МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Шушура О.М., Шатохіна Н.К.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

Навчальний посібник

Київ-2019

УДК 004.[021+2+6]
Ш98

Рецензенти:

Бісікало О.В., доктор технічних наук, професор, декан факультету комп'ютерних систем і автоматики Вінницького національного технічного університету

Довбня К.М., доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної математики та теорії систем управління Донецького національного університету імені Василя Стуса

Рекомендовано до друку вченою радою факультету інформаційних технологій Навчально-наукового інституту телекомунікацій та інформатизації
(протокол № 8 від 9 квітня 2019 року)

Шушура О.М., Шатохіна Н.К.

Ш98 Системний аналіз : навч. посіб. / О.М. Шушура, Н.К. Шатохіна. – К. : Редакційно-видавничий центр Державного університету телекомунікацій, 2019. – 63с. : іл.

У навчальному посібнику наведено основні поняття та методи системного аналізу, які використовуються при дослідженні та проектуванні інформаційних систем.

Призначено для студентів спеціальностей галузі 12 «Інформаційні технології».

УДК 004.[021+2+6]

© О.М. Шушура, Н.К. Шатохіна, 2019
© Державний університет телекомунікацій, 2019

ЗМІСТ

Вступ 4
1 ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ 5
1.1 Визначення та властивості систем 5
1.2 Класифікація систем 7
1.3 Види ресурсів у системах 9
1.4 Основи системного підходу 11
Контрольні питання 13
Практичні завдання. 13
2 МЕТОДИ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТА РОЗВ'ЯЗКУ ПРОБЛЕМ 14
2.1 Метод мозкового штурму 14
2.2 Метод Дельфі 17
2.3 Метод синектики 19
2.3 Основні методи розв'язання винахідницьких задач 23
2.4 Типові прийоми усунення технічних протиріч 25
2.5 Алгоритм розв'язку винахідницьких задач 32
Контрольні питання 33
Практичні завдання 33
3 МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ 34
3.1 Морфологічна модель 34
3.2 Методика функціонального моделювання 45
3.3 Методологія IDEF3. 49
3.4 Інформаційне моделювання в стандарті DFD 55
Контрольні питання 61
Практичні завдання 61
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 62

ВСТУП

Системний аналіз, чиї основи є досить давніми, - все ж порівняно молода наука (порівнянна за віком, наприклад, з кібернетикою). Хоча вона і активно розвивається, її визначальні поняття і терміни недостатньо формалізовані (якщо це взагалі можливо здійснити). Системний аналіз застосовується в будь-якій предметній області, включаючи в себе як приватні, так і загальні методи і процедури дослідження. Ця наука, як і будь-яка інша, має на меті дослідження нових зв'язків і відносин об'єктів і явищ. Але, тим не менш, основною проблемою нашої науки є дослідження зв'язків і відносин таким чином, щоб об'єкти, що вивчаються, стали б більш керованими, а «розкритий» в результаті дослідження механізм взаємодії цих об'єктів - найбільш прийнятним для інших об'єктів і явищ. Завдання і принципи системного підходу не залежить від природи об'єктів і явищ.

Даний посібник містить основи теорії систем, моделювання систем та використання нематематичних методів системного аналізу в задачах дослідження та проектування інформаційних систем. До кожного розділу за темою наводиться теоретичний матеріал, який супроводжується прикладами, контрольними запитаннями для самостійного опрацювання, а також надається перелік практичних завдань для самостійного вирішення.

1 ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ

1.1 Визначення та властивості систем

Системний аналіз — це наукова методологія, об’єктом аналізу якої є проблема, незалежно від сфери діяльності, де вона виникла, метою системного аналізу є проект вирішення проблеми.

Системний аналіз у інформаційних технологіях орієнтований на вирішення складних проблем аналізу та створення комп’ютерних, інфокомунікаційних, експертних та інтелектуальних систем.

Система - об'єкт або процес, в якому елементи-учасники пов'язані деякими зв'язками і відносинами для досягнення певної мети.

Підсистема - частина системи з деякими зв'язками і відносинами.

Стан системи - фіксація сукупності доступних системі ресурсів (матеріальних, енергетичних, інформаційних, просторових, тимчасових, людських, організаційних), що визначають її ставлення до очікуваного результату або його образу. Це "фотографія" механізму перетворення вхідних даних системи в вихідні дані.

Мета - образ неіснуючого, але бажаного, з точки зору завдання або проблеми, що розглядається, стану середовища, тобто такого стану, що дозволяє вирішувати проблему при даних ресурсах. Це опис, уявлення деякого найкращого (з точки зору поставленої мети і доступних ресурсів) стану системи.

Приклад. Основні соціально-економічні цілі суспільства: економічне зростання; повна трудова зайнятість населення; економічна ефективність виробництва; стабільний рівень цін; економічна свобода виробників і споживачів; справедливий розподіл ресурсів і благ; соціально-економічна забезпеченість і захищеність; торговий баланс на ринку; справедлива податкова політика.

Завдання - деяка множина вихідних посилок (вхідних даних до завдання), опис мети, визначеної над множиною цих даних, і, може бути, опис можливих стратегій досягнення цієї мети або можливих проміжних станів досліджуваного об'єкта. Вирішити задачу означає визначити чітко ресурси і шляхи досягнення зазначеної мети при вихідних посилках. Рішення завдання - опис, уявлення стану завдання, при якому досягається зазначена мета; рішенням завдання називають і сам процес знаходження цього стану.

Проблема - опис, хоча б змістовне, ситуації, в якій визначені: мета, що досягаються (досяжні, бажані) результати і, можливо, ресурси і стратегія досягнення мети (рішення). Проблема проявляється поведінкою системи.

Опис (специфікація) системи - це ідентифікація її визначальних елементів і підсистем, їх взаємозв'язків, цілей, функцій і ресурсів, тобто опис допустимих станів системи.

Якщо вхідні посилки, мета, умова завдання, рішення або, можливо, навіть саме поняття рішення погано (частково) описуються, формалізуються, то ці завдання називаються такими, що погано формалізуються. Тому при вирішенні таких завдань доводиться розглядати цілий комплекс формалізованих завдань, за допомогою яких можна досліджувати цю погано формалізовану задачу. Складність їх дослідження полягає в необхідності врахування різних, а часто і суперечливих критеріїв визначення, оцінки рішення задачі. Погано формалізуються і погано структуровані проблеми (системи) найбільш часто виникають на стику різних наук, при дослідженні синергетичних процесів і систем.

Субстрат системи - сукупність елементів, з яких складається система.

Структура - все те, що вносить порядок в безліч об'єктів, тобто сукупність зв'язків і відносин між частинами цілого, необхідних для досягнення мети.

Класифікація зв'язків проводиться за ознаками:

1. Форми руху матерій (механічні, електромагнітні)
2. За ступенем детермінізму (невипадкова, випадкова)
3. За силою (сильна, слабка)
4. За напрямком дії (породження, підпорядкування, перетворення, рівноправність)
5. За характером спрямованості (прямі, ненаправлені)
6. За часом дії (короткострокова, довгострокова)
7. За місцем докладання (внутрішньосистемні, міжсистемні)
8. За типом процесів (функціонування, розвиток, управління)

Зв'язки одночасно характеризують і будова (статику) і функціонування (динаміку) системи.

Морфологічний (структурний або топологічний) опис системи - це опис будови або структури системи або опис сукупності A елементів цієї системи і необхідного для досягнення мети набору відносин R між цими елементами системи.

Функціональний опис системи - це опис законів функціонування, еволюції системи, алгоритмів її поведінки, "роботи".

Інформаційний (інформаційно-логічний або інфологічний) опис системи - це опис інформаційних зв'язків як системи з навколишнім середовищем, так і підсистем системи.

Основні ознаки (властивості) системи:

• цілісність, зв'язність або відносна незалежність від середовища і систем (найбільш істотна кількісна характеристика системи). Зі зникненням зв'язності зникає і система, хоча елементи системи і навіть деякі відносини між ними можуть бути збережені;

• наявність підсистем і зв'язків між ними або наявність структури системи (найбільш істотна якісна характеристика системи). Зі зникненням підсистем або зв'язків між ними може зникнути і сама система;

• можливість відокремлення або абстрагування від навколишнього середовища, тобто відносна відокремленість від тих факторів середовища, які в достатній мірі не впливають на досягнення мети;

• зв'язки з навколишнім середовищем з обміну ресурсами;

• підпорядкованість всієї організації системи певній меті (як це, втім, випливає з визначення системи);

• емерджентність або незвідність властивостей системи до властивостей елементів.

Ціле завжди є система, а цілісність завжди притаманна системі, проявляючись в системі у вигляді симетрії, повторюваності (циклічності), адаптованості та саморегуляції, наявності та збереженні інваріантів.

1.2 Класифікація систем

Класифікація систем проводиться за наступними критеріями:

- походження системи;
- характер зв'язків із зовнішнім середовищем;
- за описом змінних;
- тип опису законів функціонування;
- спосіб управління системою;
- складність і розмірність.

За походженням системи ділять на штучні, природні та змішані. Штучні системи створені людиною з певним призначенням. На відміну від штучних, призначення природних систем визначити важно. Деякі автори окремо знаходять ще віртуальні системи.

За характером зв'язків із зовнішнім середовищем системи ділять на відкриті і закриті. Відкриті системи в процесі життєвого циклу обмінюються із зовнішнім середовищем речовиною, енергією та інформацією. У закритих

систем такий обмін відсутній. Для закритих систем характерне зростання ентропії - міри невпорядкованості.

За описом змінних виділяють системи з якісними змінними (мають лише змістовний опис), з кількісними змінними (кількісно описують дискретні або безперервні змінні), змішані.

За типом опису законів функціонування:

1. Системи типу «чорний ящик» (відомий тільки вхід і вихід, закон функціонування ніхто не знає).

2. Не параметризовані системи (закон функціонування не описаний, але відомі деякі його властивості).

3. Параметризовані системи (закон функціонування відомий з точністю до параметрів).

4. Білий ящик (повністю все відомо).

За способом управління системою:

1. Керовані ззовні (системи є об'єктом управління)

2. Керовані з всередині (в системі виділяються пристрої управління і об'єкт управління)

3. Комбіноване (фактично представляють собою систему управління, в якій на об'єкт управління впливає зовнішнє середовище.

Керовані з всередині системи діляться на системи автоматичного регулювання (підтримка значень вихідних змінних на заданому рівні), системи програмного управління (управляючі дії генеруються відповідно до заздалегідь заданого плану, оптимальні системи (керуючий вплив визначається як екстремум одного або декількох критеріїв управління), самоналагоджувальні системи (проводиться підбір параметрів при зміні стану системи або зовнішнього середовища), адаптивні (зміна структури і закону функціонування при зміні середовища).

За розмірності системи ділять на великі і малі.

Система називається великою, якщо її дослідження і моделювання ускладнене через велику розмірність, тобто безліч станів, число елементів занадто велике. Для подолання систему розбивають на підсистеми, залучають більше ресурсів.

За рівнем складності системи ділять на:

1. Складні - система називається складною, якщо в ній не вистачає ресурсів, в першу чергу інформаційних, для ефективного опису та управління системою. Складність може бути зовнішньою і внутрішньою. Зовнішня складність задається взаємозв'язками системи з зовнішнім середовищем. А внутрішня визначається складністю внутрішнього взаємозв'язку системи.

2. Прості.

1.3 Види ресурсів у системах

Існують наступні основні типи ресурсів в природі і в суспільстві. 1. Речовина - найбільш добре вивчений ресурс, який в основному представлений таблицею Д.І. Менделєєва досить повно і поповнюється не так часто. Речовина виступає як відображення сталості матерії в природі, як міра однорідності матерії.

2. Енергія - не в повному обсязі вивчений тип ресурсів, наприклад, ми не володіємо керованою термоядерної реакцією. Енергія виступає як відображення мінливості матерії, переходів з одного виду в інший, як міра необоротності матерії.
3. Інформація - мало вивчений тип ресурсів. Інформація виступає як відображення порядку, структурованості матерії, як міра порядку, самоорганізації матерії (і соціуму). Зараз цим поняттям ми позначаємо деякі повідомлення.

4. Людина - виступає як носій інтелекту вищого рівня і є в економічному, соціальному, гуманітарному сенсі найважливішим і унікальним ресурсом суспільства, розглядається як міра розуму, інтелекту і цілеспрямованого дії, міра соціального початку, вищої форми відображення матерії (свідомості).

5. Організація (або організованість) виступає як форма ресурсів в соціумі, групі, яка визначає його структуру, включаючи інститути людського суспільства, його надбудови, застосовується як міра впорядкованості ресурсів. Організація системи пов'язана з наявністю деяких причинно-наслідкових зв'язків в цій системі. Організація системи може мати різні форми, наприклад, біологічну, інформаційну, екологічну, економічну, соціальну, тимчасову, просторову, і вона визначається причинно-наслідковими зв'язками в матерії і соціумі.

6. Простір - міра довжини матерії (події), розподілу її (його) в навколишньому середовищі.

7. Час - міра оборотності (незворотності) матерії, подій. Час нерозривно пов'язаний зі змінами дійсності.

Можна говорити про різні поля, в які «поміщена» людина, - матеріальному, енергетичному, інформаційному, соціальному, про їх просторові, ресурсні (матерія, енергія, інформація) і тимчасові характеристики.

Приклад. Розглянемо просту задачу - піти вранці на заняття до вузу. Ця часто вирішується студентом завдання має всі аспекти:

1. матеріальний, фізичний аспект - студенту необхідно перемістити деяку масу, наприклад, підручників і зошитів на потрібну відстань;

2. енергетичний аспект - студенту необхідно мати і витратити певну кількість енергії на переміщення;

3. інформаційний аспект - необхідна інформація про маршрут руху і розташування вузу і її потрібно обробляти по шляху свого руху;

4. людський аспект - переміщення, зокрема, пересування на автобусі неможливо без людини, наприклад, без водія автобуса;

5. організаційний аспект - необхідні відповідні транспортні мережі і маршрути, зупинки і т.д.;

6. просторовий аспект - переміщення на певну відстань;

7. тимчасової аспект - на дане переміщення буде витрачено час (за яке відбудуться відповідні незворотні зміни в середовищі, в стосунках, в зв'язках).

Всі типи ресурсів тісно пов'язані і сплетені. Більш того, вони неможливі один без одного, актуалізація одного з них веде до актуалізації іншого. Приклад. При спалюванні дров у печі виділяється теплова енергія, теплова енергія використовується для приготування їжі, їжа використовується для отримання біологічної енергії організму, біологічна енергія використовується для отримання інформації (наприклад, рішення деякої задачі), переміщення в часі і в просторі. Людина і під час сну витрачає свою біологічну енергію на підтримку інформаційних процесів в організмі; більш того, сон - продукт таких процесів.

Соціальна організація і активність людей удосконалює інформаційні ресурси, процеси в суспільстві, останні, в свою чергу, вдосконалюють виробничі відносини. Якщо класичне природознавство пояснює світ виходячи з руху, взаємоперетворення речовини і енергії, то зараз реальний світ, об'єктивна реальність можуть бути пояснені лише з урахуванням супутніх системних, і особливо системно-інформаційних та синергетичних процесів.

Особливий тип мислення - системний, властивий аналітику, який хоче не тільки зрозуміти суть процесу, явища, але і керувати ним. Іноді його ототожнюють з аналітичним мисленням, але це ототожнення не повне. Аналітичним може бути склад розуму, а системний підхід є методологія, заснована на теорії систем.

Предметне (предметно-орієнтоване) мислення - це метод (принцип), за допомогою якого можна цілеспрямовано (як правило, з метою вивчення) виявити і актуалізувати, пізнати причинно-наслідкові зв'язки і закономірності

в ряду приватних і загальних подій і явищ. Часто це методика і технологія дослідження систем.

Системне (системно-орієнтоване) мислення - це метод (принцип), за допомогою якого можна цілеспрямовано (як правило, з метою управління) виявити і актуалізувати, пізнати причинно-наслідкові зв'язки і закономірності в ряду загальних подій.

При системному мисленні сукупність подій, явищ (які можуть складатися з різних складових елементів) актуалізується, досліджується як ціле, як одна організована за загальними правилами подія, явище, поведінку якого можна передбачити, прогнозувати (як правило) без з'ясування не тільки поведінки складових елементів, але і якості і кількості їх самих. Поки не буде зрозуміло, як функціонує або розвивається система як ціле, ніякі знання про її частинах не дадуть повної картини цього розвитку.

Приклад. Відповідно до принципу системного мислення суспільство складається з людей (і, зрозуміло, з громадських інститутів). Кожна людина - також система (фізіологічна, наприклад). У людини, в свою чергу, існують властиві йому як організму системи, наприклад, система кровообігу. Коли люди взаємодіють з іншими людьми, утворюються нові системи - сім'я, етнос і ін. Ця взаємодія може відбуватися на рівні громадських інституцій, окремих людей (наприклад, соціальні взаємодії) і навіть окремих систем кровообігу (наприклад, при прямому переливанні крові).

1.4 Основи системного підходу

Предметний аналітик (предметно-орієнтований або просто аналітик) - людина, професіонал, який вивчає, описує деяку предметну область, проблему відповідно до принципів і методами, технологіями цій галузі. Це не означає «вузьке» розгляд цієї проблеми, хоча подібне часто зустрічається. **Системний (системно-орієнтований) аналітик** - людина, професіонал високого рівня (експерт), що вивчає, описує системи відповідно до принципів системного підходу, аналізу, тобто вивчає проблему комплексно. Йому притаманний особливий склад розуму, що базується на мультизнаннях, досить великий кругозір і досвід, високий рівень інтуїції передбачення, умінні приймати доцільні ресурсозабезпеченні рішення. Його основне завдання - допомогти предметного аналітику прийняти правильне (узгоджується з іншими системами, не "погіршується» їх) рішення при

вирішенні предметних проблем, виявлення і вивчення критеріїв ефективності їх вирішення.

Основні принципи системного підходу.

1. Принцип багатоплановості. Будь-який об'єкт розглядається в декількох аспектах.
2. Кожний об'єкт характеризується сукупністю властивостей, об'єднаних в кластери.
3. Принцип ієрархічності - структура системи має вигляд ієрархії.
4. Принцип різнопорядкових властивостей (властивості можуть залежати від рівня ієрархії, або можуть бути наскрізними).
5. Принцип динамічності - будь-який об'єкт розглядається в розвитку на всіх етапах життєвого циклу.

Призначення системи - декларована здатність реалізовувати на практиці функції, що забезпечують досягнення певної мети. Необхідно відрізняти призначення системи від мети. Призначення бувають плановим і можливим. Зовнішня функція системи проявляється як потреба деякої мета-системи, в якій знаходиться головна система. Подібна потреба називається функціональним запитом.

Для опису системи важливо знати, які вона має субстрат і структуру (будова), функції (роботу) і зв'язку (ресурси) з оточенням. Сукупність елементів і зв'язків між ними дозволяє судити про структуру системи. Будь-яка система має внутрішні стану, внутрішній механізм перетворення вхідних даних у вихідні (внутрішнє опис), а також має зовнішні прояви (зовнішнє опис).

Внутрішній опис дає інформацію про поведінку системи, про відповідність (невідповідність) внутрішньої структури системи цілям, підсистем (елементів) і ресурсів в системі, зовнішній опис - про взаємини з іншими системами, з цілями і ресурсами інших систем.

Зовнішній опис системи визначається її внутрішнім описом. Приклад. Банк є система. Зовнішнє середовище банку - система інвестицій, фінансування, трудових ресурсів, нормативів і т.д. Вхідні впливу - характеристики (параметри) цієї системи. Внутрішні стану системи - характеристики фінансового стану. Вихідні впливу - потоки кредитів, послуг, вкладень і т.д. Функції системи - банківські операції, наприклад, кредитування. Функції системи також залежать від характеру взаємодій системи і зовнішнього середовища. Безліч виконуваних банком (системою) функцій залежать від зовнішніх і внутрішніх функцій, які можуть бути

описані (представлені) деякими числовими і / або нечисловими, наприклад, якісними, характеристиками або характеристиками змішаного, якісно-кількісного характеру.

При системному аналізі об'єктів, процесів, явищ необхідно пройти (в зазначеному порядку) наступні етапи системного аналізу:

1. Виявлення проблеми (завдання).
2. Оцінка актуальності проблеми.
3. Формулювання цілей, їх пріоритетів та проблем дослідження.
4. Визначення та уточнення ресурсів дослідження.
5. Виділення системи (з навколишнього середовища) за допомогою ресурсів.
6. Опис підсистем (розтин їх структури), їх цілісності (зв'язків), елементів (розтин структури системи), аналіз взаємозв'язків підсистем.
7. Побудова (опис, формалізація) структури системи.
8. Встановлення (опис, формалізація) функцій системи і її підсистем.
9. Узгодження цілей системи з цілями підсистем.
10. Аналіз (випробування) цілісності системи.
11. Аналіз та оцінка емерджентність системи.
12. Випробування, верифікація системи (системної моделі), її функціонування.
13. Аналіз зворотних зв'язків в результаті випробувань системи.
14. Уточнення, коригування результатів попередніх пунктів.

Контрольні питання

1. Що таке система?
2. Наведіть властивості системи.
3. Які види систем вам відомі?.
4. Які ресурси використовуються у системах? Наведіть приклади.
5. В чому полягають принципи системного підходу?

Практичні завдання.

1. Наведіть приклади систем кожного виду, розкрийте їх властивості.
2. Покажіть взаємозв’язок видів ресурсів на прикладі систем «університет», «комп’ютер».
3. Поясніть, як будуть застосовуватись принципи системного підходу при розгляді системи «університет» , «комп’ютер».
4. У двовимірному просторі задано множину точок. Знайти параметри кола мінімального радіуса, що проходить через три точки множини.

2 МЕТОДИ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТА РОЗВ'ЯЗКУ ПРОБЛЕМ

2.1 Метод мозкового штурму

Використання методу мозкового штурму показало його безперечну ефективність для творчого вирішення багатьох складних дослідних (і не тільки дослідних) проблем. Він застосовується при розробці управлінських рішень різного класу. Ось чому про цей метод говориться і в підручниках з менеджменту і в спеціальних підручниках з проблем розробки управлінських рішень, і в літературі, присвяченій проблемам дослідження.

Метод мозкового штурму побудований на специфічному поєднанні методології та організації дослідження, роздільному використанні зусиль дослідників-фантазерів і інтуіцивістів і дослідників-аналітиків, системників, скептиків, практиків.

Основною метою мозкового штурму є пошук і формулювання якомога ширшого спектра ідей і рішень досліджуваної проблеми, вихід за межі уявлень, що існують у фахівців вузького профілю або людей, обтяжених минулим досвідом і певним службовим становищем.

Люди різних спеціальностей, з різним практичним досвідом, науковим темпераментом, індивідуальними якостями, як правило, володіють різними методами дослідження. З'єднання, інтеграція цих методів можуть бути дуже корисними у вирішенні складних дослідницьких проблем. У цьому і полягає суть мозкового штурму. Інша його якість - з'єднання логіки та інтуїції, наукової фантазії і скрупульозного розрахунку.

Використання методу мозкового штурму

Мозковий штурм проводиться в два етапи: етап генерації ідей і етап практичного аналізу висунутих ідей.

На кожному етапі робота здійснюється з використанням конкретних принципів, що відображають його призначення й суть, що визначають його ефективність.

Перший етап (генерації ідей) передбачає наступні принципи:

1. Принцип формування групи за здібностями до наукової уяви і розвиненої інтуїції, інтелектуальної розкутості, позитивного скептицизму, за різноманітністю знань і наукових інтересів.

Відбір групи для генерації ідей можна робити за результатами спеціального тестування, яке дозволить виявити і врахувати критерії цього принципу. Крім того, корисно враховувати інші соціально-психологічні

характеристики людини, такі як захопленість, комунікабельність, незалежність.

Все це потрібно для того, щоб створити в групі атмосферу невимушеності, творчості, взаємоприйнятності та взаєморозуміння.

2. Принцип суворого заборони всякої критики. Критика може обмежити політ фантазії, викликати побоювання при висловлюванні ідей, погіршувати соціально-психологічну атмосферу, змушувати аналізувати ідеї, сковувати мислення, переключати увагу і концентрувати його на який-небудь одній ідеї, тим самим зменшуючи їх кількість і різноманітність. Адже головним завданням першого етапу мозкового штурму є пошук якомога більшої кількості різних варіантів вирішення проблеми, шляхів досягнення мети, ідей і думок. І вся робота групи повинна бути спрямована тільки на пошук ідей, а не на їх критику, пояснення, обгрунтування. З цього випливає ще один принцип.

3. Принцип заборони обгрунтування висунутих ідей. На даному етапі потрібно виключити цю природну потребу людського спілкування. Можна пропонувати лише додаткові ідеї, відмінні від уже висловлених. Не можна "приєднуватися до думки" або "розшифровувати" свої або чужі ідеї.

4. Принцип мотивації різноманітних ідей, зняття обмежень за знаннями, досвідом, посадовим статусом, віком, соціальним станом. Можна висловлювати абсолютно нереальні і фантастичні ідеї, більше того, саме це і треба мотивувати в роботі групи.

Така мотивація визначається підбором учасників групи і організацією її роботи. До групи можуть входити фахівці в різних галузях знань, з різним досвідом і науково-практичним статусом. Все це сприяє генерації ідей.

5. Принцип регламенту часу на висунення ідей. Бажано, щоб ідеї висувалися на основі осяяння ("Еврика!"), тому обмежується час на роздуми, щоб виключити можливість "зациклення" на протиріччях, побоюваннях, зняти невпевненість, психологічні комплекси.

На другому етапі мозкового штурму (етапі аналізу) також діє ряд принципів, що відображають призначення і суть цього етапу.

1. Принцип повноти аналізу ідей та їх узагальнення. Жодна висловлена ідея, як би скептично вона жодного оцінювалася спочатку, не повинна виключатися з практичного аналізу. Всі представлені ідеї повинні бути класифіковані та узагальнені. Це допомагає звільнити їх від можливих емоційних моментів, зовнішніх відволікаючих чинників. Саме аналітичне узагальнення ідей іноді дає дуже вдалі результати.

2. Принцип реалізації аналітичного потенціалу. Група повинна складатися з аналітиків, які добре розуміють суть проблеми, цілі і сферу

дослідження. Це повинні бути люди, що володіють почуттям підвищеної відповідальності, терпимістю до чужих ідей, чітким логічним мисленням.

3. Принцип критеріальної чіткості в оцінці та аналізі ідей. Для забезпечення об'єктивності оцінки та аналізу ідей необхідно сформулювати гранично чіткі критерії, якими повинні керуватися всі члени аналітичної групи, а саме: відповідність ідеї мети дослідження, її раціональність, реальність, забезпеченість ресурсами, у тому числі (а іноді і головним чином) ресурсом часу.

4. Принцип додаткової розробки ідеї та її конкретизації. Багато спочатку висловлені ідеї потребують уточнення, конкретизації, доповненні. Вони можуть бути проаналізовані і потім прийняті або виключені з аналізу тільки після відповідного доопрацювання.

5. Принцип позитивізму при аналізі ідей. Можна проводити аналіз на основі різних підходів: негативізму і позитивізму. Перший передбачає установку на критичні оцінки, скептицизм, жорсткість практичних критеріїв, другий - пошук раціонального, позитивного, конструктивного в будь-яких їх проявах.

6. Принцип конструктивізму, що означає, що ідея повинна бути орієнтована на побудову концепції, реальність, прийняття програми дій, здійснення ув'язки з іншими ідеями.

При практичному використанні методу мозкового штурму велике значення має особистість і діяльність ведучого. Адже робота і першої, і другої груп на першому і другому етапі повинна бути відповідним чином організована і врегульована. Ці функції і виконує ведучий. Ведучий може бути один і той же для першої та другої груп, а можуть бути різні. Але і в тому і в іншому випадку провідним має бути людина, що володіє великою творчою активністю, доброзичливістю, глибоким розумінням вирішуваної проблеми, здатністю організовувати і підтримувати інтелектуальний процес.

Доцільність використання методу мозкового штурму визначається оцінкою складності та оригінальності дослідницької проблеми і наявністю фахівців, здатних ефективно брати участь у процесах мозкового штурму. Найчастіше це люди, підібрані за допомогою спеціальних тестів і які пройшли необхідне навчання.

Велике значення в успіху мозкового штурму має постановка і формулювання мети дослідження, а також його предмета - проблеми.

Проблема може бути поставлена або в узагальненому, або в конкретно-практичному вигляді. Можлива постановка проблеми у вигляді проблеми-аналога (антипроблеми), або з суміжної області діяльності, або в "інверсному" формулюванні (зміна, зсув або перестановка акцентів для

порушення звичного мислення, виділення нових граней проблеми, стимулювання творчого її осмислення).

Формулювання проблеми передбачає також і різну ступінь її конкретності. Це може бути також корисним для забезпечення свободи творчого процесу, розкутості мислення.

Вибір форми постановки проблеми і формулювання її змісту залежить від професійного складу групи, її структури залежно від психологічних даних, сформованих або неіснуючих (незнайомі люди) людських відносин, організаційних умов роботи групи, цілей дослідження (перший підхід до проблеми або конкретне її вирішення за попередніми ідеям, фактор часу та ін.).

2.2 Метод Дельфі

Метод Дельфі (інші назви: «Дельфійський метод», «Метод дельфійського оракула») з'явився в 1950-1960 роки в США для дослідження військово-стратегічних і військово-технічних проблем. Розроблено корпорацією RAND, авторами є О. Хелмер, Т. Гордон, Н. Долкім.

Метод Дельфі є методом експертних оцінок. Метод експертних оцінок - метод аналізу та оцінки економічних процесів, вироблення управлінських рішень на основі думки кваліфікованих експертів. Включає генерацію ідей в процесі обговорення, проведеного групою фахівців, і відбору кращого рішення виходячи з експертних оцінок. Метод використовується для експертного прогнозування. Цей метод застосовується при невизначеності значущості факторів.

Метод Дельфі є найбільш формальним з усіх методів експертного прогнозування і найчастіше використовується в технологічному прогнозуванні, дані якого застосовуються потім у плануванні виробництва і збуту продукції.

Метою методу Дельфі є одержання узгодженої максимально достовірної інформації для прийняття правильного рішення з проблем, за якими відчувається брак інформації. Метод дозволяє врахувати незалежну думку з обговорюваного питання всіх учасників групи експертів і прийти до єдиного рішення, послідовно об'єднуючи ідеї, пропозиції і висновки. Даний метод полягає в послідовному здійсненні процедур, спрямованих на формування групової думки з різних питань. Метод Дельфі грунтується на принципі, що стверджує, що незалежні експерти (у більшості випадків незв'язані і навіть не знають один про одного) можуть набагато краще оцінити і передбачити результат, ніж чим спеціально організований

колектив. Виявлення переважаючих суджень за допомогою методу Дельфі дозволяє зблизити точки зору експертів. Разом з тим враховується, що, незважаючи на зближення оцінок, відмінність буде існувати і в кінці опитування.

Метод Дельфі здійснюється в кілька етапів:

Попередній. На цьому етапі формують групу експертів, що складається з фахівців, компетентних в обговорюваному питанні, і організаційну (робочу, аналітичну) групу для збору та узагальнення думок експертів.

Основний. На цьому етапі експертам розсилається питання і пропонується розділити його на підпитання. Організаційна група відбирає найбільш часто зустрічаються, таким чином складається загальний опитувальник, який розсилається експертам. Далі експертам пропонується відповісти на питання: чи можна додати ще щось; чи достатньо інформації; чи є додаткова інформація з питання. У підсумку на основі їх відповідей, де є додаткові аспекти, запит інформації, надана інформація, складається наступний опитувальник, який знову розсилається експертам, для того, щоб вони дали свій варіант вирішення і розглянули найбільш крайні точки зору, висловлені іншими експертами. Експерти повинні оцінити проблему по аспектам: ефективність, забезпеченість ресурсами, якою мірою відповідає початкової постановці завдання. Отже виявляються переважаючі судження експертів, зближуються їх точки зору. Всіх експертів знайомлять з доводами тих, чиї судження сильно відрізняються від думки більшості. Після цього всі експерти можуть змінювати думку, а процедура повторюється до тих пір, поки не досягається узгодженість між експертами, або не встановлюється відсутність єдиної думки з проблеми. При вивченні причини розбіжностей в оцінках експертів виявляються непомічені раніше аспекти проблеми, і фіксується увагу на ймовірні наслідки розвитку аналізованої проблеми або ситуації. Звичайно проводиться три етапи, але якщо думки сильно розходяться - то більше.

Аналітичний. На цьому етапі проводиться перевірка думок експертів, аналіз отриманих висновків, обробка результатів статистичними методами, узагальнюються експертні висновки, розробляються і видаються кінцеві практичні рекомендації з поставленої проблеми.

Особливостями методу Дельфі є анонімність і заочно регульований зворотній зв'язок, багаторівневість, групова відповідь.

Анонімність і заочність процедур, що використовуються в методі Дельфі, забезпечують відсутність впливу найбільш авторитетних учасників опитування на відповіді інших експертів, виключає груповий вплив думки

більшості, дає можливість проводити опитування екстериторіально, за допомогою застосування спеціальних анкет, електронної чи звичайної пошти, забезпечення контактом експертів з ЕОМ.

При проведенні опитування за методом Делфі необхідно дотримуватися кілька умов:

- формулювання анкети повинні бути чіткими та однозначно трактованими, припускати однозначні відповіді;
- поставлені питання повинні допускати можливість вираження відповіді у вигляді числа;
- експерти повинні володіти достатньою інформацією для того, щоб дати оцінку;
- відповідь на кожне питання (оцінка) має бути обґрунтована експертом;
- групи експертів повинні бути стабільними і чисельність їх повинна утримуватися в розсудливих рамках;
- час між турами опитувань повинно бути не більше місяця;
- число турів має бути достатнім, щоб забезпечити всіх учасників можливістю ознайомитися з причиною тієї чи іншої оцінки, а також і для критики цих причин;
- повинен проводитися систематичний відбір експертів;
- необхідно мати самооцінку компетенції експертів з досліджуваних проблем;
- потрібна формула узгодженості оцінок.

2.3 Метод синектики

Синектика - методика психологічної активізації творчості. Вона є подальшим розвитком і вдосконаленням мозкового штурму. Однак якщо звичайний метод мозкового штурму проводиться людьми, не навченими спеціальним творчим прийомам, то синектика передбачає собою метод пошуку ідеї шляхом атаки виниклої проблеми спеціалізованими групами професіоналів з використанням ними різних аналогій і асоціацій.

Термін "синектика" в буквальному перекладі з грецького означає "поєднання різнорідних елементів ". Метод "синектика"був запропонований американським вченим У. Гордоном, який отримав різнобічну підготовку в Гарвардському, Каліфорнійському, Пенсильванському та Бостонському університетах. Роботи в цьому напрямі він почав в 1944 р., аналізуючи діяльність однієї винахідницької групи, що вирізнялася високою продуктивністю, а потім (у 1952-1959 рр..) запропонував свою методику. У

першу групу синектиків, яка була організована в США Дж. Гордоном в 1952 р., входили люди різної кваліфікації та освіти: архітектор, інженер, біолог, дизайнер. Несподівано для всіх ця група зробила багато винаходів.

Навчання синектики, відповідно до тверджень фахівців, можливо тільки на практиці, шляхом участі у роботі вже підготовлених груп синектиків, прослуховування плівок засідань синектичних груп. У 1960 р. В. Дж. Гордон організував фірму "Сінектікс інкорпорейтед", яка бере на навчання групи фахівців з різних фірм і посилає в них своїх співробітників для участі у вирішенні технічних, організаційних та інших проблем. З 1965 р. президентом фірми став Дж.М. Прінс, який вніс низку удосконалень у методику.

"Синектичні групи - групи людей різних спеціальностей, які зустрічаються з метою спроби творчих рішень проблем шляхом необмеженого тренування уяви та об'єднання несумісних елементів". Виходячи із особливості методу, бажано, щоб члени синектичної групи представляли якомога більше сфер діяльності. Синектор - це людина з широким кругозором, яка має, як правило, дві спеціальності (наприклад, лікар - механік). Людина, яка займається різноманітною діяльністю, краще підготовлена для участі в синектичній групі, ніж спеціаліст, який все життя займається однією сферою діяльності. Людей оригінального і незалежного розуму і які мають підприємницьку "жилку" прийнято вважати більш підходящими кандидатами у синектичну групу, ніж тих, у кого ця риса характеру не дуже розвинута. Члени синектичної групи повинні характеризуватися емоційною зрілістю, здатністю до узагальнення, високим рівнем стимуляції, здатністю ризикувати, обов'язковістю. Група повинна складатися із спеціалістів, що знаходяться у нормальних особистих відношеннях, без ворожнечі, неприязні, що нерідко буває у груповій роботі. В процесі роботи кожний член групи повинен сприймати нараду, як змагання і пропонувати задуману ідею у своїй інтерпретації. Незгоди, які виникають під час обговорення, слід, наскільки це можливо, пом'якшувати. Створення синектичної групи, яка складається з 5-7 чоловік, потребує достатньо тривалого часу, приблизно рік. Тому на відміну від групи "мозкової атаки", яка формується на короткостроковій основі, синектична група формується на більш тривалий період. Створені синектичні групи проходять спеціальну підготовку, при цьому більш досвідчені синектори передають свій досвід новачкам.

Головне в методі "синектика"- це використання знань і досвіду кожного члена групи для визначення ідей і можливих шляхів їх реалізації. Спеціалісти - ботаніки намагаються показати, як з аналогічними проблемами

справляється світ рослин, зоологи- світ тварин і т.д. Синектори працюють по певній програмі, яка удосконалюється з часом, як і програма підготовки самих синекторів.

Синектика як метод пошуку ідеї - це, по суті, мозкова атака досліджуваної проблеми спеціалізованими групами професійних фахівців, інженерів, консультантів, експертів з використанням ними різних аналогій і асоціацій.

Теоретичні основи синектики, як і інших методів активізації перебору варіантів, досить нескладні. На думку Гордона, творчий процес можна пізнати і він піддається удосконаленню: треба вивчати записи вирішення завдань, треба регулярно тренуватися на найрізноманітніших задачах. Гордон робить наголос на необхідності попереднього навчання, на використанні спеціальних прийомів, на певній організації процесу рішення.

Застосування синектики у вирішенні інноваційної проблеми включає в себе 4 етапи.

На першому етапі синектори формулюють і уточнюють "проблему, як вона дана". Особливістю цього етапу є те, що, як правило, ніхто із учасників сесії, крім керівника, не посвячений у конкретні умови задачі. Вважається, що передчасне конкретне формулювання задачі утруднює абстрагування, не дає можливості вийти із звичайного ходу мислення.

На другому етапі формулюють "проблему, як її розуміють". Розглядають можливість перетворити незнайому і незвичну проблему у ряд більш звичних задач. Кожний учасник повинен знайти і сформулювати одну із цілей поставленої проблеми. По суті, на цьому етапі проблеми діляться на підпроблеми.

На третьому етапі ведеться генерування ідей. Починається "екскурсія" по різним галузям техніки, живої природи, психології тощо для виявлення того, як аналогічні проблеми розв'язуються в задачах, далеких від поставленої проблеми.

На четвертому етапі проводиться критична оцінка ідей експертами.

Синектичне засідання, яке триває, як правило, декілька годин, складає незначну частину загального часу вирішення поставленої задачі. Решту часу синектори вивчають і обмірковують одержані результати, консультуються зі спеціалістами, експериментують, займаються пошуками кращих способів реалізації рішення.

Глобально синектика включає в себе два базових процеси:

Перетворення незнайомого в знайоме.Перше, що робить людина, якій належить вирішити проблему - намагається її зрозуміти. Цей етап роботи дуже важливий, він дозволяє звести нову ситуацію до вже випробуваним,

відомим. Для початку роботи над проблемою повинні бути висловлені конкретні припущення, хоча в подальшому, в процесі роботи, розуміння проблеми буде змінюватися. Процес перетворення невідомого у відоме веде за собою величезну різноманітність рішень, але вимога новизни - це, як правило, вимога нової точки зору, погляду на проблему. Більшість з проблем не є новими. Сенс у тому, щоб зробити їх новими, створивши тим самим потенціал для виходу на нові рішення

Перетворення незнайомого в знайоме. Перетворити знайоме в незнайоме - означає спотворити, перевернути, змінити повсякденний погляд і реакцію на речі, події. У "відомому світі" предмети завжди мають своє певне місце. У той же час різні люди можуть бачити один і той самий об'єкт під різними кутами зору, несподіваними для інших. Наполягати на розгляді відомого як невідомого - основа творчості.

Синектика виділяє чотири види аналогій: пряма, символічна, фантастична, особиста.

1. При прямій аналогії даний об'єкт порівнюється з більш-менш схожим аналогічним об'єктом в природі або техніці. Наприклад, для удосконалення процесу забарвлення меблів застосування прямої аналогії полягає в тому, щоб розглянути, як пофарбовані мінерали, квіти, птахи і т. ін. або як забарвлюють папір, кіноплівки і т. ін.

2. Символічна аналогія вимагає формулювання фрази, буквально в двох словах, але щоб було відображено суть явища. Наприклад, при вирішенні завдання, пов'язаного з мармуром, знайдено словосполучення "веселкова сталість", так як відшліфований мармур (крім білого) - весь у яскравих візерунках, що нагадують веселку, але всі ці візерунки постійні.

3. При фантастичній аналогії необхідно представити фантастичні засоби або персонажів, які виконують те, що потрібно за умовами задачі. Наприклад, хотілося б, щоб дорога існувала там, де її торкаються колеса автомобіля.

4. Особиста аналогія (емпатія) дозволяє представити себе тим предметом або частиною предмета, про який йде мова в задачі. У прикладі з забарвленням меблів можна уявити себе білою вороною, яка хоче змінити колір. Потрібно в буквальному сенсі входити "в образ" цієї ворони, щоб на собі відчути все, що дістається їй, і що вона відчуває.

Найбільш ефективна робота синектиків в області пошуку ідей нових товарів, у створенні ефективної і незвичайної реклами.

2.3 Основні методи розв’язання винахідницьких задач

Сформульована інженером Альтшуллером теорія розв’язування винахідницьких задач систематизує методи і способи вирішення протиріч, які виникають у процесі пошуку істинно правильного рішення. Для того, щоб створити новий винахід, необхідно розв’язати винахідницьку задачу, яка постає перед нами. Винахідницькими вважають задачі, для розв’язування яких необхідно подолати закладені в них протиріччя. Принциповою особливістю процесу розв’язування винахідницьких задач є необхідність усунення протиріч, але ні в якому випадку не їх примирення, пошук компромісу. В процесі розв’язування винахідницьких задач розрізняють адміністративні, технічні і фізичні протиріччя. Адміністративне протиріччя – це протиріччя, в якому відомо, що треба зробити, але невідомо, як саме. Евристична сила таких протиріч нульова – вона не підказує напрямку, в якому слід шукати розв’язок. Суть технічного протиріччя полягає в тому, що з поліпшенням однієї складової (параметра) технічної системи неодмінно погіршується інша складова (параметр). Правильно сформульоване технічне протиріччя хоча і не дає конкретної відповіді, однак дає змогу визначити напрямок або напрямки пошуку розв’язків.

Фізичне протиріччя – це протиріччя, при якому до однієї і тієї самої складової системи (так званий 23макрорівень технічної системи) ставляться взаємовиключні вимоги. У фізичному протиріччі зіткнення конфліктуючих вимог загострено до крайнощів. Хоча на перший погляд таке протиріччя неможливо розв’язати, але саме в доведенні суперечностей до крайнощів полягає евристична сила міркувань.

Теорія розв’язування винахідницьких задач, методи якої найефективніші з усіх існуючих у світі, є науково обґрунтованою теорією. Методи, використані в ній, можна класифікувати за схемою, поданою на рисунку 2.1.

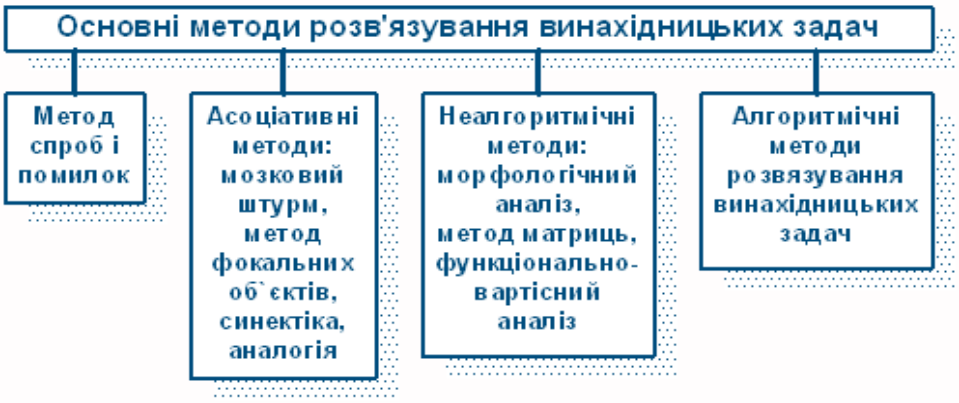


Рис. 2.1 Основні методи розв’язування винахідницьких задач

Категорії винаходів

Винаходи, як наслідок творчого мислення, мають різну значимість, отже, можуть бути певним чином класифіковані. Г.С.Альтшуллер ділить усі винаходи на п’ять рівнів, від першого, найнижчого, який межує з раціоналізаторською пропозицією, до п’ятого, найвищого, який, по суті, є відкриттям.

Перший рівень. Розв’язування не пов’язане з усуненням технічних протиріч і супроводжується найдрібнішими винаходами. Засоби їх розв’язування знаходяться в межах підгалузей. Наприклад, щоб газові балони під час транспортування не падали, їх рекомендують зв’язувати гнучким шнуром. Як бачимо, тут узято готову задачу, для вирішення якої використано готовий спосіб. Задачі першого рівня – конструкторські.

Другий рівень – задачі з технічними протиріччями, які легко усуваються за допомогою способів, відомих щодо застосування у споріднених системах. Змінюється (і то лише частково) один з елементів системи. Розв’язки задач другого рівня – дрібні винаходи. Наприклад, для відокремлення феромагнітних частинок із поверхні постійного магніту в якості очищувального матеріалу запропоновано матеріал з високою в’язкістю.

Третій рівень. Протиріччя і спосіб його подолання знаходяться в межах однієї галузі науки, тобто механічна задача розв’язується із застосуванням способів, відомих у механіці. Повністю змінюється один з елементів системи, частково змінюються інші елементи. Кількість варіантів, які розглядаються в процесі розв’язування, може визначатися сотнями. Як наслідок – винаходи середньої значимості. Наприклад, для зменшення зношування при частому застосуванні поверхні гвинтової пари «гвинт-гайка» усунули тертя. Гвинт і гайку розмістили з постійним зазором. У їх різьбі розмістили обмотки, в яких виникає електромагнітне поле, що забезпечує поступальний рух гайки відносно гвинта. Об’єкт зазнав значних змін порівняно з прототипом. Розв’язування задачі знаходиться в межах однієї галузі науки.

Четвертий рівень. Синтезується нова технічна система. Оскільки дана система не містить спочатку технічних протиріч в явному вигляді, іноді виникає думка, що вона розроблена без їх подолання. Проте суть полягає в тому, що технічні протиріччя містилися в прототипі – старій технічній системі. У задачах четвертого рівня протиріччя усуваються засобами, які виходять за межі галузі науки, до якої вони відносяться (так, механічна задача може бути розв’язана за допомогою способів, відомих у хімії). Наприклад, для контролю спрацювання двигуна пропонується додавати в

мастило люмінофори і за зміною свічення маси (дрібні частинки металу гасять свічення) безперервно контролювати концентрацію частинок металу в мастилі, а отже, ступінь спрацювання двигуна. До цього час від часу бралися проби мастила, і в них визначався вміст металевих частинок. Вихідний спосіб змінено повністю з використанням маловідомого фізичного ефекту.

П'ятий рівень. До нього належать видатні винаходи, які створюють принципово нові технічні системи, нові технології. Винахідницька ситуація уособлює в собі складне переплетення різних галузей. Наприклад, очистка океанів і морів від нафтових та інших забруднень.

Характерною особливістю винаходів п'ятого рівня є відсутність у науці на момент їх створення способів задоволення потреб, які виникають. Саме серед цих найвищих досягнень особливо сильно проявляється взаємопроникнення науки і техніки.

Очевидно, що зусилля творців нової техніки, нових технологій необхідно спрямувати на розробку винаходів вищих рівнів. На сьогодні співвідношення класів зареєстрованих винаходів таке: винаходи п'ятого рівня – 0,3 %, четвертого – 3,7 %, третього – 19 %, а 77 % складають винаходи першого і другого рівнів. Найважче впроваджуються в техніку саме винаходи вищих рівнів.

Співвідношення класів можна побачити на рисунку 2.2

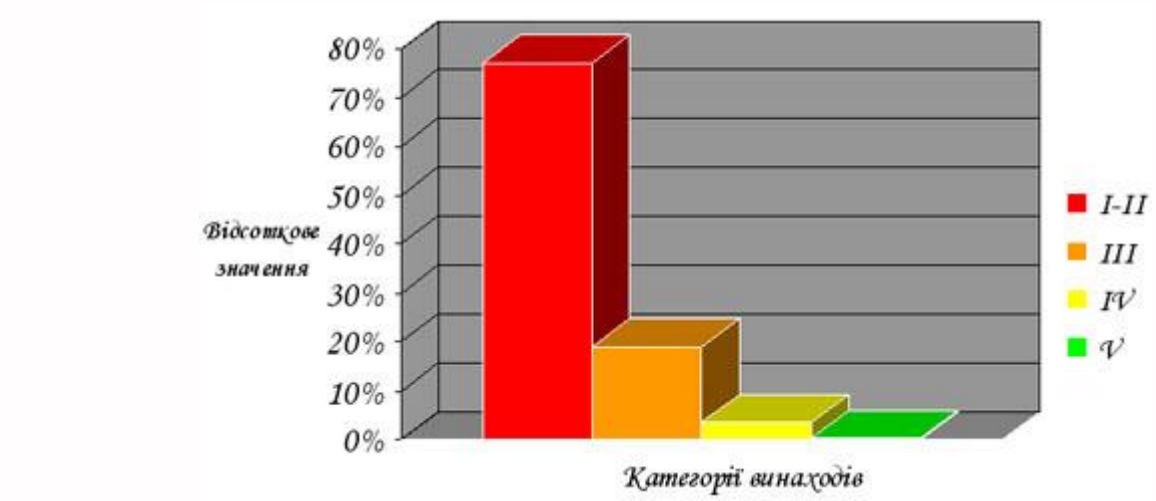


Рис 2.2 Співвідношення класів зареєстрованих винаходів.

2.4 Типові прийоми усунення технічних протиріч

Аналіз великої кількості (понад 40 тис.) винаходів вищого рівня дав можливість виявити й систематизувати прийоми найефективнішого усунення технічних протиріч. Усього їх було виявлено 35. Але при застосуванні на практиці в окремих випадках ці прийоми не спрацьовували або

спрацьовували неефективно. Тому було проаналізовано ще близько 15тис. винаходів і виявлено 5 нових прийомів. На сьогодні ці 40 типових прийомів усунення технічних протиріч систематизовано у вигляді таблиці. Застосування їх дає можливість вибрати такий шлях розв'язування, який, поліпшуючи потрібний параметр, не погіршує (або мінімально погіршує) інші, оскільки не шукає компромісів суперечливих параметрів, а усуває саме протиріччя. Типовий прийом - не готове розв'язування, а лише напрям пошуку [9], [13], [14].

Характеристика прийомів подана у вигляді переліку прийомів.

1. Принцип дроблення Розділити об'єкт на незалежні частини Виконати об'єкт розбірним. Збільшити ступінь дроблення об'єкта. Наприклад, поворотний відрізок газоходу великого перерізу (для котельних агрегатів) з метою рівномірного розподілу газового потоку розділений на кілька рукавів малого перерізу.

2. Принцип винесення Виділити в об'єкті частину (властивість), яка "заважає", або, навпаки, виділити єдину потрібну частину (властивість). На відміну від попереднього прийому, де йде мова про ділення на однакові частини, тут передбачається поділ на різні. Наприклад. щоб при рентгенографії легенів не опромінювати інших органів грудної клітки, на шляху променів ставлять діафрагму, яка відповідає формі легенів.

3. Принцип місцевої якості Перейти від однорідної структури об'єкта (зовнішнього середовища, зовнішнього впливу) до неоднорідної. Різні частини об'єкта повинні виконувати різні функції. Кожна частина об'єкта має перебувати в умовах, що найбільше сприяють її роботі. Наприклад, фільтруюча частина респіратора зроблена з двох пористих оболонок: зовнішньої з більшими порами - для попереднього очищення, та внутрішньої, з дрібними порами - для кінцевого тонкого очищення

4. Принцип асиметрії Перейти від симетричної форми об'єкта до асиметричної. Якщо об'єкт уже асиметричний, збільшити ступінь асиметрії. Наприклад, дугова піч виконана асиметричною, завдяки чому створюються умови для безперервного завантаження шихти

5. Принцип об'єднання З'єднати однорідні або призначені для суміжних операцій об'єкти. Об'єднати в часі однорідні або суміжні операції. 0 У здвоєній ліфтовій установці можна за потреби перевозити предмети, габарити яких перевищують розміри однієї кабіни. Для цього знімається перегородка, і два ліфти працюють як один

6. Принцип універсальності Об'єкт виконує кілька різних функцій, завдяки чому відпадає потреба в інших об'єктах. Ручка портфеля одночасно може бути використана в якості еспандера.

7. Принцип "матрьошки" Один об'єкт розміщений усередині другого об'єкта, який, у свою чергу, міститься всередині третього, і т.д. Один об'єкт проходить крізь порожнину в іншому об'єкті. Наприклад, телескопічна антена.

8. Принцип анти ваги. Компенсувати вагу об'єкта з'єднанням з іншими об'єктами, які мають піднімальну силу. Компенсувати вагу об'єкта взаємодією із середовищем (за рахунок аеродинамічних, гідродинамічних та інших сил). Наприклад, пензлик для малювання з плаваючою ручкою

9. Принцип попереднього напруження Заздалегідь надати об'єкту змін, протилежних неприпустимим або небажаним робочим змінам. У складеному валу труби попередньо закручені в напрямі, зворотному до обертання. Вал удвічі легший, витримує потрібні навантаження.

10. Принцип попереднього (запобіжного) виконання Заздалегідь виконати (повністю чи хоча б частково) потрібну зміну об'єкта. Завчасно розмістити об'єкти так, щоб вони могли вступити в дію без затрат часу на їх доставку і з найзручнішого місця. Наприклад, дерево забарвлюють до того, як воно буде спиляне. Це дає змогу отримати красиве забарвлення внутрішніх шарів деревини.

11. Принцип "заздалегідь підкладеної подушки" У деякі отруйні речовини завчасно - ще при виготовленні - додають ліки - присадки. Наприклад, у лижні черевики швейцарських лижників вмонтовано магніти, що сприяє виявленню зниклих під час снігових лавин.

12. Принцип еквіпотенційності Змінити умови роботи так, щоб не доводилося піднімати чи опускати об'єкт. Наприклад, у машину для перевезення великорозмірних залізобетонних труб трубу не завантажують краном, трубовоз "пролазить" усередину труби, трохи піднімає її домкратами і в такому положенні перевозить

13. Принцип "навпаки" Замість дії, яку вимагає умова задачі, виконати протилежну дію (наприклад, не нагрівати, а охолоджувати). Виконати рухому частину об'єкта (середовища) нерухомою, а нерухому - рухомою. Перевернути об'єкт "догори ногами", вивернути його. Наприклад, у пристрої для тренування плавців плавець залишається на місці - рухається вода.

14. Принцип сфероїдальності Перейти від прямолінійних частин об'єкта до криволінійних, від плоских поверхонь до сферичних, від частин у вигляді куба, паралелепіпеда - до кулястих конструкцій. Використання роликів, кульок, спіралей. Перейти від прямолінійного руху до обертового, використати відцентрову силу. Наприклад, у плузі на роликовому ходу замість ковзних пластин - ролики. Швидкість оранки зростає вдвічі

15. Принцип динамічностіХарактеристики об'єкта (або зовнішнього середовища) повинні змінюватися так, щоб бути оптимальними на кожному етапі роботи. Розділити об'єкт на частини, здатні переміщуватися одна відносно одної. Якщо сам об'єкт нерухомий, зробити його рухомим. Наприклад, літак зі змінною геометрією крила, складний ніж, розкладні меблі.

16. Принцип часткового або надлишкового ефекту Якщо важко отримати 100 % потрібного ефекту, слід отримати "трохи менше" або "трохи більше". Задача при цьому може суттєво спроститися. Наприклад, щоб значно зменшити витрату дорогих реагентів при боротьбі з градом, за допомогою градобійних гармат кристалізують не все градове поле, а лише його крупно-крапельну частину, яка викликає основний процес градоутворення.

17. Принцип переходу в інший вимір Заміна руху об'єкта вздовж лінії рухом у двох вимірах (на площині), рух на площині замінити просторовим (у трьох вимірах). Багатоповерхова (замість одноповерхової) компоновка об'єктів. Використання зворотної сторони даної площини. Використання оптичних потоків, які падають на сусідню площину або на зворотний бік даної. Нахилити об'єкт або покласти його на бік. Наприклад, пристрій для вирівнювання льоду розташовано під автомобілем

18. Використання механічних коливань Привести об'єкт у коливний рух. Якщо такий рух уже здійснюється - збільшити його частоту (аж до ультразвукової). Застосувати замість механічних вібраторів п'єзовібратори. Використовувати ультразвукові коливання в поєднанні з електромагнітними полями. Використати резонансну частоту. Наприклад, застосування ультразвукового зварювання кісток при переломах, при пластичних операціях на кістках, при захворюванні кісток.

19. Принцип періодичної дії Перейти від неперервної дії до періодичної (імпульсної). Якщо дія вже виконується періодично - змінити періодичність. Використати паузи між імпульсами. Наприклад, імпульсна

дощова установка подає воду у вигляді крапель (При безперервному поливанні струмені води руйнують ґрунтовий покрив.)

20. Принцип безперервності корисної дії Вести роботу безперервно (усі частини об'єкта весь час працюють з повним навантаженням). Усунути холості проміжні ходи. Перейти від зворотно-поступального руху до обертального. Наприклад, паяльник із роликом. Застосовується для неперервного паяння по всій довжині виробу.

21. Принцип "проскоку" Подолати шкідливі або небезпечні стадії процесу на великій швидкості. Наприклад, щоб розвантажити лісовоз, доводиться сильно його нахиляти, що важко і небезпечно. Пропонується нахил здійснювати швидко, ривком, за 5-6 с. Тоді навіть при невеликому нахилі штабель колод скочується на борт. Ривок здійснюють, швидко випускаючи воду з цистерн судна-кренувальника

22. Принцип "перетворити шкоду на користь" Використати шкідливі фактори (зокрема, шкідливий вплив середовища) для отримання позитивного ефекту. Усунути шкідливий фактор за рахунок поєднання з іншим шкідливим фактором. Підсилити шкідливий фактор до такої міри, щоб він перестав бути шкідливим. Наприклад, щоб знести вибухом старий будинок, не пошкодивши новий, що стоїть поряд, викопують траншею. Після вибуху вибухова хвиля досягає траншеї, відбивається і гасить сама себе

23. Принцип зворотного зв'язку Ввести зворотний зв'язок. Якщо зворотний зв'язок є - змінити його. Наприклад, рівень пального в карбюраторі регулюється за допомогою закривного клапана, розміщеного на поплавку

24. Принцип "посередника" Використати проміжний об'єкт - перенощик потрібної дії Тимчасово приєднати до об'єкта інший, який легко відокремлюється. Наприклад, щоб виготовити одношаровий алмазний круг, алмазний порошок наносять на тканину, тканину наносять на основу круга. Потім тканину розчиняють в ацетоні

25. Принцип самообслуговування Об'єкт повинен сам себе обслуговувати, виконуючи допоміжні і ремонтні операції. Використати відходи (енергії, речовини). Наприклад, гребля, яка самоущільнюється. Під греблею - шар гравію. Якщо береги посунуться (наприклад, під час землетрусу), клиновидне тіло греблі опуститься вниз, зберігши герметичність

26. Принцип копіювання Замість недоступного, складного, великої вартості, незручного або крихкого об'єкта використати його спрощені й дешеві копії. Замінити об'єкт або систему об'єктів їх оптичними

зображеннями (копіями), використовуючи при цьому зміну масштабу. Якщо використовуються видимі оптичні лінії, перейти до копій інфрачервоних або ультрафіолетових. Наприклад, спосіб обмірювання деревини, яку перевозять на платформах; роблять знімки і проводять обмірювання по знімках. Це набагато пришвидшує операцію

27. Дешева недовговічність замість дорогої довговічності Замінити дорогий об'єкт набором дешевих, поступившись при ньому деякими властивостями (наприклад, довговічністю). Наприклад, одноразові медичні шприци; чорнильна авторучка з набором пластикових ампул з чорнилом.

28. Заміна механічної схеми Замінити механічну систему електричною, оптичною, акустичною або "запаховою". Використати електричні, магнітні й електромагнітні поля для взаємодії з об'єктом. Перейти від нерухомих полів до рухомих, від фіксованих до змінних у часі, від не структурних - до полів з певною структурою. Використати поля в поєднанні з феромагнітними частинками. Наприклад, спосіб виготовлення листового полірованого скла шляхом лиття скломаси на поверхню розплавленого металу. З метою отримання профільного скла поверхні розплавленого металу надають потрібного профілю за допомогою біжучих електромагнітних полів.

29. Використання пневмоконструкцій і гідроконструкцій Замість твердих частин об'єкта використати газоподібні й рідкі: надувні й гідронаповнені, повітряну подушку, гідростатичні й гідро-реактивні. Наприклад, в автомобілях використовуються надувні амортизатори, які спрацьовують в аварійних ситуаціях, значно пом'якшуючи удар водія; іншим прикладом є рятувальні жилети, які автоматично надуваються при попаданні у воду [д. 10, а].

30. Використання гнучких оболонок і тонких плівок Замість об'ємних конструкцій використати гнучкі оболонки і тонкі плівки. Ізолювати об'єкт від зовнішнього середовища за допомогою гнучких оболонок і тонких плівок. Наприклад, цистерна з гнучкими пере городками.

31. Застосування пористих матеріалів Зробити об'єкт пористим або використати додаткові пористі елементи (вставки, покриття і т.д.). Якщо об'єкт пористий, попередньо заповнити пори певною речовиною. Наприклад, щоб уникнути відкладання твердих і в'язких частинок на стінках посудини, її стінки зроблені пористими і через них пропускають іншу рідину, яка змиває частинки зі стінок

32. Принцип зміни забарвлення Змінити забарвлення об'єкта або зовнішнього середовища. Змінити ступінь прозорості об'єкта або зовнішнього середовища. Для спостереження за об'єктами або процесами, які погано видно, використовувати добавки-барвники. Якщо такі добавки вже застосовуються, використовувати мічені атоми або люмінофори. Наприклад, пов'язка, виготовлена з прозорого матеріалу. Це дає змогу спостерігати за процесом заживання рани, не знімаючи пов'язки

33. Принцип однорідності Об'єкти, що взаємодіють з даним об'єктом, повинні бути зроблені з того самого матеріалу (або з близькими за властивостями). Наприклад, стержень, який передає роз плавленому металу ультразвукові коливання поступово руйнується. Щоб частинки стержня не забруднювали металу, стержень роблять з того самого матеріалу

34. Принцип відкидання або регенерації частин Частина об'єкта, що виконала своє призначення або стала непотрібною, повинна бути відкинута (розчинена, випарена і т.п.) або видозмінена в процесі роботи. Витратні частини об'єкта повинні бути відновлені безпосередньо в процесі роботи. Наприклад, у Швеції почали випуск пластикових пляшок, з матеріалу, який розкладається під дією сонячного проміння і кислот, що містяться в ґрунті

35. Зміна фізико-хімічних параметрів об'єкта Змінити агрегатний стан об'єкта. Змінити концентрацію або консистенцію. Змінити ступінь гнучкості. Змінити температуру, об'єм. Наприклад, спосіб дугового зварювання, при якому в якості електрода використовують струмінь рідкого металу, що подається електромагнітним насосом

36. Застосування фазових переходів Використати явища, що виникають при фазових переходах, наприклад, зміна об'єму, виділення або поглинання тепла. Для полірування оптичного скла, виготовляють суспензію з води і полірувального порошку і заморожують у формі, яку має поверхня, що полірується

37. Застосування термічного розширення Використати термічне розширення (або стискання) матеріалів. Якщо термічне розширення вже використовується, застосувати кілька матеріалів з різними коефіцієнтами термічного розширення. Наприклад, запропоновано дах парників виготовляти із шарнірно закріплених пустотілих труб, усередині яких знаходиться рідина, що легко розширюється. При зміні температури змінюється центр ваги труб, завдяки чому труби самі піднімаються й опускаються. Можна використати біметалеві пластини, закріплені на даху парника.

38. Застосування сильних окислювачів Замінити звичайне повітря збагаченим. Замінити збагачене повітря киснем. Впливати на повітря або кисень іонізуючим випромінюванням. Використати озонований кисень. Замінити озонований (або іонізований) кисень озоном. Наприклад, для посилення дії бактерій в очисних водоймах через стічні води продувають повітря

39. Зміна ступеня інертності середовища Замінити звичайне середовище нейтральним (інертним). Увести в об'єкт нейтральні частини, добавки тощо. Здійснювати процес у вакуумі. Наприклад, спосіб запобігання загоряння бавовни в сховищі характеризується тим, що для підвищення надійності зберігання її піддають обробці інертним газом, під час транспортування до місця зберігання.

40. Застосування композитних матеріалів Перейти від однорідних матеріалів до композитних. Наприклад, нанесення зображення за допомогою магнітного чорнила (суміш фарби та феромагнітного порошку), на яке впливає магнітне поле.

2.5 Алгоритм розв’язку винахідницьких задач

Використовуючи типові прийоми усунення технічних протиріч, можна розв'язати будь-яку винахідницьку задачу, але виникає проблема перебору 40 можливих варіантів. У простих задачах ці прийоми можна застосовувати безпосередньо, проте такий варіант можливий лише у очевидних випадках. Складніші задачі треба розв'язувати за алгоритмом розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ). Послідовність пошуку нових технічних розв'язків має вигляд:

1. Сформулювати задачу з виявом адміністративного протиріччя.

2. Вказати склад (структуру) технічної системи - усі основні елементи, які входять в умову задачі. Якщо є ускладнення у визначенні (чи належить даний елемент системі), треба чітко визначати головну функцію системи. Якщо головна функція системи може бути виконана без даного елемента, то він не входить до складу технічної системи.

3. Вказати недоліки технічної системи (у чому особливість задачі, який з елементів чи яка властивість заважає розв'язанню задачі) - мінімалізація задачі.

4. Виявити змінний елемент (той, який легко змінюється, або вимоги до якого поки що не визначені).

5. Сформулювати технічне протиріччя відносно змінюваного елемента. Структура запису технічного протиріччя: об'єкт повинен мати одну властивість, щоб задовольняти першій вимозі, і повинен мати протилежну властивість, щоб задовольняти другій вимозі.

6. Розв'язати технічне протиріччя за допомогою одного з типових прийомів усунення протиріч. Для конкретизації розв'язування іноді треба сформулювати і розв'язати технічне протиріччя на фізичному рівні (фізичне протиріччя).

Контрольні питання

1. В чому полягають принципи проведення мозкового штурму?
2. Як відбувається прийняття рішень методом Делфі?
3. Назвіть вимоги до формування команди синектиків.
4. Яким чином відбувається процес розв’язку винахідницьких задач?

Практичні завдання

1. Розгляньте за допомогою мозкового штурму обрання моделі автомобіля.
2. За допомогою метода Дельфі вирішіть задачу обрання домашнього комп’ютера.
3. Підберіть зі складу своїх знайомих команду синектиків.
4. Розв’яжіть за допомогою теорії розв’язку винахідницьких задач завдання ремонту побутового приладу підручними засобами зі свого

3 МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

3.1 Морфологічна модель

При формальному описі систем використовуються спеціальні засоби і методики, що дозволяють створити однозначно трактуються моделі систем. Моделювання систем включає створення морфологічної, функціональної та інформаційної моделей.

Морфологічна модель містить:

– модель кордону системи;

– модель зовнішнього середовища;

– модель входів;

– модель виходів;

– модель складу системи;

– модель структури системи.

Опис системи починається з подання чорного ящика. Виділяються кордони системи, її входи і виходи. Описується зовнішнє середовище системи. Зовнішнє середовище - це сукупність всіх об'єктів поза границею системи, зміна властивостей яких впливає на систему, а також тих об'єктів, чиї властивості міняються в результаті функціонування системи.

Якість середовища як об'єкта дослідження характеризується наступними основними властивостями:

- складністю, що описується числом і розмаїттям факторів, які значимо впливають на систему;
- взаємозв'язком факторів, що характеризується силою з якою зміна одного фактора впливає на зміну іншого;
- рухливістю, яка вимірюється відносною швидкістю зміни властивостей середовища;
- невизначеністю, яка вимірюється відносною кількістю інформації про середовище і ступінь впевненості в її вірогідності.

При побудові моделі середовища з усієї безлічі об'єктів, що знаходяться поза границею системи, виділяють найбільш значимі з погляду активності взаємодії із системою через входи і виходи. Таку сукупність об'єктів середовища називають актуальним середовищем. Число відносин реальної системи з зовнішнім середовищем дуже велике (практично нескінченне). Це відноситься як до факторів зовнішнього середовища, що виступають як входи системи, так і до факторів впливу системи на зовнішнє середовище, що виступають як виходи системи. При побудові моделі

системи дослідник відбирає з цієї множини тільки деяке кінцеве число факторів, які включається в список входів і виходів. Критерієм вибору служить цільове призначення моделі, значимість того або іншого зв'язку стосовно мети.

Рівень формалізації може бути підвищений шляхом застосування для опису входів і виходів математичних конструкцій типу множин або векторів.

Побудова змістовної моделі системи на практиці є досить непростою задачею. Конкретний вид моделі "склад системи" буде залежати: від цілей моделювання, ступеня компетентності дослідника; рівня інформованості дослідника; необхідної глибини поділу системи на складові частини, тощо. Наприклад, модель складу підприємства може бути представлена у виді сукупності цехів, кожний з яких включає дільниці, на яких працюють бригади, а бригада складається з визначеної кількості робітників. У такій моделі складу основним неподільним елементом системи є людина (робітник), а інші підсистеми ієрархічно зв'язані одна з одною (бригада входить до складу дільниці, дільниця до складу цеху, цех до складу підприємства). Цех у цій моделі системи "підприємство" виступає як підсистема першого рівня, дільниця – підсистема другого рівня, бригада – підсистема третього рівня, робітник – елемент підсистем. У іншому випадку модель склад системи "підприємство" може включати: активи (необоротні активи, оборотні активи, витрати майбутніх періодів), пасиви (власний капітал, забезпечення майбутніх витрат, довгострокові зобов’язання, поточні зобов’язання, доходи майбутніх періодів). При побудові моделі "склад системи" виникає питання, що вже розглядався при побудові моделі "чорний ящик". Це питання про границі системи. Модель "склад системи" повинна відповісти на нього більш виразно, ніж модель "чорний ящик". Для формалізації складу системи може бути використана алгебра множин.

Структура системи – сукупність стійких зв’язків компонентів системи, яка забезпечує її цілісність, тобто збереження основних властивостей при різноманітних зовнішніх впливах і внутрішніх змінах. Реальне число зв'язків між будь-якими системами або їхніми елементами на стільки велике, що може вважатися нескінченним. Але при побудові пізнавальних і прагматичних моделей систем для досягнення намічених цілей використовуються ті зв'язки, вплив яких або можна оцінити, або наявність яких забезпечує необхідний рівень адекватності моделей. В силу цього, модель "структура системи" будується разом з моделлю "склад системи". Самостійну роль може відігравати етап вивчення різних структур, їхніх переваг і недоліків у контексті з елементним складом системи. У цьому випадку не акцентується увага на сутностях елементів, між якими

установлюються відносини. Якщо в якості елементів (складових) розглядаються функції системи, то ми будемо мати справу з функціональною структурою; якщо елементи – це джерела інформації, то матимемо інформаційну структуру, якщо елементи - посадові особи підприємства, то маємо управлінську структуру тощо. Часто "структуру" зв'язують із графічним відображенням. Кожна система може бути представлена різними структурами в залежності від стадії пізнання об'єкта або процесу і розгляду, цілей створення або дослідження. Наприклад, для такого системного об'єкта, як підприємство, можуть бути виділені структури підрозділів, структура персоналу, структура балансу, структура фінансів, структура інформаційної системи тощо.

При описі структури системи можуть використовуватися такі компоненти:

– лінійна структура (наприклад, конвеєр, лінія метро);

– деревоподібна структура (наприклад, виробничий процес);

– матрична структура (наприклад, робота співробітників у відділі);

– мережева структура (відбивається вигляді мережевого графіка, наприклад, послідовність виконання робіт);

– кільцева структура (наприклад, трамвайний маршрут).

У моделях структури системи часто використовуються ієрархії. Ієрархії - певний вид деревовидної структури системи. Вони бувають домінантними (елементи нижнього рівня підпорядковуються елементам верхнього рівня) і холархіямі (існує підпорядкування не тільки по схемі «верх-низ», а й «низ-верх»). Домінантні системи бувають повними (присутні всі зв'язки підпорядкування) і неповними (частина зв'язків підпорядкування відсутні).

Матрична форма опису структури системи базується на методології гра фоаналітичного представлення складної системи. Основою цього представлення є гіперкомплексна матриця. Під гіперкоплексністю розуміється властивість системи, яка полягає в тім, що її субстратний склад представляє набір різнорідних і різнофункціональних елементів, що мають ієрархічну структуру. При описі системи за допомогою гіперкомплексної матриці виконують наступну послідовність процедур.

1. Визначається гіперкомплексність досліджуваної системи, тобто її ієрархічна структура: число ієрархічних рівнів і число елементів на кожному рівні.

2. Встановлюється наявність і напрямок взаємозв'язків між рівнями й елементами системи на кожному рівні.

3. Формується вихідна матриця, умовна довжина сторін якої визначається гіперкомплексністю досліджуваної системи.

4. Сторона квадрата (матриці) розбивається на частини, кількість яких залежить від кількості елементів на вищому ієрархічному рівні системи.

5. Отримані квадрати на головній діагоналі вихідної матриці також розбиваються на частини, що відповідають кількості елементів на наступному рівні. Процес ієрархічної розбивки продовжується доти, поки всі рівні будуть враховані. У такий спосіб на головній діагоналі матриці представлена ієрархічна модель складу розглянутої системи.

6. Наступною процедурою є формування моделі структури системи шляхом установлення формалізованих відносин між елементами одного рівня і відносинами між рівнями. Ця модель відображається зв'язками між елементами і рівнями за схемою моделі "чорного ящика", де для кожного елемента системи відображаються входи і виходи. Входи і виходи системи - це фізичні або інформаційні потоки, які система і її підсистеми перетворюють у відповідності зі своїм призначенням. Методика формування моделі структури наступна. Зв'язки показуються тільки між елементами одного рівня. Осередок верхньої відносно головної діагоналі частини матриці відображає зв'язки між і-м елементом даного рівня і (і + 1)-м елементом того ж рівня (і = 1, 2,..., n) за правилом: вихід з і-го елемента є входом у (і + 1)-й елемент

Лінійна організаційна структура являє собою систему управління, в якій кожний підлеглий підпорядкований тільки одному керівнику і в кожному підрозділі виконується весь комплекс робіт, пов’язаних з його управлінням. Схематично ця структура подана на рисунку 3.1.

Переваги лінійної оргструктури:

- чіткість і простота взаємодії (неможливість отримання підлеглим суперечливих розпоряджень та вказівок);
- відповідальність кожного за виконання свого завдання (надійний контроль та дисципліна);
- оперативність у прийнятті рішень;
- особиста відповідальність керівника за кінцеві результати діяльності свого підрозділу;
- економічність (за умови невеликих розмірів організації).

Рис. 3.1. Принципова схема лінійної організаційної структури

Недоліки лінійної оргструктури:

- необхідність високої кваліфікації керівників;
- перевантаження інформацією, великий потік документації, безліч контактів з підлеглими, вищими та суміжними організаціями;
- зростання числа рівнів управління при збільшенні розмірів організації;
- відсутність спеціалістів з окремих функцій управління;
- обмеження ініціативи у робітників на нижчих рівнях.

Лінійно-штабна організаційна структура. При лінійних керівниках створюються штаби (див. рис. 3.2), до складу яких включають фахівців з різних видів діяльності, які спеціалізуються на виконанні певних управлінських функцій.

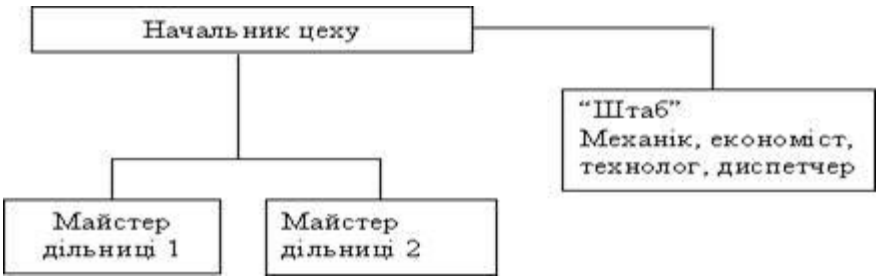


Рис. 3.2 Принципова схема лінійно-штабної організаційної структури

Всі виконавці підпорядковуються безпосередньо лінійним керівникам, вони не мають права приймати управлінські рішення, тільки сприяють розробці необхідних положень в межах конкретної функції управління.

Функціональна організаційна структура ґрунтується на принципі спеціалізації організаційних і управлінських структур за функціональною ознакою. Керівники спеціалізуються на окремих управлінських функціях, які виконуються відповідними спеціалістами (див. рис. 3.3).

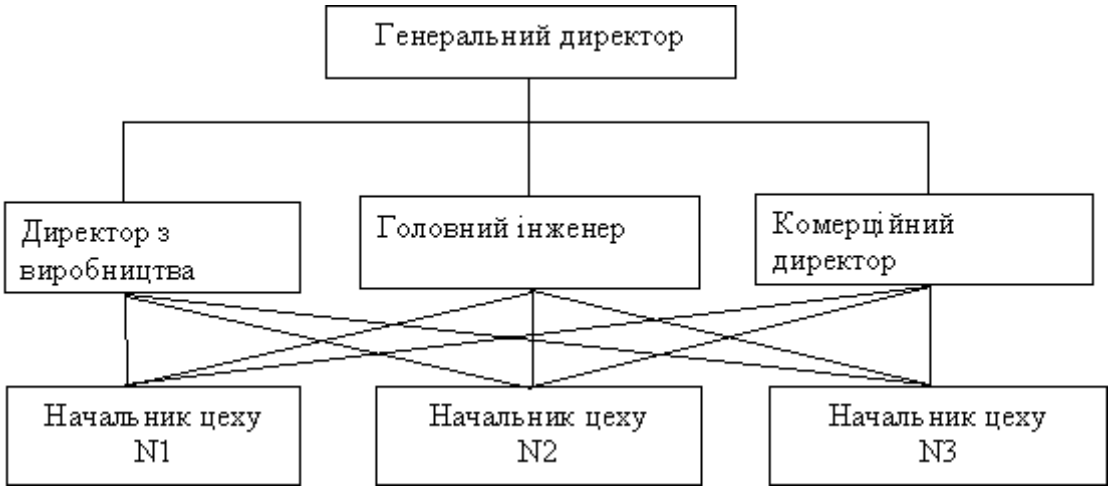


Рис. 3.3. Принципова схема функціональної організаційної структури

Функціональну структуру доцільно використовувати за великої кількості спеціалізованих робіт в організації.

Переваги функціональної оргструктури:

- спеціалізація діяльності функціональних керівників;
- скорочення часу проходження інформації;
- розширення можливостей лінійних керівників в оперативному керівництві;
- відсутність дублювання лінійних і функціональних взаємозв'язків;
- розвантаження вищого керівництва.

Недоліки функціональної оргструктури:

- можливість отримання суперечливих вказівок;
- довга процедура прийняття рішень;

- порушення принципу єдиноначальності;
- складність контролю;
- недостатня гнучкість.

Лінійно-функціональна організаційна структура являє собою комбінацію лінійної та функціональної структур (див. рис. 3.4). В такій структурі лінійні ланки приймають рішення, а функціональні підрозділи допомагають готувати різні рішення, заходи, плани для прийняття управлінських рішень

Рис. 3.4. Принципова схема лінійно-функціональної організаційної структури

Лінійно-функціональні структури доцільно застосовувати на підприємствах, які функціонують у стабільних зовнішніх умовах, з масовим типом виробництва, зі стабільним асортиментом продукції та несхильних впроваджувати інноваційні процеси у своїй діяльності.

Переваги лінійно-функціональної структури:

- поєднує переваги лінійних та функціональних структур;
- оперативне прийняття рішень;
- персональна відповідальність кожного керівника за результати діяльності;
- забезпечує відносно швидке здійснення управлінських рішень завдяки своїй ієрархічності;
- професійне вирішення завдань спеціалістами функціональних служб.
- Недоліки лінійно-функціональної структури:
- складність регулювання відношень лінійних і функціональних керівників;

- в умовах реорганізації збільшується потік інформації, який спричиняє перевантаження керівників;
- дублювання управлінських функцій;
- розпорошення відповідальності;
- надходження недостовірної інформації від функціональних керівників до лінійних;
- опір здійсненню організаційних змін.

Дивізіональна організаційна структура. Створюється в тих випадках, коли відбувається зростання підприємства, ускладнюються технологічні процеси, відбувається диверсифікація виробництва відповідно до змін зовнішнього середовища. Тобто навколо певного виробництва формується організаційний підрозділ з автономією у здійсненні своєї повсякденної операційної діяльності (див. рис. 3.5).

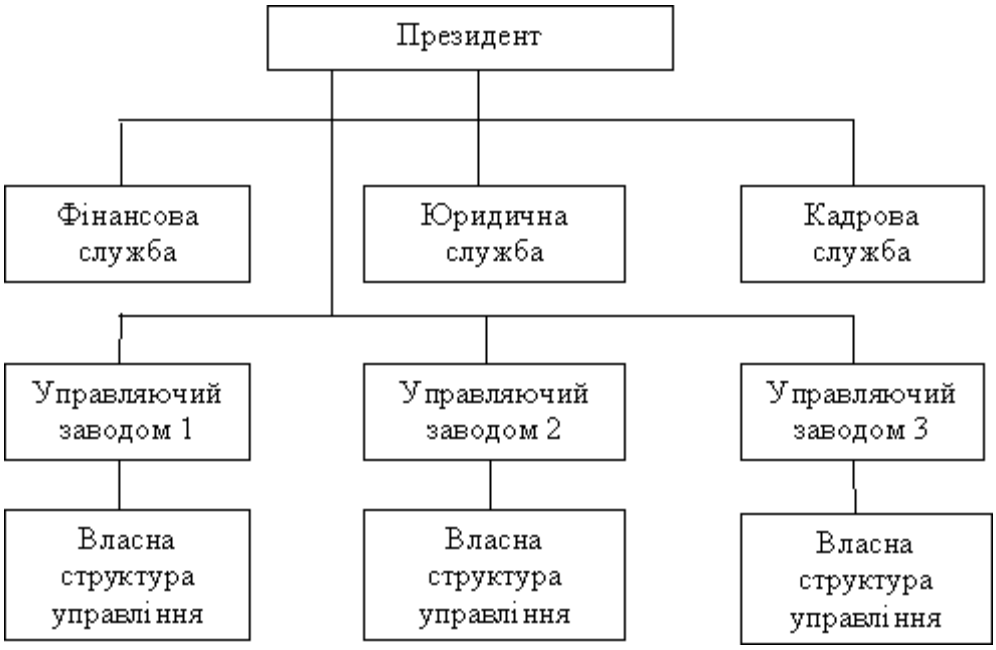


Рис. 3.5. Принципова схема дивізіональної організаційної структури

Переваги дивізіональної оргструктури:

- забезпечує управління багатопрофільним підприємством із загальною кількістю працівників до 100 тисяч і територіально віддаленими підрозділами;
- невтручання в оперативну діяльність виробничих підрозділів;

- можливість для вищого керівництва зосередитись на вирішенні стратегічних проблем;
- підвищення якості рішень, що приймаються (завдяки наближенню до місця виникнення проблеми);
- гнучкість до змін у зовнішньому середовищі;
- тісний взаємозв'язок виробництва зі службовцями;
- внутрішньофірмова конкуренція.

Недоліки дивізіональної оргструктури:

- дублювання функцій управління на рівні підрозділів;
- розбіжність інтересів центру і дивізіонів;
- складність контролю з центру за порушеннями на місцях;
- збільшення витрат на утримання апарату управління.

Матрична організаційна структура є тимчасовою оргструктурою, яка створюється для вирішення конкретного завдання. В такій структурі крім звичайних функціональних підрозділів, які функціонують постійно, формуються так звані проектні групи як тимчасові колективи, які після завершення проекту розпускаються (див. рис. 3.6).

Рис. 3.6 Принципова схема матричної організаційної структури

Матричний тип структури використовується фірмами, продукція яких має відносно короткий життєвий цикл і часто змінюється, тобто фірмами, яким необхідно мати добру маневреність у питаннях виробництва та стратегії.

Переваги матричної структури:

- високий ступінь адаптації до змін у середовищі;
- можливість одночасного впровадження різних типів стратегічної ініціативи;
- значна активізація діяльності керівників і працівників управлінського персоналу;
- можливість прийняття керівником проекту швидких креативних рішень;
- забезпечення гнучкості та оперативності маневрування ресурсами при виконанні кількох програм в межах однієї фірми;
- гнучке та ефективне використання персоналу організації, спеціальних знань і компетентності співробітників;
- скорочення строків створення нової техніки та технології, зменшення вартості робіт, підвищення якості створених технічних систем.

Недоліки матричної структури:

- обмежена сфера застосування;
- виникнення конфліктів на підставі “боротьби за владу” між функціональними керівниками і керівниками проектів;
- переваги кар’єрного зростання у співробітників проектного напрямку перед функціональними;
- високі вимоги до кваліфікації всіх членів проектних груп;
- необхідність постійного контролю керівника організації за співвідношенням поділу ресурсів;
- громіздкість та складність комунікаційного процесу.

Конгломератна структура не є сталою та впорядкованою, на підприємстві використовуються різні типи структур у різних підрозділах. У цьому випадку організація набуває форми, яка найкраще вирішує конкретну ситуацію. Конгломерат зазвичай складається із штаб-квартири, що здійснює загальне керівництво, й багатьох оперативно самостійних філій, які юридично зареєстровані. Штаб-квартира розробляє загальнокорпоративну стратегію, веде спільну бухгалтерію, здійснює фінансове планування і контроль, надає допомогу філіям, але не втручається в їхнє оперативне управління й дозволяє мати ту організаційну структуру, яка є для них найефективнішою.

Така структура дуже популярна серед підприємців в наукомістких галузях, де потрібно швидко переходити на нові види продукції та швидко припиняти виробництво застарілої.

Переваги:

- високий рівень децентралізації влади;
- можливість швидкої диверсифікації з мінімальним порушенням існуючих у конгломераті зв'язків;
- наявність мінімальної залежності між фірмами, що входять до складу конгломерату.
- Недоліки:
- проблематичність дотримання загального іміджу в умовах достатньої стратегічної свободи;
- автономія підрозділів може блокувати досягнення вигод стратегічного поєднання.

Проектно-цільові організаційні структури управління формуються під час роботи над організаційними проектами (наприклад, здійснення модернізації виробництва, освоєння випуску нової продукції тощо). Для управління проектом створюється проектна команда, визначаються цілі проекту, формується структура, планується та організується виконання роботи, здійснюється координація дій виконавців. Керівник проекту має повноваження щодо формулювання концепції проекту, розподілу завдань між учасниками проектної команди, визначення пріоритетів та розподілу ресурсів. Після завершення проекту організаційна структура розпадається, а працівники повертаються на свою постійну роботу.

До переваг проектно-цільової організаційної структури слід віднести її велику гнучкість. Недоліками такої організаційної структури є те, що за наявності великої кількості проектів має місце розпорошення ресурсів та суттєво ускладнюється підтримання виробничого та науково-технічного потенціалу організації як єдиного цілого.

В умовах ускладнення та постійної зміни зовнішнього середовища набувають поширення ***мережні організаційні структури управління***. Їх поділяють на три групи: внутрішні, стабільні та динамічні мережі.

Внутрішні мережі передбачають застосування всередині організації принципу вільного підприємництва, коли відносини між підрозділами будуються на основі ринкових цін. Крім того, підрозділи можуть продавати свою продукцію й зовнішнім організаціям. Наприклад, у виробничо-

торгівельній фірмі виробничий підрозділ пропонує свою продукцію відділам реалізації фірми (за ринковими або наближеними до них цінами) та зовнішнім оптовим покупцям (за ринковими цінами).

Стабільні мережі передбачають передачу частини робіт підрядникам або субпідрядникам, які не є підрозділами певної організації. Наприклад, автомобільна компанія BMV близько 50% своїх сумарних виробничих витрат несе у зв'язку з оплатою послуг зовнішніх підрядників. На своїх же підприємствах вона концентрує зусилля на виконання ключових етапів автомобілебудування. Така форма співпраці надає компанії конкурентні переваги за рахунок вузької спеціалізації її підрядників.

Динамічні мережі набули поширення у деяких видах бізнесу, наприклад, у виробництві електроніки, одягу, видавничій справі тощо. З метою досягнення поставлених цілей головна компанія залучає зовнішніх незалежних розробників, виробників, дистриб'юторів, постачальників тощо. Головними конкурентними перевагами цієї головної компанії є пропозиція ринку унікально втілених ідей, швидка реакція на зміни зовнішнього середовища та наявність професійного менеджменту. Динамічні мережі характеризуються досить високим ризиком несанкціонованого використання розроблених ними технологій третіми особами.

3.2 Методика функціонального моделювання

Функціональна модель описує процес функціонування системи. Для її складання часто застосовують методику IDEF.

Методологію IDEF0 можна вважати наступним етапом розвитку добре відомого графічного мови опису функціональних систем SADT (Structured Analysis and Design Teqnique). Історично IDEF0 як стандарт був розроблений в 1981 році в рамках великої програми автоматизації промислових підприємств, яка носила позначення ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing). Сімейство стандартів IDEF успадкувало своє позначення від назви цієї програми (IDEF = Icam DEFinition), і остання його редакція була випущена в грудні 1993 року Національним Інститутом за Стандартами та Технологій США (NIST).

Метою методики є побудова функціональної схеми досліджуваної системи, яка описує всі необхідні процеси з точністю, достатньою для однозначного моделювання діяльності системи.

В основі методології лежать чотири основні поняття: функціональний блок, інтерфейсна дуга, декомпозиція, глосарій.

Функціональний блок (Activity Box) являє собою деяку конкретну функцію в рамках даної системи. За вимогами стандарту назва кожного функціонального блоку має бути сформульовано в глагольном способі (наприклад, "виробляти послуги"). На діаграмі функціональний блок зображується прямокутником (див. рис. 3.7). Кожна з чотирьох сторін функціонального блоку має своє певне значення (роль), при цьому:

• верхня сторона має значення "Управління" (Control);
• ліва сторона має значення "Вхід" (Input);
• права сторона має значення "Вихід" (Output);
• нижня сторона має значення "Механізм" (Mechanism).

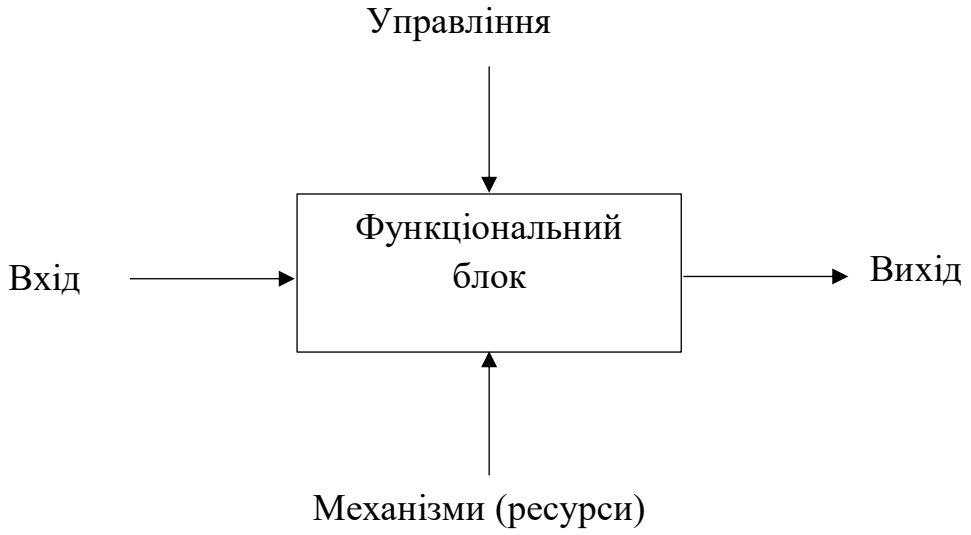


Рис. 3.7. Функціональний блок

Інтерфейсна дуга (Arrow) відображає елемент системи, який обробляється функціональним блоком або надає інший вплив на функцію, представлену даними функціональним блоком. Інтерфейсні дуги часто називають потоками або стрілками. За допомогою інтерфейсних дуг відображають різні об'єкти, в тій чи іншій мірі визначають процеси, що відбуваються в системі. Такими об'єктами можуть бути елементи реального світу (деталі, вагони, співробітники і т.д.) або потоки даних і інформації (документи, дані, інструкції і т.д.).

Залежно від того, до якої з сторін функціонального блоку підходить дана інтерфейсна дуга, вона носить назву "входить", "вихідної" або "керуючої".

Необхідно відзначити, що будь-який функціональний блок за вимогами стандарту повинен мати, принаймні, одну керуючу интерфейсную дугу і одну вихідну. Це і зрозуміло - кожен процес повинен відбуватися за якимись правилами (що відображається керуючої дугою) і повинен видавати деякий результат (що виходить дуга), інакше його розгляд не має ніякого сенсу.

Обов'язкова наявність керуючих інтерфейсних дуг є одним з головних відмінностей стандарту IDEF0 від інших методологій класів DFD (Data Flow Diagram) і WFD (Work Flow Diagram).

Декомпозиція (Decomposition) є основним поняттям стандарту IDEF0. Принцип декомпозиції застосовується при розбитті складного процесу на складові його функції. При цьому рівень деталізації процесу визначається безпосередньо розробником моделі.

Декомпозиція дозволяє поступово і структуровано представляти модель системи у вигляді ієрархічної структури окремих діаграм, що робить її менш перевантаженою і легко засвоюваній.

Останнім з понять IDEF0 є глосарій (Glossary). Для кожного з елементів IDEF0 - діаграм, функціональних блоків, інтерфейсних дуг - існуючий стандарт має на увазі створення і підтримку набору відповідних визначень, ключових слів, оповідних викладів і т.д., які характеризують об'єкт, відображений даними елементом. Цей набір називається глосарієм і є описом суті даного елемента. Глосарій гармонійно доповнює наочний графічний мову, забезпечуючи діаграми необхідної додатковою інформацією.

Модель IDEF0 завжди починається з представлення системи як єдиного цілого - одного функціонального блоку з інтерфейсними дугами, що тягнуться за межі даної області. Така діаграма з одним функціональним блоком називається контекстної діаграмою. У пояснювальному тексті до контекстної діаграмі повинна бути вказана мета (Purpose) побудови діаграми у вигляді короткого опису і зафіксована точка зору (Viewpoint). Визначення та формалізація мети розробки IDEF0-моделі є вкрай важливим моментом. Фактично мета визначає відповідні області в досліджуваній системі, на яких необхідно фокусуватися в першу чергу.

Точка зору визначає основний напрямок розвитку моделі та рівень необхідної деталізації. Чітке фіксування точки зору дозволяє розвантажити модель, відмовившись від деталізації і дослідження окремих елементів, які не є необхідними, виходячи з обраної точки зору на систему. Правильний вибір точки зору істотно скорочує тимчасові витрати на побудову кінцевої моделі.

У процесі декомпозиції функціональний блок, який в контекстної діаграмі відображає систему як єдине ціле, піддається деталізації на іншій

діаграмі. Отримана діаграма другого рівня містить функціональні блоки, що відображають головні подфункции функціонального блоку контекстної діаграми, і називається дочірньої (Child Diagram) по відношенню до нього (кожен з функціональних блоків, що належать дочірній діаграмі, відповідно називається дочірнім блоком - Child Box). У свою чергу, функціональний блок - предок називається батьківським блоком по відношенню до дочірньої діаграмі (Parent Box), а діаграма, до якої він належить - батьківської діаграмою (Parent Diagram). Кожна з подфункций дочірньої діаграми може бути далі деталізована шляхом аналогічної декомпозиції відповідного їй функціонального блоку. У кожному разі декомпозиції функціонального блоку все інтерфейсні дуги, що входять у цей блок або виходять з нього, фіксуються на дочірньої діаграмі. Цим досягається структурна цілісність IDEF0-моделі.

Іноді окремі інтерфейсні дуги вищого рівня не має сенсу продовжувати розглядати на діаграмах нижнього рівня, або навпаки - окремі дуги нижньої відображати на діаграмах більш високих рівнів - це буде тільки перевантажувати діаграми і робити їх складними для сприйняття. Для вирішення подібних завдань в стандарті IDEF0 передбачено поняття тунелювання. Позначення "тунелю" (Arrow Tunnel) у вигляді двох круглих дужок навколо початку інтерфейсної дуги позначає, що ця дуга була успадкована від функціонального батьківського блоку і з'явилася (з "тунелю") тільки на цій діаграмі. У свою чергу, таке ж позначення навколо кінця (стрілки) інтерфейсної дуги в безпосередній близькості від блоку-приймача означає той факт, що в дочірньої по відношенню до цього блоку діаграмі ця дуга відображатися і розглядатися не буде. Найчастіше буває, що окремі об'єкти і відповідні їм інтерфейсні дуги не розглядаються на деяких проміжних рівнях ієрархії, - в такому разі вони спочатку "занурюються в тунель", а потім при необхідності "повертаються з тунелю".

Зазвичай IDEF0-моделі несуть в собі складну і концентровану інформацію, і для того, щоб обмежити їх перевантаженість і зробити легким для читання, в стандарті прийняті відповідні обмеження складності.

Рекомендується представляти на діаграмі від трьох до шести функціональних блоків, при цьому кількість відповідних до одного функціонального блоку (що виходять з одного функціонального блоку) інтерфейсних дуг передбачається не більше чотирьох.

Стандарт IDEF0 містить набір процедур, що дозволяють розробляти і погоджувати модель великою групою людей, що належать до різних областей діяльності, що моделюється. Зазвичай процес розробки є ітеративним і складається з наступних умовних етапів:

• Створення моделі групою фахівців, що відносяться до різних сфер діяльності підприємства. Ця група в термінах IDEF0 називається авторами (Authors). Побудова первинної моделі є динамічним процесом, протягом якого автори опитують компетентних осіб про структуру різних процесів, створюючи моделі діяльності підрозділів. При цьому їх цікавлять відповіді на наступні питання:

Що надходить до підрозділу "на вході"?

- Які функції і в якій послідовності виконуються в рамках підрозділу?
- Хто є відповідальним за виконання кожної з функцій?
- Чим керується виконавець при виконанні кожної з функцій?
- Що є результатом роботи підрозділу (на виході)?

На основі наявних положень, документів і результатів опитувань створюється чернетку (Model Draft) моделі.

• Поширення чернетки для розгляду, погоджень і коментарів. На цій стадії відбувається обговорення чернетки моделі з широким колом компетентних осіб (в термінах IDEF0 - читачів) на підприємстві. При цьому кожна з діаграм чорновий моделі письмово критикується і коментується, а потім передається автору. Автор, в свою чергу, також письмово погоджується з критикою або відкидає її з викладом логіки прийняття рішення і знову повертає відкоригований чернетку для подальшого розгляду. Цей цикл триває до тих пір, поки автори і читачі не прийдуть до єдиної думки.

• Офіційне затвердження моделі. Затвердження узгодженої моделі відбувається керівником робочої групи в тому випадку, якщо у авторів моделі і читачів відсутні розбіжності з приводу її адекватності. Остаточна модель являє собою узгоджене уявлення про підприємство (системі) з заданої точки зору і для заданої мети.

Наочність графічного мови IDEF0 робить модель цілком читається і для осіб, які не брали участі в проекті її створення, а також ефективної для проведення показів і презентацій. Надалі на базі побудованої моделі можуть бути організовані нові проекти, націлені на виконання змін в моделі.

3.3 Методологія IDEF3.

З метою деталізації функціональних моделей, розроблених у стандарті IDEF0, використовують методологію IDEF3.

IDEF3 є стандартом документування технологічних процесів, що відбуваються на підприємстві, і надає інструментарій для наочного дослідження і моделювання їх сценаріїв. Сценарієм (Scenario) називається опис послідовності змін властивостей об'єкта в рамках даного процесу (наприклад, опис послідовності етапів обробки деталі в цеху і зміна її властивостей після проходження кожного етапу). Виконання кожного сценарію супроводжується відповідним документообігом, який складається з двох основних потоків: документів, що визначають структуру і послідовність процесу (технологічні карти, стандарти і т.д.), і документів, що відображають хід його виконання (результати тестів і експертиз, звіти про брак, і т.д.). Для ефективного управління будь-яким процесом, необхідно мати детальне уявлення про його сценарії і структурі супутнього документообігу.

Засоби документування та моделювання IDEF3 дозволяють виконувати наступні завдання:

1.Документувати дані про технології процесу.

2.Визначати і аналізувати точки впливу потоків супутнього документообігу на сценарій технологічних процесів.

3.Визначати ситуації, в яких потрібно прийняття рішення, що впливає на життєвий цикл процесу, наприклад, зміна конструктивних, технологічних або експлуатаційних властивостей кінцевого продукту.

Існують два типи діаграм в стандарті IDEF3, що представляють опис одного і того ж сценарію технологічного процесу в різних ракурсах. Діаграми, що відносяться до першого типу, називаються діаграмами потокового опису процесу (Process Flow Description Diagrams, PFDD), а до другого - діаграмами мережі зміни станів об'єктів (Object State Transition Network, OSTN).

Діаграма PFDD є графічним відображенням сценарію. Прямокутники на діаграмі PFDD називаються функціональними елементами або елементами поведінки (Unit of Behavior, UOB) (У BPwin використовується термін "Одиниця роботи" (Unit of Work - UOW).) і позначають подію, стадію процесу або прийняття рішення. Кожен UOB має своє ім'я, що відображається в дієслівному вигляді і унікальний номер. Цей номер не використовується знову навіть в тому випадку, якщо в процесі побудови моделі дія видаляється. У діаграммахIDEF3 номер дії, отриманий в результаті декомпозиції, зазвичай передує номером його батька.

Істотні взаємини між діями зображуються за допомогою зв'язків. Все зв'язку вIDEF3 є односпрямованим, і хоча стрілка може починатися або закінчуватися на будь-якій стороні блоку, що позначає дію, діаграми IDEF3 зазвичай організовуються зліва направо таким чином, що стрілки починаються на правій і закінчуються на лівій стороні блоків.

Зображення стрілки	Назва	Опис
	Часове передування (Temporal precedence)	Початкова дія повинна завершитися, перш ніж кінцева дія зможе початися
	Потоки об’єктів (Object Flow)	Вихід вихідного дії є входом кінцевої дії (об’єкт - результат виконання першої дії подається на вхід другої дії. При цьому вихідна дія повинна завершитися, перш ніж кінцева дія зможе початися.
	Стрілка нечіткого відношення (Relational Link)	Вид взаємодії між вихідним і кінцевим діями задається аналітиком окремо для кожного випадку використання такого відношення

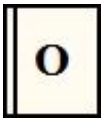
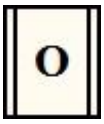
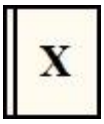
Зв'язок типу "часове передування" показує, що початкова дія має повністю завершитися, перш ніж почнеться виконання кінцевої дії.

Зв'язок типу "об'єктний потік" використовується в тому випадку, коли деякий об'єкт, який є результатом виконання вихідної дії, є необхідним для виконання кінцевої дії. Позначення такого зв'язку відрізняється від зв'язку часового передування подвійною стрілкою. Найменування потокових зв'язків повинні чітко ідентифікувати об'єкт, який передається з їх допомогою.

Зв'язок типу "нечітке відношення" використовується для виділення відношень між діями, які неможливо описати з використанням зв'язків передування або об'єктних зв'язків. Зазвичай ці зв'язки вказують, що між об'єктами існують деякі відносини, але на момент опису процесу вони не визначені.

Перехрестя (Junction) використовуються для відображення логіки взаємодії стрілок (потоків) при злитті і розгалуженні або для відображення

множини подій, які можуть або повинні бути завершені перед початком наступної роботи. Розрізняють перехрестя для злиття (Fan-in Junction) і перехрестя для розгалуження (Fan-out Junction) стрілок. Перехрестя не може використовуватися одночасно для злиття і для розгалуження. При внесенні перехрестя в діаграму необхідно вказати тип перехрестя.

Позначення	**Назва**	**Сенс в разі злиття стрілок (Fan-in Junction)**	**Сенс в разі розгалуження стрілок (Fan-out Junction)**
	Асинхронне «І» (Asynchronous AND)	Всі попередні процеси повинні бути завершені	Всі наступні процеси повинні бути запущені
	Синхронне «І» (Synchronous AND)	Всі попередні процеси завершені одночасно	Всі наступні процеси запускаються одночасно
	Асинхронне «АБО» (Asynchronous OR)	Один або кілька попередніх процесів повинні бути завершені	Один або кілька наступних процесів повинні бути запущені
	Синхронне «АБО» (Synchronous OR)	Один або кілька попередніх процесів завершені одночасно	Один або кілька наступних процесів запускаються одночасно
	Що виключає «АБО» XOR (Exclusive OR)	Тільки один попередній процес завершено	Тільки один наступний процес запускається

Всі перехрестя в PFDD діаграмі нумеруються, кожен номер має префікс "J".

Описи процесів можуть складатися з декількох сценаріїв і містити як діаграми PFDD, так і OSTN. Для позначення відносин і зв'язків між UOB різних рівнів PFDD і OSTN діаграм і різних сценаріїв в IDEF3 використовуються спеціальні посилання (Referents).

Посилання можуть використовуватися:

- для звернення до раніше певного функціонального модулю UOB без повторення його опису;

- для передачі управління або індикації наявності циклічних дій при виконанні процесу;

- організації зв'язку між діаграмами опису процесу PFDD і OSTN діаграмами.

Відповідно, виділяють наступні типи посилань:

GOTO - циклічний перехід (в повторюваній послідовності UOW), можливо, на поточній діаграмі, але не обов'язково. Якщо всі UOW циклу присутні на поточній діаграмі, цикл може також зображуватися стрілкою, що повертається на стартову UOW. GOTO може посилатися на перехрестя.

UOB - екземпляр іншого, раніше визначеного UOB, виконується в певній точці. Наприклад, UOB "Контроль якості" може бути використаний в процесі "Виготовлення редуктора" кілька разів, після кожної одиничної операції.

SCENARIO - назва сценарію. Це посилання означає, що повинна бути проведена активізація всіх декомпозицій зазначеного сценарію.

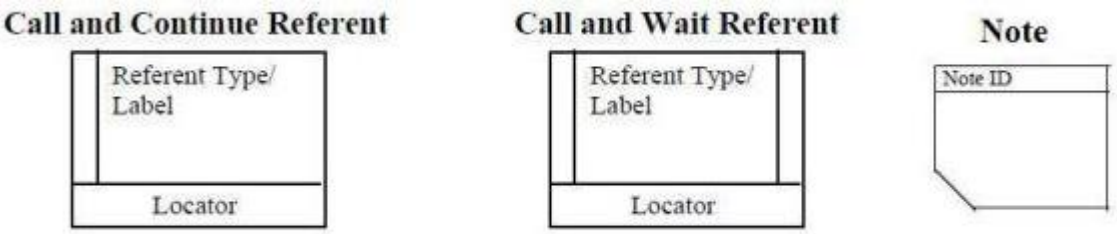
TS (Transition Schematic) - перехід на схему. Це посилання на відповідну діаграму, т. Е. Процес, на який посилаються, слід буде почати.

NOTE (примітка) використовується для документування інформації, що відноситься до будь-яких графічних об'єктів на діаграмі. Елемент «примітка» може використовуватися як в діаграмах опису процесу, так і об'єктних діаграмах OSTN. Цей елемент може бути застосований до функціонального елементу UOW, перехрестя, зв'язку, об'єкту або посиланням.

В BPwin використовуються трохи інші посилання.

Методологія IDEF3 визначає два види посилань за способом запуску. Посилання "Викликати і продовжити" (Call and Continue Referent) вказує, що елемент, вказаний на посиланні, повинен бути активізований до завершення виконання дії модулем, до якої відноситься посилання. Посилання "Викликати і чекати" (Call and Wait Referent), вказує, що елемент, вказаний на посиланні, повинен почати і закінчити виконання дії до завершення дії модулем, до якого відноситься посилання.

Графічні позначення посилань



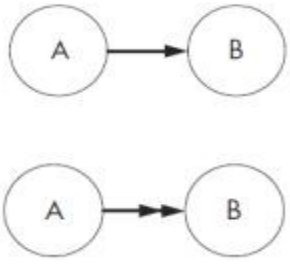
В основному полі символу посилання вказується її тип (Referent Type) "UOB", "SCENARIO", "TS" або "GOTO" і через дріб "Label" - унікальне найменування блоку, сценарію, схеми або функції вузла, на який вказує посилання. В поле "Locator" вказується унікальний ідентифікатор елемента, зазначеного в посиланні.

Якщо діаграми PFDD описують технологічний процес "з точки зору спостерігача", то інший клас діаграм OSTN - діаграми мережі зміни станів об'єктів (не підтримуються в BPwin) дозволяє рас розглядати той же самий процес "з точки зору об'єкта". З її допомогою можна графічно представити, як одні види об'єктів перетворюються в інші або змінюють свій стан під час виконання даного процесу.

На OSTN стану об'єктів зображуються колами з ім'ям об'єкта всередині, а зміни станів - сполучними лініями. Стани об'єкта описується фактами і обмеженнями, які повинні виконуватися, щоб об'єкт знаходився в даному стані. Вимоги для переходу об'єкта в заданий стан визначаються умовами входу. Умови виходу говорять про ситуацію, в якій об'єкт виходить із заданого стану. Ці обмеження описуються в списку властивостей. Зв'язки переходів станів задають можливі способи зміни станів об'єктів.

Для зображення послідовностей переходів об'єктів з одного виду в інший і зображення переходу одного і того ж об'єкта з одного стану в інший в діаграмах OSTN використовуються зв'язку переходів (Transition Links), які бувають слабкими (Weak Transition Link) і сильними (Strong Transition Link). Слабкі зв'язку переходів зображуються суцільними одинарними стрілками і показують, що об'єкту виду B передує об'єкт виду A або що станом B деякого об'єкту передує його стан A.

Сильні зв'язки переходів зображуються подвійними односпрямованим стрілками і підкреслюють, що об'єкту виду B повинен передувати об'єкт виду A або що стан B об'єкта можна досягти тільки зі стану A.



У діаграмах OSTN використовуються ті ж види посилань, що і в діаграмах PFDD. Виняток становить лише посилання типу GOTO, яка використовується тільки в діаграмах потокових процесів PFDD. Посилання можуть ставитися як до символу об'єкта, так і до зв'язку переходу. Відповідно, вони інтерпретуються як дії, які необхідно здійснювати для підтримання об'єкта в даному виді або стані, або як дії, які необхідні для перетворення виду або стану об'єкта. Так як процеси підтримання об'єкта в певному стані і його перетворення можуть бути складними, то допускається використання декількох посилань до будь-якого елементу OSTN діаграми.

На діаграмах OSTN можуть використовуватися перехрестя. Перехрестя зображується маленьким колом, всередині якого міститься умовне позначення логічної функції, яка реалізується перехрестям. Як логічних функцій можуть використовуватися І (&), АБО (О) і виключаючи Або (Х). Як і на діаграмах PFDD, вузли переходу можуть означати злиття і розгалуження. Але на діаграмах OSTN перехрестя не діляться на асинхронні і синхронні.

3.4 Інформаційне моделювання в стандарті DFD

Стандарт опису бізнес-процесів DFD - Data Flow Diagram перекладається як діаграма потоків даних і використовується для опису процесів верхнього рівня і для опису реально існуючих в організації потоків даних.

Як і в IDEF0, основу методології DFD становить графічна мова опису процесів. Авторами однією з перших графічних нотацій DFD (1979 г.) стали Ед Йордан (Yourdon) і Том де Марко (DeMarko).

В даний час найбільш поширеною є нотація Гейне-Сарсона (Gane-Sarson).

Модель системи в нотації DFD представляє собою сукупність ієрархічно впорядкованих і взаємопов'язаних діаграм. Кожна діаграма є одиницею опису системи і розташовується на окремому аркуші. Модель системи містить контекстну діаграму і діаграми декомпозиції.

Принципи побудови функціональної моделі за допомогою DFD аналогічні принципам методології IDEF0. Спочатку будується контекстна діаграма, де відображаються зв'язки системи із зовнішнім оточенням. Надалі

виконується декомпозиція основних процесів і підсистем з побудовою ієрархії діаграм.

Згідно DFD джерела інформації (зовнішні сутності) породжують інформаційні потоки (потоки даних), які переносять інформацію до підсистем або процесів. Ті в свою чергу перетворюють інформацію і породжують нові потоки, які переносять інформацію до інших процесів або підсистем, накопичувачів даних або зовнішнім сутностей - споживачам інформації.

При побудові діаграм розрізняють елементи графічної нотації, представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Основі елементи діаграм DFD

Найменування	Нотація Йордана	Нотація Гейна-Сарсона
Потік даних	имя	имя
Процес (система, підсистема)	имя номер	номер имя
Накопичувач даних	имя	но- мер имя
Зовнішня сутність	имя	имя

Потік даних визначає інформацію (матеріальний об'єкт), передану через деяке з'єднання від джерела до приймача. Реальний потік даних може бути інформацією, переданої по кабелю між двома пристроями, що пересилаються поштою листами, магнітними стрічками або дискетами, які переносяться з одного комп'ютера на інший і т. д.

Кожен потік даних має ім'я, що відбиває його зміст. Напрямок стрілки показує напрямок потоку даних. Іноді інформація може рухатися в одному

напрямку, оброблятися і повертатися назад в її джерело. Така ситуація може моделюватися або двома різними потоками, або одним - двонаправленим.

На діаграмах IDEF0 потоки даних відповідають входам і виходам, але на відміну від IDEF0 стрілки потоків на DFD можуть відображатися такими, що входять і виходять з будь-якої грані зовнішньої сутності, процесу або накопичувача даних.

Процес (в IDEF0 - функція, робота) являє собою перетворення вхідних потоків даних у вихідні відповідно до певного алгоритму.

Кожен процес повинен мати ім'я у вигляді пропозиції з дієсловом у формі (обчислити, розрахувати, перевірити, визначити, створити, отримати), за яким слідують іменники в знахідному відмінку, наприклад:

- «Ввести відомості про клієнтів»;

- «Розрахувати допустиму швидкість»;

- «Сформувати відомість дозволених швидкостей»

Номер процесу служить для його ідентифікації і ставиться з урахуванням декомпозиції. На відміну від IDEF0 вкладеність процесів позначається через точку (наприклад, в IDEF0 - «236», в DFD - «2.3.6»).

Перетворення інформації може показуватися як з точки зору процесів, так і з точки зору систем і підсистем. Якщо замість імені процесу «Розрахувати допустиму швидкість» написати «Підсистема розрахунку швидкостей», тоді цей блок на діаграмі варто розглядати, як підсистему.

Накопичувач (сховище) даних являє собою абстрактний пристрій для зберігання інформації, яку можна в будь-який момент помістити в накопичувач і через деякий час витягнути, причому способи приміщення і вилучення можуть бути будь-якими.

Накопичувач даних може бути реалізований фізично у вигляді ящика в картотеці, області в оперативній пам'яті, файлу на магнітному носії і т.д.

Накопичувачу обов'язково має даватися унікальне ім'я і номер в межах всієї моделі (всього набору діаграм). Ім'я накопичувача вибирається з міркування найбільшої інформативності для розробника. Наприклад, якщо в якості накопичувачів виступають таблиці проектованої бази даних, тоді як імена накопичувачів рекомендується використовувати імена таблиць. Таким

чином, накопичувач даних може являти собою всю базу даних цілком, сукупність таблиць або окрему таблицю. Таке уявлення накопичувачів в подальшому полегшить побудову інформаційної моделі системи.

Зовнішня сутність (термінатор) являє собою матеріальний об'єкт або фізичну особу, що виступають як джерело або приймач інформації (наприклад, замовники, персонал, програма, склад, інструкція). Визначення деякого об'єкту, суб'єкта або системи в якості зовнішньої суті вказує на те, що вона знаходиться за межами кордонів проектованої інформаційної системи. У зв'язку з цим зовнішні сутності, як правило, відображаються тільки на контекстній діаграмі DFD. У процесі аналізу і проектування деякі зовнішні сутності можуть бути перенесені на діаграми декомпозиції, якщо це необхідно, або, навпаки, частина процесів (підсистем) може бути представлена як зовнішня сутність.

Правила та рекомендації побудови моделі DFD в основному збігаються з прийнятими в IDEF0.

За аналогією з IDEF0 у кожного процесу (підсистеми) на діаграмі потоків даних повинен бути як мінімум один вхідний і один вихідний потік. Процес повинен запускатися на виконання або через оброблюваний, або через керуючий потік даних. Робота кожного процесу повинна завершуватися конкретним результатом.

Кожен накопичувач даних також повинен мати як мінімум один вхідний і один вихідний потік. Наявність тільки вхідних потоків в накопичувач означає, що інформація накопичується, але не використовується.

Наявність тільки виходних потоків з накопичувача також є помилкою. Перш ніж використовувати дані з накопичувача, вони повинні там з'явитися в результаті роботи будь-якого процесу (підсистеми, зовнішньої сутності). Винятком з правил вважається випадок, коли накопичувач є зовнішньою сутністю. Тоді допускається наявність або тільки вхідних стрілок, або тільки вихідних стрілок.

Приклад контекстної діаграми представлено на рисунку 3.8

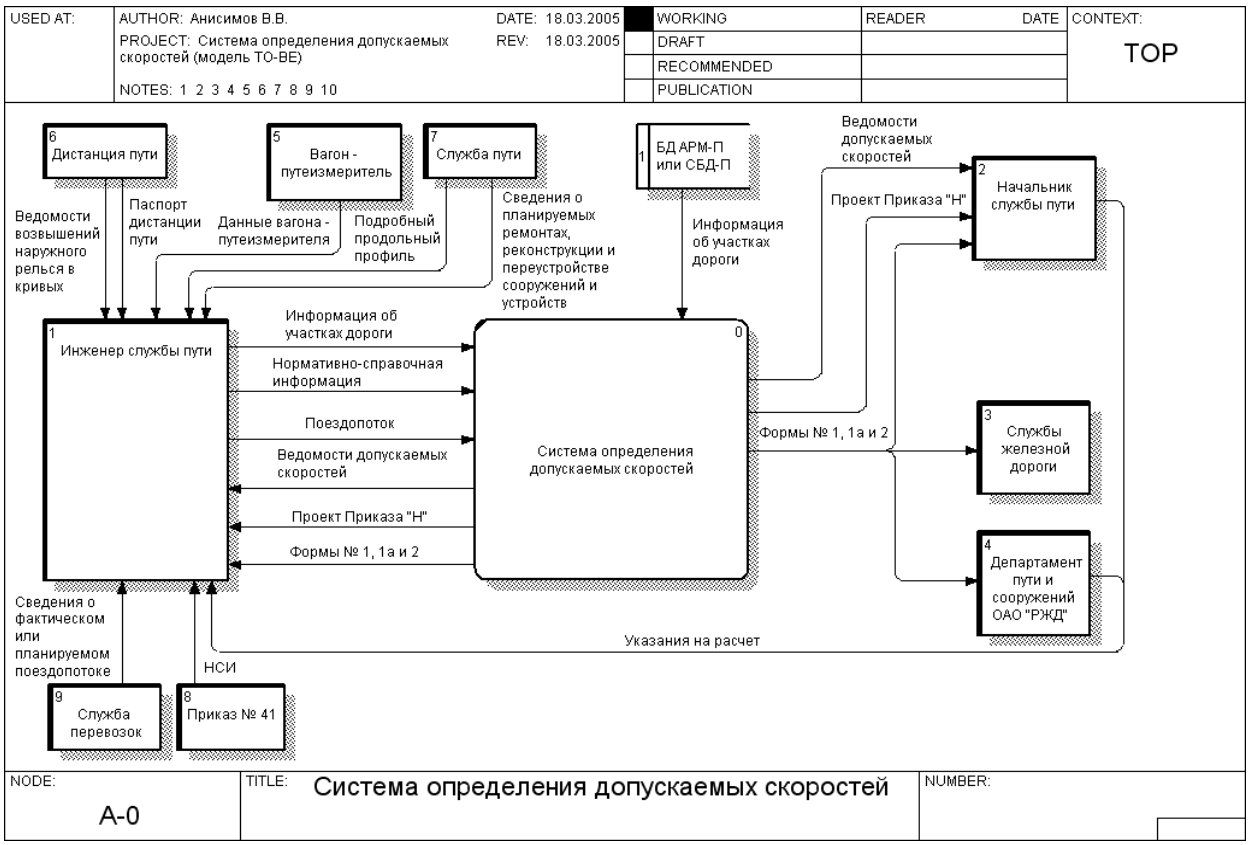


Рис. 3.8. Приклад діаграми декомпозиції.

На цьому малюнку у деяких потоків даних, пов'язаних з накопичувачами, відсутні імена. Це дозволяє усунути дублювання написів і, як наслідок, зменшити насиченість діаграми.

При побудові діаграми декомпозиції блоки системи в одних випадках показані як процеси (ім'я починається з дієслова), в інших - як підсистеми (ім'я починається зі слова «підсистема»). Це зроблено з метою ілюстрації правил іменування блоків. У той же час декомпозицію системи можна було б уявити, або використовуючи тільки процеси, або лише підсистеми.

Приклад діаграми декомпозиції наведено на рисунку 3.9.

Розширення моделей DFD

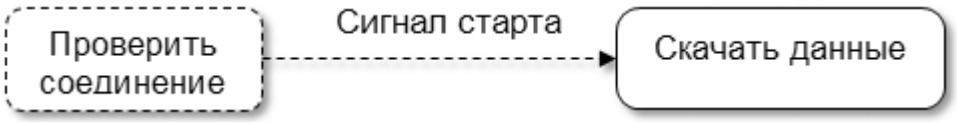
Системи реального часу побудовані, як правило, на взаємодії засобів обчислювальної техніки і різних фізичних пристроїв знімання інформації (датчиків, камер, мікрофонів і т. Д.). Перші є дискретними перетворювачами інформації, другі в основному - аналоговими, тобто генеруючими інформацію у вигляді безперервного потоку. Іншою особливістю таких систем є значний ухил у бік управління об'єктами. Для моделювання особливостей поведінки систем реального часу П. Вард і С. Меллор запропонували використовувати на DFD додаткові елементи.

Рис. 3.9. Приклад діаграми декомпозиції DFD

Квазінепереривний потік (лат. Quasi - ніби, нібито) - потік даних, безперервний у часі. Відображається лінією з двома стрілками на кінці.

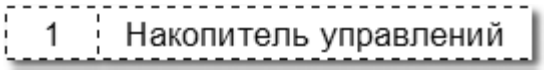
Керуючий процес - процес, що формує сигнали управління на виході.

Керуючий потік - керуюча інформація, що запускає процес (підсистему) або змінює хід його виконання.



Використання керуючих потоків дозволяє відокремити керуючу інформацію від оброблюваної, як це робиться на діаграмах IDEF0.

Накопичувач управлінь - накопичувач керуючих потоків.



Контрольні питання

1. Наведіть основі типи моделей для представлення інформаційних систем.
2. Що таке морфологічна модель?
3. Поясніть особливості кожного типу структур систем.
4. Наведіть основі елементи та правила побудови функціональних моделей.
5. Розрийте призначення та особливості побудови моделей в стандарті IDEF3.
6. Які існують стандарти побудови інформаційних моделей? Що означає DFD?
7. Наведіть основі елементи та правила побудови функціональних моделей DFD.

Практичні завдання

1. Побудуйте морфологічну модель системи «університет».
2. Розробіть функціональну модель для процесу «Вступ до університету».
3. Сформуйте інформаційну модель в стандарті DFD для системи «університет» у задачі опису вступу до університету.

1. Наведіть призначення типу даних «рядок» та основні операції з ним.
2. Поясніть відмінності між масивами, векторами та map.
3. В яких випадках слід використовувати структури даних графи та дерева?
4. Які алгоритми обходу бінарних дерев існують?
5. В чому полягає хешування даних, де його використовують?

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лямец В.И. Основы общей теории систем и системный анализ / В.И. Лямец, В. И. Успаленко. – Харьков : БУРУН и К ; Киев : КНТ, 2015. – 304 с.
2. Лямец В.И. Практикум по учебной дисциплине «Системный анализ» / В.И. Лямец, В. И. Успаленко. – Харьков : БУРУН и К, 2015. – 94 с.
3. Недашківський О.Л. Планування та проектування інформаційних систем / О.Л. Недашківський. – К.: ДУТ, 2015. – 218с.
4. Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д.Панкратова. –К.: Наукова думка, 2005г.–744с.
5. Лямец В.И. Системный анализ / В.И. Лямец, А.Д. Тевяшев.. –Харьков: ХНУРЭ, 2004.–448с.
6. Береза А. М. Основи створення інформаційних систем. Навч. посібник. – 2е вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 214 с.

Навчальне видання

Шушура Олексій Миколайович
Шатохіна Наталя Костянтинівна

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

Навчальний посібник