких якостей, які або сприяють «перемозі» одного елементу над іншим, або утвердженню іншого способу взаємодії, або ж здатності використовувати принципово інше джерело існування. Все це призводить до якісного перетворення елементів, тобто вони стають протилежностями, а відтак і до якісно нового типу взаємодії елементів.

Прикладом суперечностей між протилежними елементами може бути взаємодія типу «електрон — позитрон».

Варто зазначити, що розвиток суперечностей в системі має декілька фаз свого розвитку, а відтак має певну логічну послідовність. Спочатку суперечність зароджується в надрах минулих суперечностей. Потім вона визріває й досягає повного розвитку, витісняючи або відтісняючи на задній план «старі» суперечності. Потім наступає фаза вирішення суперечності, яка є переходом до якісно нового рівня розвитку певного процесу. І такий перехід завжди здійснюється у формі стрибка. При цьому суперечності можуть бути визначальними, суттєвими, тобто головними та незначними, несуттєвими (другорядними). У контексті викладеного вище, очевидно, що головні суперечності є рушійною силою розвитку системи. До них відносяться:

суперечність між елементом і джерелом його існування;

суперечність між елементами, які мають спільне джерело існування;

суперечність між системою та зовнішнім середовищем, зокрема з тією його частиною, від якої залежить джерело існування системи.

У даному випадку під джерелом існування системи розуміють те, що забезпечує збереження чи зміну системи, наприклад, джерела енергії, інформацію, харчування, стійкість.

Гострота суперечностей змінюється синхронно. Це означає, що посилення суперечності хоча б одного елемента з джерелом його існування неминуче викликає посилення суперечності між елементами, які мають те ж саме джерело існування. Відповідно послаблення суперечності елемента з джерелом існування зменшує його суперечність з тотожними за джерелами існування елементами.

В системі можуть існувати такі типи суперечностей.

Гостра суперечність, яка характеризується інтенсивним протиборством елементів, їх взаємовідштовхуванням, взаємовиключенням, взаємопригніченням. Така суперечність може виникати як між: протилежними (електрон — позитрон, хижак — жертва), диференційованими (слабий і сильний хижак, розвинута і нерозвинута держава) та тотожними (електрон — електрон, країна — країна) елементами системи. Ця суперечність може мати різні наслідки в залежності від якості взаємодіючих елементів.

Так, результатом гострої суперечності між тотожними елементами буде, наприклад, взаємне відштовхування електронів, а така ж суперечність між протилежними елемнентами буде мати наслідком якісне перетворення в системі.

Рівноважна суперечність характеризується такою взаємодією елементів, результатом якої є рівновага між ними. Рівновага не є постійною. Вона може трансформуватися в іншу суперечність, наприклад гостру.

Переважання співпраці, взаємостимуляції, взаємодоповнення є характерними ознаками прихованої (слабкої) суперечності, яка може виникати в процесі взаємодії будь-яких елементів та систем.

Безпосередні суперечності, характеризуються взаємодією без проміжних ланок (хижак — жертва, електрон — позитрон). Безпосередні суперечності мають гострий антагоністичний характер. Це означає, що взаємодіючі елементи, як правило, взаємовиключають один одного, тобто це суперечність типу «або — або».

Асиметричні суперечності, характеризуються переважаючим впливом одного елемента над іншим. Вони мають місце переважно в органічних (живих) та соціальних системах, наприклад панування одного хижака над іншими в певному ореолі.

Форми вирішення суперечностей при функціонуванні системи. Вирішення (усунення) суперечностей між елементами системи відбувається при її функціонуванні. При цьому існуть різні форми (варіанти) вирішення суперечностей, а саме:

переважання одного елемента над іншим, однієї протилежності над іншою, що властиве для зрілих високорганізованих систем, наприклад соціальних;

поділ протилежностей, коли кожний з протилежних елементів, внаслідок взаємодії з джерелом свого існування, суттєво змінюється, в результаті чого суперечність поглиблюється, елементи перестають доповнювати один одного, що призводить до загибелі системи;

зміна елементів і перетворення суперечності, коли елементи змінюються в процесі взаємодії настільки, що виникають нові суперечності. Таким прикладів досить багато в живих та соціальних системах. Наприклад, в системі «хижак — жертва» обидва елементи змінюються в процесі взаємодії настільки, що виникають нові їх види та нові суперечності;

поділ елементів та їх відносно самостійне існування. Наприклад, це відбувається в результаті хімічної реакції розкладу однієї сполуки, коли утворюються дві самостійні сполуки, які в подальшому існують незалежно одна від одної. Для сціальних систем прикладом є розпад держава на дві самостійні держави;

загибель системи в результаті загибелі одного з елементів. Таких прикладів можна навести досить багато для систем різної природи. Наприклад, в системі хижак — жертва в результаті зовнішнього впливу може зникнути жертва, тоді загине і хижак, який залишається без їжі. Багато прикладів і в соціальних системах, наприклад, руйнування економічної системи або втрата національної ідентичноті може призвести до загибелі держави;

взаємопроникнення елементів та їх зникнення, що спостерігається у систем типу магніту;

руйнування системи під впливом випадкових причин.

Таким чином, виникнення та вирішення суперечностей є джерелом розвитку системи, зумовлюють зміст, суть життя системи. Вони мають місце тільки в умовах системи, коли є взаємодія між її елементами.

3.3. Системоутворюючі фактори та мета розвитку системи

Системоутворюючі фактори. Принциповим питанням в теорії систем є виявлення факторів, які об’єднують її елементи в єдине ціле, тобто системоутворюючих факторів. Їх поділяють на внутрішні та зовнішні.

Зовнішні системоутворюючі фактори — це фактори зовнішнього середовища системи. Вони сприяють її виникненню та розвитку. Водночас, ці фактори є чужими для елементів системи, оскільки не зумовлюються і не викликаються внутрішньою необхідністю до об'єднання елементів у ціле (в систему). Тому зовнішні системоутворюючі фактори не є головними в утворенні системи. Такими факторами є внутрішні, які породжуються властивостями елементів, що входять до складу системи. Саме їм належить визначальна роль в системоутворенні. Серед таких факторів:

спільність природної якості (сутності) елементів;
взаємодоповнення факторів;
фактори індукції;
фактори стабілізації;
зв'язки обміну між елементами;
функціональні зв'язки між елементами;
штучні системоутворюючі фактори.

Розглянемо більш детально роль вказаних факторів у системоутворенні.

Спільність природної якості (сутності) елементів, є необхідною умовою існування багатьох природних систем. Вона проявляється в подібності внутрішньої будови речовини та зовнішніх функцій елементів.

Результати виконаних досліджень дають підстави стверджувати, що, наприклад, скупчення особин одного виду здатні виживати в умовах, де одиничні представники цього ж виду загинули б. Так, зграя вовків швидше наздоганяє здобич і справляється з нею, ніж один вовк.

Дуже цікаві результати дав лабораторний досвід з золотими рибками. В один акваріум помістили зграю золотих рибок, а в інший, з такою ж кількістю води, одну рибку. В кожен акваріум було влито однакову кількість токсичної речовини. Одиночна рибка загинула, а зграя рибок вижила. Як з'ясувалось кількість слизу, який виділила група риб, виявилась достатньою для нейтралізації дії токсичної речовини, а слизу одиночної риби виявилось недостатньо. Це явище називають несвідомою кооперацією (об'єднання з собі подібними), яка може призводити до утворення більш складної та стійкої системи щодо реагування на небезпеки її існуванню.

Взаємодоповнення забезпечує взаємодію як однорідних, так і різнорідних елементів. Диференціація елементів до певної межі та їх спеціалізація приводить до зміцнення та вдосконалення системи. Взаємодоповнення різноякісних елементів забезпечує більш тісний зв'язок між елементами в системі. Тому диференційно-інтеграційний та координаційно-субординаційний процеси є атрибутивними факторами утворення та стійкості системи.

Фактори індукції відображають притаманну всім системам властивість «добудовувати» систему до певного рівня завершеності. Відомо, наприклад, що уламок кристалу в перенасиченому розчині швидко відновлює свою первинну форму. Водночас, явище індукції, що є тотожним за формою в різнорівневих, різноякісних системах, відрізняється в кожному конкретному випадкові складністю та неповторністю процесу. Індукція може відігравати роль фактора системоутворення, але може виступати і стабілізуючим фактором функціонування системи, що досягла зрілості. Окрім того, явище індукції може сприяти породженню негативних зворотних зв'язків у системі.

Фактори стабілізації проявляються у вигляді жорстких постійних зв'язків, що обумовлюють єдність системи. Так, каркас будинку або скелет організму утворюючи систему, відіграють пасивну роль; їх функція може залишатися без змін. Особлива роль тут належить структурі системи. Вона є не тільки системоутворюючим, а й системозберігаючим фактором. Так, кристалічна решітка мінералів допускає в окремих випадках навіть повну якісну заміну елементів мінералу, але зберігає форму та взаємозв'язок елементів, які нею об'єднуються. Такі взаємозв'язки можуть змінюватися в межах збереження своєї притаманної якості, забезпечуючи життєздатність системи в різних умовах.

Зв'язки обміну. Обмін між елементами лежить в основі будь-якої їх взаємодії. За його відсутності не може бути жодної взаємодії. Водночас характер обміну, його основа залежить від рівня розвитку взаємодіючих елементів (систем). У неорганічній природі основою обміну є різні види речовини, поля, енергія, інформація. Уявлення про обмін як про поглинання системою одного субстрату та виділення іншого не відображає повністю змісту реального процесу та є досить спрощене. Насправді при

обміні відбувається перетворення одного виду субстрату в інший. Система, сприймаючи від інших систем деяку речовину, що відрізняється від її власної речовини, перетворює її в тотожну власній та виділяє якісно нову речовину, що відрізняється як від своєї власної, так і від сприйнятої речовини.

Функціональні зв'язки, як системоутворюючі фактори виникають у процесі специфічної взаємодії елементів системи. Ними, наприклад є зв'язки, що виникають між різними хімічними елементами або між людьми при спільному виконанні певного завдання. Ці зв'язки мають тимчасовий характер, і системи, що утворюються в результаті таких зв'язків, можуть розпадатись, якщо немає більш сильних, постійно діючих факторів.

Штучні системоутворюючі фактори створюються людиною, як правило, цілеспрямовано. Вони можуть мати як зовнішній, так і внутрішній характер. Штучні фактори будуть зовнішніми, якщо взаємозв'язки між елементами носять індиферентний характер, наприклад купа каміння. Вони є внутрішніми, коли система, яку вони утворюють, виступає як єдність взаємодоповнюючих елементів.

Наприклад, некоректно вважати, що автомобіль є системою, що утворена тільки зовнішніми факторами. Зв'язок його елементів визначається їх взаємодоповненням, координацією, субординацією, тобто притаманними їм властивостями забезпечується взаємне функціонування в цілісній системі. Ці зв'язки є механічними, але тут вони виступають в своїй вищій формі та доповнюються доцільною взаємодією елементів.

Мета розвитку системи. Елементи системи об'єднуються та функціонують як ціле заради досягнення певної мети, тобто існування системи має сенс, якщо вона має мету. Тому часто висловлюється думка, що мета є визначальним системоутворюючим фактором.

З цією думкою можна погодитися, якщо йдеться про соціальні та певною мірою системи живої природи. Останні прагнуть до вдосконалення, стійкості, метаболізму (сукупність хімічних реакцій, що відбуваються в живих організмах), мімікрії (властивість деяких організмів імітувати зовнішній вигляд або інші ознаки інших непов'язаних організмів або неживих об'єктів). Тому мета є

системоутворюючим фактором тільки на вищих рівнях розвитку систем живої природі.

Мета не може об'єднувати елементи неживої природи. У даному випадку вона зумволює формальну тенденція розвитку, як неминучість існування. Адже навряд чи можна говорити, що атоми кристалу свідомо об'єднуються заради якоїсь мети. Водночас розвиток кристалу має спрямований характер, оскільки він неминуче набуває цілком визначеної форми, яка є результатом його розвитку. Досягнення такої форми пов'язане зі структурним впорядкуванням атомів, їх рухом, енергетичним станом, тобто структурна перебудова кристалу здійснюється через внутрішні причини, завдяки взаємодії між атомами.

Варто зазначити, що у штучно створених системах її перебудова часто здійснюється для зменшення витрат ресурсів, збільшення надійності, поліпшення показників стійкості. Цілеспрямовано створюючи систему необхідно розробити бажану концепцію розвитку подій в потрібному напрямі. Тоді в процесі еволюції, раціонально витрачаючи наявні ресурси, система буде прагнути досягти поставленої мети. У даному випадку йдеться про управління як певний примусовий вплив на систему. Цей вплив має скоригувати природний рух системи, що визначений вихідними умовами, енергетичним станом та процесами її обміну з зовнішнім середовищем.

Принципо вважливим є те, що поняття мети розвитку системи має застосовуватися не лише до системи, а й до її елементів, оскількі локальні цілі її елементів мають узгоджуватись з метою системи.

При вивченні систем окрім поняття «мета» для визначення її руху та призначення використовують і поняття «задача». При дослідженні динамічних систем мета фіксується через бажані стани, а під «задачами» розуміється якісно-кількісний опис вимог до результатів функціонування системи, тобто яких параметрів вона повинна досягти на певний час, на певній траєкторії руху.

Найбільш типовим є такий стан для соціальних систем, де формулюється низка послідовних задач. Їх виконання має забезпечити організаційно-функціональну перебудову системи, що є передумовою її подальшого розвитку. Для цього залучаються нові ресурси, змінюються впливи зовнішнього середовища. Саме за таким алгоритмом вирішуються задачі в

сферах, де існує ієрархія та технологічна послідовність вирішення складної проблеми, наприклад в економіці, політиці, бізнесі, військовій справі.

Таким чином, визначення мети та вибір засобів її досягнення становлять сенс вивчення соціальних систем, оскільки на основі використання теорії систем з'являється можливість досягати бажаного стану системи.

ГЛАВА 4. ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ

4.1. Утворення та становлення системи

Утворення системи. Системи мають свій початок буття існування (буття). Водночас, вони не виникають з нічого, а є результатом попереднього розвитку тих чи інших систем (об'єктів) та за наявності певних сприятливих умов. Виникнення системи пов'язане з категорією «нове». Поява нового і є виникненням, а нове зароджується в надрах старого.

Будь-яка система також має свій граничний поріг буття (існування). Не можна, безмежно вдосконалювати ту чи іншу систему. Її подальше вдосконалення пов'язане часто з іншим джерелом енергії, яке зумовлює появу нової системи. Наприклад, для пароплава енергетичним джерелом було вугілля, яке вичерпало себе. Подальше вдосконалення було пов'язане з іншим джерелом енергії, яке викликало теплохода, який, став основою для створення нової системи — атомохода, джерелом енергії якого є атомна енергія.

Процес виникнення системи поділяють на два етапи:

прихований, коли в надрах старої з'являються нові елементи та відбувається їх кількісне зростання;

явний, коли нові елементи системи утворюють нову організаційно-функціональну структуру, тобто нову якість.

Процес виникнення системи завжи поєднує в собі діалектичну єдність поступовості (прихований етап) і якісного стрибка (утворення нової якості). Поява нового в надрах старої системи відбувається у вигляді нових елементів та їх кількісного зростання. Це стан (етап) виникнення нової якості, без якого не можна пояснити стрибкоподібну появу нової якості (нової системи).

Таким чином, виникнення системи є досить складним процесом взаємодії суперечливих тенденцій, що приводять до утвердження нового. Це завжди суперечлива єдність поступовості і стрибка, кількісного зростання і якісних перетворень.

Виникнення системи починається з моменту, коли між новими елементами утворюються зв'язки. Спочатку цей зв'язок має нестійкий характер, тобто нова система знаходиться на межі переходу з можливості в дійсність. Нова якість вже існує, але вона повинна ствердити себе. Це відбувається в результаті реалізації різних форм виникнення: притягування та відштовхування, роз'єднання і об'єднання. Ці зустрічаються в найнесподіваніших поєднаннях.

В кінцевому підсумку, система виникає, коли реалізовані обидва етапи: поступовість і стрибок. При цьому накопичення нових елементів може відбуватися досить тривалий час. Нові елементи можуть об'єднуватися і диференціюватися в межах даної системи, що ще не означає виникнення нової системи, оскільки їх функціонуваня підпорядковане існуванню старої системи. Для виникнення нової система має відбутися стрибок. Це момент внутрішнього взаємозамикання нових елементів, їх спільна автономізація або й відокремлення від старої (базової) системи.

Варто акцентувати увагу на тому, що стара система, її старі елементи ще тривалий час будуть існувати. Вони створють відчутний вплив на нову систему, яка тільки набирається сил. Це особливо яскраво проявляється в соціальних системах. Процес співіснування старого і нового в межах базової системи одержав назву перехідного етапу. Його розглядають як початковий етап становлення нової системи в результаті якого вона перетворюється в розвинену систему.

Становлення системи. Тенденція до кількісного збільшення тотожної множини елементів спостерігається в системах різної природи. Водночас лише кількісним зростанням елементів неможливо пояснити властивості цілісності системи, що виникають в процесі її становлення. Важливими є й інші причини, зокрема суперечність між якісно тотожними елементами системи. Внаслідок цих суперечностей виникає тенденція до просторового розширення системи. Виникнувши, якісно тотожні елементи намагаються поширитися в просторі, що

зумовлено безперервним їх кількісним зростанням та виникаючими між ними суперечностями.

Водночас, як правило, новоутворені елементи не виходять за межі сприятливого середовища, в якому існувала і в створенні якого брала участь стара (базова) система. Вихід за його межі може стати небезпечним для елементів нової системи. З іншого боку, на нові елементи впливають в цей час інші системи, які продовжують існувати в даному середовищі. Вони перешкоджають проникненню нових елементів до середовища свого існування.

Знаходячись в певній суперечності між собою, нові елементи під впливом зовнішнього середовища та умов існування опиняються в опосередкованому взаємозв'язку, а тенденція їх розвитку така, що внутрішні суперечності між якісно тотожними елементами зумовлюють їх тісну взаємозалежність. Розташовані в просторі елементи зазнають різного впливу оточуючого середовища і набувають специфічних властивостей та ознак. Разом з тим у процесі взаємодії елементів між собою закріплюються і розвиваються тільки ті властивості, які відсутні в інших, оскільки властивість, яка відрізняє один елемент від іншого, дає можливість іншим чином отримувати ресурси (енергію) для існування.

Показовим у контексті сказаного є процес становлення атомів. Існувала певна «популяція» елементарних частинок. Між ними відбувалися процеси взаємодії (комбінаторики), а ті чи інші комбінації піддавались відбору. Комбінаторика підлягала певним ступеням свободи і обмеженням, що діяли в світі елементарних частинок. Виживали тільки комбінації, які «допускались» середовищем. Це були процеси фізичної еволюції матерії, які тривали десятки мільярдів років, а їх результатом стала система атомів.

Етапи становлення системи можна прослідкувати на системах, які знаходяться на різних рівнях складності. Наприклад, інфузорія як одна клітина — губка вже має «поділ праці» між клітинами (живлення, опора, розмноження) — кишковопорожнинні володіють клітинною організацією, яка приводить до утворення тварини, — далі іде органний рівень організації у вигляді плискатих черв'яків, — далі іде системний

рівень, коли декілька взаємодіючих органів об'єднуються в функціональні системи.

Таким чином, становлення системи є суперечливою єдністю процесів диференціації та інтеграції. Диференційно-інтеграційний процес в системі є організаційним процесом. Він визначає сутність етапу становлення системи. Елементи системи організовуються так, що їх взаємозв'язаність в даних умовах, утворює ціле (нову систему).

4.2. Досконалість та якісне перетворення системи

Досконалість системи. Як правило під досконалістю системи, особливо соціальноїрозуміють розуміють її належну цілісність та організованість та стадію найвищого розвитку (зрілості) системи. Визначальною ознакою досконалісті системи, є наявність в ній домінуючих протилежних підсистем. Кожна з них об'єднує елементи з функціональними властивостями, які є якісно протилежними властивостям іншої підсистеми. На стадії зрілості система до певної межі продовжує свій розвиток. Це відбувається шляхом кількісного збільшення тотожно-диференційованих елементів.

Типовим прикладом, який підверджує обгрунтованість сказаного, є еволюція міксоміцети, які є слизовиками та за зовнішнім виглядом та способом життя нагадують гриби й в певному циклі розвитку амебу. Як відомо, остання є однією з перших одноклітинних найпростіших організмів на Землі.

Міксоміцети можуть розмножуватися в середовищі, яке утворює суміш полісахаридів (агар), поглинаючи бактерії. Популяція міксоміцети зростає за рахунок збільшення кількості собі подібних. Проте настає момент, коли кількість бактерій, які є джерелом живлення міксоміцети, зменшується. Це викликає кардинальну зміну поведінки амебоподібних організмів. Замість того, щоб хаотично пересуватися, вони збираються в скупчення, яке приваблює до себе все більше амебоподібних клітин.

Наслідком цього процесу є утворення драглистої багатоклітинної маси (плазмодії), яка впевний час пересувається поверхнею агару як ціле, але згодом втрачає рухливість. При цьому окремі амеби, які не відрізнялись одна від одної, утворюють різні типи. Фактично вони перестають бути окремими

організмами і перетворюються в спеціалізовані клітини багатоклітинної тканини. Водночас відбувається диференціювання клітин, наслідком чого є утворення в організмі репродуктивних і не репродуктивних одиниць. Останні живлять клітини зародкового типу, сприяючи збереженню і неперервності цього типу.

Приклад показовий у тому, що демонструє факт, як тотожність елементів переходить в їх відмінність, а відмінність у протилежність, оскільки репродуктивні (зародкові) і не репродуктивні (соматичні) клітини є протилежностями. Цей приклад також дозволяє дійти висновку, що період зрілості будь-якої системи має чітку початкову межу. Вона зумовлена переходом відмінностей між елементами системи (або підсистемами) в протилежність. Роздвоєння системи на протилежності забезпечує її відносно рівноважний стан та можливість тривалого існування, в період якого відбуваються переважно кількісні зміни у співвідношенні протилежних елементів. При цьому кількісні зміни є передумовою подальших якісних змін в системі.

Варто також акцентувати увагу на тому, що в період своєї зрілості система є внутрішньо суперечливою не лише за рахунок диференціації її елементів, яка приводить до взаємної протилежності цих елементів. У цей період система перебуває в в подвійному стані. З одного боку, вона залишається цілісною. З іншого боку, внаслідок своєї довершеності, система є носієм властивостей (елементом) якісно нової системи. Відтак виникає суперечність між прагненням системи якнайповніше розкрити свої можливості та між обмеженнями, які виникають з боку нової системи системи.

Вказана суперечність відображається на елементах старої («зрілої») системи, оскільки більші можливості для розвитку отримують елементи, функції яких відповідають потребам нової системи. Наслідком є спеціалізація системи за рахунок нових елементів, оскільки у подальшому вона може існувати тільки в новому середовищі, в якому сформувалась. Внаслідок цього відбувається перехід зрілої системи в інше середовище.

Очевидно, що такий перехід неминуче викликає кардинальну зміну (перетворення) системи, а саме вона підходить до стадії свого якісного перетворення як в результаті

внутрішніх суперечностей, які виводять її з рівноважного стану, так і в результаті її переходу до фунціонування в іншому середовищі.

Якісне перетворення системи. Із викладено вище можна зробити однозначний висновок, що перетворення (кардинальна зміна) системи є її переходом у нову якість. Процес якісного перетворення існуючої системи є одночасно і процесом виникнення нової системи, а той чи інший механізм цього перетворення є одночасно механізмом виникнення. Водночас процес перетворення існуючої системи і вказаний механізм мають свої особливості.

Визначальну роль у перетворенні системи відіграють суперечності з середовищем. Так, з розплавленої магми виділяються тверді породи, які піднімаються на поверхню Землі. В момент виникнення та існування в умовах земних глибин спосіб взаємодії кожного елемента з оточуючим середовищем, їх функції відповідали певному типу обміну або зв'язку між ними. В умовах же земної поверхні між цими процесами виникає суперечність.

Зовнішнє середовище впливає на елементи системи та систему таким чином, що змінює функції взаємодіючих елементів та їхній спосіб взаємодії з нею. Зміна функцій окремих елементів системи призводить до послаблення та зміни їх зв'язку з рештою елементів, які функціонують «по-старому». Тому відбувається зменшення кількості старих елементів й накопичення нових, які володіють новим способом взаємодії з новим середовищем.

Диференціаційні процеси та внутрісистемна спеціалізація елементів можуть сприяти гармонійному розвитку, а відтак і набуттю зрілості системи. Але при певній зміні внутрішніх та зовнішніх умов вони можуть призвести до руйнування старої системи та утворення нової. В цьому також полягає одна з особливостей перетворення системи.

Можна виділити зовнішні та внутрішні причини перетворення, які мають місце в різних системах.

До зовнішніх причин перетворення системи належать наступні.

Перша причина зумовлена тим, що зміна умов зовнішнього середовища викликає функціональну зміну елементів. У

середовищі, яке постійно змінюється, тривале існування незмінної системи неможливе. Дісйно, будь-яка зміна, як би повільно та непомітно вона не відбувалася, неминуче приводить до якісного перетворення системи. Окрім того зміна зовнішнього середовища може відбуватися як незалежно від системи, так і під впливом самої системи. Прикладом є діяльність людини, яка перетворює природне середовище.

Друга причина зумовлена проникненням у систему чужих об'єктів.В певних випадках наслідком цього є функціональні зміни окремих елементів. Перетворення атомів хімічних елементів під впливом космічного випромінювання або отруєння організмів є наочними прикладами.

До внутрішніх причин перетворення системи належать наступні.

Перша причина зумовлена безперервним кількісним зростання диференційованих елементів системи в обмеженому просторі, що, як правило,з агострює суперечність між ними.

Друга причина є налідком накопичення помилок в реплікації, тобто у відтворенні собі подібних елементів у системі. В біології це явище, називають мутацією. Мутація неминуче супроводжується функціональними змінами живих організмів (систем) у прогресивному або регресивному напрямі. Якщо «мутант» відповідає зміненому середовищу, він починає інтенсивно розмножуватися. Наслідком буде виникненням нового, яке вступає в суперечність зі старим. Взагалі суперечність між функцією елемента і типом обміну між елементами в системі є суперечністю між виникаючим новим і старим, що опирається змінам.

Третя причина зумовлена припиненням зростання і відтворення елементів системи. Внаслідок цього вона вмирає. Це перетворення є наслідком внутрішніх, і зовнішніх причин, але відбувається воно передусім в системі, а не в середовищі.

В цілому ж, аналіз етапів еволюції системи дає підстави стверджувати, що зріла система характеризується єдністю та постійністю структури, складу та функцій елементів. Умовою того, щоб система зазнала якісних перетворень, є зміна хоча б однієї з цих ознак. При цьому перетворення системи є неминучим станом в її розвитку. Вона вступає в цей стан в результаті зростаючих суперечностей між новим і старим, між

протилежними елементами, між зміненими функціями елементів та старим характером зв'язків між ними. Перетворення системи є періодом її дезорганізації, коли старі зв'язки між елементами руйнуються, а нові тільки створюються. Водночас перетворення може означати і реорганізацію системи, а також перетворення системи в елемент вищої системи. Це, наприклад, має місце при реформуванні політичних, економічних та інших соціальних систем та їх підсистеми.

4.3. Форми перетворення системи та її еволюційні стани

Форми перетворення системи. Різні форми перетворення систнми зумовлені різним характером та послідовності зміни ознак її елементів. Можна виокремити пять найбільш поширених форм якісного перетворення системи.

Перша форма має місце, коли перетворення призводять до знищення всіх елементів системи наприклад, руйнування атома або смерть організму.

Друга форма, має місце, коли відбувається перетворення системи в якісно інший, але відмінний за ступенем організованості стан. Воно відбувається з наступних причин:

зміна складу елементів системи, наприклад заміщення в кристалі атомів одного елементу атомами іншого;

функціональна зміна окремих елементів в системі наприклад, перехід ссавців від сухопутного способу життя до водного.

Третя форма має місце, коли відбувається перетворенням системи в якісно інший, але нижчий за ступенем організованості стан. Таке перетворення відбувається з наступних причин:

функціональні зміни елементів, наприклад пристосування окремих видів рослинних і тваринних організмів до паразитичного способу життя;

структурні зміни, наприклад перехід алмаза в графіт за рахунок зміни структури кристала.

Четверта форма має місце, коли відбувається перетворенням системи в якісно інший, але вищий за ступенем організованості стан. Перетворення відбувається як в межах однієї форми руху, так і при переході системи від нижчої до вищої форми руху. Кількісне збільшення елементів або їх енергії приводить систему до стану, коли форма зв'язку між її елементами не відповідає

способу їх існування. Через це рівновага в системі порушується. Наслідком стає руйнування старої форми зв'язку між елементами та утворення нової форми.

Варто акцентувати увагу на тому, що якщо розглядати цей процес в межах одного виду руху матерії, то відбувається зміна форми зв'язку між елементами, а вся попередня структура руйнується. Але елементи, що завершують попередню форму руху зберігаються. Так, зокрема, відбувається перетворення речовини з газоподібного стану в рідкий, а потім в твердий стан. Дійсно атомний склад при перетворенні не змінюється, але форма зв'язку між атомами змінюється.

П'ята форма має місце, коли відбувається безперервне кількісне збільшення якісно-тотожних елементів, що складають систему, тобто їх розмноженням. У період зрілості системи , коли диференціація завершилась роздвоєнням елементів на протилежності та утворилась її стійка структура, вона стає нездатною утримувати безперервно зростаючу кількість елементів. Через це система вимушена поділятися. Наслідком стає цикл розвитку нових систем, який в цілому повторює механізм розвитку попередніх систем.

Еволюційні стани системи. Аналіз особливостей розвитку систем дає підстави для наступних висновків щодо їх еволюції.

По-перше, будь-яка система проходить закінчений цикл розвитку, який складається з певних стадій. В окремих випадках система у процесі розвитку, може обминути ту чи іншу стадію.

По-друге, будь-яка система має в кінцевому підсумку свій природний поріг існування та зникає перетворюючись в інші системи, нерідко пов'язані з іншими формами руху матерії.

По-третє, досягнувши стадії зрілості, система отримує можливість розмноження, тобто множення певним чином самої себе.

В цілому ж, можна викокремити такі еволюційні стани системи:

зародження;
становлення;
оптимальний стан;
конфліктний стан;
кризовий стан (криза);
катастрофа;
адаптація (релаксація).

Окремої уваги заслуговує оптимальний стан в якому перебуває системи. Це період її зрілості, найвищого розвитку. В цей період відбувається стабільне гармонійне функціонування (взаємодія) всіх елементів системи. У такому стані системи має місце найбільша міра відповідності між метою та функціями системи, між її «інтересами» та «інтересами» окремих елементів.

Очевидно, оптимальний стан є «найкращим» станом системи в певний період часу (її розвитку), оскільки забезпечується її стабільний розвиток при умові гармонійного функціонування (взаємодії) всіх складових частин (елементів). Такий стан може тривати довго, але не вічно. Він змінюється конфліктним станом.

Конфліктний стан характеризується відхиленням окремих параметрів системи від оптимальних значень. Ці відхилення не мають характеру якісних змін в системі, але суттєво впливають на внутрішні процеси в системі та її взаємодію із зовнішнім середовищем. Такий стан системи може бути викликаний механічним порушенням одного або кількох (небагатьох) елементів. Конфліктний стан є перехідним станом системи, оскільки внаслідок взаємозв'язку та взаємообумовленості елементів системи відхилення від оптимальних параметрів, як правило, будуть ланцюговоподібно зростати. Це призведе її до нової якості — кризового стану.

Кризовий стан (або криза) є станом системи, коли в її функціонуванні відбуваються якісні зміни, викликані деструктивним впливом зовнішніх факторів. У цьому стані в системі відбувається перехід від кількісних до якісних змін. Тобто виявляються ознаки безповоротних якісних змін у взаємозв'язках елементів та у внутрішній природі самих елементів. При цьому за певний умов кризовий стан може перерости у катастрофу.

Під катастрофою розуміють стрімку зміну структури та функцій системи під впливом зовнішніх факторів або ж в результаті закономірної еволюції попередніх її станів. Залежно від причин можуть бути порогові або точкові катастрофи.

Причиною порогової катастрофи є попередній кризовий стан системи. Порогова катастрофа розпочинається при умові, коли масштаби змін зовнішнього впливу перевищують граничні можливості системи щодо її відновлення, утилізації, очищення, тобто її саморегулюючі властивості. Вони є закономірним

результатом еволюції системи в минулому, коли негативні процеси не були зупинені.

Точкова катастрофа зумовлюється раптовим і сильним впливом зовнішнього імпульсу наприклад значна аварія на виробничому об'єкті. Тому попередній стан системи в цьому випадку, як правило, відіграє незначну роль.

Варто акцентувати увагу на тому, що врахувати, що фактично не існує ні абсолютних катастроф, ні абсолютних криз. Вони є лише певним станом системи по відношенню до інших систем оточуючого середовища. Еволюційний стан адаптації (релаксації) системи після катастрофи характеризує її стан як кризовий. Водночас він не означає, що система обов'язково буде «еволюціонувати» в зворотному напрямі за рахунок своїх можливостей. Щоб запобігти катастрофи соціальної системи та перевести її в оптимальний стан, необхідна цілеспрямована управлінська діяльність людини.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Розкрийте зміст принципу цілісності в науковому пізнанні
2. Що вивчає загальна теорія систем?
3. Розкрийте зміст основних напрямків загальної теорії систем та її постулатів
4. Розкрийте сутність явища, яке позначають поняттям «система»
5. Дайте загальну характеристику розвитку системних уявлень
6. Чому теорія систем є науково-навчальною дисципліною?
7. Розкрийте зміст підходів до вивчення категорії «система»
8. Основні задачі та категорії загальної теорії систем, які сформулював Л. Берталанфі
9. Які істотні ознаки характерні для системи?
10. Які риси характерні для структури системи?
11. Розкрийте методологічні особливості вивчення систем
12. Яку роль відіграє взаємодія елементів у системі?
13. Яку роль відіграють взаємозв'язки елементів у системі?
14. Яку роль відіграють суперечності у функціонуванні системи?
15. Розкрийте зміст основних типів суперечностей

16. Дайте характеристику формам вирішення суперечностей в системі

17. Розкрийте роль системоутворюючих факторів системи

18. Чому визначення мети та вибір засобів її досягнення становлять сенс вивчення соціальних систем?

19. Дайте загальну характеристику умовам та етапам виникнення систем

20. Дайте загальну характеристику умовам та особливостям становлення системи

21. Що є передумовою досконалості системи як стадії її зрілості?

22. Чому визначальну роль у перетворенні системи відіграють суперечності з середовищем?

23. Дайте загальну характеристику зовнішніх причин якісного перетворення в системах

24. Дайте загальну характеристику внутрішніх причин якісного перетворення в системах

25. Розкрийте зміст основних форм якісного перетворення системи

26. Дайте загальну характеристику еволюційних станів системи та їх взаємозв'зку

27. Які чинники зумовлюють точкові та порогові катастрофи в системі?

Список рекомендованої літератури

1. Бех В.П., Туленков М.В. Теорія систем і системний аналіз в управлінні: підручник. К.: Інтерсервіс, 2021. 680 с.

2. Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень: Підручник. К.: АБУ, 2002. 480 с.

3. Бондаренко М. Ф., Соловьева Е.А., Маторин С.И. Основи системології. Харків: ХТУРЭ, 1998. 118 с.

4. Бродський Ю.Б. Молодецька К.В. Інформатика та системологія: навч. посібник. Житомир: ЖНАЕУ, 2014. 244 с.

5. Гаврилов Е., Доля В., Дмитриченко М., Лановий О., Линник І. Основи теорії систем і управління. Кн.1. К.: Знання України, 2005. 344 с.

6. Гайдес М.А. Загальна теорія систем (системи і системний аналіз). Вінниця: Глобус-Пресс, 2005. 201 с.

7. Грецька Г.М. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій з курсу. Харків: ХНАМГ, 2011. 148 с.

8. Грицюк П.М., Джоші О.І., Гладка О.М. Основи теорії систем і управління: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.

9. Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем: навч. посібник. К.: Кондор. 2010. 129 с.

10. Бейлі К.Д. Нові системні теорії в системі соціології. К.: Албані, 1994. 121 с.

11. Кустовська О.В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: Курс лекцій. Тернопіль: Економічна думка, 2005. 124 с.

12. Корнієнко В.І., Гусєв О.Ю., Герасіна О.В., Щокін В.П.; Теорія систем керування: підручник / М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. Дніпро: НГУ, 2017. 497 с.

13. Лесечко М.Д. Основи системного підходу: теорія, методолія, практика: навч. посіб. Львів: ЛРУДУ, 2002. 288 с.

14. Лукашевич М.П., Туленков М.В., Яковенко Ю.І. Соціологія. Основи загальної, спеціальних і галузевих теорій: підручник. К.: Каравелла, 2014. 544 с.

15. Ніколов М.О. Основи теорії систем: навч. посібник. К.: ДУТ, 2015. 188 с.

16. Принципы организации социальных систем: теория и практика / под ред. М.И. Сетрова. Одесса: Одес. гос. ун-т, 1988. 128 с.

17. Прокопенко Т.О. Теорія систем і системний аналіз: навч.посіб. Черкаси: ЧДТУ, 2019.139 с.

18. Публічне управління та адміністрування у сфері національної безпеки: (системні, політичні та економічні аспекти): словник-довідник / С.П. Завгородня, М.Г. Орел, Г.П. Ситник [уклад.] /за заг.ред. Д.В. Неліпи, Є.О. Романенка, Г.П. Ситника. Київ: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 380 с.

19. Сахно Є.Ю., Терещук О.І.,Чуприна В.М., Коваленко С.В. Основи системотехніки: навч. посібник. Чернігів. НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 280 с.

20. Соколов С.В. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій. Суми: Сумський державний університет, 2020. 171 с.

21. Ситник Г.П., Орел М.Г. Публічне управління у сфері національної безпеки: підручник К.: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 360 с.

22. Ситник Г.П. Взаємозумовленість кризових та надзвичайних ситуацій у контексті публічного управління у сфері національної безпеки. Експерт: парадигми юридичних наук і державного управління. 2020. № 2 (8). С.180-193

23. Ситник Г.П. Інституційно-цивілізаційної парадигма, як основа методології державного управління у сфері національної безпеки. Науковий часопис Академії національної безпеки. 2017. №1-2(13-14). С. 10-23.

24. Скуратівський В.А., Шевченко М.Ф. Соціальні системи та соціологічні методи їх дослідження: навч. посіб. К.: УАДУ, 1998. 238 с.

25. Старіш О.Г. Системологія: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2005. 232 с.

26. Стопакевич О.Л. Теорія систем і системний аналіз: навч. посіб. К.: ІСДО, 1996. 200 с.

27. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник. Харків: ХНАМГ, 2004. 291 с.

28.Сурмін Ю.П. Теорія систем і системний аналіз: Навчальний посібник. К.: МАУП, 2003. 368 с.

29. Туленков М.В. Системний підхід в управлінні соціальними організаціями: Підручник. К.:Каравела, 2022. 508 с.

30. Туленков М.В. Теорія систем і системний аналіз у соціології: підручник. Київ: Каравелла, 2020. 596 с.

31. Фоміцька Н.В. Методологія системного підходу та наукових досліджень. Х.: Магістр, 2015. 60 с.

32. Чорней Н.Б., Чорней Р.К. Теорія систем і системний аналіз. К.: МАУП, 2005. 256 с.

РОЗДІЛ 2
ВЛАСТИВОСТІ, ОРГАНІЗАЦІЯ, КЛАСИ І ТИПИ СИСТЕМ

ГЛАВА 5. ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМ

5.1. Ознаки, властивості систем, їх взаємозв'язок та цілісність системи

Ознаки і властивості систем, їх взаємозв'язок. Загальні властивості та ознаками проявляються в системах незалежно від їх природи, типу, величини, складності, рівня організованості. Проте єдність серед науковців щодо визначення загальних властивостей систем відсутня. Головними причинами є різноманітність систем та цілі, які ставлять перед собою дослідники, які є суб'єктивними. Водночас, науковці виокремлюють низку суттєвих характеристики систем: інтегративність (емерджентність), склад, структура, взаємодія із зовнішнім середовище. Вони також акцентують увагу на тому, що при визначенні властивостей систем необхідно брати до уваги існування сумативних і цілісних систем, оскільки вони відрізняються своїми властивостями.

Сумативні (або адитивні) системи є досить нестійкими утвореннями. Для них характерним є відношення елементів за однією ознакою, наприклад вік, сімейний стан, професія. Зв'язки між ними не породжують нових властивостей, тобто якості, які відмінні від суми якостей сукупності елементів системи.

В цілісній системі взаємодія елементів породжує нові якості, які відмінні від суми якостей цих елементів. Зв'язки між елементами зумовлюють появу нових властивостей і закономірностей, які відсутні в умовах роз'єднаності елементів. Це означає, що якість взаємозв'язків між елементами системи визначає її тип: сумативна чи цілісна система.

Водночас, варто акцентувати увагу на тому, що незважаючи на принципові відмінності взаємозв'язків між елементами цілісної системи від сумативної систем, абсолютної границі між ними не існує. Це зумовлено тим, що у процесі еволюції адитивні системи набувають характеру цілісних систем і, навпаки, в

результаті дезорганізації, наприклад зростання ентропії, цілісні системи можуть розпадатися перетворюючись в сумативні.

Кілька чинників можуть сприяти перетворенню сумативних систем у цілісні, зокрема це може бути: зміцнення зв'язків між існуючими елементами; утворення нових елементів та їхніх зв'язків; виникнення взаємодії елементів, що раніше не взаємодіяли. Перетворення ж цілісних систем у сумативні може відбуватись через ослаблення чи руйнування зв'язків її елементів або ж у результаті вилучення (втрати) тих чи інших елементів.

В цілому ж виокремлюють такі основні властивості систем.

Цілісність, яка є єдності сукупнсті елементів системи, що утворюють органічну цілісність, оскількит вона володіє загальними властивостями, які відмінні від властивостей окремих елементів та не зводяться до простої суми властивостей цих елементів. Ця властивість є фундаментальною і значною мірою інтегральною. Вона враховує взаємозв'язок елементів, емерджентність системи, її взаємодію з середовищем, відмежованість її від середовища, адаптивність та стійкість.

Цілісна система завжди складається з певних частин (елементів), тому подільність системи також належить до її основних властивостей.

Ця властивість тісно повязана з іншими, а саме ідентифікаційністю: кожний елемент системи може бути умовно або фактично, відносно або абсолютно виділений з неї та ізольованістю. У даному випадку загальна властивіть системи «ізольованість», означає, що будь-які сукупності елементів системи та їх взаємозв'язки можуть бути відокремлені від системи та розглядатися (досліджуватися) відносно ізольовано.

В будь-якій системі кожний її елемент володіє специфічними властивостями, поведінкою, що відрізняє його від інших. Ця обставина дозволяє стверджувати, що різноманітність є однією із основних властивостей системи.

Структурність (або організованість) є певним способом та умовою взаємодії елементів, спрямованої на збереження цілісності системи, а відтак і важливою її властивістю.

Дуже важливою властивостю системи є зростання ентропії в ній. Ентропія є функцією стану термодинамічної системи, що надана самій собі, тобто незалежної системи. Коли вона досягає максимуму система переходить до стану найбільшого безладу.

Стійкість, тобто здатність утримувати ті чи інші параметри системи в заданих межах є ще однією важливою властивістю системи.

У будь-яких системах зв'язки між її елементами сильніші ніж зв'язки елементів і оточуючим середовищем. Тому стійкість зв'язків між елементами системи є також її важливою властивістю Водночас, варто акцентувати увагу на тому, що суперечливий характер взаємодії між елементами та між системою й оточуючим середовищем є важливим джерелом розвитку системи.

Функціональність системи, тобто наявність у системі певних, притаманних лише їй функцій та їх оптимальне поєднання, належить до основних властивостей системи.

В системах має місце наявність різнорівневої підпорядкованості її елементів, що відображає певний рівень та складність організації системи, тому ієрархічність в системі є однією із її основних властивостей.

Інформаційність системи є визначальна передумова її самоорганізації та зовнішнього управління системою, тому вказана інформаційність є важливою властивістю системи.

В цілому ж комплексний аналіз властивостей систем дозволяє дійти висновку, що основні властивості систем взаємопов'язані, оскільки кожна зумовлює іншу та не може існувати без іншої. Окрім того, очевидним є тісний зв'язок з властивостей системи з її ознаками. Властивість системи є її внутрішньою змістовною сутністю, а зовнішньо вона проявляється у вигляді відповідної ознаки. Тому ознака системи є зовнішнім виявом її властивостей.

Цілісність системи. Як зазначалось вище, цілісність є визначальною властивістю системи. Водночас необхідне передусім розуміння співвідношення понять «цілісність» і «системність», яке є необхідною умовою конкретного системного дослідження. Це зумовлено тим, що поняття цілого і системи («цілісності» та «системності») відрізняються між собою за ступенем абстрактності та по суті.

Системність передбачає наявність зв'язків між елементами системи та їх впорядкованість, а цілісність відображає силу та істотність цих зв'язків у порівнянні із зовнішніми зв'язками системи. Саме істотність та більша сила зв'язків вказаних

елементів системи і створює цілісність, якісну визначеність та виділеність її із середовища.

Загальновідомо, що будь-яке явище дійсності позв'язане з іншими різноманітними зв'язками та відношеннями, а відтак можна говорити, що тією чи іншою мірою будь-яке явище взаємодіє з усіма іншими. В цьому проявляється фундаментальна властивість неперервності матеріального світу.

Водночас мають місце помітні відмінності в інтенсивності взаємодії та відношеннях між окремими явищами. Це дозволяє виділяти «окремі» явища, що є відображенням їх цілісності, певної автономності та незалежності. З іншого боку, це є виявом дискретності (перервності) реальної дійсності, що виступає в формі «окремості» тих чи інших систем як наслідку їх цілісності.

Інтенсивність внутрішніх зв'язків системи, величина їх сили, міцності, постійності є передумовою створення нових властивостей, які зумовлюють її якісну відмінність від усіх інших систем.

Структура, що об'єднує елементи і властивості будь-якої системи, є певним її законом або законом класу систем. (об'єктів). Тому як би ми не комбінували варіанти поєднання властивостей та елементів, система буде залишатися такою ж. Якщо ж ми хочемо з'ясувати (відкрити) «закон» будь-якої системи, ми повинні проаналізувати структуру системи або її модель, яка має бути ізоморфна її структурі. Це означає, що така модель має адекватно відображати цю реальну систему у свідомості людини, а не бути довільним поєднанням її певних, окремих властивостей і відношень. Іншиим словами, «системність» дослідницьких моделей, а відтак їх цілісність та впорядкованість повинна бути адекватним відображенням відповідних їм реальних систем.

В цілому ж, є всі підстави стверджувати, що властивість цілісності системи зумовлює такі її визначальні характеристики, як взаємозв'язок і взаємодію елементів, відмежованість від середовища, інтегративність, взаємодію з середовищем.

Найістотнішим виразом зв'язків та взаємодії між елементами системи є обмін між ними. Зв'язки обміну - це потоки речовини, енергії, або інформації, або сукупність їх від одного елемента системи до іншого. Зв'язки також зумовлюють взаємодію та певні відношення між елементами. Наприклад,

функціональні зв'язки, взаємодоповнення, компенсаційні зв'язки тощо. Чим складніша система, тим більша кількість і різноманітність її взаємозв'язків. Тому складність взаємозв'язків визначає складність системи.

Принципово важливим виявом цілісності системи є її відмежованість від зовнішнього середовища. Не випадково одне з розповсюджених визначень системи зводиться до того, що вона є відмежована сукупність взаємодіючих елементів.

Взаємозалежність понять «цілісність» та «відмежованість» є очевидною, оскільки є чим більше система виділена від середовища, тим більше вона внутрішньо цілісна, індивідуальна, оригінальна. Але варто акцентувати увагу на тому, що діалектика понять цілісності та відмежованості складна. Є, наприклад, думка, що зовнішня відмежованість предмета і є виразом його внутрішньої цілісності. Проте скоріш всього відмежованість є зовнішньою властивістю системи, в той час як «цілісність» її внутрішньою. Це означає, що система завжди є відмежованою, але не завжди цілісна.

Цілісність системи виявляється у великій інтенсивності взаємозв'язків між її елементами. Але це не означає, що система відмежована від зовнішнього середовищем, тобто про відсутність її взаємозв'язків з середовищем. Та це й неможливо, оскільки умовою функціонування системи є її взаємодія з зовнішнім середовищем. Воно є умовою існування системи, одним з головних факторів зародження, становлення, розквіту та руйнування системи.

Цілісність системи зумовлює виникнення інтегративних, системних якостей, що не властиві окремо взятим її елементам. У цьому суть інтегративної властивості системи, яку називають емерджентністю, а від її сили значною мірою залежить стійкість системи. Стійкість системи, як правило, визначається як здатність системи та її елементів безвідмовно функціонувати в умовах деструктивного впливу зовнішнього середовища системи, зокрема механічного, енергетичного, інформаційного. Це означає, що стійка система здатна зберігати свою структуру та виконувати притаманні їй функції в несприятливих умовах середовища. Йдеться про протистояння негативному впливу середовища за рахунок внутрішнього потенціалу розвитку. У

зв'язку з цим доцільно звернути увагу на таку характеристику системи, як надлишковість, оскільки вона впливає на її стійкість.

Під теорії систем під надлишковістю розуміють перевищення складності системи (структури, тісноти, кількості зв'язків, функцій) над її зовнішніми характеристиками, що є мінімально необхідними для виконання функцій системи в певних умовах. Вона може бути штучною або природною.

Штучна надлишковість формується і вводиться до системи зовнішніми факторами для поліпшення основних характеристик системи. Це харакерно для соціальних систем, коли мають за мету, як правило, забезечити додаткову стійкість системи на надійність виконання нею тих чи інших функцій. Типовим прикладом є створення певних державних резервів для підвищення стійкості функціонування економічної системи в кризових умовах. Щодо природної надлишковості, то вона має еволюційну природу, а відтак притаманна багатьом системам живої та неживої природи.

Звичайно, надлишковість ускладнює систему. В багатьох випадках люди прагнуть її зменшити, але існує залежність: чим більше надлишковість системи, тим більша її стійкість та надійність.

Таким чином, цілісність системи передусім зумовлена взаємозв'язком її елементів, відмежованістю від зовнішнього середовища та взаємодією з ним, а також її емерджентністю.

5.2. Структурність, організованість та функціональність системи

Структурність та організованість системи. Система завжди певним чином впорядкована та організована. Змістовним вираженням організованості системи є її структура, тобто внутрішня форма системи, яка є способом взаємозв'язку та взаємодії її елементів. Тому поняття структури системи близьке до поняття її форми, але вони не тотожні. Це зумовлено наступними обставинами.

Структура є властивістю кожної системи, але кожна має свою специфічну структуру, яка. залежить насамперед від природи її елементів. Структура системи інтегрує, зв'язує елементи, надає їм певної спільності, зумовлює появу нових

системних якостей. Але структура системи є лише одним із аспектів поняття форми, внутрішньої організації змісту системи, а форма водночас є вираження змісту та характеристикою зовнішнього виду системи (зовнішня форма).

Збереження системи та забезпечення її належного функціонування залежить від стійкості її структури. Без стійких зв'язків, взаємодії елементів системи, тобто без структури, вона перестає існувати. Тому структура відповідним чином реагує на постійні зміни елементів, утримує їх в межах певної якості. Наявність структури є також визначальним чинником накопичення кількісних змін в системі, які є необхідною передумовою для її наступного розвитку та перетворення. Тому структура системи, як внутрішня її будова та спосіб взаємодії елементів системи є необхідна умова її існування. Вона характеризується такими ознаками:

кількість зв'язків та характер взаємодії елементів;

інтенсивність зв'язків між елементами та їх частота, а саме: кількість зв'язків, що припадають на один елемент;

кількість зовнішніх зв'язків та співвідношення між кількістю внутрішніх та зовнішніх зв'язків, що є важливою характеристикою відкритості системи.

Для вивчення структури системи досить часто застосовують графічне її зображення на основі теорії графів. Граф є графічною моделлю структури, що складається з вершин (точок) та ребер, які символізують елементи та їх зв'язки. В дослідницьких цілях виділяють такі найпоширеніші типи структур системи:

лінійна - послідовно односпрямовані зв'язки;

кільцева - замкнена структура з двосторонніми зв'язками елементів;

сотова - розгалужена структура з багатьма зв'язками;

зіркова - впорядкована структура з центральним елементом;

ієрархічна - підпорядкованість одних елементів іншим;

змішана - поєднання різних типів структур в одній системі.

Важливою ознакою структури є організація системи. Тому характеризуючи структуру системи часто говорять про організованість чи не організованість системи. Особливо, на побутово-прикладному рівні. Поняття «структура» та «організація» дійсно досить близькі, їх часто ототожнюють, але між ними є різниця.

По-перше, організація відображує міру досконалості структури системи. Йдеться про ступінь ефективності, доцільності, раціональності, впорядкованості структури системи. Дійсно, наприклад, чим більше впорядкована структура системи, тим вища її організованість. І, навпаки, розбалансованість, нерівноважність, нестійкість, дезорганізація структури свідчить про низький рівень організованості системи.

По-друге, організація є процесом функціонування, розвитку системи в певній послідовності. Це процес вдосконалення в структурі системи. Процесуальний аспект організації означає, що система та її структура знаходяться в безперервному процесі становлення та набуття нових якостей, які знаходять вияв завдяки зміні зв'язків між елементами структур та структурами різних рівнів. Це фактично означає зміну форми взаємодії між ними.

По-третє, організованість системи виявляється і в функціональному аспекті. Кожна властивість системи потенційно є її функцією. Властивість набуває характеру функції дише в тому випадку, коли вона слугує збереженню системи та виконанню нею своєї головної функції. Система постійно розвивається, тому її елементи безперервно набувають нових якостей, а отже і функцій. Властивість елемента, набуваючи функціонального характеру, стає доцільною стосовно даної системи. В цьому розумінні організація - це така сукупність явищ, в якій властивості останніх виявляються як функції збереження і розвитку даної сукупності.

Важливою ознакою організованості системи є координація як певна узгодженість дій (взаємодій) її елементів. Тобто це такий стан їх взаємної залежності, який забезпечує динамічну рівновагу системи. У механічних системах така залежність має однозначний характер: наслідок є прямо пропорційним причині, а саме: зміна певного елемента внаслідок впливу на нього локалізується, не поширюючись на інші. В більш складних системах для координації характерна вже не пряма і однозначна залежність, а опосередкована і багатозначна координація елементів. Вона виявляється також в узгодженні функцій елементів. системи по горизонталі, тобто відносно «рівноправних» елементів.

Принципово важливою ознакою організованості системи є ієрархічність структури. Ієрархія – це взаємна підпорядкованість

елементів системи, що особливо характерно для біологічних, соціальних, інформаційно-управлінських систем.

Ієрархічність структури системи зумовлює явище субординації, тобто підлеглість елементів, що вказує на різне значення їх в системі. Одні відіграють важливу роль у функціонуванні системи, визначають діяльність інших та відносини між ними, а інші відіграють меншу роль. Субординація виявляється в узгодженні функцій по вертикалі, в підпорядкованості функцій одних елементів іншим та підпорядкуванні функцій всіх функції системи в цілому. Тому субординація функцій вказує:

на специфічне місце і неоднакове значення кожного елемента в здійсненні функції системи;

на те, що будь-яка система, інтегруючи функції своїх елементів, сама виконує певну функціональну роль в іншій, більшій і складнішій системі, елементом якої вона є.

Таким чином, сутність організованості системи виявляється в наявності її структури як способу взаємодії елементів та у постійному вдосконаленні, впорядкуванні цієї структури.

Функціональність системи. Умовою виникнення та існування будь-якої системи є відповідність її елементів цілому (системі). Це передбачає певне відношення елементів до цілого, а саме їх функцій до функцій системи. Це означає, що властивості елемента в системі визначаються не тільки їх внутрішнім змістом, а й інтегральним результатом впливу на нього інших елементів системи. Тому в системному контексті функцію можна визначити як відношення елемента до системи, при якому його існування забезпечує її існування. У даному випадку функція є зовнішнім виявом властивості і внутрішнього змісту елемента, що спрямовані на збереження та розвиток системи.

Таким чином, функції системи є інтегративним результатом вияву властивостей її елементів, а функції елементів значною мірою є результатом впливу на них загальносистемних функцій. Ці функції виявляються як:

форми, способи прояву активності елементів чи системи в цілому;

форми поведінки, що сприяють, забезпечують збереження та розвиток елементів та системи в цілому;

взаємозв'язок, що визначає певний порядок включення елементів у систему;

основа або умови виникнення нових елементів системи, як результат задоволення потреб її розвитку (функціонування).

В цілому ж функціональна залежність в системі спостерігається між:

її окремими елементами;

елементом і системою;

системою та іншою системою, елементом якої вона є.

Функції елементів узгоджені в часі та просторі. Одні елементи функціонують одночасно, а інші - послідовно, один за одним.

Визначальною ознакою функцій елементів системи є їх доцільний характер щодо неї, оскільки в протилежному випадку він стає для системи зайвим. Функції також «прив'язані» до елементів і здійснюються у властивій системи структурі. Це означає, що зміна внутрішньомго змісту (природи) елементів, характеру їх взаємодії в структурі зумовлюють відповідні зміни в функціях елементів та системи.

Регуляція та саморегуляція в системі здійсюється завдяки її функціям. Вона може зберігати цілісність структури та спрямованість свого розвитку лише за наявності в ній регуляційних процесів. Тобто коли в структурі системи в умовах впливу зовнішніх сил виникають процеси, спрямовані на протидію цим силам та на збереження її стану. Саморегуляція є прагненням системи забезпечити узгодженість властивостей її елементів, їх зосередженість за яких вони набувають функціонально-доцільного характеру щодо виконання її головної функції. Це проявляється в зміні характеристик елементів, системи, способу функціонування, що спрямовані на підвищення її ефективності, тобто адаптації системи до умов свого існування.

Таким чином функції, як невід'ємний атрибут структури системи, є важливою передумовою існування зв'язків у ній та відіграють важливу роль в координації та субординації її елементів, а їх згодженість та доцільність визначають організованість та впорядкованість структури системи. Тому принципи організації системи сформульовані на основі функціональності.

Концепція функціональної системи передувала багатьом ідеям кібернетики. В структурі системи було виокремлено зворотну реакцію як елемент складної переробки інформації про середовище та систему, як елемент прогнозування. Структурна схема функціональної системи охоплює взаємодію пам'яті, мотивації, ситуаційної та пускової аферентації (механізму адекватної, цілеспрямованої поведінки системи у контексті пристосування до середовища свого існування) при формуванні акцептора (об'єкта) мети і результату дії, блоки програмування і виконання дій, взаємодію зворотної аферентації з моделлю майбутнього результату в акцепторі, корекцію результату і програми дій.

Від інтегрального впливу таких властивостей системи, як цілісність, організованість, функціональність, залежить стійкість (стабільність) системи, тобто її здатність безвідмовно функціонувати, зберігати свою структуру та функції в умовах деструктивного впливу зовнішніх факторів. Стійкість системи характеризується, зокрема, такою категорією, як гомеостазис, (незмінний стан), який передбачає підтримання постійності істотних параметрів системи для забезпечення оптимального режиму внутрішнього середовища. Безвідмовність системи є характеристикою її надійності, тобто її здатності виконувати функції в потрібний момент часу при заданих умовах. Тому поняття «стійкість» та «надійність» майже тотожні. В системах створених людьми безвідмовність забезпечується за рахунок адекватної оцінки реальної ситуації таможливостей системи.

5.3. Відмежованість системи, поняття простої і складної системи, ознаки та критерії їх складності

Відмежованість системи від середовища. Положення про взаємовідношення систем і оточуючого середовища, про їх взаємний вплив, є принципово важливим в загальній теорії систем. Тому актуальним є питання про розуміння сутності середовища в теорії систем, стосовно якого існує дві точки зору:

середовище - це зовнішнє оточення системи, все те, що знаходиться поза системою;

внутрішнє середовище системи та зовнішнє середовище, що оточує систему.

Більш правомірною, очевидно, є перша точка зору, яка орієнтує на розуміння середовища як зовнішнього оточення системи, бо внутрішнє середовище має розглядатися як власне система (елементи і зв'язки). У такому випадку середовище можна визначити як сукупність об'єктів, явищ, процесів, які не належать системі, знаходяться поза нею, певним чином впливають на неї і відчувають на собі вплив системи. За такого розуміння середовища виникає проблема визначення межі системи, як її своєрідний «кордон». Але для такого розуміння відмежованості системи в теорії систем сьогодні підстав не існує.

Для механічних систем (літак, автомобіль тощо), чітка фізична межа існує. Це закриті системи. Проте визначення межі для відкритих систем, які є високоорганізованими, є складним питанням. В такому випадку відмежованість доцільно розглядати як ступінь автономності головних ознак системи. Так, неспівпадання матеріальної та інформаційної відмежованості такої системи, як мобільний телефон, є очевидними Матеріальна відмежованість конкретизована, а інформаційна відмежованість невизначена. Тому відмежованість системи від середовища доцільно розглядати в різних аспектах, зокрема: просторовому, матеріальному-речовинному, структурному, функціональному.

Просторова (або топологічна) відмежованість визначається межами, поза якими система не існує. Це можуть бути, наприклад територіальні межі держави, регіону.

Матеріально-речовинна відмежованість є фізична належність (неналежність) певного об'єкта до системи. Це може виражатися в механічній з'єднаності елемента з системою, наприклад, колесо як елемент автомобіля.

Структурна відмежованість є найсуттєвішим виявом системи. Вона визначається характером та інтенсивністю зв'язків між її елементами. Зв'язки показують належність чи неналежність певного елемента до системи. У даному випадку існує залежність: чим більша кількість та інтенсивність зв'язків елемента, тим він тісніше входить до системи і, відповідно, межа системи проходить там, де зв'язки відсутні або ж їх кількість та інтенсивність мінімальна, як, наприклад, у відкритих системах.

Функціональну відмежованість системи зумовлюється характером її функцій: внутрішньосистемні, загальносистемні та зовнішньосистемні. Межа системи в таких умовах визначається

там, де закінчуються внутрішньо- та загальносистемні функції. Це може бути часова, територіальна, просторова, енергетична та інформаційна відмежованість.

Описані аспекти відмежованості не завжди співпадають. При цьому організованішою та відкритішою є система, тим вони більшим. Тому для більшості систем важко визначити межі, яка однозначно відокремлює їх від зовнішнього середовища.

Варто акцентувати увагу й на тому, що межі систем, як правило, не є постійними. Вони можуть змінюватися залежно від функцій, станів, циклів розвитку системи тощо. Тому коректніше говорити не про чітку межу системи, а про певну буферну зону, що одночасно відокремлює та об'єднує її з середовищем.

Поняттям відмежованості системи пов'язане з питання її відкритості. Стверджувати, що чим менш відкритою є система, тим більше вона відмежована від середовища не досить коректно. З огляду на викладені аспекти відмежованості системи абсолютизувати таку залежність не варто. Так, жорстко відмежований в матеріальному відношенні мобільний телефон, має нечіткі межі своїх інформаційних та комунікаційних функцій. Окрім того, відкритість системи часто ідентифікується за функціональною ознакою, а вона свідчить, що відкриті системи не мають жорстких меж та що їх елементи володіють відносною свободою.

Таким чином, пошуки відповіді на питання щодо визначення зовнішнього середовище системи не є тривіальною задачею. Якщо виходити з наукових уявлень про системну влаштованість світу, то середовищем будь-якої системи є інша, вища система. При такому підході кожна система є підсистемою більшої системи, яка й виконує роль середовища для «меншої». Водночас, до «більшої» системи належать декілька «менших» систем, які є середовищем існування кожної з них. Тому взаємодія системи з середовищем фактично ототожнюється із взаємодією системи нижчого порядку з системою вищого порядку або ж із взаємодією між однопорядковими системами. В таких випадках говорять про організоване середовище системи. Але не завжди система знаходиться в жорсткій прив'язці до вищої системи, а системна організованість світу, яка існує в уяві людини, в реальності не має чіткої системної структурованості та ієрархії.

З огляду на викладене середовище конкретної системи доцільно розглядати також як неорганізовану або недостатньо організовану сукупність об'єктів, явищ, процесів, які оточують систему та впливають на неї, а взаємодію системи з середовищем досліджувати з урахуванням наступних чинників:

середовище постійно впливає на систему, яка пов'язана з ним багатоманітними обмінними процесами;

умовою життєдіяльності системи є наявність середовища, з якого вона отримує речовину, енергію, інформацію;

вплив середовища на систему може бути різний (активний, пасивний, сприятливий, несприятливий);

середовище може бути неорганізованим, системно впорядкованим або мати змішаний характер;

система впливає на середовище через свої зовнішні функції, які задаються метою її розвитку (існування);

система використовує середовище як джерело існування та як утилізатор продуктів своєї життєдіяльності;

в процесі взаємодії системи з середовищем змінюються межі системи.

Принципово важливим є те, що при взаємодії системи з середовищем відбувається її адаптація, тобто пристосування до його умов. Воно відбувається у контексті інтересів системи та проявляється в змістовно-структурних та функціональних її змінах. При цьому завжди має місце зворотній зв'язок: система впливає на середовище і певним чином змінює його властивості. В цілому ж, адаптація системи є складним процесом, а для її розуміння застосовують наступну класифікацію:

за характером: природна (еволюційна) або штучна (цілеспрямована);

за метою: самозбереження, пристосування, перетворення середовища;

за напрямом: прогресивна, консервативна, регресивна;

за змінами в системі: функціональна, структурна, організаційна.

Адаптаційні процеси сприяють існуванню системи, коли зберігається певна рівновага системи і середовища, тому відбуваються до певної межі. Рівновага виявляється у здатності системи повертатися до первісного стану, компенсуючи вплив середовища. Ця зовнішня рівноважність потребує внутрішньої

рівноважності та збалансованості системи. Тому зовнішня рівноважність обумовлюється стійкістю системи, важливими умовами якої є її інерційність, під якою розуміється здатність зберігати певну траєкторію руху, переборюючи збурюючий вплив факторів середовища. Коли зовнішня рівноважність системи порушується, вона вступає в суперечність із середовищем. Суперечність виникає коли мають місце наступні умови:

агресивне середовище - неагресивна система;

агресивна система - неагресивне середовище;

агресивна системи - агресивне середовище.

Існують різні шляхи (варіанти) вирішення суперечність системи із середовищем: знищення системи, її асиміляції (розчинення), підкорення системою середовища, якісна зміна властивостей середовища, включення середовища до складу системи.

За певних умов може виникати особливий вид взаємодії системи і середовища конвергенція, під якою розуміється зближення систем. Вона можлива в організованому середовищіта за певних умов, а саме:

спільне середовище існування двох систем;

змістовна однорідність систем;

відсутність несумісних протилежностей між системами;

спільність і несуперечність основних цілей розвитку систем.

Поняття простої і складної системи. Проблема визначення та розмежування простих і складних систем не має однзначного вирішення. Це зумовлено тим, загальновизнане наукове визначення складної системи, яке б відображало суттєві її ознаки, відсутнє. Водночас, при визначенні складності системи необхідно враховувати об'єктивний (онтологічний) та суб'єктивний (гносеологічний) аспекти.

Врахування об'єктивного аспекту зумовлено тим, що складність системи визначається її реальним станом, тобто незалежно від того, хто і з якою метою її вивчає. В такому розумінні майже всі об'єкти будуть складними. Так, книга є простою є механічною система, але з огляду на хімічний склад буде складною, оскільки складається з великої кількості молекул. Як наслідок, виходить, що проста система утворена багатьма складними системами.

Врахування гносеологічний аспекту дозволяє сформулювати більш чіткий критерій визначенні складності системи, а саме: в залежності від мети дослідження систему можна розглядати як просту, або як складну. При цьому на висновок суб'єкта дослідження системи щодо її складності, як правило будуть здійснювати такі чинники:

стан інформаційного забезпечення суб'єкта, а саме: повнота детальність та достовірність інформації про систему;

компетентності та професійності суб'єкта, наприклад, автомобіль автомеханіком може розглядатися як проста детермінована система, а автолюбителем - як складна система;

мета, яку ставить суб'єкт стосовно системи, наприклад, комп'ютер для пересічного користувача буде розглядатися як проста система, а для його проектувальника - як складна система.

На цей час є багато визначень складної системи. Деякі акцентують увагу на важливості кількості елементів та способах їх взаємозв'язку (організації, структурі). Очевидно, що при такому підході до визначення складності системи вона залежить від кількості її елементів. Так, пропонують поділяти системи на: малі (до 103 елементів), складні (104- 107), ультраскладні (107 - 1030) та суперсистеми (понад 1030).

За «процесуального» підходу складність системи залежить від кількості та характеру процесів, які в ній відбуваються. Тому у даному випадку складність може бути: структурною, функціональною, динамічною, описовою (пізнавальною, гносеологічною).

Таким чином, вирішення проблеми визначення складності системи потребує конкретизації залежно від природи системи, мети, законів її пізнання. Водночас, виокремлюють такі підходи до розуміння (з'ясування) складності тієї чи іншої системи.

По-перше, складними вважають системи, які недостатньо організовані або не організовані. До них належать дифузні системи, тобто ті, де має місце значна кількість процесів (елементів), які неможливо розмежувати. В таких системах постійно відбуваються процеси взаємопроникнення, змістовного заміщення одних елементів (процесів) іншими, тобто дифузні процеси, До них належать і відкриті системи, які тісно взаємопов'язані із зовнішнім середовищем та не мають чітко визначеної межі, що відокремлює їх від нього. Тому ці системи

вирізняються невизначеністю, стохастичністю, слабкою детермінованістю у своєму розвитку та функціонуванні.

По-друге, складними вважають системи, які не можуть бути точно описані із залученням математичного інструментарію. Цей підхід має онтологічне підґрунтя, оскільки математичному опису найважче піддаються об'єктивно складні (стохастичні, ієрархічні, недетерміновані) системи. Тому для повного математичного опису (моделювання) такого роду систем поки, що не існує адекватного математичного інструментарію.

По-третє, складними вважають системи з цілеспрямованою поведінкою. Ними переважно є соціальні системи. Причиною складності цих систем є те, що вони досить високоорганізовані й, водночас, недостатньо визначені та стохастичні.

По-четверте, складність системи трактується з позиції теорії множин, тобто складність у даному випадку ототожнюється з поняттям «багато»: багато елементів, багато зв'язків, багато рівнів, багато функцій тощо.

Таким чином, викладене вище дає достатні підстави розглядати складність системи в декількох аспектах, а саме як:

велику кількість елементів, що утворюють систему;

велику кількість і різноманітність зв'язків між елементами системи;

ієрархію в системі, тобто наявність підпорядкованих елементів (підсистем);

функціональність системи, тобто наявність великої кількості та ієрархії функцій;

поведінку системи: невизначеність, детермінованість, стохастичність;

складність, як взаємодія системи із зовнішнім середовищем;

цілеспрямованість системи, що зазвичай передбачає наявність управління в системі (самоорганізація, координація).

можливу наявність у складі системи різноякісних за своєю природою елементів, тобто в таких системах можуть одночасно взаємодіяти біологічні і соціальні, природні і штучно створені елементи.

«Різноякісних» системам багато, серед них зокрема, соціально-екологічні системи, природно-господарські системи, регіональні суспільно-географічні системи. Дослідження цих систем та спроби їх моделювання дозволяють дійти висновку, що вони є найбільш

складними в онтологічному і гносеологічному плані, а системному підходу до їх вивчення належить провідна роль.

Ознаки та критерії складності системи. Наведені вище визначеннння складності системи дозволяють виокремити об'єктивні та суб'єктивні її ознаки.

В межах наукового підходу складність системи має передусім оцінюватися за об'єктивною змістовною (онтологічною) її сутністю. Оскільки складність системи виявляється через її склад, структуру, функції, організацію та еволюцію (генезис), то в основу ознак складності системи доцільно покласти саме ці характеристики

Складність системи виявляється в кількості елементів та способів їх взаємозв'язку (взаємодії). Тому вважається, що система є складною за умови великої кількості елементів (поліелементність) та складності (поліструктурності) структури, тобто наявності у неї різних типів структури. Тобто поліструктурність виникає, коли багато елементів в процесі взаємодії утворюють різнотипну, багатопланову структуру.

Наявність функцій, які перебувають між собою в певній залежності та підпорядкованості, тобто поліфункціональність також є ознакою складності системи. Це означає, що складна система має функції внутрішньосистемні та зовнішньосистемні, а також що всі її функції взаємозалежні та підпорядковані, зазвичай, виконанню головної функції (мети) системи.

Складні системи вирізняються певною організацією процесу та впорядкування для досягнення мети її розвитку. Організація системи виявляється в структурному (впорядкування структури), функціональному та процесуально-часовому відношеннях. Це означає, що складна система має складну впорядкованість (ієрархію) та вирізняється складними процесами, що відбуваються в системі з метою її впорядкування.

Важливою ознакою складної системи є й характер її еволюції, тобто складність виникнення (утворення) та життєвого шляху. Ця ознака включає такі характеристики системи, як зовнішня поведінка (динаміка), внутрішня динаміка, характер та механізм внутрішньої та зовнішньої рівноважності системи, наявність етапів та точок біфуркації в розвитку системи.

І насамкінець, варто акцентувати увагу на тому, що існує взаємозалежність між описаними ознаками складних систем.

Вона полягає в тому, що одна ознака зумовлює іншу, а існування певних ознак неможливе без наявності деяких «обов'язкових». Так, поліфункціональність системи зазвичай є неможливою без поліструктурності, а організація є похідною від поліструктурності та поліфункціональності.

Виходячи загальних ознак складної системи, можна сформулювати принципи (правила) її ідентифікації, які й визначають критеріїв визначення складності системи, а саме:

чим більший кількісний та різноманітніший елементний склад системи, тим вона складніша;

складність структури системи проявлється у великій кількості та різноманітності зв'язків і способів взаємодії між її елементами;

складна система, як правило, є багаторівневою;

складна система відзначається високим рівнем організації (координація, субординація, адаптація, саморегулювання);

складна система відзначається складністю функцій, їх узгодженістю та суперечністю;

для складної системи властива циклічність (етапність) розвитку.

ГЛАВА 6. ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ

6.1. Сутність, закони та принципи організації системи

Сутність організації системи. Засади теорії організації як універсальної науки були сформульовані на початку XX ст. Вона розглядалась як наука, що узагальнює теоретичні знання різноманітних наук, зокрема фізики, біології, хімії, соціології. Її положення знайшли розвиток в роботах Л. фон Берталанфі, У. Ешбі, Н. Вінера, Р.Л. Акоффа та інших, а їх результатом стало виявлення загальних законів, що діють в системах будь-якої природи. Дослідження в цій галузі привели до обґрунтування загальної теорії систем та кібернетики.

Теорія організації змістовно невіддільна від загальної теорії систем, оскільки остання вивчає закони і принципи, що виявляються в системах загалом, насамперед їх цілісність та взаємозв'язаність. Кібернетика досліджує функціонування особливого виду об'єктів, а

саме: кібернетичних систем, спостереження за якими дає відомості для узагальнення процесів організації.

Зв'язок теорії організації з іншими галузями науки зумовлений тим, що в ній узагальнені базові положення цих наук (математичних, природничих та суспільних).

Щодо змісту поняття «організація», то його інтепретують як:

внутрішню впорядкованість, узгодженість, взаємодію відносно автономних частин цілого;

сукупність процесів, спрямованих на утворення і вдосконалення взаємозв'язків між частинами цілого;

об'єкт, систему, утворення, що має певну структуру та функції.

З огляду на викладене поняття (концепт) «організація» змістовно може розглядатися як впорядкований стан елементів цілого та процес з їх упорядкування в доцільну єдність, що дає підстави розглядати це поняття в статиці та динаміці.

У статичному аспекті організація — це певне цілісне утворення (соціальне, технічне, біологічне), що має певне призначення та функції.

У динамічному аспекті організація — це різноманітні процеси впорядкування елементів, формування та підтримання цілісності заново створених та вже існуючих об'єктів. Ці процеси можуть бути наслідком цілеспрямованих дій людей (управління) або ж природних процесів (самоорганізація).

Впорядкування, як головний зміст організації, може розглядатися та здійснвватися в просторовому, часовому, структурному, цільовому та функціональному вимірах.

Просторовий аспект організації характеризується просторовими розмірами, положенням, просторовими зв'язками та конкуренцією. Цей аспект важлий для систем територіального характеру, від територіальної організації яких значною мірою залежить ефективність їх функціонування в цілому.

Часовий аспект організації розкриває впорядкованість системи в часі, часовій узгодженості елементів. Він має ознаки: тривалість, послідовність, ритмічність, часова приуроченість, швидкість руху.

Структурний аспект організації характеризує впорядкування структури системи. Часто впорядкування структури називають оптимізацією структури.

Цільовий аспект організації передбачає упорядкування та узгодження цілей розвитку системи з точки зору ієрархії, координації та субординації.

Функціональний аспект організації передбачає упорядкування та узгодження функцій системи (елементів, підсистем, зовнішніх функцій).

Закони і принципи організації. Закономірності функціонування і розвитку систем лежать в основі законів їх організації, а саме: синергії, самозбереження, онтогенезу (розвитку), композиції і пропорційності. В свою чергу, ці закони дозволяють сформулювати відповідні принципи (правила) організації системи.

Зміст закону синергії полягає в тому, що в системі за рахунок її внутрішнього потенціалу відбувається або суттєве посилення, або суттєве послаблення певної її властивості, функції, ефекту. Ефекти суттєвого підсилення або послаблення виникають за рахунок певної впорядкованості системи: сприятливої або несприятливої, позитивної або негативної.

Зміст закон самозбереження полягає в тому, що система економно використовуючи свій ресурс прагне зберегти цілісність. Тому прагнення системи до самозбереження, а відтак і до самовдосконалення визначають мету, процес і результат існування будь-якої складної системи. І одним з найдосконаліших інструментів самозбереження є механізм забезпечення рівноваги системи: внутрішній (забезпечує збалансованість елементів) та зовнішній (забезпечує збалансованість системи і середовища). При цьому розрізняють статичну та динамічну рівновагу системи, а її здатність повертатися до рівноважного стану пов’язана зі стійкістю системи (здатністю протистояти зовнішньому деструктивному впливу та зберігати свою структуру і функції в умовах зміни зовнішнього середовища).

Зміст закону онтогенезу (розвитку) розкриває особливості індивідуального розвитку системи, сукупність перетворень, що відбуваються з нею від народження до кінця існування. Суть закону: кожна матеріальна системи прагне досягти найбільшого сумарного потенціалу на кожному з етапів свого розвитку. В основі закону онтогенезу реалізація (дотримання) принципів: інерції, еластичності, безперервності та стабілізації.

Зміст принципу інерції зводиться до того, що зміна потенціалу системи відбувається не відразу, а через деякий час після того чи іншого впливу на неї (змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі) та триває ще впродовж деякого часу після закінчення впливу.

Зміст принципу еластичності зводиться до того, що швидкість зміни потенціалу системи залежить від величини і структури самого потенціалу. В залежності від цього система може бути або більш або менш чутливою та рухливою стосовно змін середовища.

Зміст принципу неперервності зводиться до того, що процес зміни потенціалу відбувається безперервно, змінюються лише швидкість і напрям змін.

Зміст принципу стабілізації зводиться до того, що система прагне до стабілізації діапазону змін і потенціалу. Це означає, що система «погоджується» на зміни і коливання в певному діапазоні, але вона «не допускає» виходу за межі певного, прийнятного для неї, діапазону.

Зміст закону композиції і пропорційності, дія якого поширюється на системи, які можна назвати цілеспрямованими, відображає необхідність узгодження цілей організації, а саме: вони мають бути спрямовані на підтримку головної цілі більш загального характеру (закон композиції). Водночас існує і необхідність певного співвідношення частин цілого та їх співмірності, відповідності і залежності (закон пропорційності). В основі закону композиції і пропорційності реалізація (дотримання) принципів: планування, координації і повноти.

Зміст цих принципу зводиться до того, що кожна система (організація) повинна: мати обґрунтований план діяльності та розвитку; відслідкувати стратегічні, оперативні та поточні зміни і вносити відповідні корективи в свою діяльність; виконувати повний набір функцій самостійно або залучати сторонні резерви.

6.2. Функціональність в організації системи та принцип сумісності її елементів

Функціональність в організації системи. Функціональність є визначальним проявом будь-якої організації. Тому розкриття

законів функціонування і функціональних зв'язків системи є розкриттям її організації.

Кожна властивість системи потенційно є її функцією. Але вона набуває функціонального характеру, коли починає слугувати збереженню системи і виконанню її головної функції. Оскільки організація є системою, що розвивається, то її елементи і структури безперервно набувають нових властивостей, а отже й функцій. Властивість елемента системи, набуваючи функціонального характеру, стає доцільною для неї. Це проявляється, наприклад, при розвитку живих систем. Та чи інша властивість (функція) виникає випадково, але будучи «закріпленою» природним відбором, стає неодмінною умовою для буття даної популяції.

Функцію, в системному її розумінні, можна визначити як таке відношення елемента до системи, при якому саме існування (або якийсь вид вияву) елемента забезпечує існування системи як цілого. Це визначення співпадає з визначенням функції в математиці як залежності однієї змінної від іншої, але є дещо змістовніше. Математика цікавить сама по собі залежність, її кількісний аспект. В системному ж розумінні у функції відображається і якісна сторону залежності, а саме її здатність сприяти збереженню (цілісності) системи.

Таким чином, в становленні організації та її збереженні важливим є процеси:

виникнення нових властивостей в елементах системи, потенційно здатних стати її функцією;

актуалізацію функцій, як процес набуття властивостями елементів системи функціонального характеру.

Ці процеси можуть відбуватися одночасно: виникаючи, нова властивість разом з тим стає певною мірою функціональною, а. Водночас реалізація функціональності властивостей залежить і від певних зовнішніх умов. Наприклад, забарвлення тварини набуває захисної функції лише при наявності відповідного фону.

Принцип сумісності елементів системи. Питання про сумісність двох елементів виникає тоді, коли між ними є відмінність. Тому виявлення сумісності елементів системи зводиться до виявлення їх спільності за певними властивостями, параметрами або за змістом.

Два порівняних елементи можуть відрізнятися або за рівнем свого розвитку, або ж відмінності між ними визначаються різними умовами їх розвитку. Щоб система була організованою, необхідна наявність одночасно двох видів сумісності її елементів:

сумісність однопорядкових елементів, як необхідна умова взаємодії;

сумісність окремо взятого елемента з усіма іншими елементами цілого, тобто сумісність елемента з системою, до якої він входить.

Ступінь сумісності елементів для різних систем неоднакова, наприклад, несумісність між атомом і суспільством чи між певними біологічними видами. В першому випадку між двома системами взагалі неможлива будь-яка взаємодія, оскільки вони відносяться до різних видів руху матерії. В другому випадку несумісність проявляється лише в неможливості існувати на одній території, а в інших відношеннях, наприклад, в плані генетичної відповідності, спільності походження, біологічні види є сумісними.

Таким чином, сумісність є спільність елементів у певних властивостях, яка забезпечує можливість їх взаємодії в системі. Це визначення розкриває сутність принципу сумісності. Його важливість не викликає сумніву, оскільки неможливо створити систему, якщо завчасно не визначена сумісність, тобто можливість з'єднання майбутніх її елементів. Іншими словами, система може виникнути і зберегтися тільки тоді, коли властивості її елементів відповідають умовам її збереження.

Важливою ознакою сумісності є й відповідність елементів середовищу їх існування, тобто функціональна відповідність між елементом та системою.

Розгляд питання про сумісність елементів системи породжує й питання про доцільність, як вияв сумісності взагалі та відповідності зокрема. Системне пояснення, що будується на ідеї ієрархії систем, пояснює співвідношення цих понять наступним чином. Наприклад, біосфера, в якій існує будь-який вид організмів є певним чином організована система, що розвивається за своїми законами. Основна функція організму, як елемента біосфери є підтримання, збереження або зміна виду. В якій мірі організм виконує цю функцію, визначається ступінь

його доцільності, тобто, якою мірою він відповідає призначенню. Призначення в даному випадку розуміється як певна об'єктивна залежність виду від поведінки його елементів (індивідів). Відносно виду його доцільність, як відповідність виконанню функції підтримання виду є зовнішньою, тобто залежить від сумісності з біосферою, як системою вищого рівня. Для виду ж, як системи, доцільність функцій його індивідів є внутрішньою. В свою чергу, для окремих органів організму «середовищем» є організм як ціле, і їх функціональне відношення до організму є внутрішньою доцільністю. Викладене вище дозволяє дійти висновку, що поділ доцільності, як вияв сумісності, на внутрішню і зовнішню повинен бути «адресним», тобто стосовно конкретної системи.

Таким чином, доцільність є такою формою сумісності елементів системи (кожного окремо і всіх в цілому), при якій взаємодія між ними слугує збереженню та розвитку системи. Це означає, що властивості елементів, що виявляються в процесі такої взаємодії, є функціональними. Тому доцільність є особливою сумісністю елементів, при якій їх взаємодія об'єктивно веде до збереження і зміцнення системи. Це дозволяє зрозуміти, чому може існувати певна сумісність елементів, що буде сприяти їх взаємодії, але наслідком взаємодія може бути розпад системи. Очевидно, що така сумісність елементів, якщо її розглядати у контексті збереження та розвитку системи, не буде доцільною, Це означає, що доцільність, як відповідність елементів по відношенню до системи та як відповідність системи в по відношенню до зовнішнього середовища, є необхідною умовою існування організації.

6.3. Принципи актуалізації, зосередження та лабілізації функцій системи

Принцип актуалізації функцій системи. Поява властивості та набуття нею ознак функціонального характеру є два різних процеси. При цьому для збільшення організованості системи важливішим є процес вияву властивістю своєї функціональності, тобто актуалізації функцій.

Підхід до організації, як до процесу становлення функцій елементів систем, називають принципом актуалізації функцій

системи. Поняття актуалізації відображає процесуальний характер організації, поняття функції, визначаючи певне відношення елемента до системи, відображає спрямованість і стійкість процесу збереження системи та її функції.

Не будучи критерієм організованості системи, принцип актуалізації функцій відображає важливий аспект організації, а саме: набуття властивостями елементів функціонального (доцільного) характеру по відношенню до системи, у яку вони входять. Водночас ступінь функціональності всіх властивостей елементів системи може відображати ступінь її організованості, а відтак бути її критерієм. Чим більше властивостей елементів виявляється як їх функція, тим більше організованою є система, тим більше виявляються її функції збереження і розвитку.

Таким чином, зміст принципу актуалізації функцій полягає в об'єктивно необхідному переважаючому (активному) розвитку тих властивостей елементів, які сприяють збереженню життєдіяльності системи та досягненню мети її розвитку.

Принцип зосередження функцій системи. Кожна нова функція в системі є певною мірою частиною більш загальної функції. Тому в розвитку системи кожна функція, що виникає, слугує іншій, більш загальній функції. Остання, в свою чергу, відповідає ще більш значущій, і так аж до первинної функції збереження життя системи. Закономірність взаємовідношень в розвитку функцій системи демонструє зосередження їх зусиль на виконання основної функції. Таким чином, в системі об'єктивно формується і постійно підтримується чітка субординації різних функцій (їх ієрархічна залежність), тобто їх зосередження на виконання головної функції системи.

Цікавий приклад ієрархічної залежності функцій наводив Л. Берталанфі, який став хрестоматійним. Так, в довільних рухах тварин виділяються такі рівні: перший — фізико-хімічні реакції в м'язах; другий — скорочення м'язів; третій — прості рефлекси, зв'язані з певними центрами в спинному мозку; четвертий — складні рефлекси — великої групи м'язів; п'ятий — тропотактичні реакції, що відносяться до органів руху, які повертають тіло назустріч джерелу подразнення або від нього; шостий — реакція тіла в цілому, яка керується вищими центрами нервової системи; сьомий — «реакції сукупностей організмів»,

що залежать від «надіндивідуальних» одиниць, наприклад рух стада за вожаком.

Цей приклад ілюструє зосередження функцій, оскільки функція одного рівня не просто підпорядкована функції іншого рівня, а є умовою її здійснення. Така залежність відносин в розвитку функцій є вираженням зосередження окремих функцій на здійсненні основної і називається принципом зосередження функцій.

Водночас, варто акцентувати увагу на тому, що ієрархічна залежність функцій є лише одна з форм вияву принципу зосередження функцій, оскільки існують. дві різні форми організації: централістична, що відповідає ієрархічній формі та скелетна, що принципово відрізняється від ієрархічної форми. Прикладом першої є стадо з вожаком, а другої скелет організму. Централістична та скелетна форми зумовлені тими чи іншими умовами існування системи, а спільним для них регуляційним процесом є принцип зосередження функцій

Принцип лабілізації функцій системи. Реалізація принципів актуалізації та зосередження функцій елементів системи не дає відповіді на принципове питання про те, які умови визначають перетворення властивостей елементів системи у їх функції.

Щодо біологічних систем, то достатньо обґрунтованим є положення, що такою умовою є достатній рівень їх динамічності, й, водночас, збереження стійкості структури системи. В процесі розвитку таких систем, який характеризується підвищенням ступеня їх організації, зростає стійкість їх структур та лабільність (рухливість) їх функцій. Під лабільністю функцій в даному випадку розуміється можливість системи мати все більшу кількість функцій та їх взаємозаміну без суттєвої зміни самої структури.

Варто акцентувати увагу на тому, що зміна співвідношення між стійкістю структури системи та лабільністю її функцій пов’язана з принципами актуалізації та зосередження функцій системи. Водночас вказані принципи відображають можливість та необхідність функціоналізації властивостей та регуляції функцій, які виникли для забезпечення розвитку системи і збереження її структури. Зміна ж співвідношення стійкості структури системи та лабільності її функцій відображає спрямованість процесу організації на підняття її на якісно новий

рівень. Таке розуміння процесу вдосконалення організації можна назвати принципом лабілізації функцій

Стійкість структури певною мірою є результатом інтегрованості її елементів, що об'єднані корелятивними зв'язками. Саме стійкість структури створює умови для лабілізації її функцій, їх поліфункціональності, що відображає підвищення її організованості. Це дає можливість стверджувати про таку залежність: організованість системи буде тим вищою, чим вищою буде стійкість її структури та лабільність функцій елементів, що спрямовані на збереження специфічних властивостей і функцій системи.

6.4. Рівень організації системи, її самоорганізація та синергетика

Рівень організації системи. Важливу роль в системі відіграють регуляційні процеси в системах, оскільки від цього залежить її здатність до збереження цілісності своєї структури і спрямованості свого руху (розвитку).

Загальним виразом регуляційності будь-якої системи є принцип Ле-Шательє згідно якого система лише тоді є системою, коли в її структурі при дії зовнішніх сил виникають процеси, спрямовані на протидію цим силам і на збереження існуючого стану системи. Такі процеси називаються регуляційними. Тому важливого значення набуває змістовне розмежування понять «управління» та «регулювання».

В складних системах, як правило, існують різні ієрархічно підпорядковані регулятори. Головним регулятором є управляюча система. Тому управління є формою регуляції, яку можна визначити як процес зміни взаємозв'язку елементів системи, що спрямований на її збереження. Таке визначення охоплює зміст усіх видів регуляції в системі, проте управління є процесом такої зміни взаємозв'язку елементів системи (шляхом передачі інформації по каналах зв'язку), в результаті якого підтримується і посилюється функціональний характер властивостей цих елементів для забезпечення належного рівня організації системи, а відтак і її розвитку.

З огляду на викладене важливо розрізнити поняття «висоти організації» і її «досконалості» та поняття «висхідного розвитку» і «прогресу».

В науковій і прикладній літературі прогрес системи інтерпретується як певна спрямованість та нові можливості її розвитку, зростання її еволюційної пластичності (гнучкості). Висота організації (або рівень організації) інтерпретується як певний стан системи, який досягнутий нею в результаті еволюції («розвитку»). Тому прогрес розглядається як особливий вид розвитку системи, а висота її організації розглядається як результат (стан) такого розвитку.

Поняття «висота організації» відображає момент переходу на новий якісний рівень і включає визнання прогресивності як можливості нових змін, тобто еволюційної пластичності системи. Тому поняття «прогресивність» відображає лише один з моментів «висоти організації» і є вужчим за змістом. Таким чином, поняття «висота організованості» відображає якісне перетворення об'єкта, його перехід на новий рівень, а «ступінь організованості» відображає лише його зміни в межах однієї якості, тобто в кількісному аспекті. Оскільки ж якісне перетворення неминуче пов'язане з кількісними його змінами, то всі зміни висоти організації зв'язані зі змінами «ступеня організованості» системи.

В кінцевому підсумку, зміна ступеня організованості системи пов'язана з будь-яким її перетворенням, а зміна висоти організації лише з якісним переходом її до нового стану. Такі стани системи значною мірою залежать від сили вияву та взаємодії названих вище принципів організації системи. Тому висота організації системи буде визначатися тим, якою мірою здійснюється актуалізація функцій за рахунок зміни структури (виникнення нової властивості і нової функції) та в якій мірі функції здатні замінювати одна одну. Чим стійкіша структура і більш лабільна функція системи, тим вище рівень її організації.

Самоорганізація систем. Існують три основні види процесів організації систем: організація системи ззовні, самоорганізація, змішана організація.

Організація системи ззовні є процесом її впорядкування за рахунок елементів, що не входять до даної системи, тобто це «примусова» організація. Прикладом може бути взаємодія

об'єкта і суб'єкта адміністративного управління: вплив міністерства на роботу підприємства, вплив центрального органу влади на розвиток регіону тощо.

Самоорганізація є еволюційним процесо впорядкуванням системи за рахунок її внутрішнього потенціалу та залучення певних факторів зовнішнього середовища. Важливою умовою самоорганізації є здатність системи до адаптації. Остання в даному випадку є механізмом, що перетворює вплив зовнішнього середовища в енергію і мотив певної перебудови системи з метою підвищення її життєздатності, стійкості та ефективності функціонування. Такі процеси мають подвійний характер: з одного боку, вони цілеспрямовані, а з іншого спонтанні, а відтак і важко передбачувані. Проте вказані процеси завжди є внутрішньосистемними та реалізуються системою автономно, за рахунок її внутрішнього потенціалу і виключно в її інтересах.

Про самоорганізацію системи можуть свідчити наступні чинники:

самозародження системи, як утворення якісно нової цілісності на основі певної сукупності елементів нижчого рівня. Прикладом є генезис багатоклітинного організму з декількох одноклітинних;

процеси, що утримують певний стан та організацію системи в умовах зміни зовнішнього та внутрішнього середовища. Ці процеси доцільно називати саморегуляцією. З одного боку, вона не дозволяє системі вийти із існуючого (заданого) стану. З іншого боку, саморегуляцією не виводить систему на якісно вищий рівень (прикладом є життя мурашника);

процеси самовдосконалення і саморозвитку системи, які завдяки накопиченню та використанню внутрішнього потенціалу та досвіду цілеспрямовано переводять систему до якісно вищого стану (структурного, функціонального, організаційного), який посилює стійкість та ефективність функціонування (прикладом є цілеспрямоване утворення комбінату шляхом об'єднання споріднених підприємств).

Властивість самоорганізації системи особливо проявляється на етапі її нестійкого, нестабільного стану, зокрема кризового та катастрофічного станів, які називають точкою біфуркації системи. Це точка траєкторії розвитку системи, в якій її неможливо описати за допомогою традиційних закономірностей

(принципів, параметрів). У таких точках система стає надзвичайно чутливою до найменших змін і впливів (як зовнішніх, так і внутрішніх). Тому передбачити ймовірну траєкторію її подальшого розвитку майже неможливо.

Загалом же біфуркацію в теорії систем визначають як такий стан системи, коли вона набуває або може набути нової якості при незначних змінах її параметрів (складу, структури, організації тощо). Ймовірним її наслідком може стати катастрофічний стан системи, який можна характеризувати як хаос, стосовно визначення якого є різні трактування, а саме:

відсутність будь-якого порядку;

руйнування певного порядку (структури);

непізнаний порядок;

інший порядок, що не узгоджується з порядком конкретної системи (це може бути якісно нижчий або якісно вищий порядок).

В цілому ж, катастрофічний процес у розвитку системи передбачає такі стани: занурення в хаос, перебування в хаосі, вихід із хаосу — самоорганізація.

При зануренні в хаос характерним є зростання передкризових явищ, а саме:

критичне сповільненням традиційно властивих для системи ритмів;

зростання амплітуд флуктуацій (випадкових, нехарактерних та непрогнозованих відхилень параметрів від середніх їх значень).

При перебуванні системи в хаосі вона має непостійну, швидко змінювану множинність структур, невідповідність попередніх і наступних параметрів, «хаотичність» загальної траєкторії руху. В цьому стані система є максимально відкритою та «беззахисною» перед найменшими зовнішніми впливами, які в такій ситуації можуть суттєво змінити систему. Водночас, в цій стадії вже є приховані передумови для самоорганізації, оскільки відкритість системи сприяє отриманню нової інформації та енергії ззовні, що сприяє її синхронізації та гармонії з оточуючим середовищем.

При виході з хаосу характерним є поява нового «порядку» в житті системи та зовнішній прояв самоорганізації. Про вихід з хаосу свідчать наступні чинники:

поступове зростання певного елемента (структурного утворення) в матеріальному та функціональному відношеннях, навколо якого еволюційно організовуються інші елементи системи та (або) елементи, що раніше до неї не входили;

народження певного нового порядку в результаті взаємодії, взаємопристосування та взаємоузгодження елементів, що змінили свої властивості, перебуваючи в хаосі;

здійснення зворотних біфуркацій, які приводять систему до іншого, але якісно не нового, порядку.

В цілому ж, в складних ієрархічних системах організація системи ззовні або самоорганізація в чистому вигляді зустрічаються рідко. Як правило, вони поєднуються у вигляді впорядкування системи, де органічно переплітаються процеси зовнішнього впливу та внутрішньої самоорганізації.

Синергетика. Синергетика як загальнонаукова теорія виникла на основі результатів досліджень в різних галузях науки, які показали, що процеси самоорганізації:

властиві для всіх нерівноважних, відкритих систем;

в системах різної природи підлягають однаковим законам і принципам.

Тому синергетика досліджує процеси, закони самоорганізації систем будь-якої природи, а в науковий обіг термін «синергетика» запровадив Г. Хакен. Він довів, що існує подібність в процесах взаємодії (самоорганізації) елементів, що належать до абсолютно різних якостей. Тому синергетика спирається на подібність формалізованого опису (математичних моделей) процесів самовпорядкування систем, незважаючи на якісну відмінність між ними.

В цілому ж синергізм є явищем, в якому загальний результат процесу якісно перевершує суму часткових ефектів, що складають цей процес. Таке якісне перевершення відбувається за рахунок не сумативного, а органічного, інтегративного поєднання властивостей взаємодіючих елементів. Така взаємодія зумовлює, зокрема, властивість емерджентності.

Синергетика сформулювала ознаки процесів самоорганізації такі як: гомеостатичність; ієрархічність; нелінійність; нестійкість; незамкненість; динамічна ієрархічність.

ГЛАВА 7. КЛАСИ ТА ТИПИ СИСТЕМ

7.1. Підходи до типізації і класифікації систем та схеми їх класифікації

Наукові підходи до типізації і класифікації систем. Різноманітність системних утворень, які суттєво відрізняються між собою за речовинною субстанцією, сутністю взаємозв'язків та взаємодії, масштабністю тощо, зумовлює істотні труднощі щодо типізації і класифікації систем.

Типізація і класифікація є методами наукового пізнання. Вони базуються на виявлені подібності (відмінності) об'єктів з метою їх ідентифікації та спрямовані на порівняльне вивчення суттєвих ознак, зв'язків, функцій, рівнів організації досліджуваної сукупності об'єктів. Але між типізацією і класифікацією є відмінності. Типізація спрямована на виявлення великих сукупностей об'єктів, що якісно відрізняються між собою за своєю внутрішньою природою. Класифікація спрямована на виявлення певної сукупності об'єктів в межах однієї якості. Наприклад, в результаті типізації виділяють тип «соціальні системи», а в результаті класифікації в цьому типі виділяють відповідні класи систем: економічні, освітні, виробничі, демографічні і т. ін.

Типізація і класифікація систем повинна об'єктивно відобразити реальну їх сутність, тобто природу, внутрішній зміст їх елементів, взаємозв'язки, функції, рівень організації. Водночас, будь-яка класифікація значною мірою є суб'єктивною, оскільки мета дослідження зумовлює відповідний акцент на ті чи інші її ознаки. Тому при класифікації відповідальною та досить складною методологічною задачею є вибір її критеріїв (ознак), тобто певних характеристик та параметрів системи, за якими вона може бути віднесена до певного типу (класу).

Існує думка, що найбільш природною класифікацією систем, є їх поділ за критерієм лінійного ієрархічного ряду структурних рівнів. Тобто специфіка того чи іншого класу систем буде визначатися законом зв'язку їх елементів, їх організацією та відношенням до прилеглих (ієрархічно) структурних рівнів. Фактично це класифікація за принципом просторової ієрархії, яка

значною мірою співпадає з класифікацією основних форм руху матерії: механічна, фізична, хімічна і т. ін.

Водночас при такому підході до класифікації систем виникають певні складнощі, а саме:

розглядаючи послідовний ряд просторової ієрархії, можна виявити, що деякі системи, які знаходяться на різних рівнях ієрархії, володіють однаковими властивостями.;

на рівні соціальних систем, виникають штучні механізми, що мають динамічну природу, але разом з тим імітують поведінку живих систем, а відтак виникає проблемне питання: відносити їх до фізичного чи до соціального рівня?

Як основу класифікації можна обрати основні організаційні принципи систем. Але й у даному випадку виникають певні проблеми. Організаційні принципи є загальними для всіх систем, тому в чистому вигляді вони не дають змоги поділити системи на певні класи. Правда, якщо на основі організаційних принципів виділити головні аспекти організації, які в різних системах реалізуються різним чином, то це може бути основою класифікації.

Наприклад, за змістовною ознакою можна виділити системи основних типів: фізичні, біологічні, соціальні, де кожний наступний є результатом розвитку попереднього. При цьому кожний тип систем можна поділити на дрібніші види, що знаходяться в ієрархічній підпорядкованості. Тобто кожний тип систем містить в собі простіші, починаючи з найпростіших елементарних носіїв певної форми руху матерії і до розвиненої, в якій дана форма руху виявляється повністю. Таким чином, тип систем змістовно визначається певною формою руху матерії.

Є також думка, що обирати класифікаційні ознаки (критерії) потрібно залежно від мети класифікації підкреслюючи цим те, що метою класифікації є пізнання системи, а воно передбачає адекватне відображення її суттєвих властивостей.

Таким чином, можна виділити два підходи до класифікації систем:

змістовно-організаційний, коли в її основу покладається природа системи і, відповідно, рівень її організації;

гносеологічний, коли критерії класифікації визначаються метою дослідження.

Схеми класифікації систем. Створено багато схем класифікації реально існуючих систем з огляду на їх велику різноманітність та мету пізнавальної діяльності.

Так, за змістовно-ієрархічним критерієм системи поділяють у відповідності з формами руху матерії на такі типи: фізичні (системи неживої природи), біологічні, соціальні.

Водночас, існує багато детальніших класифікацій.

Так, за ознакою складності виділяють системи прості, складні (розгалужені та з великою кількістю внутрішніх зв'язків) і дуже складні (які не піддаються точному і детальному описові).

За ознакою зв'язку виділяють системи детерміновані (всі елементи взаємодіють точно передбачуваним способом) та ймовірнісні (точно передбачити поведінку системи не можна, але з певною мірою ймовірності можна чекати тієї чи іншої події).

За ознакою відкритості виділяють системи відкриті (які обмінюються інтенсивно зі своїм середовищем речовинними, енергетичними та інформаційними потоками) і замкнені (обмін обмежений).

За динамічною, регуляційною та інформаційною ознаками детально класифікується лише штучні фізичні системи (механічні та електронні машини). Подібну детальну класифікацію можна було б навести стосовно біологічних і соціальних систем. Але саме в штучних фізичних системах динамічна, регуляційна та інформаційна ознаки організації виявлені найбільш повно. Тому логічним є деталізація класифікації саме на цьому рівні. Важливо також, що штучні системи фактично є фізичними моделями структур і функцій біологічних та соціальних систем.

Практично-пізнавальною є класифікація систем згідно якої до основних класифікаційних ознак (критеріїв) залучають такі:

змістовна сутність (природа) системи;

масштабність системи;

ознаки складності системи;

ступінь детермінованості;

характер розвитку в часі системи;

ступінь інформаційної забезпеченості системи.

Вказані класифікаційні ознаки можна поділити на класи виокремлюючи ті чи інші характеристики, необхідні для більш повного опису системи при її дослідженні.

Так, за змістовною сутністю (природою) системи можна поділити на такі класи:

науково-технічні (системи фундаментальних та прикладних наукових досліджень, технологічні системи);

техніко-економічні (галузеві господарські, територіально-виробничі, підприємства, організаційно-економічні системи управління, системи функціонування виробництва);

соціально-економічні (демографічні, працересурсні, територіальні системи послуг, системи соціального забезпечення тощо);

військово-політичні (міждержавні блоки, військовий потенціал країни, військово-політичні доктрини, військові конфлікти тощо);

природні (погода, клімат, природні ресурси, екосистеми, природні ландшафти).

За масштабністю системи можна класифікувати в залежності від кількості їх характеристик, необхідних для повного опису системи на стадії її вивчення (аналізу), наприклад: сублокальні — з кількістю характеристик від 1 до 3; локальні — з кількістю характеристик від 4 до 14; субглобальні — з числом характеристик від 15 до 35; глобальні — з числом характеристик від 36 до 100; суперглобальні — з числом характеристик понад 100. Масштабність системи необхідно, зокрема, враховувати при організації процесу обробки вихідної інформації, виборі технічних засобів їх обробки, розрахунках обсягів пам'яті електронних машин.

За ознаками складності системи можна класифікувати на основі ступеня взаємозалежності їх характеристик, що використовуються для опису систем, а саме:

найпростіші — системи з відсутністю суттєвих взаємозв'язків між їх характеристиками;

прості — системи, в описі яких містяться взаємозв'язки між характеристиками;

складні — системи, для адекватного опису яких необхідно враховувати взаємозв'язки і взаємовплив декількох значущих змінних (характеристик) — трьох і більше;

надскладні — системи, для опису яких необхідно враховувати взаємозв'язки між змінними.

За ступенем детермінованості виділяють такі системи:

детерміновані — системи, опис яких представляється в детермінованій формі без суттєвих втрат пізнавальної інформації;

стохастичні — системи невизначеної поведінки, для аналізу яких необхідне врахування складових, які мають ймовірнісну природу;

змішані — системи, опис яких можливий частково в детермінованому, частково в стохастичному вигляді.

За характером розвитку в часі системи поділяються на:

дискретні — системи, стан яких змінюється стрибкоподібно в фіксовані моменти часу;

аперіодичні — системи, розвиток яких відбувається у вигляді безперервної аперіодичної функції часу;

циклічні — системи, що розвиваються у вигляді періодичної функції часу.

За ступенем інформаційної забезпеченості виокремлюють системи:

з повним забезпеченням кількісною інформацією, для яких є в наявності ретроспективна кількісна інформація в обсязі, що достатній для передбачення поведінки системи;

з неповним забезпеченням кількісною інформацією, яка дозволяє використання статистичних та екстраполяційних методів, але не забезпечує достатньо достовірного передбачення поведінки об’єкта;

з наявністю лише якісної інформації з повною відсутністю або дуже суттєво обмеженою кількісною інформацією;

з повною відсутністю ретроспективної інформації (як правило, це системи, створення яких проектується).

Наведена класифікація зорієнтована на вивчення систем з метою їх аналізу та прогнозування. Вона дозволяє отримати 3600 різноманітних класів систем як об’єктів прогнозування (з урахуванням кількості класів по кожній з шести перелічених класифікаційних ознак).

7.2. Особливості основних типів систем та сутність функціонування територіальних систем

Особливості основних типів систем. До фізичних систем відносяться системи неживої природи, в тому числі технічні

(зокрема, геологічні, механічні, електричні, оптичні, термодинамічні, , гідротехнічні, хімічні), створені людиною. Вони мають різний ступінь складності та інформаційної забезпеченості, а їх особливістю є достатньо високий ступінь детермінованості. Це дозволяє застосовувати при їх вивченні кількісні методи аналізу та на основі достовірного прогнозу спрямовувати їх розвиток. Фізична система може бути як відкритою, так і замкненою.

Біологічним та соціальним системам, які називають органічними, притаманна властивість відкритості, тобто особливі відносини з середовищем, як умова їх існувати.

Біологічним системам властивий вищий рівень організованості в порівнянні з фізичними. Вони характеризуються такими властивостями, як саморегуляція, здатністю до само відтворення та самовідновлення, циклічністю, адаптаційністю на наявністю зворотних зв'язків. Для багатьох видів біологічних систем властивий стохастичний характер поведінки.

Соціальні системи, як правило, є досить складні утворення. мають детерміновано-стохастичний характер детермінованості, вирізняються відносно повною кількісною інформаційною забезпеченістю, що дозволяє прогнозувати їх розвиток.

Системи, до складу яких входять елементи з різною змістовно-природною сутністю є змішаними. Переважно це не гносеологічні системи, тобто «сконструйовані» в свідомості людини. Конструювання здійснюється з пізнавальною метою для аналізу складних соціальних, економічних, демографічних та інших процесів, які детермінуються багатьма факторами. Прикладом є соціоприродні, суспільно-екологічні, територіальні біосоціальні, біоелектронні системи. Наявність в змішаних системах різноякісних за природною сутністю та функціями елементів зумовлює стохастичний характер їх поведінки.

Прикладом є галузева територіально-виробнича систему, яка реально не існує автономно, а лише в складі господарської системи. З метою детального вивчення її уявно виділяють зі складу господарської системи, а потім уявляють у вигляді виробничої, природно-ресурсної, працересурсної, споживчої та організаційно-управлінської підсистем.

Таким чином, проблеми класифікації систем є досить складними, що обумовлюється складністю реальної дійсності та величезною різноманітністю зв'язків у ній. Створити єдину класифікацію систем, що відображувала б всю їх різноманітність неможливо. З іншого боку, ставити таке завдання недоцільно, оскільки в кожному конкретному випадку дослідник повинен застосовувати таку класифікацію, яка зумовлюється метою його дослідження.

Сутність функціонування територіальнх систем. Територіальні системи (ТС), як взаємозв'язана сукупність матеріальних об'єктів в умовах цілісної (відносно компактної) території, є особливим видом систем. До складу ТС входять різні за своєю змістовною якістю об'єкти, які одночасно є елементами неживої природи, біоти та систем соціального порядку. Головною передумовою утворення ТС є об'єднуюча роль території, на якій розташовані ці різноякісні об'єкти.

В змістовному розумінні ТС є територіальними природно — господарсько — демографічними системами, оскільки її утворюють елементи трьох різних якостей — природної, господарської (виробничої) та демографічної (людської). Тому В вони є інтегральними системами. Для деталізованого вивчення складових ТС виділяють їх гносеологічні складові: природно-територіальні, територіально-виробничі, демографічні, соціоекологічні.

ТС як геосистема є особливим класом «земних систем». Їх дослідження, провідну роль у якому відіграє географічна наука, спрямоване на вивчення просторової організації природних, соціальних, економічних компонентів географічної оболонки.

Виділяються територіальні соціально-економічні системи, територіальні суспільно-географічні системи, територіальні природно-ресурсні системи, геоекологічні системи, гідро екологічні системи тощо.

Таким чином, під ТС слід розуміти закономірний взаємозв'язок різноякісних видів та об'єктів людської діяльності в умовах цілісної території, що функціонально зорієнтована на забезпечення потреб конкретної спільноти людей. Ці системи зароджуються та функціонують в результаті складних процесів взаємодії територіальних поєднань природних ресурсів, господарсько-територіальних систем, демографічних систем, які

розглядаються як її субстанційні компоненти. Ці компоненти мають специфічну внутрішню структуру, тобто складаються з компонентів нижчого рангу, які також мають системний характер.

Складність механізму функціонування ТС полягає в тому, що кожний її елемент має множину зв'язків різного характеру та інтенсивності як з елементами «своєї» системи, так і з елементами її середовища, а суттєвою їх рисою є функціональна зорієнтованість на забезпечення сприятливих умов життєдіяльності територіальної спільності людей, як головного її елемента. Це виявляється в тому, що природноресурсна та господарська підсистеми виконують функції створення матеріальної основи життєдіяльності і працюють безпосередньо на соціально-обслуговуючу та соціально-екологічну підсистеми.

Специфічною ознакою ТС є її територіальність. Це означає, що територія як складова частина системи є її матеріальною основою, фактором стабілізації. При цьому територія у даному випадку розуміється як певна цілісна частина земної поверхні з притаманними їй природними та набутими внаслідок людської діяльності властивостями і ресурсами. Вона характеризується масштабами та місцеположенням, як особливими видами ресурсів. Для всіх інших компонентів ТС територія є своєрідним базисом (внутрішнім середовищем системи) та характеризує ці компоненти з точки зору територіальної впорядкованості, густоти, рівномірності розміщення.

Основою процесів територіального системоутворення є обмін речовиною, енергією та інформацією між елементами. Характер обміну залежить від якісної природи, функцій та рівнів організації взаємодіючих елементів. Якісна відмінність обмінних процесів в ТС полягає в перетворенні елементом сприйнятого «чужорідного» субстрату, наближенні його властивостей до своїх власних і, в результаті, створенні якісно нової речовини. При цьому значну системоутворюючу роль відіграють функціональні зв'язки, що виникають на основі взаємодоповнення компонентів при виконанні ними спільної загальносистемної функції.

Для ТС властиві три головних види системоутворюючих зв'язків: матеріально-речовинні, міграційні, інформаційні.

Матеріально-речовинні зв'язки виявляються в обміні речовини, продуктів, товарів, основних та обігових засобів між

елементами територіальної системи. Цей вид зв'язків поділяється на підвиди, групи відповідно до багатоманітного складу системи. Особливого поширення набувають технологічні, виробничо-економічні, торговельно-розподільчі, природно-ресурсні зв'язки.

Міграційні зв'язки виявляються у вигляді просторово-територіальних переміщень людей: постійні та маятникові міграції, які відображають соціальний бік формування територіальних систем.

Інформаційні зв'язки — особливий вид зв'язків, в основі яких знаходиться обмін інформацією між елементами системи взагалі та між суб'єктом і об'єктом управління зокрема.

Варто акцентувати увагу на тому, що важливу роль у формуванні ТС відіграють опосередковані зв'язки, прикладом яких можуть бути використання спільних обслуговуючих виробництв, наприклад, транспортних мереж господарськими суб'єктами, що належать до різних галузей.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Дайте загальну характеристику ознак та властивостей систем
2. Розкрийте сутність взаємозв'язку властивостей систем
3. Чому цілісність є визначальною властивістю системи?
4. Розкрийте сутність структурності та організованості системи як визначальних властивостей системи
5. Розкрийте принципову різницю між поняттями «структура» та «організація» системи
6. Розкрийте сутність функціональності як визначальної властивості системи
7. Які чинники зумовлюють стійкість та інерційність системи?
8. Розкрийте зміст просторового, матеріально-речовинного, структурного та функціонального аспектів відмежованості системи від зовнішнього середовища
9. Які чинники зумовлюють взаємодію системи із зовнішнім середовищем?
10. Розкрийте зміст об'єктивно-онтологічного та суб'єктивно-гносеологічного аспектів при визначенні складності системи

11. Розкрийте зміст основних підходів (аспектів) до розуміння складності системи та інтерпретацію складності у системному розумінні

12. Дайте загальну характеристику ознак складності системи

13. Розкрийте зміст принципів (правил) ідентифікації системи як складної

14.Розкрите статичний та динамічний аспект розкриття змісту поняття «організація системи»

15. Розкрийте зміст законів організації системи: синергії, самозбереження, онтогенезу (розвитку), композиції і пропорційності.

16. Які принципи (правила) лежать в основі законів організації системи: онтогенезу та композиції і пропорційності?

17. Розкрийте сутність функціональності в організації системи

18. Яку роль в системі відграє принцип сумісності її елементів?

19. Яку роль в системі відграє принцип актуалізації її функцій?

20. Яку роль в системі відграє принцип зосередження її функцій?

21. Яку роль в системі відіграє принцип лабілізації її функцій?

22. Чому регуляційні процеси в системі впливають на рівень її організації?

23 Розкрийте зміст видів процесів організації систем: організація системи ззовні, самоорганізація, змішана організація

24.Які передумови та ознаки хаосу, як катастрофічного стану системи?

25. Що досліджує синергетика?

26. Розкрийте зміст наукових підходів до типізації і класифікації систем

27. Розкрийте зміст основних критеріїв, які використовують при класифікації систем

28. Розкрийте особливості основних типів систем

29. Розкрийте особливості утворення та функціонування територіальних систем

Список рекомендованої літератури

1. Бех В.П., Туленков М.В. Теорія систем і системний аналіз в управлінні: підручник. К.: Інтерсервіс, 2021. 680 с.

2. Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень: Підручник. К.: АБУ, 2002. 480 с.

3. Бондаренко М. Ф., Соловьева Е.А., Маторин С.И. Основи системології. Харків: ХТУРЭ, 1998. 118 с.

4. Бродський Ю.Б. Молодецька К.В. Інформатика та системологія: навч. посібник. Житомир: ЖНАЕУ, 2014. 244 с.

5. Гаврилов Е., Доля В., Дмитриченко М., Лановий О., Линник І. Основи теорії систем і управління. Кн.1. К.: Знання України, 2005. 344 с.

6. Гайдес М.А. Загальна теорія систем (системи і системний аналіз). Вінниця: Глобус-Пресс, 2005. 201 с.

7. Глобальна та національна безпека: підручник / авт.кол.: В.І. Абрамов, Г.П. Ситник, В.Ф. Смолянюк та інш.; за заг.ред. Г.П. Ситника. К.: НАДУ, 2016. 784 с.

8. Грецька Г.М. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій з курсу. Харків: ХНАМГ, 2011. 148 с.

9. Грицюк П.М., Джоші О.І., Гладка О.М. Основи теорії систем і управління: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.

10. Державне управління : підручник : у 2 т. / Нац. акад. держ. упр. при Президентові України ; ред. кол. : Ю.В. Ковбасюк (голова), К.О. Ващенко (заст. голови), Ю.П. Сурмін (заст. голови) [та ін.]. К.:; Дніпропетровськ. НАДУ, 2012. Т. 1. 564 с.

11. Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем: навч. посібник. К.: Кондор. 2010. 129 с.

12. Бейлі К.Д. Нові системні теорії в системі соціології. К.: Албані, 1994. 121 с.

13. Кустовська О.В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: Курс лекцій. Тернопіль: Економічна думка, 2005. 124 с.

14. Корнієнко В.І., Гусєв О.Ю., Герасіна О.В., Щокін В.П.; Теорія систем керування: підручник / М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. Дніпро: НГУ, 2017. 497 с.

15. Лесечко М.Д. Основи системного підходу: теорія, методолія, практика: навч. посіб. Львів: ЛРУДУ, 2002. 288 с.

16. Лукашевич М.П., Туленков М.В., Яковенко Ю.І. Соціологія. Основи загальної, спеціальних і галузевих теорій: підручник. К.: Каравелла, 2014. 544 с.

17. Ніколов М.О. Основи теорії систем: навч. посібник. К.: ДУТ, 2015. 188 с.

18. Принципы организации социальных систем: теория и практика / под ред. М.И. Сетрова. Одесса: Одес. гос. ун-т, 1988. 128 с.

19. Прокопенко Т.О. Теорія систем і системний аналіз: навч.посіб. Черкаси: ЧДТУ, 2019.139 с.

20. Публічне управління та адміністрування у сфері національної безпеки: (системні, політичні та економічні аспекти): словник-довідник / С.П. Завгородня, М.Г. Орел, Г.П. Ситник [уклад.] /за заг.ред. Д.В. Неліпи, Є.О. Романенка, Г.П. Ситника. Київ: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 380 с.

21. Сахно Є.Ю., Терещук О.І.,Чуприна В.М., Коваленко С.В. Основи системотехніки: навч. посібник. Чернігів. НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 280 с.

22. Соколов С.В. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій. Суми: Сумський державний університет, 2020. 171 с.

23. Ситник Г.П., Орел М.Г. Публічне управління у сфері національної безпеки: підручник К.: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 360 с.

24. Ситник Г.П. Взаємозумовленість кризових та надзвичайних ситуацій у контексті публічного управління у сфері національної безпеки. Експерт: парадигми юридичних наук і державного управління. 2020. № 2 (8). С.180-193

25. Ситник Г.П. Інституційно-цивілізаційної парадигма, як основа методології державного управління у сфері національної безпеки. Науковий часопис Академії національної безпеки. 2017. №1-2(13-14). С. 10-23.

26. Ситник Г.П. Дисфункції, дефекти і дисбаланси в державному управлінні, як загрози національній безпеці. Науковий часопис Академії національної безпеки. 2017. №3-4(15-16). С. 10-24

27. Скуратівський В.А., Шевченко М.Ф. Соціальні системи та соціологічні методи їх дослідження: навч. посіб. К.: УАДУ, 1998. 238 с.

28. Старіш О.Г. Системологія: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2005. 232 с.

29. Стопакевич О.Л. Теорія систем і системний аналіз: навч. посіб. К.: ІСДО, 1996. 200 с.

30. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник. Харків: ХНАМГ, 2004. 291 с.

31. Соколов С.В. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій. Суми: Сумський державний університет, 2020. 171 с.

32. Сурмін Ю. П. Теорія систем і системний аналіз: навч. посібник. К.: МАУП, 2003. 368 с.

33. Туленков М.В. Системний підхід в управлінні соціальними організаціями: Підручник. К.:Каравела, 2022. 508 с.

34. Туленков М.В. Теорія систем і системний аналіз у соціології: підручник. Київ: Каравелла, 2020. 596 с.

35. Фоміцька Н.В. Методологія системного підходу та наукових досліджень. Х.: Магістр, 2015. 60 с.

36. Чорней Н.Б., Чорней Р.К. Теорія систем і системний аналіз. К.: МАУП, 2005. 256 с.

РОЗДІЛ 3
ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

ГЛАВА 8. СУТНІСТЬ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

8.1. Визначення системного аналізу та об'єкт його дослідження

Визначення системного аналізу. Системний аналіз часто ототожнюється з системним підходом, але за своєю сутністю вони мають принципові відмінності. Системнний підход відображає на рівні спеціальної методології принципи, поняття та методи системних досліджень. Метою ж системного аналізу є розробка теоретико-методологічних засобів системних досліджень, а також створення систем та управління системами, з урахуванням так званого людського фактору.

До цього часу єдиної точки зору щодо змісту поняття «системний аналіз» та області його застосування немає. Водночас, виокремлюють чотири відмінних між собою трактуваннння цього поняття.

Одне з них розглядає системний аналіз як один з методів вибору найкращого вирішення проблемної задачі, ототожнюючи його з вузькоекономічними проблемами, наприклад аналіз залежності між собівартістю та ефективністю виробництва. Це відображає прагнення узагальнити найбільш ефективні засоби будь-якого аналізу взагалі та визначити загальні закономірності його здійснення (політичний аналіз, управлінський аналіз, соціальний аналіз тощо).

У даному випадку акцент робиться на об'єкті вивчення (на системі), а не на системності вивчення цього об'єкта, тобто системний аналіз постає у вигляді «аналізу систем». Системність же вивчення об'єкта передбачає врахування всіх суттєвих факторів і взаємозв'язків, що здійснюють вплив на вирішення проблеми, використання певної логічної послідовності (алгоритму) пошуку найкращого рішення. В багатьох же роботах, що висвітлюють аспекти системного аналізу, саме термін

«аналіз» вживається разом з такими, наприклад, ознаками, як кількісний, економічний, а термін «системний аналіз» застосовується рідше.

Згідно другої точки зору під системним аналізом розуміють метод пізнання, як протилежність синтезу. В даному випадку це також аналіз взагалі, який, як відомо, може здійснюватися і без використання положень системного підходу, тобто не системний аналіз.

Згідно третьої точки зору системний аналіз трактується як будь-який аналіз будь-яких систем, аналіз систем на основі системної методології. При цьому не конкретизується сфера його застосування та методи здійснення.

Відповідно до четвертого трактування під системним аналізом розуміється конкретний теоретико-прикладний напрям дослідження, що базується на системній методології та має певні методи і сферу застосування. У даному випадку має місце певне ототожнення системного аналізу з аналітичним вивченням системи. При цьому до аналітичних методів відносяться традиційні розділи математики (лінійна алгебра, системи диференційних рівнянь) та фізики (механіка, теорія коливань і т. ін).

Загалом же можна виділити наступні підходи до розуміння сутності системного аналізу, а саме:

зведення його системного до однієї з його складових, наприклад до структурно-функціонального аналізу;

ототожнення його з технологією наукового дослідження взагалі;

розуміння його лише як сукупності математичних методів вирішення задач системного характеру;

звуження його до системного конструювання (фактично до системотехніки);

ототожнення його з системним підходом;

зведення сутності системного аналізу до вирішення задач управління та прийняття рішень дуже складних проблем.

Варто акцентувати увагу на тому, що, як правило, навіть традиційно визнану наукову дисципліну важко визначити так, щоб задовольнити всі вимоги та відобразити її багатогранний зміст і специфіку. Це повною мірою стосується й визначення

системного аналіз, який до того ж є відносно новим науковим напрямом дослідження.

Водночас, є всі підстави визначити системний аналіз як сукупність певних наукових методів та практичних засобів вирішення проблем, що виникають у всіх сферах цілеспрямованої діяльності людини, на основі системного підходу та представлення об'єкта дослідження у вигляді системи.

Для системного аналізу характерним є те, що пошук найкращого варіанта вирішення проблеми починається з визначення та впорядкування цілей діяльності системи, в процесі функціонування якої виникає проблема. При цьому пошук найкращого варіанта передбачає встановлення відповідності між цими цілями, можливими шляхами вирішення проблем та потрібними для цього ресурсами.

Системний аналіз вирізняється обґрунтованим підходом до вивчення проблем та використанням методів їх вирішення. Він призначений для вирішення передусім слабоструктуризованих проблем. Йдеться про проблеми, в яких склад елементів і взаємозв'язків встановлений неповно. Такі задачі часто виникають

в ситуаціях з наявними факторами невизначеності та з елементами, що не піддаються в повній мірі формалізації, тобто не можуть бути описані мовою математичних знаків і залежностей.

Одне із основних завдань системного аналізу полягає у такому розкритті змісту проблем, які постають перед управлінцем, що приймає рішення, щоб стали очевидними всі наслідки рішень та ці наслідки можливо було б врахувати у своїх діях. Тому він допомагає особі, яка приймає рішення більш виважено підійти до оцінки можливих варіантів дій та вибрати найкращий з них з урахуванням факторів, які можуть бути невідомими фахівцям, що готують рішення.

Принципово важливим є те, що в процесі системного аналізу об'єкт розглядається як система. Як систему можна розглядати будь-який об'єкт (, явище, процес, проблему). Тому в кожному об'єкті системного аналізу необхідно відображати суттєві ознаки системності, а саме:

склад та структуру системи;

характер організації та рівень організованості;

функціонування (розвиток, еволюцію, траєкторію, детермінованість, механізм);

функції (види, взаємодії, узгодженість);

взаємодію з середовищем (відкритість, рівноважність, адаптацію);

мету розвитку системи (ієрархія цілей, цілеспрямованість, засоби їх досягнення).

Об'єкт системного аналізу. Компонентами наукового дослідження є об'єкт, предмет, мета, завдання, засоби, методи, а методика дослідження передбачає певну послідовність при вирішені наукової задачі. В теоретичному аспекті об'єктом системного аналізу є процес підготовки і прийняття рішення; а в прикладному — різноманітні проблеми, що виникають при створенні і функціонуванні систем. В теоретичному аспекті це означає вирішення наступних завдань:

визначення (формулювання) загальних закономірностей та особливостей здійснення досліджень, спрямованих на пошук найкращого вирішення проблем на основі системного підходу (логіка, етапи, послідовність, взаємозв'язок між етапами тощо);

застосування певних наукових методів дослідження для виявлення цілей, їх ранжування, дезагрегації систем на елементи, визначення взаємозв'язків між ними та взаємозв'язків системи з оточуючим середовищем;

формулювання (визначення) принципів інтегрування різних методів, математичних та евристичних прийомів дослідження, створених як в межах системного аналізу та інших наукових напрямів взаємообумовленої сукупності методів системного аналізу.

В прикладному аспекті системний аналіз дозволяє обґрунтувати практичні рекомендації, конкретні шляхи, засоби (ресурси) та способи створення нових або вдосконалення існуючих систем. При цьому рекомендації стосовно вдосконалення існуючих систем можуть стосуватися найрізноманітних проблем, наприклад, унеможливлення небажаних ситуацій: зростання інфляції або соціальної напруги; зниження продуктивності праці або рівня національної безпеки з урахуванням змін зовнішнього середовища та внутрішніх процесів у системі.

З огляду на викладене, об'єкт системного аналізу є одночасно об'єктом низки інших загальнотеоретичних і прикладних наукових дисциплін. Тому є всі підстави стверджувати, що в теоретичному плані чітко та однозначно віднести системний аналіз до певної категорії наук, не уявляється можливим, оскільки вирішенням окреслених проблем займається багато інших наук і наукових напрямків. У практичному ж плані не виникає необхідності в такому чіткому розмежуванні, оскільки важливим є сам факт ефективного вирішення конкретної задачі сукупністю різних методів, а не методами якої науки вона вирішена.

Принципово важливим є й те, що на відміну від багатьох наук, головною метою яких є відкриття і формулювання об'єктивних законів і закономірностей, що властиві об'єкту дослідження, системний аналіз спрямований переважно на розробку конкретних рекомендацій. Тому основні цілі системного аналізу, на противагу цілям «чистої» науки, передусім зорієнтовані на розробку рекомендацій або підготовку пропозицій з вибору напрямку дій, а не на виявлення проблеми та передбачення її розвитку.

Таким чином, системний аналіз ближчий до практично-прикладних дисциплін. Він відрізняється від інших наукових дисциплін більш обмеженими можливостями щодо використання математичних методів та інформації, що базується на вимірюваннях та евристичних методах. Тому системний аналіз має своєрідну подвійну природу:

з одного боку, він є теоретичним і прикладним напрямом, що використовується з практичною метою досягнення цілей багатьох наук;

з іншого боку, він є своєрідним мистецтвом, в якому поєднуються об'єктивні та суб'єктивні аспекти. При цьому останні властиві як процесу системного аналізу, так і процесу прийняття рішення на основі його результатів. Тому у даному випадку важливу роль відіграють індивідуальні особливості осіб, що приймають рішення. Йдеться про особливості, що обумовлені творчими навичками, професійним та життєвим досвідом, які суттєво впливають на остаточне вирішення проблеми.

Таким чином, системний аналіз є потужним засобом наукового пізнання та своєрідним методологічним каркасом,

який об'єднує сукупність різних наукових методів для вирішення різноманітних проблем.

8.2. Особливості системного аналізу, напрями його застосування та інші системні дисципліни

Особливості здійснення системного аналізу. Суперечність між виникаючими потребами та відсутністю очевидних засобів для їх задоволення зумовлює формулювання мети аналізу, а її досягнення потребує визначення відповідних засобів. Система у даному випадку є втіленням єдності мети і засобів. Системний аналіз дозволяє розчленувати систему (складну задачу) на елементи, тобто на сукупність простих, виразити їх кількісно. Складна задача може бути зведена до таких задач, для вирішення яких вже існують відповідні методи.

Всі задачі з певною умовністю можна поділити на добре структуризовані та слабоструктуризовані. Добре структуризованими є такі, в яких достатньо чітко виражені кількісні параметри (характеристики). Для їх вирішення застосовувати системний аналіз недоцільно, оскільки є готові засоби і методи вирішення, в тому числі й математичні.

Слабоструктуризовані задачі відрізняються переважанням якісних параметрів. В окремих випадках кількісні характеристики взагалі можуть бути відсутніми. Для їх вирішення немає готових засобів і методів. Системний аналіз дозволяє їх відшукати.

Системний аналіз є процесом. Тому він складається з взаємозв'язаних етапів, а найважливішими з них є аналіз і синтез.

Аналіз є початковим етапом системного аналізу. Він полягає в послідовному поділі проблеми на часткові проблеми. Поділ здійснюється до тих пір, коли можливі вирішення кожної часткової проблеми не стануть очевидними та вимірюваними.

Розчленувати технічну систему відносно нескладно, оскільки її елементи достатньо очевидні. Аналіз же соціальних систем та певною мірою біологічних, як правило, є досить складним і творчим етапом. В соціальних системах існує багато неформальних утворень і зв'язків, які чітко виділити і зафіксувати важко. Тому при вивченні соціальних системах потрібно здійснити багато другорядних операцій, а за ними. іноді

складно побачити суттєві операції, здійснення яких і забезпечує належне функціонування системи. Це зумовлює необхідність в логічному мисленні, вміння поєднувати формалізовані та евристичні прийоми.

Етап синтезу є об'єднанням в єдину систему множини часткових рішень, одержаних при аналізі та структуруванні проблеми. В результаті синтезу ці рішення взаємоузгоджуються, взаємодоповнюються, стають елементами та основою вирішення загальної проблеми. Саме синтез дозволяє використати досягнуті на стадіях аналізу результати, побудувати відповідну модель вирішення проблеми, яка в подальшому оптимізується та набуває форми управлінського рішення.

Щоб інтегрувати результати аналізу складної проблеми, трансформувати результати аналітичної та синтетичної роботи в практичне рішення, необхідно узгодити загальну мету із засобами її досягнення. Для соціальних систем вона часто досить далека від засобів її досягнення, але пов'язана з ними низкою непрямих, (опосередкованих) зв'язків. Ними є часткові цілі, які досягаються визначеними засобами, що є одночасно внеском у досягнення загальної мети.

Таким чином, декомпозиція (розчленування) головної мети на часткові цілі слугує засобами інтеграції, узгодження конкретних засобів із досягненням загальної мети. Одним з методів декомпозиції є побудова «дерева цілей». Його побудова є основою перетворення процесу вирішення складної проблеми (задачі) в системний, цілісний процес.

Очевидно, що здійснення системного аналізу проблеми передбачає наявність необхідного і достатнього обсягу достовірної інформації про сутність, структуру, зв'язки з іншими проблемами, наявність ресурсів для її вирішення та інші фактори.

Значний обсяг інформаційних елементів важко піддається кількісній оцінці, тому врахувати вказану інформацію можливо лише на основі знання, досвіду, інтуїції експертів, фахівців з не тільки даної, а й суміжних з нею проблем. Водночас системний аналіз слугує засобом впорядкування вихідної інформації та засобом одержання нової про поточний стан системи (проблеми), можливі майбутні стани, тенденції її розвитку, шляхи досягнення окреслених цілей.

В процесі системного аналізу застосовується специфічний науковий інструментарій, а саме:

неформальні евристичні методи, зокрема метод сценаріїв, метод експертних оцінок, методи діагностики;

графічні методи, передусім метод «дерева цілей», мережеві (сітьові) методи, матричні методи;

кількісні формалізовані методи, передусім економічний аналіз, статистичні методи, морфологічний аналіз, метод агрегування змінних у комплексні фактори.

При цьому на всіх етапах системного аналізу застосовується моделювання, що передбачає побудову відповідних моделей, передусім:

кібернетичних моделей (засоби імітації системи — блок-схеми, таблиці, діаграми);

економіко-математичних моделі, що описують стан і поведінку системи у випадку, коли є необхідна і достатня кількісна інформація (балансові матриці; оптимізаційні, ігрові, імітаційні моделі).

Для аналізу соціальних систем, в яких використовуються і перетворюються різноманітні ресурси, досить ефективно застосовують метод потокового моделювання. Компонентами моделі, яка для цього будується є:

вхід (обсяг ресурсів, що споживається реальною системою);

вихід (обсяг створених системою продуктів та відходів, які утворюються в результаті перетворення «вхідних» ресурсів);

зворотний зв'язок між входом і виходом, який дозволяє співставити результати перетворення ресурсів та мету їх перетворення, а при їх неспівпаданні скоригувати процес перетворення;

обмеження, а саме умови, в яких знаходиться система, що перетворює ресурси, зокрема, обсяг ресурсів, структурні обмеження, терміни.

Напрями застосування системного аналізу. Можна виокремити наступні напрями застосування системного аналізу.

1. Дуже часто інформація про систему виявляється недостатньою для побудови її математичної моделі. Тому вивчення систем в умовах невизначеності є одним із важливих напрями застосування системного аналізу. Це стає можливим тому, що застосування загальної теорії систем дає змогу

побудувати логічну модель, яка може стати основою для подальшої формалізації системи та достатнього аналізу її поведінки.

2. Вивчення великомасштабних і складних систем. Складність опису системи, яка має багато змінних, може бути пов'язана з тим, яким чином описуються ці змінні та зв'язки між ними. Вона залежить й від того, яка кількість деталей (елементів), береться до уваги, навіть якщо не всі вони відіграють важливу роль для мети дослідження. В таких випадках створюється менш структуризована модель, що спирається лише на ключові фактори, тобто модель, яка забезпечує можливість подальшого поглиблення аналізу. На такому рівні вирішується багато «структурних» питань, зокрема, декомпозиції, ієрархії.

3. Структуризація системи. Структурні міркування відіграють принципово важливу роль при аналізі та синтезі різних систем, а найбільш відповідальним етапом процесу створення моделі є вибір і обґрунтування структури досліджуваної системи. Тому, як правило, недоцільно розпочинати дослідження відразу з побудови детальної математичної моделі до того, як будуть перевірені основні гіпотези та досягнуте належне розуміння механізму функціонування системи. При дослідженні систем зі складною ієрархічною структурою ефективнішим є виявлення основних підсистем та основних взаємозв'язків між ними. Наступним етапом може бути детальне моделювання механізмів функціонування систем нижчих рівнів, тобто вказаних підсистем.

Таким чином, моделі загальної теорії систем знаходяться між описом системи за допомогою її принципової схеми та її математичною моделлю. Стосовно складних систем моделі загальної теорії систем є необхідним етапом дослідження. Саме в таких випадках розрив між принциповими схемами і детальними моделями занадто великий, що унеможливлює продовження системного аналізу. Тому ланкою, що пов'язує ці етапи, і виступають загальні моделі теорії систем.

4. Чітке визначення понять та можливість міждисциплінарного обміну науковою інформацією. Загальна теорія систем створює «мову» для міждисциплінарного «спілкування» з метою обміну науковою інформацією. Вона є досить загальною, щоб не вносити обмежень. Принципово

важливим є те, що чіткість загальна теорія систем унеможливлює різні тлумачення сутності тих чи інших явища, що може призвести до додаткових проблеми при системному аналізі. Тому вказана теорія створює фундамент для застосування системного аналізу будь-якої проблеми (явища, процесу тощо).

5. Уніфікація та розвиток єдиної методологічної бази для різних розділів теорії систем. Ця проблема важлива в зв'язку з тим, що загальна теорія систем повинна відігравати зростаючу роль, в дослідженнях, слугувати фундаментом для наступної їх організації, зокрема слугувати впорядкуванню фактів і спостережень, одержаних в результаті широкого спектру системних досліджень.

Системний аналіз та інші системні дисципліни. Системний аналіз реалізує ідеї і принципи системного підходу, який не дає готових рецептів вирішення проблем, але розвиває вміння правильно застосовувати спеціальні методи аналізу. При цьому виділяють декілька системних теорій (концепцій), напрямів системних досліджень які здійснюють важливий вплив на формування системного аналізу, а саме:

загальна теорія систем, метою якої є виявлення загальних законів функціонування систем будь-якої природи;

структуралізація, як науковий напрям, в межах якого вивчаються структури, їх формування як основи систем;

функціоналізм, як науковий напрям, в межах якого вивчаються функції, як механізм існування, самоорганізації та вдосконалення систем;

системно-кібернетичні теорії, метою яких є виявлення загальних законів управління на основі теорії систем (теорія інформації, теорія алгоритмів, теорія оптимального управління, формування «галузевих» кібернетик, наприклад економічної, та технічної;

математичні теорії систем, основні положення яких дозволяють здійснювати математичний опис структури, функцій і стану системи на основі теорії множин, математичного програмування, теорії ймовірностей;

синергетика, метою якої є дослідження процесів самоорганізації в системах будь-якої природи.

Принципових відмінностей та чітких ліній розмежування. між цими науковими напрямами (теріями) системних досліджень

не існує, але кожний із них характеризується певними специфічними рисами.

Наприклад, сьогодні загальновизнано, що дослідження операцій є наука, що займається розробкою та обґрунтуванням кількісно виражених рекомендацій, які необхідні для планування і організації тих чи інших операцій (дій). Тобто це теорія і практика математичних моделей прийняття оптимальних рішень.

Системний аналіз на відміну від дослідження операцій в більшій мірі зосереджений на методології вирішення проблем, а не на використанні конкретних математичних методів (моделей). Фахівець з дослідження операцій застосовує методи математичного чи логічного аналізу в умовах, коли має чітке уявлення про те, що вважати «більш ефективною» роботою при проведенні тих чи інших операцій. Системний же аналіз визначає мету операцій та послідовність дій для її досягнення. Для дослідника операцій є базовими вихідними умовами та обмеженнями при обгрунтуванні відповідних рекомендацій. У контексті сказаного, співвідношення системного аналізу та дослідження операцій певною мірою аналогічно співвідношенню стратегії і тактики.

Таким чином, особливості системного аналізу зумовлюють його окрему роль в сукупності системних досліджень в якості самостійного теоретичного і прикладного напряму.

ГЛАВА 9. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

9.1 .Основні поняття системного дослідження та критерії в системному аналізі

Основні поняття системного дослідження. Системне дослідження допомагає осмислити структуру, організацію, особливості та закономірності розвитку проблеми як системи. Його понятійно-категоріальний апарат є міждисциплінарною основою для конкретних досліджень і слугує для впорядкування і спрощення розуміння суті тих чи інших явищ природи. Водночас достатньо повно зміст кожного поняття системного дослідження може бути розкритий лише у взаємозв’язку з іншими.

До базових (критеріальних) понять, навколо яких групується решта, слід віднести: «об'єкт (утворення)», «елементи і зв'язки (множина)» та «спосіб зв'язку (об'єднання)». Обирають ці критеріальні поняття з урахуванням тенденції зменшення ступеня абстракції. Критерії понять «об'єкт (утворення)» характеризуються найбільшим ступенем абстракції, «елементи і зв'язки (множина)» — меншим, а «спосіб взаємозв'язку (об'єднання)» — конкретністю.

Інваріантною властивістю системи є її відносно стійкий спосіб внутрішніх зв'язків її елементів та відношень, які утворюють певну структуру. Структура системи визначає її властивості, а від зміни властивостей залежить і мінливість самої структури.

Структура істотним чином впливає на функції системи. Тому при аналізі навіть відносно простих об'єктів використовують поняття складної системи: з одного боку, досліджуються функції (все, що система робить, може робити, повинна робити), а з іншого — її будова (сукупність елементів, що беруть участь в реалізації функції системи, методи, способи дії системи).

В структурі, як у формі, виявляється її організація. У вузькому розумінні організація є структурою конкретної системи, що не змінюється в просторі і часі, а у широкому розумінні організація системи є спосібом зв'язку, що змінюється в часі. Вона характеризується зворотністю в протилежних напрямах, що дозволяє робити висновок про погіршення чи поліпшення її організованості системи.Таким чином, з огляду на те, що система є організованим об'єктом, її організацію необхідно розглядати її інваріантну властивість системи. Іншими словами структура тісно пов'язана з організацією системи, але між ними існує відмінність.

По-перше, організація як спосіб зв'язку змінюється лише в часі.

По-друге, якщо структура характеризує взаємозв'язок і співвідношення елементів системи, їх субординацію, то організація, відображаючи також взаємодію елементів, забезпечує її функціонування і розвиток.

З оглялу на викладене, при системному дослідженні рівень організації системи (рівень організованості системи) небхідно розглядати у зв'язку зі зміною структури в часі.

Інформація відображає зв'язки між об'єктами і є їх властивістю. Вона циркулює між елементами системи та характеризує зв'язки між ними та самою системою. Тобто інформація є властивістю системи, що характеризує її зв'язки. Ці зв'язки використовуються в управлінні, з огляду сигнали, що несуть інформацію про ті чи інші події (зміни стану системи, її елементів та зовнішнього середовища. При цьому варто акцентувуати увагу на тому, що здатність сприймати інформацію залежить від організованості системи. Відомості, які передаються, можуть бути або не бути інформацією залежно від того, наскільки рівень організації одержувача інформації відповідає рівню отриманої інформації.

Для системного аналізу властива наявність певних стандартних компонентів, які утворюють логічну послідовність та завжди присутні в аналізі будь-якої проблеми (системи). Їх поєднання у певній послідовності, яка обумовлюється змістом, структурою проблеми та причинно-наслідковими зв'язками є передумовою вирішення проблеми. Типовими компонентами системного аналізу є: мета (ціль); шляхи її досягнення мети; необхідні ресурси.

В системному аналізі під метою розуміють бажаний стан системи або результати її діяльності протягом певного часового інтервалу. Саме заради певної мети створюються та фунціонують системи. Тому в її цілях відображається мета, спрямована на перспективи розвитку системи. При цьому мета біологічних, а особливо соціальних систем істотно визначається умовами зовнішнього середовища. Що ж до процесу формування цілей, то йому передує етап якісного опису розвитку системи та її станів у майбутньому при певних логічних припущеннях про умови зовнішнього середовища. Це дає можливість більш чітко та обґрунтовано сформулювати мету системи її цілі та шляхи їх досягнення.

Цілі діяльності є наслідком об'єктивних потреб системи. Вони мають ієрархічний характер. Цілі верхнього рівня не можуть бути досягнуті, коли не досягнуті цілі найближчого нижнього рівня. В міру пересування «донизу» по рівнях ієрархії системи цілі конкретизуються.

Для успішного вирішення проблеми необхідно прагнути до найчіткішого формулювання мети, до забезпечення можливості

кількісної або порядкової («більше-менше», «краще-гірше») оцінки міри її досягнення.

Для прикладу можна розглянути мету, яка полягає в тому щоб більшити ефективність наукових досліджень. Проте міра (ступінь) її досягнення досить складно визначити. Якщо ж цю мету сформулювати по-іншому, застосувати декілька цілей, що вимірюються кількісно, наприклад, економічний ефект від впровадження результатів дослідження, кількість винаходів і патентів, то міру досягнення мети можна буде контролювати.

І насамкінець щодо цілей. Вони мають бути конкретизовані як завачі в часі та за функціональними виконавцями. Це означає, що загальний кінцевий результат (мета), до якого прагне система, потрібно в кінцевому пісумку розчленувати на часткові задачі, що вирішуються в більш короткі терміни, визначивши ці часткові терміни їх вирішення.

Принципово важливим є знаходження найкращого шляху досягнення поставленої мети. Проблема його знаходження поділяється на два послідовних етапи (частини):

вибір раціональних варіантів з усієї множини можливих варіантів досягнення мети;

вибір найкращого (оптимального) варіанту вирішення з відносно невеликої кількості раціональних варіантів.

Перший етап, як правило, виконується на основі виключно якісних оцінок і міркувань. Про кожний з раціональних варіантів можна сказати, що серед шляхів досягнення поставлених цілей немає інших, які забезпечували б одержання одного результату з найменшими затратами або при даних затратах дозволяли б досягати більших результатів. Цей спосіб вибору віаріантів рішення не дає достатніх підстав для остаточного вибору найкращого (оптимального) з переліку раціональних варіантів. Тому для вирішення задач другого етапу потрібно застосовувати кількісні методи оцінки варіантів, які враховували б специфіку конкретної проблеми.

Необхідні ресурси. Ресурси завжди обмежені. Це зумовлює необхідність визначення пріоритетності їх використання та економії системою. У зв’язку з цією обставиною важливого значення набуває взаємозалежність ресурсів. Якщо дослідження свідчить про неможливість задоволення потреб в ресурсах, то

доводиться переглядати цілі та стратегії їх досягнення до тих пір, доки не буде досягнута ресурсна забезпеченість цих цілей.

Таким чином, основні компоненти системного аналізу: визначення цілей, вибір стратегії і визначення необхідних ресурсів завжди взаємозв'язані. Наявність ресурсів, засоби їх добування, виробництва, споживання, можливість використання тієї чи іншої стратегії досягнення активно впливають на обґрунтування цілей системи.

Критерії в системному аналізі. Критерій є певною функцією прийнятого рішення, яка дозволяє оцінити його доцільність. Тому кількісне значення критерію є виміром ефективності функціонування системи.. Тобто конкретне значення критерію характеризує рівень досягнення цілі, ефективність методів і засобів, що використовуються для цього.

Якщо виходити з того, що критерій є кількісно виражена мета, яка має кількісний вимір, тоді вони повністю співпадають. Проте вказана тотожність має місце в найпростіших випадках, коли для виміру рівня досягнення однозначної мети застосовується чітко виражений, єдиний критерій. При системному аналізі переважної більшості проблем це буває досить рідко.

Критерії, що використовуються в системному аналізі, можна поділити на:

оптимізаційні, коли найкращий варіант вирішення проблеми відповідає максимальному або мінімальному значенню цього критерію;

обмежувальні, які застосовуються для того, щоб встановити діапазон бажаних значень найсуттєвіших характеристик системи та виключити ті варіанти рішення, за якими хоча б одна характеристика не потрапляє в потрібний діапазон.

Математичний вираз критерію оптимальності є цільовою функцією, оскільки у такому випадку екстремум критерію є математичним відображенням поставленої мети. Серед оптимізаційних критеріїв виділяють:

прості, які складаються з одного показника, наприклад, максимум прибутку, мінімум собівартості;

складні критерії, до яких входять декілька показників, наприклад, типу «вартість — ефективність».

В окремих випадках, особливо коли задача повністю не формалізується, що часто є характерним для сціальних систем, кращий варіант визначається на основі «зважуючих» критеріїв. Ці критерії являють собою евристично побудовані «коефіцієнти відносної важливості», що присуджуються різним суттєво важливим характеристикам на основі експертних оцінок і дозволяють розрахувати «індекси» порівняльної значущості варіантів рішення.

Кожен критерій має свої недоліки і переваги, свою сферу застосування. Так, при вирішені проблем пов"язнаних із функціонуванням соціальних систем значну роль відіграють велика роль належить випадкові процеси. Внаслідок цього критерій може вибудовуватися на випадкових (ймовірних) величинах. У подібних випадках використовують математично очікуваний критерій (його середнє значення)

Як правило, в системному аналізі при застосуванні математичних методів оптимальним рішенням вважається таке, яке забезпечує досягнення поставленої мети при мінімумі вимтрат ресурсів. Можлива і зворотна постановка задачі, а саме забезпечити максимум ефективності при фіксованих витартах ресурсів.

З огляду на викладене загальна форма критерію при прямій постановці задачі записується у вигляді цільової функції:

$C \rightarrow \min$, при умові $E > Eg$,

де: C — значення критерію (сумарні витрати ресурсів);
Eg — допустима (мінімальна) ефективність.

При зворотній постановки задачі загальною формою критерію буде ефективність (E) при заданих витратах ресурсів, які в даному випадку є обмеженням:

$E \rightarrow \max$, при умові $C < Cg$,

де Cg— допустима величина витрат ресурсів.

Очевидно, що при вирішенні однієї задачі не можна використовувати прямий і зворотний критерії, тобто прагнути до

максимальної ефективності при мінімальних витратах. Це порушує принцип граничної ефективності, відповідно до якого існує верхня межа ефективності будь-якої системи з обмеженими ресурсами.

Викладене вище дозволяє дійти висновку, що вибрати ідеальний критерій майже неможливо, особливодля соціальних систем. Тому доцільно застосувати спочатку досить грубу шкалу цінностей (показники) у якості критерю та проаналізувати, до яких рішень вона може привести. Якщо ці рішення будуть нас не влаштовуати та містити суперечності, обрати іншу міру цінності (показники).

Принципово важливим є те, що при виборі критерію необхідно, щоб дотримувалась наступна умова: критерії, що використовуються для вирішення задач нижчого ієрахічного рівня, повинні знаходитись у відповідності (ув'язуватися) з критеріями, що використовуються на наступному, більш високому рівні. Тобто має бути чітка ієрархія критеріїв досягнення цілей, які також субординовані відповідною ієрархією

При системному аналізі критерій повинен відповідати загальним основним вимогам: бути репрезентативним, критичним (чутливим) до змін досліджуваних параметрів, по можливості простим. Репрезентативність критерію означає оцінку основних цілей системи та врахування головних аспектів її діяльності. Критичність полягає в необхідності помітних змін величини критерію при відносно незначних змінах досліджуваних параметрів. Достатня критичність в багатьох випадках полегшує здійснення математичних досліджень. При цьому формування критеріїв має йти зверху донизу при умові, що знизу доверху надходить необхідна для цього інформація.

9.2. Принципи системного аналізу та особливості опису системи

Принципи системного аналізу. Будь-які принципи є правила вироблені людиною. Тому принципи наукового дослідження об'єктів, процесів, явищ об'єктивної дійсності є суб'єктивними правилами, що встановлюються (обґрунтовуються) людиною виходячи з особливостей об'єкта, сфери діяльності, набутого

досвіду, досягнутого рівня розвитку певної наукової галузі, арсеналу методів дослідження.

Ефективність системного аналізу значною мірою залежить від обраних принципів. Вони, не даючи відповіді на питання про суть пізнання, визначають рамки і напрями такого пізнання та виконують таким чином важливу регулюючу роль в пізнанні. Виходячи з ідеї системності, виокремлюють передусім наступні головні принципи системного аналізу:

принцип елементаризму, згідно якого система є сукупність взаємопов'язаних елементів, тому необхідно виділяти і розглядати їх виходячи з мети конкретного дослідження;

принцип загального зв'язку, який зумовлює необхідність врахування та відображення універсальної взаємодії і взаємозв'язку предметів і явищ як в межах системи, так і поза нею;

принцип розвитку, який зумовлює необхідність врахування еволюції, розвитку, функціонування систем, які проходять етапи виникнення, становлення, зрілості, затухання;

принцип цілісності, який зобов'язує розглядати будь-який об'єкт (системи) з точки зору внутрішньої єдності, відмежованості від оточуючого середовища);

принцип системності, який зобов'язує розглядати досліджуваний об'єкт, процес чи явище як систему, тобто, таку цілісність, що не зводиться до простої суми елементів і зв'язків;

принцип цілеспрямованості, згідно якого будь-яка система прагне до певного поліпшення її стану, що й визначає в кінцевому підсумку мету її розвитку;

принцип оптимальності, згідно якого будь-яка система може бути приведена до стану найліпшого її функціонування з точки зору певного критерію;

принцип ієрархії відподно до якого організована система, як правило, є сукупність підпорядкованих елементів;

принцип нормативності, згідно якого система може бути відображена дослідником тільки в порівнянні з певною нормативною (ідеальною) системою;

принцип формалізації, згідно якого будь-яка система до певної міри може бути представлена у вигляді формальних моделей (логічних, графічних, математичних тощо).

Особливості опису системи. Передусім при описі системи необхідно розрізняти суб'єкт та об'єкт пізнання.

Суб'єкт уособлює активно діючого елемент (в соціальних системах ними є індивіди або соціальні групи).

Об'єкт, уособлює частину системи, на яку спрямована діяльність (вплив) суб'єкта.

Такий поділ дозволяє надати суб'єкту надсистемне становище, а в соціальних системах відмежовувати об'єктивне від суб'єктивного. Тоді функції суб'єкта виконує «творець», «керівник», «замовник», «дослідник» тощо, тобто той, хто стоїть над системою, управляє та володіє стосовно неї певною силою (впливом). В соціальних системах вказаний суб'єкт здійснює владні повноваження.

Викладене вище дозволяєдійти висновку, що питання про причини походження (виникнення) системи стосується компетенції надсистемної структури (субєкта), оскільки саме ця структура повинна сформулювати мету та доцільність (причини) існування даної системи. В такому розумінні доцільність (причини) існування системи зводяться до наступного:

система розвивається самостійно, причиною її існування є прагнення забезпечити гомеостаз елементів, що її складають, а засобами для цього слугують екстенсивні та інтенсивні тенденції розвитку;

система конструюється суб'єктом для задоволення його потреб, і саме так створюються штучні системи.

В цілому ж головна мета опису (характеристик) системи полягає у її виділені її із середовища шляхом встановлення межі між нею та середовищем та наступним відображенням функціональних особливостей системи. Необхідність подальшого опису системи виходить з цілей її дослідження та управління.

Першим етапом опису системи є аналіз її взаємозв'язків з оточуючим середовищем. У вихідному стані система, як частина середовища, об'єднується з цим середовищем двосторонніми зв'язками, через які і відбувається їх взаємодія. Для того, щоб відмежувати систему від середовища, тобто зробити її відносно замкненою, необхідно здійснити дві процедури:

відокремити систему від середовища;

здійснити певні структурні перетворення.

Для відокремлення (відмежування) системи від середовища потрібно застосувати певну ознаку (критерій), що дозволяє здійснити розмежування на рівні елементів системи. Принципово це питання вирішується на основі того, що в системі діють інші, ніж в оточуючому середовищі, закони, що визначають її функціонування. Тому завдання відмежування системи від середовища полягає у виявленні сукупності елементів, які підлягають саме цим законам. Такі елементи і утворюють систему.

Якщо йдеться про створення штучної системи, то потрібно прагнути до утворення та включення до неї мінімальної кількості елементів, які б забезпечили її ефективну роботу. Мінімальність у даному випадку забезпечує економію ресурсів та збільшує функціональну надійність системи.

Важливою також враховувати, що при досліджені складних явищ (систем) людський розум рухається дедуктивним шляхом, тобто переходячи від простого до складного. Тому при побудові дослідницької моделі системи спочатку створюють мікромоделі її елементів, а потім створюють макромоделі. Макромодель описує динаміку мікромоделей і таким чином набуває ознаки цілісності, тобто емерджентності. Таким чином, макромодель системи є завершенням процес агрегування, як переходу від одиничного до загального.

Другий важливий етап опису системи полягає у відображенні її змісту через структуру та функції.

Відображення структури передбачає, відповідь на питання щодо елементів з яких складається система? Відповідь на нього завжди обумовлюється метою дослідження (аналізу) системи. Виділення елементів системи (цілого) може бути нескінченим з огляду на нескінченність матерії і простору, різноманітність реального світу. Тому «виділяти» елемент та «об'єднувати» у підсистеми необхідно у контексті мети аналізу, наприклад:

для соціального дослідження людина буде неподільним елементом;

для фізіологічного дослідження людина буде сприйматися у вигляді підсистем і елементів (скелет, нервова, серцево-судинна тощо);

для хімічного дослідження людина є суперсистема, що складається з багатьох молекулярних структур.

Вивчення структури системи передбачає пізнання взаємозв'язків та способів взаємодії елементів. Тобто для пізнання структури необхідно виявити потоки речовини, енергії, інформації між елементами, а спосіб їх взаємодії визначає рівень організації системи (впорядкованість структури).

В онтологічному розумінні структура системи є її цілісним атрибутом системи, але в гносеологічному ця структура багатоаспектна та ієрархічна. При описі системи, як правило, розглядають функціональний, просторовий, часовий, матеріальний, речовинний та організаційний аспекти її структури.

Тому важливою обставиною є виявлення взаємозалежності та взаємовпливу перелічених аспектів структури конкретної (досліджуваної) системи.

Функції безумовно є найважливішою характеристикою системи, що враховується при її описі (дослідженні). Ці фукції різні, тому їх доцільно поділи на суттєві головні та несуттєві у контексті мети дослідження, а також на «корисні» та «шкідливі» з огляду на задачу оптимізації системи. При цьому потрібно розрізняти головні та допоміжні (обслуговуючі) функції. , тобто виявити ієрархію (підпорядкованість) функцій. Вказана ієрархія функцій вимагає також їх «поділ» на внутрішньосистемні, загальносистемні та зовнішньосистемні.

Функцій в системі мають суперечливий характер. Це може виявлятися у суперечності функцій різних елементів, суперечності різних функцій одного й того ж елемента, суперечності головних і допоміжних функцій. Однією з кінцевих задач системного дослідження завжди є обґрунтування виду і засобів узгодження (оптимізації) функцій, виходячи з мети розвитку системи. Тому виявлення та дослідження суперечливого характеру функцій при системному аналіз має принципове значення при системному аналізі.

Необхідною операцією системного дослідження є виявлення системоутворюючих факторів, які доцільно поділяти на об'єктивні та суб'єктивні. Важливим у даному випадку є необхідність комплексної (всеохоплюючої) оцінки факторів, виявлення суттєвих та несуттєвих факторів визначення кількісної міри, що характеризує вплив конкретного фактора, визначення синергічної взаємодії різних факторів. Потрібно також врахувати

різноякісність факторів, їх різновекторність або протилежність, взаємопідсилюючий або взаємовиключаючий їх вплив.

Розгляд динаміки та еволюції системи є невід'ємним елементом системного дослідження. При цьому залежно від типу та мети дослідження системи важливо усвідомлювати, який зміст необхідно вкладати в категорії «розвиток», «еволюція», «функціонування» системи, які не є тотожними. Загалом же динамічний аспект системи відображає виникнення (причини, передумови), кількісне зростання, якісне перетворення, швидкість руху, інтенсивність роботи. Важливим тут є виявлення точок якісної зміни системи (точок біфуркації), причин та механізмів таких змін. Це дає досить суттєву інформацію для прогнозування системи та її оптимізації.

Перелік та послідовність операцій (процедур) системного дослідження обумовлюється передусім метою дослідження та характером (типом, змістом, властивостями) досліджуваного об'єкта. Принципово важливим при цьому є питання: на якій мові виражається зв'язок між елементами та з яким ступенем деталізації описується система. Це означає, що, переходячи до опису системи, ми змушені задовольнитися певним абстрагуванням об'єкта, тобто його моделлю, яку одержуємо доступними для цього засобами.

Модель співвідноситься з реальністю так, як, наприклад, природний ландшафт (онтологічний об'єкт) з художньою картиною цього ландшафту (гносеологічна модель). Ступінь їх подібності залежить від майстерності художника та використаних при цьому образотворчих засобів. У такому розумінні модель є спеціально синтезований для зручності дослідження об'єкт, який володіє необхідним ступенем подібності з реальним.

При забезпеченні ступіня подібності моделі не ставиться мета максимально точного відображення в ній системи інакше може занадто ускладнитися завдання щодо створення моделі. У даному випадку головним має бути досягнення об'єктивного результату щодо опису системи. Окрім того, занадто точне відображення системи в її моделі є надлишковим, бо при наступному аналізі використовується не вся інформація про систему. Тому при створенні моделі необхідно достатньо чітко

уявити, як одержана інформація буде використовуватися в подальшому.

Необхідно підкреслити, що створення моделі є кожного разу творчим актом. Загальноприйнятої універсальної методики переходу від об'єкта до моделі не існує. Успіх у створені моделі буде залежати від здібності дослідника, його досвіду, інтуїції, досконалості інструментарію.

І насамкінець, варто також враховувати, що в процесі відмежування («замикання») системи розривається контур взаємодії «об'єкт — середовище» та «середовище — об'єкт». Структурні перетворення, які сприятимуть відмежуванню системи, полягають у перетворенні двосторонніх зв'язків об'єкта з середовищем в односторонні.

Перший канал («об'єкт — середовище») має не лише інформаційний зміст, який інформує систему про стан середовища, а й виступає як передаюча ланка впливу середовища на систему (наприклад силового).

Другий канал («середовище — об'єкт») зберігає переважно лише «силовий» зміст. Але, коли середовище розглядається як система, то необхідно зберегти також інформаційну сутність цього каналу.

Бувають випадки, коли двосторонній зв'язок (при наведених вище обмеженнях і припущеннях) не може бути перетворений у два незалежні односторонні зв'язки: один від об'єкта до середовища, інший навпаки. В таких випадках сигнал від об'єкта до середовища перетворюється в останньому і повертається у вигляді впливу на об'єкт. Тоді виникає потреба більш точного визначення характеру відносин об'єкта і середовища. Для цього необхідно розширити межі об'єкта, включивши до його складу ту частину середовища, яка містить встановлений механізм взаємодії. Таку процедуру варто повторювати до тих пір, коли нова межа не буде задовольняти вимоги об'єкта, що виражаються через властивість односпрямованості зв'язків, про що йшлося раніше.

Таким чином, при виділенні об'єкта (системи) дослідження з середовища здійснюється структуризація зв'язків, їм надається зорієнтованість, здійснюється функціональна класифікація, з'ясовується акцентованість взаємодії (інформаційної, речовинної, енергетичної).

ГЛАВА 10. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ

10.1. Алгоритми та методи системного аналізу

Алгоритми системного аналізу. Будь-які алгоритми є логічними схемами, які відображають послідовність дій для досягнення поставленої мети. Тому вони є своєрідною моделлю, що відображає послідовний взаємозв'язок дій, кроків, застосування засобів, що призводять до визначеної мети.

Системний аналізу базується на теорії систем, тому розробляючи алгоритм системного аналізу необхідно враховувати, що він також має бути системним. Водночас існують дві принципові точки зору щодо обрисів (струкутури) загального алгоритму системного аналізу, які мають свою аргументацію.

Згідно першої системний аналіз уявляється як сукупність логічно взаємопов'язаних процедур, що базуються на формальних методах, насамперед на математичних.

Згідно другої системний аналіз інтерпретується як своєрідна творчість (мистецтво). З огляду на це він потребує для кожного конкретного випадку (конкретного об'єкта) застосування специфічного алгоритму, оскільки універсальні алгоритми не в змозі ефективно вирішити всі проблеми, які підлягають аналізу.

Ці підходи в кінцевому підсумку відображають діалектику наукового пізнання, його суперечності між стандартом і творчістю, між формальністю і оригінальністю. Водночас, варто акцентувати увагу на тому, що перш ніж вийти на рівень наукової творчості, дослідник має володіти початковими інструментами системного аналізу, оскільки саме вони є підґрунтям для отримання творчого результату. Таким інструментом поєднання алгоритмів та методів системного аналізу.

Існуючі на цей час варіанти алгоритму системного аналізу. відображують певні стадії, етапи, операції, які дають змогу досягти мети системного аналізу.При цьому деякі дослідники не без підстав виділяють три найбільш загальні етапи системного аналізу:

постановка задачі;

побудова і структуризація моделі (системи);

вирішення проблеми.

Відповідно до них виділяються такі стадії загального алгоритму системного аналізу:

виявлення і структуризацію проблеми;

створення і дослідження системної моделі;

вирішення проблеми.

Кожна стадія передбачает здійснення низки певних операцій, загальна кількість яких, як правило перешищує сто операцій.

Деякі фахівців обгрунтували свої варіанти алгоритмів системного аналізу, що передбачають 10-15 послідовних стадій, наприклад одна з детальних схем здійснення системного аналізу передбачає 12 етапів та відповідні методи їх здійснення. Зміст етапів зводиться до наступного:

аналіз проблеми, який передбачає: виявлення, точне формулювання, дослідження логічної структури; ретроспективний аналіз; виявлення зовнішніх зв'язків; визначення можливості вирішення проблеми в принципі;

визначення системи, яке передбачає: специфікацію задачі; визначення позиції спостерігача; визначення об'єкта; виділення елементів, а саме встановлення межі дезагрегації системи; визначення підсистем; характеристику середовища;

аналіз структури системи, який передбачає: визначення рівнів ієрархії; визначення аспектів структури та способів їх вираження; виявлення процесів і функцій елементів; виявлення процесів управління (потоків інформації); специфікацію підсистем та процесів діяльності й розвитку;

формулювання мети і критерію системи, які передбачають: визначення цілей (йдеться про вимоги надсистеми та обмеження середовища); формулювання генеральної мети; визначення критерію; декомпозицію цілі та критерію за підсистемами; композицію загального критерію на основі часткових критеріїв підсистем;

декомпозиція мети, виявлення потреб в ресурсах і процесах, які передбачають: формулювання цілей кожного ієрархічного рівня; формулювання зовнішніх цілей і обмежень; визначення потреби в ресурсах і процесах;

виявлення ресурсів і процесів, композиція цілей, які передбачають: оцінку існуючих технологій і потужностей; оцінку

сучасного стану ресурсів; оцінку існуючих планових проектів; оцінку можливостей взаємодії з іншими системами; оцінку суб'єктивних факторів; композицію цілей;

прогноз і аналіз майбутніх умов, які передбачають: аналіз стійких тенденцій розвитку системи; прогноз стану середовища; передбачення появи принципово нових факторів; аналіз ресурсів майбутнього; комплексний аналіз факторів майбутнього; аналіз ймовірних змін цілей і критеріїв;

оцінка цілей і засобів, який передбачає: кількісну оцінка критерію; оцінку взаємозалежності цілей,; оцінку відносної важливості цілей; оцінку дефіцитності і вартості ресурсів; оцінку впливу зовнішніх факторів; обчислення комплексних розрахункових оцінок;

відбір варіантів, який передбачає: оцінку цілей на сумісність; перевірку цілей на повноту; відкидання надлишкових цілей; планування варіантів досягнення кожної окремої цілі; оцінку і порівняння варіантів; узгодження комплексу взаємопов'язаних варіантів;

діагноз існуючої системи, який передбачає: моделювання технологічного та економічного процесів; розрахунок потенціальної і фактичної потужності; аналіз втрат потужності; виявлення недоліків організації виробництва і управління; обґрунтування і аналіз заходів вдосконалення);

розробка комплексної програми розвитку, яка передбачає: формулювання проектів і програм; визначення черговості цілей і засобів їх досягнення; розподіл сфер діяльності; розподіл сфер компетенції; розробку комплексного плану виконавцями;

проектування організації досягнення цілей, яке передбачає: (визначення цілей організації; формулювання функцій організації; проектування організаційної структури; проектування інформаційних механізмів; проектування режимів роботи; проектування відповідних механізмів забезпечення: організаційно-правових, інформаційних, фінансових та інших;

Взаємозв'язок і послідовність описаних стадій системного дослідження зумовлений конкретними задачами та специфікою дослідження системи (проблемної ситуації). При цьому кожна стадія передбачає використання тих чи інших методів дослідження. Серед найбільш поширених: діагностичні; «дерева

цілей»; моделювання; економічного аналізу; експертних оцінок; математичні; статистичні.

Окремо варто зазначити, що як правило, дослідник, обравши певний алгоритм системного дослідження, дотримується лише його принципової схеми. Він застосовує моделі, схеми, нестандартні засоби тощо, що відображають специфіку об'єкта та мети дослідження. Тому той чи інший алгоритм системного аналізу недоцільно абсолютузувати, особливо з огляду на те, що існують етапи і процедури, в яких необхідно проявити творчість, яка не може бути повністю реалізована у котексті в жорсткої схеми алгоритму. Тобто дослідник може або у визначеній послідовності здійснювати операції, або обирати чергову операцію залежно від отриманого результату в ході попередньої операції.

Методи системного аналізу. У процесі системного аналізу кожен метод застосовується для вирішення певної конкретної задачі (операції) або сукупності задач. Тому універсальна класифікації методів системного аналізу відсутня, а із аналізу наявних спроб класифікації вказаних методів можна дійти висновку, що в переважній їх більшості до критеріїв класифікації належать спосіб реалізації та форма представлення. Водночас поділ існуючих методів системного аналізу можна здійснити наступним чином:

експертно-інтуїтивні (неформальні) методи, до яких належать, зокрема, методи експертних оцінок, «мозкової атаки», метод «Дельфі», сценаріїв);

кількісні (формальні) методи (математичні, статистичні);

графічні методи (дерева цілей, дерева взаємозв'язків);

методи моделювання, які значною мірою поєднують елементи окреслених вище методів (імітаційні, ігрові, макетні тощо моделі).

Розгляне коротко зміст експертно-інтуїтивних методів.

Методи експертних оцінок базуються на отриманні, обробці та узагальненні інформації фахівців (експертів), які мають високу кваліфікацію та досвід у відповідній галузі знань (діяльності). Ці методи поділяються на дві групи: індивідуальні експертні оцінки та колективні експертні оцінки.

До першої групи належать, зокрема, методи психо-інтелектуальної генерації ідей, метод інтерв'ю.

До другої групи належать методи експертних комісій, метод Дельфі, метод колективної генерації ідей «мозкової атаки», метод керованої генерації ідей, метод деструктивної відносної оцінки, аналітичний метод (експертні оцінки та моделі об'єкта).

Метод «мозкової атаки» базується на стимулюванні творчої продуктивної діяльності експертів шляхом спільного обговорення конкретної проблеми. Воно регламентується певними правилами, зокрема: «забороняється» оцінка висунутих ідей; обмежується час одного виступу; дозволяються багаторазові виступи одного й того ж учасника; пріоритет виступу має експерт, що розвиває попередню ідею; обов'язково фіксуються всі висловлені ідеї; оцінка ідей здійснюється на наступних етапах.

Метод Дельфі полягає у виявленні узгодженої оцінки експертної групи шляхом їх автономного опитування в декілька турів, що передбачає повідомлення експертам результатів попереднього туру з метою додаткового обґрунтування оцінки експертів у наступному турі. Це найбільш формалізований метод серед експертних методів. Він найчастіше використовується для аналізу соціальних, економічних, політичних проблем, які не мають достатнього кількісного виразу.

Метод складання сценаріїв найчастіше застосовується для вирішення задач прогнозування. У даному випадку сценарієм є опис ймовірного розвитку процесу чи стану об'єкта в майбутньому на основі тих чи інших більш-менш правдоподібних припущень. Як правило, складають три сценарії: оптимістичний, середній та песимістичний. При цьому у даному випадку складання сценарію не довільна процедура, а науковий метод. Тому складання сценарію передбачає логічну послідовність операцій, які включають, зокрема:

формулювання проблеми;

відбір і оцінку факторів, які здійснюють вплив на розвиток об'єкту (процесу);

обґрунтування показників і критеріїв, що характеризують стан об'єкта (процесу);

формулювання припущень щодо ймовірного розвитку об'єкта (процесу);

порівняння (зіставлення) бажаних показників майбутнього розвитку з показниками та характеристиками, що очікуються в результаті припущень (суджень, передбачень);

виявлення ймовірних наслідків розвитку подій «за сценарієм»;

розробка заходів з регулювання процесу в бажаному напрямку.

10.2. Побудова дерева взаємозв'язків та цілей

Загальні положення щодо методу побудови дерева взаємозв'язків. Декомпозиція (дезагрегація) досліджуваної проблеми на частини з наступною можливою оцінкою їх відносної важливості часто часто називають побудовою дерева цілей. Оскільки в більшості деревоподібних структур містяться не тільки цілі, а й засоби їх досягнення (заходи, ресурси), то в їх доцільніше називати деревами взаємозв'язків.

Як правило, під деревом взаємозв'язків розуміють зв'язаний неорієнтований граф. Його вершинами є елементами дерева, а ребра утворюють зв'язки між цими елементами. У даному випадку елементами є складові дискретні частини дерева взаємозв'язків: цілі, підцілі, заходи, ресурси, задачі і т. ін., а ребрами є лінії, що з'єднують вершини зорієнтованого графа.

Водночас допускається одне відхилення від строгого визначення поняття «дерево», що прийняте в теорії графів. Воно полягає в тому, що елементи дерева взаємозв'язків можуть входити до складу більш ніж одного елемента вищого рівня. , тобто не виконується одна з умов дерева, згідно з якою кількість ребер повинна бути на одиницю меншою від кількості вершин.

Одне з головних завдань побудови дерева взаємозв'язків полягає в тому, щоб встановити повний набір елементів на кожному рівні та визначити взаємозв'язки й підпорядкованість між ними. Інше завдання полягає у визначенні коефіцієнта відносної важливості (КВВ) елементів кожного рівня.

Серед загальних принципів побудови дерева взаємозв'язків наступні:

підпорядкованість, яка означає, що елементи нижчого рівня повинні бути підпорядкованими елементам вищого рівня, тобто логічно витікати з них, забезпечувати їх реалізацію;

співставність, яка означає, що на кожному рівні дерева взаємозв'язків розміщуються однопорядкові елементи, тобто співставні (співмірні) за своїм масштабом та значущістю, які отримані в результаті деталізації за одним певним критерієм відповідно до загальної (X і) або вищої мети (цілі);

повнота яка передбачає, що кожний рівень повинен мати всі елементи, необхідні для забезпечення певного елемента вищого рівня;

визначеність, яка зобов'язує щоб формулювання назв цілей та інших елементів дерева взаємозв'язків було таким, щоб дозволяло оцінити міру їх досягнення в кількісній чи якісній формі (більше-менше, краще-гірше);

коригованість передбачає можливість внесення коректив у дереві взаємозв'язків як при зміні самих цілей, так і при зміні можливостей їх реалізації.

Дерево взаємозв'язків в деяких випадках залежно від мети дослідження може бути частковим незв'язаним графом, тобто містити або лише цілі, або лише заходи, або лише ресурси. А в цілому ж можна виділити три типи дерева взаємозв'язків з огляду на те, як деталізує кожний елемент потреби елемента вищого рівня

Якщо декілька елементів нижчого рівня забезпечують реалізацію одного елемента вищого рівня, то це буде тип дерева з прямими зв'язками (розгалуження).

Якщо один елемент нижчого рівня забезпечує реалізацію кількох елементів вищого рівня, то це буде тип дерева з перехресними зв'язками («звуження дерева»).

Коли спостерігаються і прямі, і перехресні зв'язки, то це буде змішаний тип дерева взаємозв'язків.

При побудові зв'язаного графа (цілі-заходи-ресурси) заходи доцільно структуризувати для кожної конкретної цілі, що знаходиться на останньому рівні дерева цілей, а ресурси - для кожного конкретного заходу, що знаходиться на останньому рівні дерева заходів.

Для визначення елементів кожного рівня спочатку краще побудувати дерево з прямими зв'язками, а потім, в разі необхідності, перейти до узагальненої структури з перехресними зв'язками.

Фахівці-управлінці виділяють наступні принципи деталізації дерева взаємозв'язків.

Предметний принцип, відповідно до якого елементи дерева взаємозв'язків розбиваються на елементи такої ж сутності (природи), яку має елемент вищого рівня. Тобто на різних рівнях дерева представлені елементи одного і того ж типу (природи) лише з різним ступенем деталізації. Наприклад, елемент «збільшення товарів масового споживання» буде включати на нижчому рівні такі елементи, як «збільшення виробництва одягу», «збільшення виробництва взуття» і т. ін. Цей принцип застосовується для розкриття змістовної суті елемента, що деталізується (структуризується), з точки зору компонентів, які входять до його складу.

Функціональний принцип. В дереві взаємозв'язків виявляється (визначається) зміст функцій, які повинні виконуватися конкретними елементами для досягнення поставленої мети (цілі). Тому згідно з цим принципом виявляються окремі функції, сукупність яких визначає зміст конкретної цілі та шляхи її досягнення. Наприклад, мету «вдосконалення керівництва» можна деталізувати на вдосконалення «планування», «прогнозування», «управління», «організації». Тобто функціональний принцип деталізації застосовується для того, щоб розкрити зміст елемента з точки зору певної спрямованості дій з досягнення цілей даного елемента.

Принцип етапності передбачає деталізацію елемента з точки зору етапів розвитку (відтворювального або життєвого циклу об'єкта) та етапів прийняття рішення.

Принцип врахування всіх факторів, передбачає врахування факторів, що визначальним чином впливають на вирішення даної проблеми, та наступної трансформації їх в цілі або заходи. Для застосування цього принципу необхідні глибокі фахові знання суті і специфіки досліджуваного об'єкта (процесу).

Принцип адресності передбачає конкретизацію певної цілі або заходу за місцем виконання. Даний принцип може передбачати побудову дерева взаємозв'язків не лише для системи в цілому, а й для окремих її елементів, тобто будується «дерево в дереві».

Ці принципи застосовуються залежно від змісту та специфіки конкретних завдань, а також від рівня досліджуваної проблеми. При цьому застосування всіх принципів в одному дереві взаємозв'язків є практично неможливим та недоцільним. Але застосування даних принципів в певній послідовності дає можливість, поступово конкретизуючи зміст елементів, досягти потрібного рівня деталізації.

Водночас, варто акцентуватиувагу на тому, що неможливо визначити вичерпний і непохитний порядок (послідовність) застосування на практиці вказаних вище принципів структуризації. Важливо, щоб при побудові дерева взаємозв'язку були дані відповіді на всі питання, що зумовлені метою застосування даного методу. Головним тут є така послідовність застосування принципів структуризації, яка б дала змогу виявити суть та особливості об'єкта (процесу) дослідження.

Важливим аспектом побудови дерева взаємозв'язків і особливо дерева цілей, є врахування зовнішніх та внутрішніх цілей стосовно досліджуваної системи. Досягти цього можна шляхом відображення на першому рівні дерева зовнішніх і внутрішніх цілей. Як правило, потрібно внутрішні цілі підпорядкувати зовнішнім цілям, що узгоджується із загальними принципами системного аналізу (ієрархія системи-ієрархія цілей). Вибір певного принципу структуризації істотно залежить від адекватності вербальної характеристики реального об'єкта та узгодженості таких характеристик на різних рівнях деталізації. Тобто формулювання цілей, засобів, ресурсів повинні бути однозначними, загальновизнаними, конкретними, зрозумілими. Велику допомогу в цьому дає використання стандартів, термінологічних словників.

У дереві взаємозв'язків, якщо його розглядати як зв'язаний граф, можуть бути цільові рівні, рівні заходів і рівні ресурсів. Якщо ж це дерево розглядати як не зв'язаний граф, то воно розбивається на три відносно ізольованих дерева: цілей, заходів, ресурсів, які в залежності від специфіки проблеми можна будувати відособлено. У даному випадку, виникає питання, де проходить лінія поділу між рівнями цілей і рівнями заходів в умовах зв'язаного графу? Для правильної відповіді на це питання потрібно виходити з того, що ціллю є бажаний результат, а захід - це конкретна дія (спосіб) досягнення цього результату.

Особливості побудови дерева цілей. Викладені вище загальні положення щодо побудови дерева взаємозв'язків, є справедливими для побудови дерева цілей. Водночас є певна специфіка застосування цих принципів стосовно побудови дерева цілей.

Дерево цілей будується, як правило, на основі принципу повного охоплення всіх сторін діяльності досліджуваного об'єкта (науково-технічної, виробничої, економічної, соціальної). Проте досить часто дерево цілей будується для вирішення якоїсь однієї проблеми, наприклад науково-технічної. В такому випадку структуризується тільки ця сторона діяльності об'єкта, а інші його аспекти враховуються при цьому як фактори, обмеження чи критерії оцінки досягнення певного рівня цілей.

В процесі структуризації елементів на цільових рівнях потрібно одержати відповідь на питання: якого результату потрібно досягти? При цьому враховується, що відповідь на питання «коли?» вже отримана в результаті визначення інтервалу часу, для якого будується дерево цілей.

Для структуризації сукупності цілей і заходів як функції часу доцільно застосовувати паралельно інші методи, наприклад методи мережевого планування.

Після досягнення достатнього ступеня конкретизації у визначенні функціонального змісту цілі, доцільно застосувати предметний принцип структуризації, тобто розкрити предметний зміст кожної цільової функції. Наприклад, при подальшій конкретизації цілі «вдосконалення збуту на підприємстві» визначають конкретні види продукції, збут якої необхідно вдосконалити.

Далі постає питання: як оцінити міру досягнення поставлених цілей? Для відповіді на це питання необхідно знати необхідні (бажані, задані) значення кожної цілі. Тому доцільно обґрунтувати потрібні значення в кількісному виразі рівня досягнення цілей. Тобто побудова дерева цілей може бути завершена формулюванням вимог до рівня досягнення тієї чи іншої цілі або нормативних значень цілі.

Потрібно зауважити, що нормативні значення не обов'язково формуються тільки на останньому рівні дерева цілей. В багатьох випадках доцільно визначити нормативні (бажані) значення певних цілей паралельно зі структуризацією цих цілей,

тобто застосовувати такі нормативи на кожному рівні дерева цілей, а не тільки на останньому.

На початкових етапах побудови дерева цілей у ньому можуть бути представлені тільки орієнтовні бажані значення рівнів досягнення цілей, наприклад максимальні (мінімальні). Після остаточної побудови всього дерева взаємозв'язків та оцінки ресурсів здійснюється підсумкове уточнення можливого рівня (нормативу) досягнення цілей шляхом руху знизу вгору по рівнях цього дерева.

На певній стадії структуризації виникають альтернативні варіанти певних елементів стосовно досягнення цілей вищого в порівнянні з ними рівня. Така поява свідчить про завершення побудови цільових рівнів та про необхідність переходу до побудови дерева заходів.

Як приклад розгляномо послідовність побудови дерева цілей соціальної проблеми.

Структура такого дерева визначається в результаті деталізації соціальної проблеми в напрямку розкриття її змісту аж до конкретних нормативних значень окремих показників, що характеризують міру досягнення поставленої соціальної цілі.

Головною ціллю на нульовому (генеральному) рівні структуризації є ціль - «забезпечити потрібний (бажаний) рівень соціального розвитку колективу».

На першому рівні цілей розкривається зміст головної цілі, для цього вона структуризується на окремі компоненти (цілі першого порядку) за принципом охоплення всіх напрямів соціального розвитку колективу.

На другому рівні здійснюється подальша конкретизація головної цілі за принципом охоплення всіх напрямів підцілей (цілей 1 порядку), що визначені на першому рівні структуризації.

На третьому, а при необхідності і на четвертому, рівні застосовується предметний принцип структуризації. Такий ступінь деталізації дає можливість на останньому (найнижчому) рівні дерева цілей сформулювати конкретні значення нормативних показників, що будуть відображати бажаний рівень досягнення поставленої соціальної мети.

10.3. Моделювання як засіб наукового пізнання, види та способи втілення моделей

Моделювання як засіб наукового пізнання. Будь-яка цілеспрямована діяльність людини вимагає уявлення про її мету, тобто про її образ Такий образ мети є моделлю того стану, до якого прагне людина.

Цілеспрямована діяльність здійснюється відповідно до завчасно визначеного плану, алгоритму, який є образом такої діяльності, тобто моделлю діяльності. Зазвичай чітко дотримати на практиці план діяльності з початку до завершення не вдається, виникають нові обставини, нова інформація на проміжних етапах.

Щоб врахувати такі обставини та правильно обрати наступний крок, необхідно порівняти наслідки всіх ймовірних кроків, не виконуючи їх реально, а імітуючи на певній моделі. Такі ситуації виникають часто і свідчать про те, що моделювання є необхідним елементом будь-якої доцільної діяльності.

Моделювання формою діяльності, що спрямована на побудову, використання і вдосконалення моделей. Сутність моделювання полягає в тому, що встановлюється відношення еквівалентності між двома системами, одна з яких реально існуюча, а інша - абстрактна, тобто уявне відображення реально існуючої. Ця абстрактна система і є моделлю.

Спочатку моделлю називали певний об’єкт, який у відповідній ситуації заміняв інший об’єкт. Не відразу стала зрозумілою можливість і необхідність уявляти наші знання у вигляді моделей. Тому тривалий час поняття «модель» стосувалось лише матеріальних об’єктів спеціального типу, наприклад манекен (модель фігури людини).

З часом були усвідомлені модельні властивості рисунків, карт, як реальних систем штучного походження, що втілювали абстракцію досить високого рівня реальних систем. Потім прийшло визнання того, що моделями можуть виступати і абстрактні утворення, наприклад математичні моделі. В результаті діяльності математиків, логіків та філософів була створена теорія моделей.

Згідно теорією моделей вона є відображенням однієї абстрактної математичної структури на іншу, також абстрактну,

або як результат інтерпретації першої моделі в термінах і образах другої.

У XX ст. поняття моделі набуває більш універсального характеру. Поняття абстрактної моделі виходить за межі математичних моделей, стало застосовуватись до будь-яких уявлень про світ.

В усіх сферах науки модель усвідомлюється як дещо універсальне, яке, однак, реалізується за допомогою різних способів. Тобто модель розглядається як спосіб існування знання.

В літературі поняття моделі трактується досить широко. Цей термін, зокрема, означає такі поняття, як:

математичний опис процесу чи об'єкта; алгоритмічний опис об'єкта;

формула, що визначає закон функціонування;

графічне представлення об'єкта (процесу) у вигляді графа або блок-схеми, або у вигляді графіка (кривої), що представляє процес, та ряд інших форм і понять.

У науковому розумінні модель визначається як явище, предмет, знак чи уявний образ (схема, опис), що знаходиться в деякій відповідності з досліджуваним об'єктом і здатний заміщувати його в процесі дослідження, даючи інформацію про об'єкт. Тобто моделлю є матеріальна або смислова система (створена дослідником для пізнання об'єкта дослідження), що відображає суттєві властивості об'єкта.

Таким чином, відображення реального об'єкта називають моделлю, процес створення моделі - моделюванням, застосування (використання) моделі - модельним дослідженням.

Головне призначення моделювання полягає в отриманні повної, достовірної інформації про реальний об'єкт через створення та дослідження моделі цього об'єкта. Відповідно до мети дослідження створюється найбільш адекватна модель. Ця обставина зумовлює наступні важливі особливості моделей:

модель зазвичай є простішою, ніж реальний об'єкт (оригінал), бо вона намагається відобразити його найістотніші властивості під кутом зору мети дослідження. Тут завжди виникає проблема визначення суттєвих і несуттєвих властивостей об'єкта в контексті конкретної мети дослідження;

кожна модель створюється з певною метою, для вирішення певної дослідницької задачі, тому модель одного об'єкта далеко

не завжди можна застосувати для дослідження іншого об'єкта. Окрім того, модель, створену для дослідження певного об'єкта з певною метою, далеко не завжди можна застосувати для дослідження цього ж об'єкта з іншою дослідницькою метою;

будь-яка модель повинна відповідати певним умовам для забезпечення досягнення мети дослідження, а саме:

модель має бути подібною до оригіналу (в залежності від задач дослідження подібність може бути абсолютною, повною, неповною або наближеною);

виступаючи до певної міри замінником реального об'єкта, модель повинна достатньо повно відображати і представляти цей реальний об'єкт;

модель має бути достатньо інформаційною, тобто давати адекватну, достовірну та прийнятну інформацію про реальний об'єкт.

На цей час створена теорія моделювання і подібності. Вона має свій методологічний і понятійно-категоріальний апарат, специфічні свої способи побудови і класифікації моделей, які необхідно знати кожному високоосвіченому фахівцеві-управлінцю.

Види моделей. Один і той же об'єкт може мати велику множину моделей, тобто для різної мети його дослідження можуть бути створені різні моделі. Цільове призначення моделей дає підстави для їх типізації відповідно до типів цілей: пізнавальні або прагматичні, різниця між якими виявляється у їх відношенні до оригінала (об'єкта) в процесі діяльності.

Пізнавальні моделі є формою організації і представлення знань, засобом поєднання нових знань з уже наявними. В силу цього при виявленні розбіжностей між моделлю і реальністю (об'єктом дослідження) постає завдання усунення цих розбіжностей шляхом зміни моделі. Пізнавальна діяльність зорієнтована на наближення моделі до реальності, яку модель відображає.

Прагматичні моделі є засобом управління, організації практичних дій, тобто є робочим втіленням мети. Їх використання полягає в тому, щоб при виявленні розбіжностей між моделлю і реальністю (об'єктом дослідження) спрямувати зусилля на зміну реальності таким чином, щоб наблизити її до моделі. Тобто прагматичні моделі мають характер нормативу,

відіграють роль стандартів, під які певним чином підлаштовуються як процес діяльності, так і її результат.

Прикладами прагматичних моделей можуть бути плани і програми дій, статути організацій, кодекси законів, алгоритми, методики дослідження, креслення і шаблони, технологічні допуски, екзаменаційні вимоги і т. ін.

Таким чином принципова відмінність між пізнавальними і прагматичними моделями полягає ще й в тому, що перші відображають існуюче, а прагматичні - бажане та ймовірне, тобто таке що можна здійснити (створити).

Ще одним різновидом є прогнозні моделі об'єкта прогнозування. Вони дозволяють отримати інформацію про ймовірні стани об'єкта в майбутньому та (або) про шляхи досягнення таких станів. Тобто, мета прогнозної моделі - отримання інформації не взагалі про об'єкт, а про його майбутні стани.

Особливість прогнозних моделей полягає в тому, що неможливо здійснити безпосередньо перевірку відповідності моделі і оригіналу в зв'язку з тим, що вона відноситься до майбутніх станів об'єкта. При цьому варто враховувати, що або власне об'єкт не існує в даний момент часу (проектується), або об'єкт існує, але не відомо, які зміни можуть відбутися з ним в майбутньому.

Поширеними видами моделей є: структурно-функціональні, фізичні, економічні та процедурні моделі.

Структурно-функціональні моделі описують функції, що виконує система, її складові частини або ж керований процес. Ці моделі, як правило, розробляють на початку дослідження системи (об'єкта) або модельного експерименту. Очевидно, що перш ніж описувати функції, необхідно мати їх перелік, який отримується через розуміння та уявлення ролі кожного елемента в системі. Тобто будується, наприклад, структурно-функціональна модель у вигляді узагальненого опису технологічної схеми, що представляється в графічній формі, або в формі математичних рівнянь (залежностей). Функції ж найчастіше описуються додатково в словесній формі.

Фізична модель відображає математичні залежності між змінними (характеристиками) фізичного процесу (виробничого, технологічного). Це можуть бути такі параметри, як температура,

тиск, витрати палива, швидкість прокатки металу, процентний вміст речовини в суміші тощо. Відповідно до характеру досліджуваного процесу такі моделі можуть бути неперервними або дискретними в часі, детермінованими або стохастичними. За способом утворення такі моделі можуть бути аналітичними або експериментальними.

Економічна модель визначає залежність між різними економічними процесами системи, обмеження, що накладаються на економічні показники, критерії, що дозволяють оптимізувати економічні процеси. Вони можуть мати вигляд формул, рівнянь або алгоритмічного опису. Цей клас моделей поділяють на прогнозні та виробничі моделі.

Прогнозні моделі служать для оптимізації планів розвитку системи, формулювання ймовірних альтернатив її розвитку. Ці моделі покликані забезпечити кількісну оцінку різних варіантів розвитку системи відповідно до критерію оптимальності. Виробничі моделі визначають взаємозв'язки економічних показників з параметрами виробничого процесу в ході його розвитку. Вони призначені для оперативного управління функціонуванням системи.

Відповідно до масштабу процесу чи об'єкта, що моделюються, економічні моделі поділяють на макро та мікроекономічні. Макроекономічні моделі стосуються процесів на рівні національної економіки, управління галузями, міжгалузевими комплексами. Мікроекономічні моделі стосуються проблем управління на рівні підприємства або етапів створення великих технічних систем.

Процедурні моделі описують операційні характеристики систем, тобто порядок і зміст управлінських впливів. Найважливішим у цьому класі моделей є інформаційні моделі, які визначають структуру інформаційних потоків в системі, зміст, формат, швидкість обробки інформації, точки виникнення та споживання інформації, етапи її проходження в системі та контролю за нею. До цього класу належать моделі режимів та безпеки виробництва. Вони описують дії, що змінюють стан системи (пуск, зупинка) та правила й обмежень, що накладаються на функціонування систем умовами безпеки.

Способи втілення моделей. При створенні моделі дослідник оперує двома типами матеріалів (засобів), а саме: засобами

оточуючого матеріального світу та засобами власної свідомості. Тому моделі можна поділити на матеріальні (реальні, речовинні, фізичні) та абстрактні (ідеальні). Проміжне стан займають знакові моделі, які є реальними моделі, але одночасно мають абстрактний зміст.

Для того, щоб матеріальна модель могла стати відображенням, тобто заміщувала в певному розумінні оригінал, між оригіналом і його моделлю потрібно встановити відношення подібності. Співвідношення моделі і реального об'єкта визначається категорією «гомоморфізм». Ця категорія означає узагальнене відображення в моделі суттєвих ознак, властивостей, параметрів реальної системи.

Гомоморфне відображення оригіналу (системи) забезпечується при дотриманні таких умов:

кожному елементу реальної системи відповідає один елемент моделі;

кожному зв'язку (відношенню) реальної системи відповідає один зв'язок (відношення) в моделі;

певна взаємозалежність між елементами реальної системи повинна відповідним чином відображатися в моделі.

Категорія «ізоморфізм» означає повну відповідність між реальним об'єктом і моделлю, яка в такому розумінні може розглядатися як реальний об'єкт. Але у випадку ізоморфного відображення втрачається сам сенс моделювання, бо ізоморфну модель дослідити можна з таким же успіхом, що й реальний об'єкт. Окремі випадки ефективного застосування ізоморфних моделей зустрічаються, наприклад, в експериментальних випробуваннях.

За способами встановлення подібності матеріальні моделі поділяють на моделі прямої подібності, моделі опосередкованої подібності (аналоги) та моделі умовної подібності

Пряма або фізична подібність до певної міри виглядає як змодельована цілісність. Прикладом моделей прямої подібності є фото, макети будинків, моделі транспортних засобів, протези, шаблони, манікени. Прикладом моделей опосередкованої подібності (аналоги) є часові, конструктивні, біологічні, ЕОМ, а умовної подібності документи, знаки, географічні карти, креслення.

При всій досконалості ці моделі все ж залишаються лише замінником оригінала, виконують його роль (функцію) лише в певному відношенні. Навіть у випадку, коли, наприклад, модель прямої подібності виконана з того ж матеріалу, що й оригінал, тобто подібна субстратно, виникають проблеми перенесення результатів моделювання на оригінал. Наприклад, випробовуючи модель автомобіля в аеродинамічній трубі, частину умов експерименту можна привести у відповідність з масштабами моделі (швидкість повітря), інша ж частина умов, як то: щільність повітря, сила тяжіння, не може бути масштабована).

Варто також акцентувати увагу на тому, що універсальність мови досягається тим, що мовні моделі неоднозначні, розмиті. Така властивість виявляється вже на рівні слова. Багатозначність і невизначеність слів поряд з багатоваріантністю їх поєднань у фрази дозволяє будь-яку ситуацію відобразити з достатньою для звичайних практичних цілей точністю. Така «приблизність» є невід'ємною властивістю мовних моделей. Людина долає розмитість в практиці спілкування через «розуміння», «інтерпретацію».

Приблизність звичайної (повсякденної) мови часто є суттєвим недоліком, який усувається шляхом, насамперед, розробки «професійної» мови.

Диференціація наук об'єктивно зумовлює появу «спеціалізованих» мов, більш чітких і точних, ніж повсякденна. Мовні моделі спеціальних наук є точнішими, конкретнішими, містять більше інформації. Нові знання вимагають нових моделей, більше спеціалізованих мов. В результаті утворюється ієрархія абстрактних моделей, до яких належать:

мовні (точні: математичні, спеціальні (прпофесійні) та не точні: міміка, жест, розмова, вербальний опис);

ірраціональні: мистецтво, гіпноз, телепатія, співчуття;

внурішні: інтуїція, евристика, підсвідомість, емоції, образне мислення.

Звичайно, математичні моделі володіють найвищою точністю, але щоб досягти їх належного застосування в певній галузі, необхідно отримати достатню для цього кількість знань. З іншого боку, «нематематизованість» певної галузі наукових знань не завжди є ознакою її недостатньої «науковості». Часто це

є прямим наслідком складності, недостатнього пізнання її предмета.

Математика має справу зі спрощеним описом явищ. По суті будь-яка формула може розглядатися як певний етап в побудові математичної моделі. Водночас досвід показує, що побудувати математичну модель (написати рівняння) є достатньо нескладною справою. Досить непросто в цій модельній формі передати змістовну сутність досліджуваного явища.

Знакові моделі являють собою реальні моделі, які мають абстрактний зміст. Загальна їх схема конкретизується та поглиблюється, зокрема в таких науках, як теорія інформації, радіотехніка, теорія управління.

Ці науки використовують специфічні моделі умовної подібності, які застосовуються в технічних пристроях без участі людини. Такі моделі отримали назву сигналів.

Моделі умовної подібності, які створюються і використовуються безпосередньо людиною, називають знаками. Відповідна галузь знань, що вивчає такі моделі, отримала назву семіотики (від грецького «знак»).

В залежності від аспектів (мети) дослідження та носія інформації знакові моделі можна умовно віднести до умовно матеріальних у тому випадку, коли і носій інформації, і відображуваний об’єкт мають матеріальну форму (карти місцевості, дорожні знаки, креслення тощо). До абстрактних такі знакові моделі можна віднести у випадку, коли носій інформації та (або) відображуваний об’єкт представлені абстрактно (символи для позначення цифр, системи рахунку, абетка, моделі даних).

У зв’язку зі швидким розвитком і поширенням інформаційних технологій, геоінформаційних систем дедалі більшого значення набувають моделі даних Вони являють собою певне уявлення про предметну область у вигляді позначення даних та зв’язків між ними. Для того, наприклад, щоб повністю відобразити всі геооб’єкти реального світу та всі їх властивості, необхідно була б нескінченно велика база даних. Але на основі застосування таких прийомів, як генералізація та абстракція, вдається привести таку нескінченну множину інформації до кінцевого обсягу, що значно полегшує аналіз та управління.

Способи втілення моделей безпосередньо стосуються такого питання, як мова (вираз, виклад) сучасних моделей. Доцільно назвати такі головні форми представлення моделей:

графічне представлення у вигляді графіків, діаграм, схем, креслень; самостійне значення таких форм є досить обмеженим, вони переважно використовуються як доповнення, ілюстрації до інших способів моделювання;

словесний опис (вербальна форма) є одним з найпростіших неформальних способів представлення моделей; він доступний для розуміння, але неоднозначний та має обмежене застосування, зазвичай на початкових етапах створення моделі;

блок-схеми, матриці рішень є одним з найпоширеніших способів опису моделі, що використовується на «проміжних» етапах створення моделі, а саме між її словесним і математичним описом;

математичний опис, який здійснюється у вигляді формул і математичних операцій над змінними; до цього виду належать алгоритмічний опис, який може застосовуватися для представлення моделі об'єкта, який не має аналітичного опису, або у випадку, коли аналітичний спосіб вирішення задачі є надмірно складним, або застосовується при підготовці опису моделі для її машинного програмування;

програмний опис, який придатний безпосередньо для введення до обчислювальної машини; такий опис може представлятися як безпосередньо в кодах, так і в одній із алгоритмічних мов (у такому випадку алгоритмічна форма математичного опису та програмний опис можуть співпадати).

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Розкрийте зміст основних підходів до визначення сутності системного аналізу як методу дослідження
2. Яка мета та основні завдання системного аналізу?
3. Дайте загальну характеристику об'єкту системного аналізу
4. У чому проявляється подвійна природа системного аналізу?
5. Які особливості та основні етапи здійснення системного аналізу?
6. Який специфічний науковий інструментарій використовується при системному аналізі?

7. Розкрийте зміст основних напрямів застосування системного аналізу

8. Які теорії (концепції) та напрями системних досліджень здійснюють вплив на формування системного аналізу?

9. Які специфічні риси напрямів системних досліджень які здійснюють вплив на формування системного аналізу?

10.Дайте загальну характеристику основних понять системного дослідження

11. Розкрийте зміст типових компонентів системного аналізу та їх взаємозв'язок

12. Дайте загальну характеристику особливостям вибору критеріїв при системному аналізі та вимогам до них

13. Розкрийте зміст принципів системного аналізу

14. Розкрийте особливості етапів опису системи при системному аналізі

15. Наведіть перелік та зміст основних операцій (процедур) системного дослідження

16. Що розуміють під алгоритмом системного аналізу та які існують точки зору щодо його обрисів (струкутури)?

17. Розкрийте зміст основних етапів здійснення системного аналізу

18.Дайте характеристику основних методів, які використовують при системному аналізі

19. Розкрийте мету та зміст основних положень методу побудови дерева взаємозв'язків при системному аналізі

20. Розкрийте мету особливості побудови дерева цілей при системному аналізі

21. Чому моделювання є важливим засобом наукового пізнання?

22. Дайте характеристику вимог до моделей, які використовують при системному аналізі

23. Розкрийте принципову відміннсть між пізнавальними і прагматичними моделями

24. Розкрийте особливості та призначення структурно-функціональних, фізичних, економічних та процедурних моделей.

25. Розкрийте відмінності між матеріальними та абстрактними моделями та способи їх втілення

Список рекомендованої літератури

1. Бакурова А.В. Моделювання процесів територіальної самоорганізації на основі м'якої системної методології: монографія. Запоріжжя: Дике Поле, 2008. 187 с.

2. Бех В.П., Туленков М.В. Теорія систем і системний аналіз в управлінні: підручник. Київ: Інтерсервіс, 2021. 680 с.

3. Бродський Ю.Б. Системний аналіз та теорія прийняття рішень: навч. посіб. в 3-х частинах. Част. 1: Системологія. Житомир: Держ. університет «Житомирська політехніка», 2022. 92 с.

4. Бродський Ю.Б. Нелінійні моделі в статистичному аналізі: розділ 7 в кн.: Основи статистичного моделювання: навч. посібник / за загальною редакцією Н.В. Ковтун, С.В Чугаєвської. Житомир: Вид-во ЖДУ ім.Івана Франка, 2022. 450 с.

5. Бродський Ю.Б. Молодецька К.В. Моделювання економічної динаміки: підручник. Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2016. 132 с.

6. Бурячок В.Л. Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці: підручник. К.:ДУТ, 2015. 345 с.

7. Варенко В.М., Братусь І.В., Дорошенко В.С., Смольников Ю.Б., Юрченко В.О. Системний аналіз інформаційних процесів: навч. посіб. К.: Університет «Україна», 2013. 203с.

8. Величко О.М., Гордієнко Т.Б. Основи системного аналізу і прийняття оптимальних рішень: Підручник. Одеса: Олді+, 2021. 672 с.

9. Вовк В., Дрогомирецька З. Основи системного аналізу: навч.посібник. Львів: ЛНУ імені І.Франка, 2002. 248 с.

10. Грецька Г.М. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій з курсу. Харків: ХНАМГ, 2011. 148 с.

11. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу: підручник. К.: Вид-во BHV, 2007. 544 с.

12. Катренко А.В., Пасічник В.В. Системний аналіз: підручник. Л.: Новий Світ, 2023. 396 с.

13. Лисенко О.І., Алєксєєва І.В. Дослідження операцій: конспект лекцій. К: НТУУ «КПИ», 2016. 196 с.

14. Лямец В.И., Тевяшев А.Д. Системний аналіз. Харьків: ХТУРЭ, 1998. 252 с.

15. Мова В.В., Аршинова О.І., Шевченко А.В. Системний аналіз: навч. посібник. Київ: НАУ, 2005. 75 с.

16. Неліпа Д.В. Системний аналіз в політології: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2013. 304 с.

17. Орловський П.М. Системний аналіз (основні поняття, принципи, методологія): навч. посіб. К.: ІЗМН, 1996. 360 с.

18. Прасоленко О.В. Основи теорії систем і системний аналіз: конспект лекцій. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 88 с.

19. Прокопенко Т.О. Теорія систем і системний аналіз: навч.посіб. Черкаси: ЧДТУ, 2019.139 с.

20. Публічне управління та адміністрування у сфері національної безпеки: (системні, політичні та економічні аспекти): словник-довідник / С.П. Завгородня, М.Г. Орел, Г.П. Ситник [уклад.] /за заг.ред. Д.В. Неліпи, Є.О. Романенка, Г.П. Ситника. Київ: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 380 с.

21. Рогоза М.Є. Нелінійні моделі та аналіз систем : навч. посіб.: [в 2 ч.] / М.Є. Рогоза, С.К. Рамазанов, Е.К. Мусаєва. 2-ге вид., зі змінами. Ч. 2. Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. 1147 с.

22. Сахно Є. Ю., Терещук О.І., Чуприна В.М., Коваленко С.В. Основи системотехніки: навчальний посібник. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 280 с.

23. Системний аналіз сталого розвитку: навч. посіб. / за заг. ред. В.П. Беха, М.В. Туленкова. К.: МП «Леся», 2015. 512 с.

24. Ситник Г.П., Орел М.Г. Публічне управління у сфері національної безпеки: підручник. Київ: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 360 с.

25. Ситник Г.П. Взаємозумовленість кризових та надзвичайних ситуацій у контексті публічного управління у сфері національної безпеки. Експерт: парадигми юридичних наук і державного управління. 2020. № 2 (8). С.180-193

26. Ситник Г.П. Дисфункції, дефекти і дисбаланси в державному управлінні, як загрози національній безпеці. Науковий часопис Академії національної безпеки. 2017. №3-4(15-16). С. 10-24

27. Ситник Г.П. Інституційно-цивілізаційної парадигма, як основа методології державного управління у сфері національної безпеки. Науковий часопис Академії національної безпеки. 2017. №1-2(13-14). С. 10-23.

28. Соколов С.В. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій. Суми: Сумський державний університет, 2020. 171 с.

29. Сорока К.О .Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник. Харків: ХНАМГ, 2004. 291 с.

30. Стопакевич О.Л. Теорія систем і системний аналіз: навч. посіб. К.: ІСДО, 1996. 200 с.

31. Сурмін Ю.П. Теорія систем і системний аналіз: Навчальний посібник. К.: МАУП, 2003. 368 с.

32. Томашевський В.М. Моделювання систем. К.: Видавнича група BHV, 2005. 352 с.

33. Туленков М.В., Лобанова А.С., Яремчук С.С. Системний аналіз у соціології : підручник. Чернівці: Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. 2023. 508 с.

34. Туленков М.В. Системний підхід в управлінні соціальними організаціями: підручник. К.:Каравела, 2022. 508 с.

35. Туленков М.В. Теорія систем і системний аналіз у соціології: підручник. Київ: Каравелла, 2020. 596 с.

36. Туленков М.В., Докаш В.І. Моделювання та прогнозування соціальних процесів: навч. посіб. Чернівці: ЧНУ ім. Ю. Федьковича, 2018. 336 с.

37.Чорней Н.Б., Чорней Р.К. Теорія систем і системний аналіз: навч. посіб. К.: МАУП, 2005. 256 с.

38. Швець С.В. Основи системного аналізу: навч. посіб. Суми: СумДУ, 2017. 126 с.

39. Шушура О.М., Шатохіна Н.К. Системний аналіз: навч. посіб. К.: Редакційно-видавничий центр Державного університету телекомунікацій, 2019. 63с.

ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ САМОСТІЙНИХ РОБІТ

1. Особливості становлення системного світогляду
2. Загальні підходи до розкриття сутності категорії «система», її ознак, структури та властивостей
3. Методологічні особливості вивчення різних типів систем
4. Роль взаємодії та взаємозв'язків елементів системи у її функціонуванні
5. Суперечності як детермінанта еволюційного розвитку системи та форми їх вирішення
6. Взаємозумовленість системоутворюючих факторів системи у її виникненні та становленні
7. Визначальні особливості та закономірності утворення та становлення системи
8. Досконалість системи як її визначальна характеристика
9. Основні форми та чинники якісного перетворення системи
10. Досконалість системи як її визначальна характеристика
11. Загальна характеристика та взамозв'язок властивостей систем
12. Ознаки та критерії складності системи
13. Підходи щодо вирішення проблеми типізації та класифікації систем
14. Сутність, закони та принципи організації системи
15. Визначення типів і класів систем, як наукова та практична проблема
16. Підходи щодо розкриття змісту системного аналізу, його мета, основні завдання та напрями застосування
17. Основні поняття, критерії та принципи системного аналізу
18. Алгоритми та основні методи системного аналізу
19. Загальні положення (вимоги) до побудови дерева взаємозв'язків та дерева цілей
20. Види та способи втілення моделей
21. Системні принципи та методи моделювання систем

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бакурова А.В. Моделювання процесів територіальної самоорганізації на основі м'якої системної методології: монографія. Запоріжжя: Дике Поле, 2008. 187 с.

2. Бех В.П., Туленков М.В. Теорія систем і системний аналіз в управлінні: підручник. Київ: Інтерсервіс, 2021. 680 с.

3. Бейлі К.Д. Нові системні теорії в системі соціології. К.: Албані, 1994. 121 с.

4. Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень: Підручник. К.: АБУ, 2002. 480 с.

5.Бондаренко М.Ф., Соловьева Е.А., Маторин С.И. Основи системології. Харків: ХТУРЭ, 1998. 118 с.

6. Бродський Ю.Б. Системний аналіз та теорія прийняття рішень: навч. посіб. в 3-х частинах. Част. 1: Системологія. Житомир: Держ. університет «Житомирська політехніка», 2022. 92 с.

7.Бродський Ю.Б., Молодецька К.В. Інформатика та системологія: навч. посібник. Житомир: ЖНАЕУ, 2014. 244 с.

8. Бродський Ю.Б. Нелінійні моделі в статистичному аналізі: розділ 7 в кн.: Основи статистичного моделювання: навч. посібник / за загальною редакцією Н.В. Ковтун, С.В Чугаєвської. Житомир: Вид-во ЖДУ ім.Івана Франка, 2022. 450 с.

9. Бродський Ю. Б., Молодецька К.В. Моделювання економічної динаміки: підручник. Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2016. 132 с.

10. Бурячок В.Л. Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці: підручник. К.:ДУТ, 2015. 345 с.

11. Варенко В.М., Братусь І.В., Дорошенко В.С., Смольников Ю.Б., Юрченко В.О. Системний аналіз інформаційних процесів: навч. посіб. К.: Університет «Україна», 2013. 203с.

12. Величко О.М., Гордієнко Т.Б. Основи системного аналізу і прийняття оптимальних рішень: Підручник. Одеса: Олді+, 2021. 672 с.

13. Вовк В., Дрогомирецька З. Основи системного аналізу: навч.посібник. Львів: ЛНУ імені І.Франка, 2002. 248 с.

14. Гаврилов Е., Доля В., Дмитриченко М., Лановий О., Линник І. Основи теорії систем і управління. Кн.1. К.: Знання України, 2005. 344 с.

15. Гайдес М.А. Загальна теорія систем (системи і системний аналіз). Вінниця: Глобус-Пресс, 2005. 201 с.

16. Глобальна та національна безпека: підручник / авт.кол.: В.І. Абрамов, Г.П. Ситник, В.Ф. Смолянюк та інш.; за заг.ред. Г.П. Ситника. К.: НАДУ, 2016. 784 с.

17. Грецька Г.М. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій з курсу. Харків: ХНАМГ, 2011. 148 с.

18. Грицюк П.М., Джоші О.І., Гладка О.М. Основи теорії систем і управління: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.

19. Державне управління : підручник : у 2 т. / Нац. акад. держ. упр. при Президентові України ; ред. кол. : Ю.В. Ковбасюк (голова), К.О. Ващенко (заст. голови), Ю.П. Сурмін (заст. голови) [та ін.]. К.:; Дніпропетровськ. НАДУ, 2012. Т. 1. 564 с.

20. Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем: навч. посібник. К.: Кондор. 2010. 129 с.

21. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу: підручник. К.: Вид-во BHV, 2007. 544 с.

22. Катренко А.В., Пасічник В.В. Системний аналіз: підручник. Л.: Новий Світ, 2023. 396 с.

23. Кустовська О.В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: Курс лекцій. Тернопіль: Економічна думка, 2005. 124 с.

24. Корнієнко В.І., Гусєв О.Ю., Герасіна О.В., Щокін В.П.; Теорія систем керування: підручник / М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. Дніпро: НГУ, 2017. 497 с.

25. Лесечко М.Д. Основи системного підходу: теорія, методолія, практика: навч. посіб. Львів: ЛРУДУ, 2002. 288 с.

26. Лисенко О.І., І.В. Алєксєєва І.В. Дослідження операцій: конспект лекцій. К: НТУУ «КПИ», 2016. 196 с.

27. Лукашевич М.П., Туленков М.В., Яковенко Ю.І. Соціологія. Основи загальної, спеціальних і галузевих теорій: підручник. К.: Каравелла, 2014. 544 с.

28. Лямец В.И., Тевяшев А.Д. Системний аналіз. Харьків: ХТУРЭ, 1998. 252 с.

29. Мова В.В., Аршинова О.І., Шевченко А.В. Системний аналіз: навч. посібник. Київ: НАУ, 2005. 75 с.

30. Неліпа Д.В. Системний аналіз в політології: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2013. 304 с.

31. Ніколов М.О. Основи теорії систем: навч. посібник. К.: ДУТ, 2015. 188 с.

32. Орловський П.М. Системний аналіз (основні поняття, принципи, методологія): навч. посіб. К.: ІЗМН, 1996. 360 с.

33. Принципы организации социальных систем: теория и практика / под ред. М.И. Сетрова. Одесса: Одес. гос. ун-т, 1988. 128 с.

34. Прасоленко О.В. Основи теорії систем і системний аналіз: конспект лекцій. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 88 с.

35. Прокопенко Т.О. Теорія систем і системний аналіз: навч.посіб. Черкаси: ЧДТУ, 2019.139 с.

36. Публічне управління та адміністрування у сфері національної безпеки: (системні, політичні та економічні аспекти): словник-довідник / С.П. Завгородня, М.Г. Орел, Г.П. Ситник [уклад.] /за заг.ред. Д.В. Неліпи, Є.О. Романенка, Г.П. Ситника. Київ: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 380 с.

37. Рогоза М. Є. Нелінійні моделі та аналіз систем : навч. посіб.: [в 2 ч.] / М.Є. Рогоза, С.К. Рамазанов, Е.К. Мусаєва. 2-ге вид., зі змінами. Ч. 2. Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. 1147 с.

38. Сахно Є.Ю., Терещук О.І.,Чуприна В.М., Коваленко С.В. Основи системотехніки: навч. посібник. Чернігів. НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 280 с.

39. Системний аналіз сталого розвитку: навч. посіб. / за заг. ред. В.П. Беха, М.В. Туленкова. К.: МП «Леся», 2015. 512 с.

40. Ситник Г.П., Орел М.Г. Публічне управління у сфері національної безпеки: підручник. Київ: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 360 с.

41. Ситник Г.П. Взаємозумовленість кризових та надзвичайних ситуацій у контексті публічного управління у сфері національної безпеки. Експерт: парадигми юридичних наук і державного управління. 2020. № 2 (8). С.180-193

42. Ситник Г.П. Дисфункції, дефекти і дисбаланси в державному управлінні, як загрози національній безпеці. Науковий часопис Академії національної безпеки. 2017. №3-4(15-16). С. 10-24

43. Ситник Г.П. Інституційно-цивілізаційної парадигма, як основа методології державного управління у сфері національної безпеки. Науковий часопис Академії національної безпеки. 2017. №1-2(13-14). С. 10-23.

44. Соколов С.В. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій. Суми: Сумський державний університет, 2020. 171 с.

45. Стопакевич О.Л. Теорія систем і системний аналіз: навч. посіб. К.: ІСДО, 1996. 200 с.

46. Скуратівський В.А., Шевченко М.Ф. Соціальні системи та соціологічні методи їх дослідження: навч. посіб. К.: УАДУ, 1998. 238 с.

47. Старіш О.Г. Системологія: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2005. 232 с.

48. Стопакевич О.Л. Теорія систем і системний аналіз: навч. посіб. К.: ІСДО, 1996. 200 с.

49. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник. Харків: ХНАМГ, 2004. 291 с.

50. Сурмін Ю.П. Теорія систем і системний аналіз: Навчальний посібник. К.: МАУП, 2003. 368 с.

51.Томашевський В.М. Моделювання систем. К.: Видавнича група BHV, 2005. 352 с.

52.Туленков М.В., Лобанова А.С., Яремчук С.С. Системний аналіз у соціології : підручник. Чернівці: Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. 2023. 508 с.

53. Туленков М.В. Системний підхід в управлінні соціальними організаціями: підручник. К.:Каравела, 2022. 508 с.

54. Туленков М.В. Теорія систем і системний аналіз у соціології: підручник. Київ: Каравелла, 2020. 596 с.

55. Туленков М.В., Докаш В.І. Моделювання та прогнозування соціальних процесів: навч. посіб. Чернівці: ЧНУ ім. Ю. Федьковича, 2018. 336 с.

56. Фоміцька Н.В. Методологія системного підходу та наукових досліджень. Х.: Магістр, 2015. 60 с.

57. Чорней Н.Б., Чорней Р. К. Теорія систем і системний аналіз: навч. посіб. К.: МАУП, 2005. 256 с.

58. Швець С.В. Основи системного аналізу: навч. посіб. Суми: СумДУ, 2017. 126 с.

59. Шушура О.М., Шатохіна Н.К. Системний аналіз: навч. посіб. К.: Редакційно-видавничий центр Державного університету телекомунікацій, 2019. 63с.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Навчально-методичне видання

СИТНИК Григорій Петрович (розділ 1)
КОМАХА Лариса Григорівна (розділ 2)
РУДИК Андрій Олексійович (розділ 3)

ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ ТА СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Навчальний посібник / за заг. ред. Г.П. Ситника

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, які навчаються за освітніми програмами за спеціальністю 256 «Національна безпека (за окремими сферами забезпечення і видами діяльності)» галузі знань 25 «Воєнні науки, національна безпека, безпека державного кордону»

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку 9.12.2024
Формат 60×90 1/16
Умовн. друк. арк. 10. Обл.-вид. арк. 10
Папір офсетний. Друк цифровий.
Гарнітура Таймс. Наклад 100

Видавець – ТОВ «Академпрес»
01011, м. Київ, вул. Панаса Мирного, 26.
E-mail: academpress@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції:
серія ДК № 2634 від 04.10.2006 р.