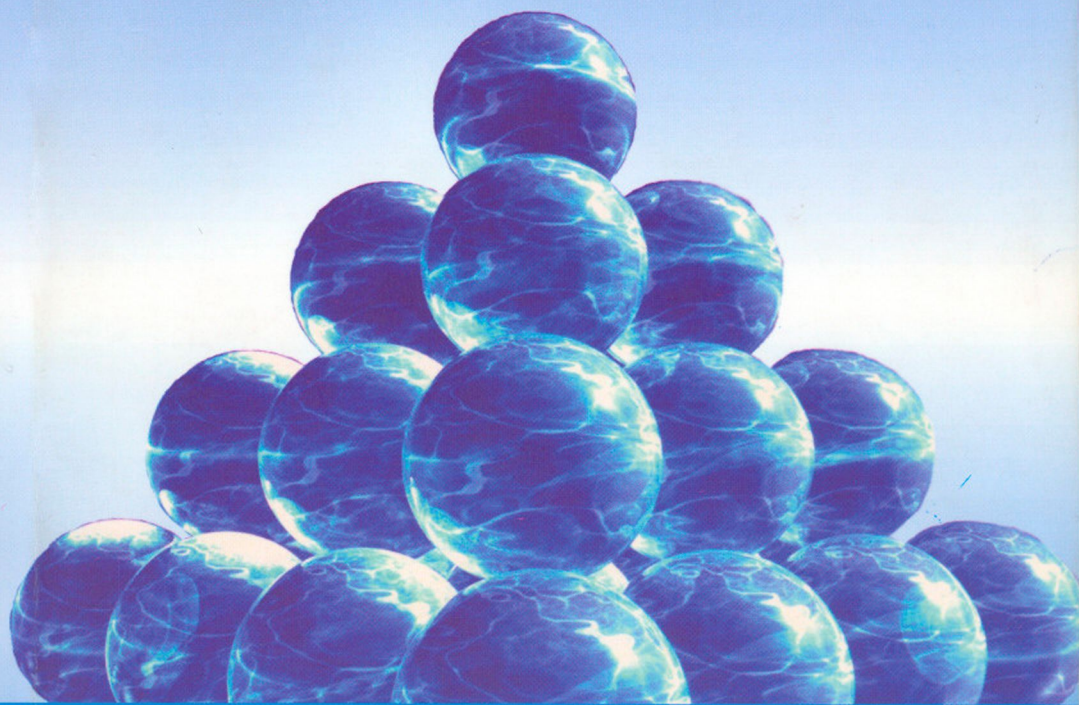


ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ



Ладанюк А.П.

НОВА КНИГА
ВИДАВНИЦТВО

А.П. Ладанюк

ВБК 32.973.33-018.2573
УДК 004.421(075)

II 12

ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”

Вінниця – 2004

ББК 32.973.23-018.2я73

УДК 004.451(075)

Л 15

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів. Лист № 14/18. 2-809 від 11.02.04.

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації
сільськогосподарського виробництва
Кузьменко Б. В.

кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри
автоматизації хімічних виробництв
Кваско М. З.

Ладанюк А. П. Основи системного аналізу. Навчальний посібник. –
Вінниця, Нова книга, 2004. – 176 с.

ISBN 966-7890-63-5

У посібнику викладено методологію та основні прийоми системного
аналізу при створенні складних систем управління.

На одній методичній основі викладено методи структурного аналізу
складних систем управління, способи математичного опису процесу
їх функціонування, проблеми прийняття рішень в умовах невизначен-
ності, інформаційні характеристики процесу управління в складних
системах, методи синтезу багаторівневих структур управлінн.

Розрахован для студентів вищих навчальних закладів спеціальностей
напряму "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"
Також може бути корисний спеціалістам, які займаються проблемами
створення та експлуатації складних систем управління.

ISBN 966-7890-63-5

© А. П. Ладанюк, 2004

© Видавництво "Нова Книга", 2004

Зміст

ВСТУП	5
1. МЕТОДОЛОГІЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ	16
1.1. Основні терміни та визначення	16
1.2. Класифікація систем	19
1.3. Закономірності великих (складних) систем	21
1.4. Методи та об'єкти системного аналізу	24
1.5. Системний підхід при аналізі ТК	28
Контрольні питання	34
2. СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ СКЛАДНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ	35
2.1. Функціональна, організаційна та технічна структура	36
2.2. Формалізація опису структури системи на основі графових моделей	37
2.3. Структурний аналіз об'єкта	47
2.4. Моделювання технічної структури ССУ	50
2.5. Декомпозиція технічної структури ССУ	52
Контрольні питання	53
3. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ	54
3.1. Системний аналіз багаторівневих ієрархічних структур	54
3.2. Класи задач та види управління	56
3.3. Типові функціональні структури систем управління	58
Контрольні питання	68
4. РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМНИХ ЗАДАЧ З ВИКОРИС- ТАННЯМ МЕТОДОЛОГІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН	69
4.1. Формалізація та перероблення якісної інформації. Нечіткі множини	69
4.2. Функції належності	76
4.3. Принципи і структура систем управління з нечітким регулятором	82
Контрольні питання	85

5. КООРДИНАЦІЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ	
УПРАВЛІННЯ	86
5.1. Постановка задачі координації в двохрівневій структурі	86
5.2. Процедури та алгоритми координації	89
5.3. Координація функціонування підсистем технологічного комплексу	94
Контрольні питання	97
6. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ	98
6.1. Формальний опис процесу функціонування ССУ	98
6.2. Опис процесу функціонування ієрархічної системи управління ТК	100
6.3. Агрегативні моделі функціонування ССУ	104
Контрольні питання	108
7. ІНФОРМАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ССУ	109
7.1. Інформація в задачах управління	109
7.2. Класифікація та визначення видів інформації в ССУ	111
7.3. Ентропія та її змінювання в складних системах	114
7.4. Ентропійно-інформаційні співвідношення процесу управління	118
Контрольні питання	121
8. ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ	122
8.1. Проблема вибору та прийняття рішень	122
8.2. Моделі прийняття рішень в складних системах управління	125
8.3. Системи підтримки прийняття рішень	135
Контрольні питання	150
9. СИНТЕЗ СКЛАДНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ	151
9.1. Постановка задачі. Методи архітектурного та системно-технічного синтезу	151
9.2. Синтез оптимальної технічної структури системи управління	153
9.3. Застосування штучних нейронних мереж в системах управління	158
9.4. Методи реінжинірінгу при створенні складних систем управління	168
9.5. Методи дослідження операцій в системному аналізі	170
Контрольні питання	173
Література	174

ВСТУП

Сучасний системний аналіз – прикладна наука, яка орієнтована на виявлення причин реальних складностей, які виникають перед “власником проблеми” (звичайно – це конкретна організація, установа, підприємство, колектив) та на формування варіантів їх усунення.

Системний аналіз – сукупність методологічних засобів, які використовуються для підготовки та обґрунтування рішень із складних проблем політичного, військового, соціального, економічного, технічного та наукового характеру. Основою є системний підхід та ряд методів, математичних дисциплін і сучасної теорії управління. Основна процедура – побудова узагальненої моделі, яка відображає взаємозв'язки реальної ситуації, технічна основа – ЕОМ та інформаційні системи. Часом “системний аналіз” та “системний підхід” використовуються як синоніми.

Об'єктивна необхідність виникнення дисципліни “системний аналіз”, сам системний аналіз полягає у потребі проведення досліджень міждисциплінарного характеру:

- створення складних технологічних та виробничих комплексів;
- створення складних систем управління ними;
- аналіз економічної ситуації;
- аналіз складних сучасних економічних відносин;
- соціально-політичні аспекти;
- аспекти міжнародних відносин і політики та інш.

Для цього повинні були сформуватись нетрадиційні методи досліджень, уніфікації та узгодження інформації.

Це – комплексні, а краще – системні дослідження, які стали можливі і набули особливого розвитку в епоху ЕОМ, тому в нашому випадку термін “системний аналіз” буде означати сукупність методів, заснованих на використанні ЕОМ та орієнтованих на дослідження складних систем – технічних, економічних, екологічних та ін. Результат системних досліджень – вибір цілком конкретної альтернативи: план розвитку, параметри конструкції, структура і т.д.

Системний аналіз – дисципліна, яка займається проблемами прийняття рішень в умовах, коли вибір альтернативи потребує аналізу складної інформації різної фізичної природи.

Основна задача дисципліни: показати, як різні знання (математика, теорія управління, методи оптимізації...), начебто різні та на перший

погляд мало зв'язані, можуть служити розв'язанню складних прикладних задач, а системний інтегратор стає однією з головних діючих осіб, архітектором, конструктором складних систем. Для конструювання та дослідження складних систем немає наборів рецептів, є лише методологія, в кожному випадку потрібні різностороння культура, винахідливість та талант.

Методи системного аналізу для розв'язання складних комплексних проблем застосовуються з урахуванням того, що в процесі прийняття рішень вибір необхідно робити в умовах невизначеності. Процес системного аналізу з кожної проблеми можна розділити на чотири стадії:

- постановка проблеми, визначення мети та критеріїв оцінки;
- структурний аналіз досліджуваної системи;
- розробка концепції розвитку системи та підготовка можливих варіантів;
- безпосередній аналіз відібраних варіантів рішень та їх наслідків.

За допомогою основного інструментарію – ПЕОМ найбільш вдало поєднуються формальні й неформальні методи; експериментальні, евристичні та строгі математичні начала.

Системність – не досягнення науки, не деяке нововведення, а загальна властивість матерії, форма її існування, тобто невід'ємна властивість практики, включаючи мислення. Однак будь-яка діяльність може бути в різній степені системною. Так поява проблеми – ознака недостатньої системності; розв'язання проблеми – результат підвищення системності.

Науково-технічна революція привела до виникнення таких понять як складні та великі системи, що мають специфічні властивості та характерні проблеми. Необхідність розв'язання складних проблем, подолання якісних та кількісних перешкод визвали до життя множини прийомів, методів, підходів, які перетворились в решті-решт у певну технологію, серед яких:

- методи проектування;
- методи інженерної творчості;
- системотехніка;
- дослідження операцій;
- системний підхід;
- політологія;
- футурологія;
- імітаційне моделювання;

- методологія експерименту і т.д.

Системність світу та людського пізнання й практики – об’єктивно існуюча дійсність, тому на загальнонауковому рівні і розвивається:

- системологія;
- загальна теорія систем;
- теорія організації;
- кібернетика;
- інформатика;
- штучний інтелект.

Об’єктивною реальністю є також великі та складні системи, що викликало необхідність розробки методів для їх створення й дослідження. Повинна була виникнути прикладна наука – “міст” – між абстрактними теоріями системності та новою системною практикою – системний аналіз – із своїми об’єктами, арсеналом засобів та практичним досвідом.

Головна мета системного аналізу – ліквідація проблеми або, як мінімум, виявлення її причин. Тому використовується широкий спектр засобів, можливості різних наук – математики, обчислювальної техніки, моделювання, експериментальних досліджень та інш.

Яким повинен бути спеціаліст-системотехнік? Звичайно, неможливо бути професіоналом із кожної науки, але він повинен розпізнавати та класифікувати конкретні проблеми, залучати інших спеціалістів для розв’язання складних задач, мати широку ерудицію, організовувати колективи.

На сьогодні системні уявлення досягли такого рівня, що корисність та важливість системного підходу для розв’язання складних проблем стали звичними, загальноприйнятими та вийшли за рамки спеціальних дисциплін. Більше того, відсутність системності часто є причиною неправильних рішень.

Вище вже вказувалось, що системність існує об’єктивно, але вона має різні рівні, тому розв’язання проблеми завжди означає перехід на новий, більш високий рівень системності. Системність це не стільки стан, скільки процес. Уже навіть зараз можна сказати, що ми підійшли до інтуїтивного розуміння понять “система”, “системний аналіз” та ін. У процесі навчання системність завжди підвищується, а зараз наведемо кілька найбільш поширених систем:

- суспільно-політична;
- сонячна;
- нервова;
- опалювальна;

- рівнянь;
- знань;
- переконань.

Що в цих поняттях спільного? В першу чергу – системність.

Будь-яка діяльність людини системна, а очевидними та обов'язковими ознаками системності є:

- структурованість;
- взаємний зв'язок складових частин;
- підлеглість, підпорядкованість організації всієї системи певній меті.

Цілеспрямована діяльність людини при розв'язанні певних проблем пов'язана з алгоритмічністю, тобто певною послідовністю дій. Алгоритми можуть бути не лише в математиці чи управлінні, а й при навчанні, грі в шахи, винахідництві, композиції музики і т.д. При цьому; допускаючи примусовість логічних дій, ми знаємо, що там можуть бути присутніми дії, які не формалізуються – творча діяльність, інтуїція, поняття краси та смаку.

Тут основними моментами є:

- будь-яка діяльність алгоритмічна;
- не завжди алгоритми реальної дійсності виконуються свідомо (композитор, шофер – “не думаючи”);
- при незадовільному результаті можлива причина невдачі може бути в недосконалості алгоритму. Тоді необхідно підвищувати системність діяльності.

Для сфери діяльності таких спеціалістів важливо, що удосконалення виробництва, систем управління ним завжди пов'язане з підвищенням системності. Можна виділити три рівні системності праці:

- механізація;
- автоматизація;
- кібернетизація, в першу чергу використання інтелектуальних систем.

Однією з об'єктивних причин виникнення системних наук є системність мислення (у першу чергу – структурованість, виділення підпроцесів аналізу та синтезу). Системність характерна також для результату пізнання, представлення знань.

Обговорюючи об'єктивні причини розвитку системних уявлень, варто відзначити, що до найважливіших причин цього відносяться системність практичної діяльності людини та внутрішня системність мислення людини.

Виникає питання: можливо системність – це специфічна особливість людини, свого роду пристосування для власної зручності, спрощення своєї діяльності, а сам світ, можливо, байдужий до того, хто і як його пізнає та чи пізнає взагалі? Можливо цей світ не має нічого спільного з нашими уявленнями про нього?

Відносно мислення філософи мали різні думки, давали різні відповіді, наприклад, матеріаліст-метафізик Ф. Бекон вважав, що розумові побудування повністю довільні і нічому не відповідають у природі. З іншого боку – голанський філософ-математик XVII ст. Б. Спіноза вважав що “порядок та зв’язок ідей такі ж, як порядок та зв’язок речей”, оскільки “субстанція мислення та субстанція протяжності складають одну й ту ж субстанцію”.

І. Кант, у філософії якого переплелись суб’єктивно-ідеалістичні ідеї з агностицизмом та матеріалізмом, дійшов висновку, що системність – властивість природи: – “дійсно, закон розуму, який потребує пошуків цієї єдності, необхідний, тому що без нього ми не мали б ніякого зв’язного застосування розуму, а без цього застосування не мали б істинності, у зв’язку з чим ми повинні, таким чином, припустити систематичну єдність природи неодмінно як об’єктивно значиме та необхідне.”

Е. Дюрінг стверджував, що сутність будь-якого мислення полягає в об’єднанні елементів свідомості в єдність. В той же час Ф. Енгельс із цим не погоджувався:

– “Останнє положення просто невірне. По-перше, мислення складаються стільки ж в розкладенні предметів свідомості на їх елементи, скільки в об’єднанні зв’язаних один з другим елементів у деяку єдність. Без аналізу немає синтезу. По-друге, мислення, якщо воно не допускає промахів, може об’єднувати елементи свідомості в деяку єдність лише в тому випадку, якщо в них або в їх реальних прообразах ця єдність вже до цього існувала”.

– “Над усім нашим теоретичним мисленням панує з абсолютною силою той факт, що наше суб’єктивне мислення та об’єктивний світ підкорені одним і тим же законам і що саме вони не можуть суперечити один одному, а повинні узгоджуватись між собою.”

– “... продукти людського мозку, які в кінцевому рахунку є також продуктами природи, не суперечать решті зв’язків природи, а відповідають їй.”

А витоки системного аналізу, методичних концепцій лежать у дисциплінах, які займаються проблемами прийняття рішень – теорії дослідження операцій та загальній теорії управління.

Проблема прийняття рішень: будь-яка діяльність – ланцюг прийняття рішень, вибір однієї з альтернатив. У складних ситуаціях часто буває важко приймати рішення, сьогодні є своя дисципліна – теорія прийняття рішень, яка разом із необхідним інструментарієм (ПЕОМ, мережі) стала сучасним системним аналізом. Системний аналіз зародився в глибині історії людства – торгівля, військово мистецтво, виробництво.

Але ж наука повинна мати свою методологію, а не лише набір правил, і системний аналіз став науковою дисципліною тоді, коли створились відповідні моделі, методична спільність аналізу задач різної фізичної природи. Очевидно становлення системного аналізу – кінець XIX, початок XX ст. – роботи з теорії регулювання, в економіці вперше – оптимальні рішення, уявлення про функції мети (корисності), В. Парето сформулював перший принцип компромісу.

Розвиток теорії прийняття рішень:

- розвиток математичного апарату, прийомів формалізації;
- нові задачі в промисловості, економіці, військовій справі.

Після 50-х років виникла синтетична дисципліна – “дослідження операцій”, яка вросла в системний аналіз як синтез дослідження операцій і теорії управління.

Для спеціалістів з автоматизації виробництва часто найбільш відповідальним етапом є початок розробки систем – аванпроекування (вибір структури, технічних засобів, програмного забезпечення...). Від цього багато що залежить у майбутньому, в тому числі вартість розробки та експлуатації.

Становлення та історія розвитку системних уявлень.

Основний висновок вступного розділу – для виникнення та розвитку системних теорій та понять були об’єктивні причини: такі теорії *не могли не виникнути*, більше того – вони постійно розвиваються, і сьогодні ми є свідками лише чергового етапу розвитку.

Головним результатом сучасного розвитку системних уявлень є їх “матеріалізація”, тобто використання для потреб практики.

Історично системні уявлення розвивались спочатку різними шляхами, із різних позицій до сьогодні, а далі будуть продовжуватись, хоча сучасний етап розуміння системності пройшов складний шлях.

Між системними уявленнями й методами конкретних наук існують певні протиріччя, тому що вони притримуються протилежного, індук-

тивного методу – від досліджень реальних систем до встановлення загальних закономірностей. З іншого боку, системність завжди була методом будь-якої науки: філософії, логіки, математики. Найбільше нас цікавить системність як об'єкт дослідження для природничих та технічних наук.

Кібернетика. Першим питанням про науковий підхід до управління складними системами поставив А. Ампер. Він спробував класифікувати різні, в тому числі і неіснуючі тоді науки (1834–1843р.р.), виділивши спеціальну науку про управління державою – кібернетику, особливо підкресливши основні її системні особливості.

В 1834 р. Б.Трентовський, польський філософ-гегельянець опублікував книгу “Відношення філософії до кібернетики як мистецтву управління народом” – наукові основи практичної діяльності керівника (“кібернетика”).

Одно з положень системного підходу – складну систему можна створити (синтезувати) з обмеженої кількості окремих частин. Вражаючим було відкриття академіка Є. С. Федорова (1891 р.): може існувати лише 230 різних типів кристалічної решітки, хоча будь-яка речовина за певних умов може кристалізуватись. Коротше кажучи: уся величезна різноманітність природних тіл реалізується з обмеженої й незначної кількості початкових форм. Є. С. Федоров – один з основоположників теорії систем.

Наступний етап у розвитку системності як окремого предмета пов'язаний з іменем Богданова А. А. (– це псевдонім, а прізвище – Малиновський). В 1911–1925 рр. вийшли три томи його книги “Всеобщая организационная наука (тектология)”. Головна ідея – усі існуючі об'єкти, процеси мають певний ступінь, рівень організованості, причому тектологія повинна вивчати загальні закономірності організації для всіх рівнів організованості. Усі явища розглядаються як неперервні процеси організації та дезорганізації. Строгого поняття організації не вводиться, але відзначається, що *рівень організації тим вищий, чим сильніше властивості цілого відрізняються від простої суми властивостей його частин.*

Особливість тектології у тому, що головна увага приділяється закономірностям розвитку організації, вивченню співвідношень стійкого та мінливого, значенню зворотних зв'язків, урахуванню власних цілей організації (які можуть сприяти цілям організації або суперечити їм), ролі відкритих систем.

Богданов А. А. показав, що в складних системах є проблема криз, тобто моментів, коли обов'язковою є корінна, “вибухова” перебудова її

структури. Підкреслювалась роль математики та моделювання при розв'язанні задач тектології.

З цього видно, що Богданов А. А. багато в чому вперше сформулював, або й випередив багато з положень сучасних кібернетичних та системних теорій.

А сам Богданов А. А. був надзвичайно складною особистістю – медик, талановитий та самонадіяний, часто втрачаючий почуття міри, серйозно займався філософією, від матеріалізму перейшов на позиції механіцизму, створив власну філософію – емпіріомонізм. При радянській владі написав “Короткий курс політичної економії”, а потім створив перший у світі Інститут переливання крові, став його директором. Деякі висновки тектології на прикладі складної системи – кров’яної. Робив ризиковані досліді, один із яких закінчився трагічно – він загинув. Вважав, що з часом тектологія зробить непотрібною філософію.

Цікавий факт: системотехніки за спеціальністю – різні:

А. Ампер – фізик;

Б. Трентовський – філософ;

Є. Федоров – геолог;

А. Богданов – медик;

Н. Вінер – математик;

Л. Бертоланфі – біолог;

І. Пригожин – фізик.

Це – найкраща ілюстрація системності природи.

Кібернетика Вінера. Явне та масове засвоєння системних понять, признання системності світу почалось з робіт американського математика Н. Вінера (1948 р. – його книга “Кібернетика”). Початкове його визначення кібернетики як “науки про управління та зв’язок у тваринах та машинах” не відображало сферу інтересів кібернетики – сюди добуваються ще процеси, які відбуваються в суспільстві. Спочатку, після виникнення кібернетики, було багато сумнівів: а що ж є предметом досліджень? Чи є в кібернетиці свій предмет досліджень, бо вона береться за різні процеси – технічні, біологічні, економічні. Перший міжнародний конгрес із кібернетики (Париж, 1956 р.) навіть прийняв пропозицію вважати кібернетику не наукою, а “мистецтвом ефективної дії”.

Багато було сказано про кібернетику, в тому числі і відверто ворожого, але на сьогодні – це загально визнана наука, а для нас важливі такі визначення:

Кібернетика – наука про оптимальне управління складними динамічними системами (А. І. Берг);

Кібернетика – наука про системи, які сприймають, зберігають, переробляють та використовують інформацію (А. А. Колмогоров).

Таким чином, предметом кібернетики є дослідження систем, причому природа системи має другорядне значення.

Для системних досліджень кібернетика Вінера дала розвиток таких уявлень:

- типізація моделей;
- виявлення особливого значення зворотних зв'язків;
- визначення принципів оптимальності при управлінні та синтезі систем;
- усвідомлення ролі інформації як загальної властивості матерії та можливості її кількісних оцінок;
- розвиток методології моделювання, особливо за допомогою ЕОМ.

В той же час уже сьогодні стало ясно, що для вінеровської кібернетики характерний деякий техніцизм, сучасна різновидність механіцизму. При оцінці інформаційних процесів часто *якісна сторона* приноситься в жертву кількісній. Крім того:

- принципи оптимальності реалізуються лише в повністю формалізованих задачах;
- моделювання інтелектуальних систем засноване лише на логічних складових процесу мислення, хоча це найважливіше.

З точки зору системних уявлень кібернетика Вінера – важливий етап, на якому виявились як його позитивні сторони, так і явні протиріччя.

Спроби побудови загальної теорії систем.

Загальна теорія систем: це паралельний і незалежний від кібернетики підхід чи розділ кібернетики?

Ідея побудови загальної теорії систем, не залежної від їх природи, була висунута австрійським біологом Л. Бергаланфі (1950 р.). Реалізацію цієї ідеї він бачив у тому, щоб знайти структурну спільність законів, які встановлені в різних науках, та виводити на цій основі загальносистемні закономірності. Одним з основних досягнень Л. Бергаланфі є введення поняття *відкритої системи*.

Н. Вінер розглядав внутрішньосистемні зв'язки, а функціонування систем – як відгук на зовнішні діяння.

Л. Бергаланфі підкреслював особливе значення обміну між системою та зовнішнім середовищем речовиною, енергією та інформацією,

тобто встановлення динамічної рівноваги, яка може бути направлена в сторону ускладнення організації (усупереч другому закону термодинаміки, дякуючи введові інформації зовні). Тоді функціонування – не просто відгук на зміну зовнішніх умов, а збереження старого чи встановлення нової рухомої рівноваги системи. Тут враховуються як кібернетичні ідеї гомеостазису, так і нові моменти, які мають витоки в біології. Однак дуже приваблива ідея побудувати загальну теорію систем як нову логіко-математичну дисципліну надзвичайно важко реалізується. В кінцевому результаті може виявитись, що найбільшу цінність загальної теорії систем буде мати не стільки її математичне оформлення, скільки розробка цілей та задач системних досліджень, розвиток методології аналізу систем, встановлення загальносистемних закономірностей.

Надзвичайно важливий “прорив у незнане” у дослідженні систем здійснили бельгійські вчені, школа І. Пригожина (Пригожин І., Стінгерс І. Порядок из хаоса – М.: Прогресс, 1986). Розвиваючи термодинаміку нерівноважних (неравновесных) фізичних систем (Нобелівська премія, 1977 р.), він зрозумів, що виявлені закономірності відносяться до систем будь-якої природи. Крім заново підтверджених положень:

- ієрархічність рівнів організації систем;
- неможливість зведення до одного закономірностей різних рівнів;
- наявність на кожному рівні організації як детермінованих, так і випадкових процесів і т.д., Пригожин І. запропонував нову оригінальну теорію систематики, головним моментом якої є розкриття механізмів самоорганізації систем. У відповідності з теорією Пригожина матерія не є пасивною субстанцією, для неї присуща спонтанна активність, яка викликана нестійкістю нерівноважних станів, в які рано чи пізно приходиться будь-яка система в результаті взаємодії із зовнішнім середовищем. Важливо, що в такі переломні моменти (“особливі точки”, “точки біфуркації”) принципово неможливо передбачити, чи стане система менше чи більше організованою (“дисипативною” за Пригожиним).

В навчальному посібнику основна увага приділяється використанню методів системного аналізу для створення складних систем управління, в першу чергу комп’ютерно-інтегрованих, об’єктами яких є технічні комплекси або промислові підприємства в цілому. Основними задачами тут є: визначення загальної структури системи; організація необхідної взаємодії між підсистемами і елементами; урахування впливу зовнішнього середовища; оптимізація структури системи; розробка оптимальних алгоритмів функціонування.

Проектування складних систем управління поділяють на дві стадії: макропроекування (зовнішне), коли методами системотехнічного та архітектурного синтезу розв'язуються задачі функціонально-структурного характеру; мікропроекування (внутрішнє), коли розробляються технічні рішення в рамках проекту системи.

Контрольні питання

1. В чому полягає необхідність системних досліджень?
2. Назвіть основні задачі системних досліджень.
3. В чому полягає системність світу?
4. Поясніть рівні системності праці: механізація, автоматизація, кібернетизація.
5. Які основні етапи розвитку системних уявлень?