

$$E = mc^2$$

$$F = ma$$

Лекція 4. Функціональний опис та моделювання систем

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$$

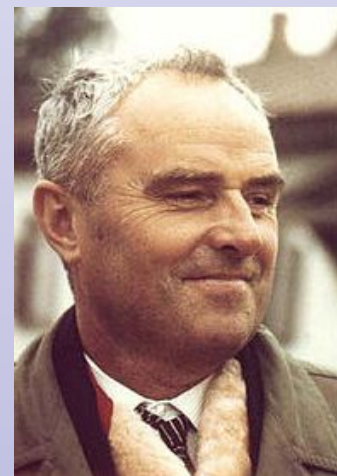
Модуль 1. Загальна теорія систем

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Київ - 2020

- 1) з одного боку, для усіх відкритих систем, що розвиваються, справедливий другий закон термодинаміки – **прагнення до зростання ентропії** (міри невизначеності станів системи, міри хаосу);
- 2) з іншого боку, **спостерігаються негентропійні тенденції** (усунення невизначеності - **зменшення ентропії**), що лежать в основі еволюції.

У становлення цієї закономірності великий вклад вніс видатний український учений **Олексій Григорович Івахненко** (1913 - 2007), який розробив теорію самоорганізації в технічних системах.



Важливі результати в розумінні закономірності самоорганізації отримані в дослідженнях **синергетики** – **науки, яка розглядає природу, світ як комплексну самоорганізуючу систему.**

$$e = mc^2$$

Зміст

Вступ

1. Функціональна модель системи
2. Графічні способи функціонального опису систем
3. Методології моделювання систем IDEF

Висновки

Рекомендована література

1. Сурмин Ю.П. **Теория систем и системный анализ**: Учеб. пособие. — К.: МАУП, 2003. с. 132 – 143.
2. Волкова В.Н. **Теория систем**: Учеб. Пособие / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. — М.: Высш. шк., 2006. с. 106 – 157.
3. **Методология функционального моделирования IDEF0**. Руководящий документ – 2000 – 75 с

Вивчення будь-якої системи припускає створення **моделі системи**, яка дозволяє провести аналіз і передбачити поведінку системи в певному діапазоні умов, вирішувати завдання проектування реальних систем. Залежно від цілей і завдань моделювання воно може проводитися на різних рівнях абстракції.

Модель – це опис системи, що відображає певну групу її властивостей. Опис системи доцільно розпочинати з трьох точок зору: **функціональної, морфологічної (структурної) і інформаційної**.

Всякий об'єкт характеризується результатами свого існування, місцем, яке він займає серед інших об'єктів, роллю, яку він грає в середовищі. **Функціональний опис** потрібний для того, щоб усвідомити важливість системи, визначити її місце, оцінити стосунки з іншими системами.

Мета лекції: вивчення принципів функціонального

$$E = mc^2$$

1. Функціональна МОДЕЛЬ СИСТЕМИ

$$F = ma$$

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Будь-яка система, яка створюється (чи вже створена) для вирішення якої-небудь проблеми, характеризується:

результатами своєї роботи

місцем, яке вона займає серед інших систем

роллю, яку вона грає в середовищі

Функціональний опис розкриває принципи функціонування системи або деякої її структурної частини як компоненти цілого

Функціональний опис системи (функціональна модель) потрібний для того, щоб:

1) усвідомити важливість системи;

2) визначити її місце у навколишньому світі;

3) оцінити зв'язки і стосунки з іншими системами;

4) орієнтувати в напрямках її можливої зміни (розвитку).

$$e = mc^2$$

просто пасивно існує

*служить областю
мешкання інших
систем*

Функціональний опис виходить з того, що **всяка система переслідує одну або декілька цілей**, які досягаються виконанням ряду функцій, наприклад:

*обслуговує
вищестоячі системи*

*служить засобом для
створення
досконаліших систем*

$$e = mc^2$$

Функціональний опис повинен відповідати **концепції розвитку систем** певного класу і задовольняти вимогам:

1) бути відкритимі та допускати можливість розширення (звуження) спектру функцій, що реалізуються системою;

2) передбачати можливість переходу від одного рівня розгляду до іншого, тобто забезпечувати побудову віртуальних моделей систем будь-якого рівня;

3) відобразити такі характеристики складних і слабо пізнаних систем як параметри, процеси, ієрархію.

$$e = mc^2$$

Аналітичні

Алгоритмічні

Графічні

**Методи
функціонального
опису систем**

Вербальні

Табличні

**Тимчасових діаграм
функціонування**

$$F = ma$$

$$g \approx 9.8 \text{ m/s}$$

Формальний функціональний опис системи

$$S_f = \{T, x, C, Q, y, \varphi, \eta\},$$

- T — множина моментів часу;
- x — множина миттєвих значень вхідних дій;
- $C = \{c: T \rightarrow x\}$ — множина допустимих вхідних дій;
- Q — множина внутрішніх станів системи;
- $Y = \{u: T \rightarrow y\}$ — множина вихідних величин;
- $\varphi = \{T \times T \times T \times c \rightarrow Q\}$ — перехідна функція станів;
- $\eta: T \times Q \rightarrow y$ — вихідна функція системи;
- c — відрізок вхідної дії;
- u — відрізок вихідної величини.

Недоліки такого опису:

- неконструктивність – трудність інтерпретації і практичного застосування;
- не відображає такі характеристики складних і слабо пізнаних систем як параметри, процеси, ієрархію.

Функціональний опис системи з точки зору її ефективності

Ефективність – це:

- ❖ *властивість системи, що характеризує її здатність виконувати завдання (вирішувати проблеми) за призначенням;*
- ❖ *продуктивність використання ресурсів в досягненні якої-небудь мети;*
- ❖ *співвідношення корисного результату і витрат чинників виробничого процесу;*
- ❖ *досягнення яких-небудь певних результатів з мінімально можливими витратами або отримання максимально можливого об'єму продукції з цієї кількості ресурсів.*

Формальне функціонування системи може описуватися **числовим функціоналом**, залежним від функцій, що описують внутрішні процеси системи, або **якісним функціоналом** (впорядкування в термінах "краще", "гірше", "більше", "менше" і так далі)

Функціонал є відображенням, заданим на довільній множині функцій.

Ефективність системи оцінюється як відповідність досягнутого системою результату потрібному і описується **функціоналом ефективності**.

Припустимо, що досліджувана (чи проектувана) система реалізує N різних функцій: $\psi_1, \dots, \psi_i, \dots, \psi_N$, які залежать від M процесів, що протікають в системі: $f_1, \dots, f_j, \dots, f_M$.

Якщо позначити через

$$E_i = E_i(\psi_i) = E_i \left(\bigcup_{j=1}^M f_j \right), i = \overline{1, N}$$

ефективність виконання i -ої функції, то **функціонал ефективності системи в цілому** рівний:

$$E = \bigcup_{i=1}^N E_i \left(\bigcup_{j=1}^M f_j \right)$$

При функціональному описі системи її розглядають як структуру, в яку в певні моменти часу вводиться щось X (речовина, енергія, інформація), і з якої в певні моменти часу щось виводиться Y :



Ефективність системи залежить від величезної кількості внутрішніх і зовнішніх чинників та процесів, що протікають в системі. Представити цю залежність в явній формі *надзвичайно складно*, а практична цінність такого представлення *незначна* із-за багатовимірності і багатозв'язковості.

Раціональний шлях формування функціонального опису полягає в *застосуванні такої багаторівневої ієрархії описів, при якій опис вищого рівня залежатиме від узагальнених і факторизованих змінних нижчого рівня*. Такий функціональний опис краще представити у вигляді дерева цілей.

$$e = mc^2$$

2. Графічні способи функціонального опису систем

$$F = ma$$

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Способи графічного опису функціонування систем

Графічні моделі представлення систем

```
graph TD; A[Графічні моделі представлення систем] --> B[Мережевий графік]; A --> C[Діаграма Ганта]; A --> D[Дерево функцій системи]; A --> E[Стандарти моделювання систем IDEF];
```

Мережевий графік

Діаграма Ганта

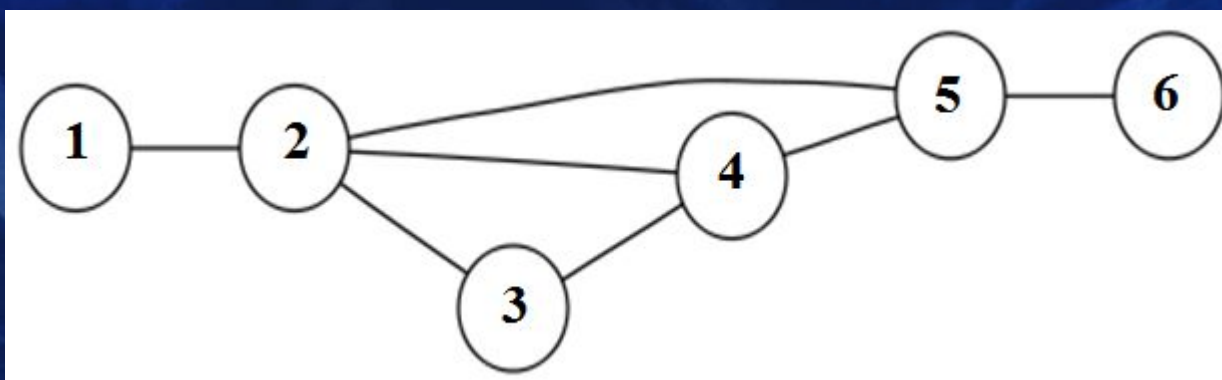
**Дерево функцій
системи**

**Стандарти
моделювання
систем IDEF**

Граф – це сукупність непорожньої кінцевої множини вершин і наборів пар вершин (зв'язків між вершинами).

Вершини (вузли графа) - це об'єкти (підсистеми, функції, завдання і так далі).

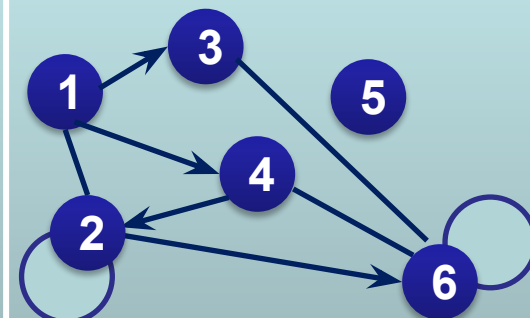
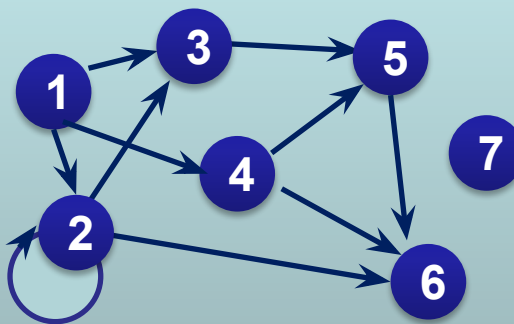
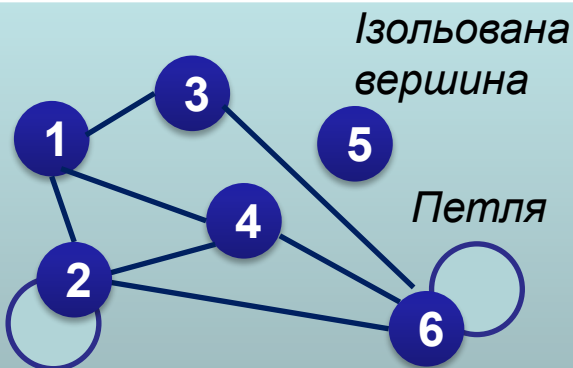
Дуги (ребра) - це зв'язки між об'єктами (роботи, дії і тому подібне).



Неорієнтований граф

Орієнтований граф

Змішаний граф



$$e = mc^2$$

Характеристики графа:

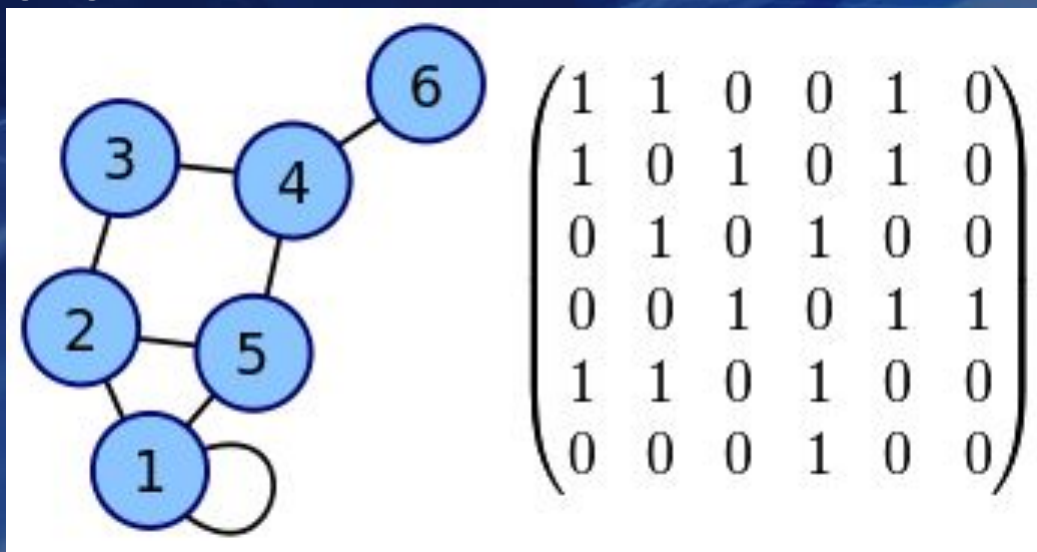
- ❑ $|V|$ – число вершин в графі (порядок графа);
- ❑ $|G|$ – число ребер (розмір) графа.
- ❑ Два ребра називаються **суміжними**, якщо вони мають загальну кінцеву вершину: $e = (u, v)$ і $s = (g, v)$ – суміжні ребра.
- ❑ Ребро називається **петлею**, якщо його кінці співпадають: $e = (u, u)$.
- ❑ **Шлях** (чи **ланцюг**) в графі – кінцева послідовність вершин, в якій кожна вершина (окрім останньої) сполучена з наступною в послідовності вершин ребром.
- ❑ **Цикл** – це шлях, в якому перша і остання вершини співпадають.
- ❑ **Довжина шляху** – число складових його ребер.
- ❑ **Простий шлях** – шлях, в якому ребра не повторюються.
- ❑ **Елементарний шлях** – простий шлях, в якому і вершини не повторюються.
- ❑ **Відстань між вершинами** – мінімальна довжина шляху, що сполучає ці вершини

$$E = \frac{mv}{2}$$

Представлення графів матрицями $e = mc^2$

Матриця суміжності графа G з кінцевим числом вершин n - це квадратна матриця A розміру $n \times n$, в якій значення елементу a_{ij} дорівнює числу ребер з i -ої вершини графа в j -у вершину.

Матриця суміжності простого графа (що не містить петель і кратних ребер) є **бінарною матрицею** і утримує нулі на головній діагоналі.



$$e = mc^2$$

Мережевий графік

Мережевий графік – це динамічна модель системи, що відображає технологічну залежність і послідовність виконання системою комплексу робіт, яка пов'язує їх звершення в часі з урахуванням витрат ресурсів і вартості робіт, з **виділенням** при цьому **вузьких (критичних) місць**.

Діаграма взаємозв'язків робіт і подій – це найвідоміша частина методології **PERT** (*Program Evaluation and Review Technique*) - техніки оцінки і аналізу програм (проектів), розробленої в 1958 р. за замовленням І

«парис».

Основні елементи мережевого графіку

Робота

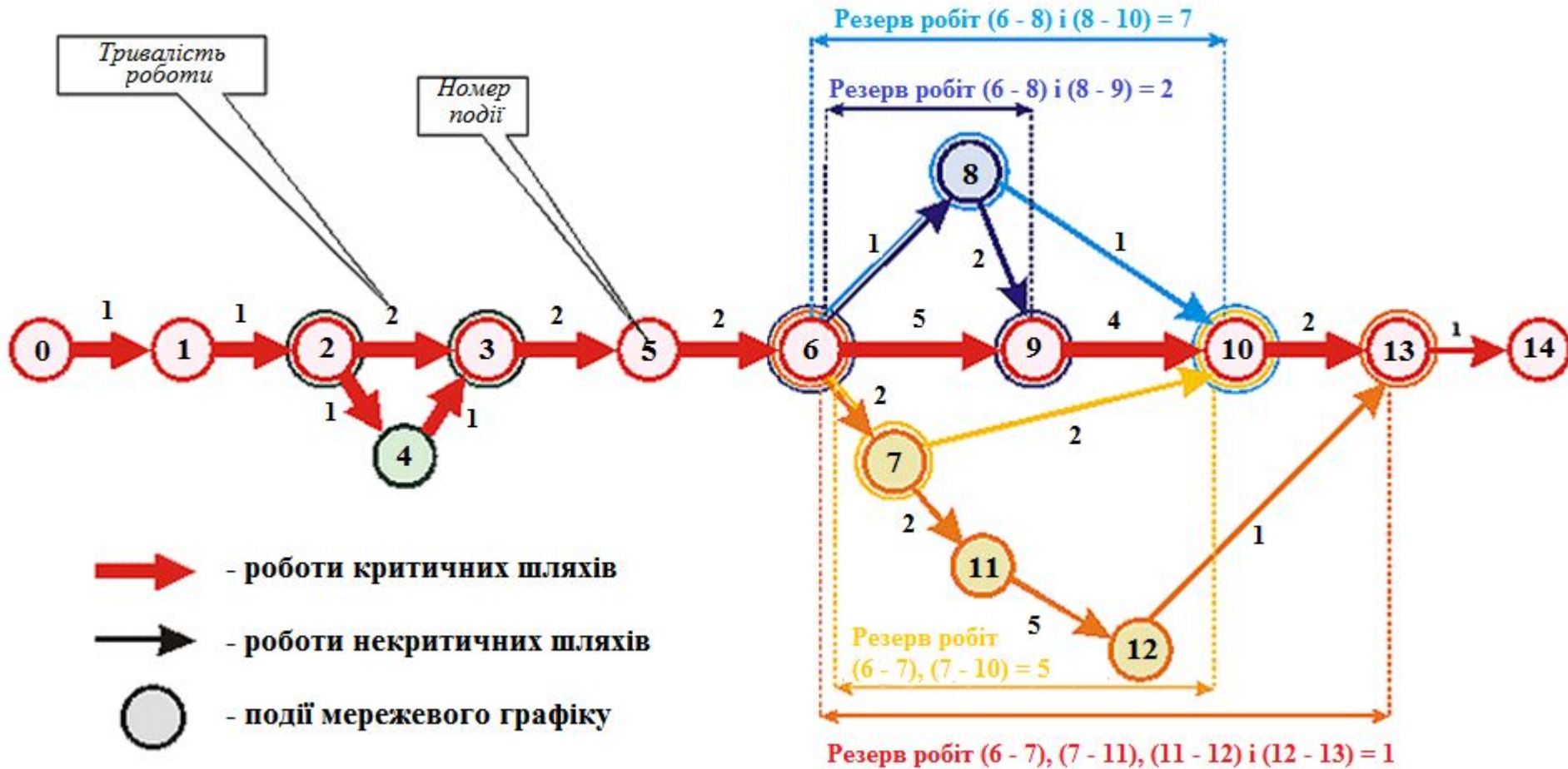
Подія

Шлях

- Робота** відображає трудовий процес, в якому беруть участь люди, машини, механізми, матеріальні ресурси (проекування споруди, постачання устаткування, рішення завдань на ЕОМ і т.п.) або процес очікування. **Кожна робота має конкретний зміст і вимагає витрат часу і ресурсів, а як очікування – тільки часу.**
- Подія** виражає факт закінчення однієї або декількох безпосередньо попередніх робіт (що входять в подію), необхідних для починання безпосередньо наступних робіт (що виходять з події). На відміну від робіт, **події здійснюються миттєво без споживання ресурсів.**
- Шлях** – це будь-яка послідовність робіт, при якій кінцева подія кожної роботи співпадає з початковою подією подальшою.
- Тривалість шляху** визначається сумою тривалості складових його робіт. Шлях найбільшої довжини між висхідними і завершуючими подіями називається **критичним**. Якщо критичний час не відповідає заданому або нормативному, скорочення термінів виробничого процесу необхідно розпочинати із скорочення тривалості критичних робіт.

$$e = mc^2$$

Приклад мережевого графіку



$$e = mc^2$$

Правила складання графіків:

Кожна робота має бути ув'язнена між двома подіями.

У мережі не може бути робіт, що мають однакові коди.

У мережі не повинно бути подій, з яких не виходить жодної роботи, якщо тільки ця подія не є завершальною. Відповідно, в мережі не повинно бути події, в яку не входить жодної роботи, якщо тільки ця подія не є початковою.

У мережевому графіку не повинно бути замкнутих контурів.

$$e = mc^2$$

Діграма Ганта

Діаграма Ганта (стрічкова діаграма) – різновид стовпчатих діаграм (гістограм), який використовується для ілюстрації плану, графіку робіт за яким-небудь проектом. Розроблена Генрі Гантом (США) в 1910 р.



- **Смуга** – окреме завдання у складі проекту (вид роботи) з фіксацією початку, завершення і тривалості роботи.
- По вертикалі – **перелік завдань**.
- На діаграмі можуть бути відмічені відсотки завершення, покажчики послідовності і залежності робіт, мітки ключових моментів (віхи) та

Дерево функцій системи

$$e = mc^2$$

Функції, що реалізуються складною системою

Цільова функція

Базисні функції системи

Додаткові функції системи

Цільова функція системи відповідає її **основному функціональному призначенню** (відображає призначення, суть і сенс існування системи)

Основні функції відображають **орієнтацію системи і забезпечують умови виконання цільової функції** (прийом, передача, придбання, зберігання, видача і т.п.)

Додаткові (сервісні) функції розширюють **функціональні можливості системи**, сферу їх застосування і сприяють поліпшенню показників якості системи

Дерево функцій системи – це **декомпозиція мети на основні і допоміжні функції**, здійснювана для детального дослідження функціональних можливостей системи і аналізу сукупності функцій, що реалізуються на різних рівнях ієрархії системи.

На основі дерева функцій формується **структура системи з функціональних модулів**.

Надалі ця структура покривається **конструктивними модулями** (для технічних систем) або **організаційними модулями** (для організаційно-технічних систем).

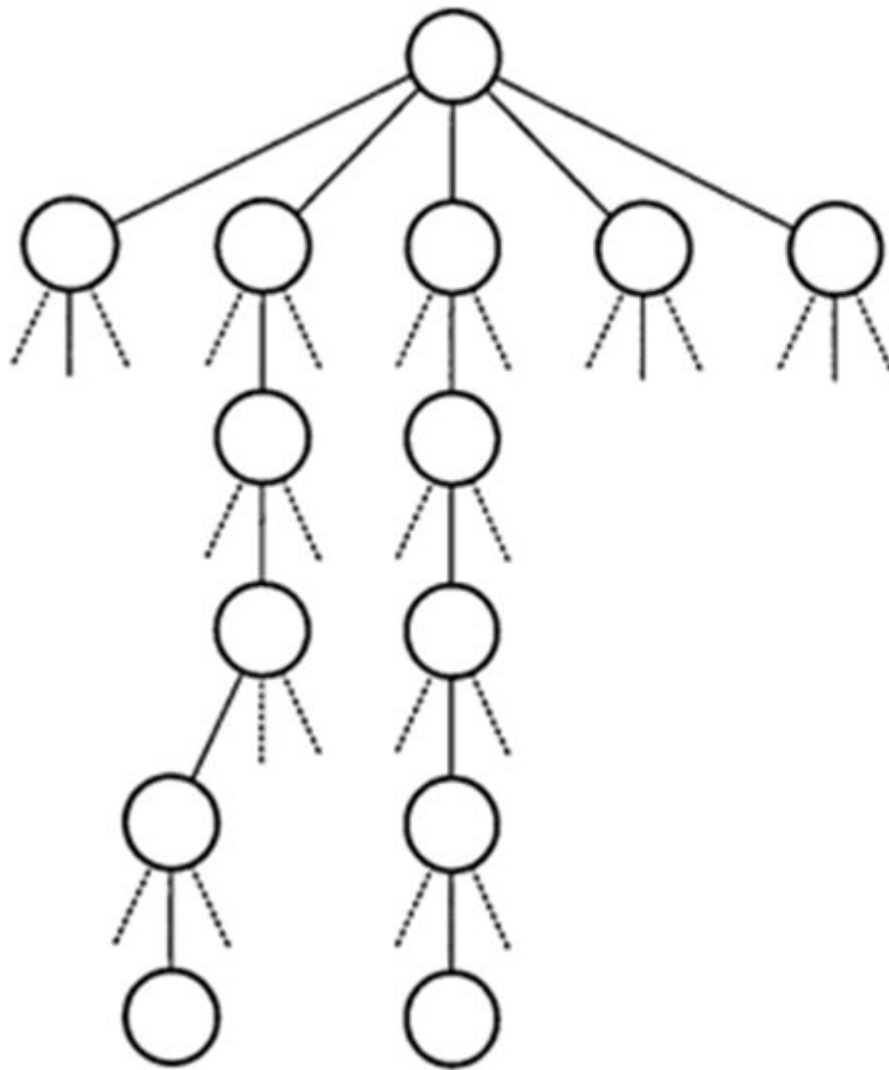
Кожна з функцій конкретно узятото i -го рівня може розглядатися як макрофункція по відношенню до функцій, що реалізують її, на $(i + 1)$ -му рівні, і як елементарна функція по відношенню до відповідної функції верхнього $(i - 1)$ -го рівня.

Опис об'єкту на мові функцій представляється у вигляді ієрархічної структури (графа у вигляді дерева):



Формулювання функції усередині вершини повинне включати дієслово і іменник: «**Робити що**», наприклад, «**Забезпечити безпеку на етапі виконання**».

Приклад: дерево функцій управління



Система управління

Загальні функції управління
(планування, організація, мотивація, контроль, керівництво і т.д.)

Конкретні функції управління
(управління ресурсами, процесами, результатами)

Спеціальні функції управління

Завдання управління

Роботи управління

Рекомендації по формуванню дерева цілей:

- ❖ прийоми, які застосовуються при формуванні деревовидних ієрархій цілей, зводяться до двох підходів:
 - 1) **формування структур «згори»** – методи структуризації, декомпозиції, цільовий або цілеспрямований підхід;
 - 2) **формування структур цілей «знизу»** – морфологічний, лінгвістичний, тезаурусний, термінальний підходи;
- ❖ цілі підпорядкованого рівня ієрархії можна розглядати як **засоби для досягнення цілей вищого рівня**, при цьому вони ж є цілями для нижчого рівня;
- ❖ у ієрархічній структурі при переході з верхніх рівнів на нижні відбувається як би зміщення «шкали» від **мети - напряду** (**мети - ідеалу**, **мети - мрії**) до **конкретних цілей і функцій**, які на нижніх рівнях структури можуть виражатися у вигляді **очікуваних результатів конкретної роботи з вказівкою критеріїв оцінки її виконання**, тоді як на верхніх рівнях ієрархії вказівка критеріїв може бути виражена в загальних

- ❖ щоб структура цілей була зручною для аналізу і організації управління, до неї рекомендується пред'являти деякі вимоги:
 - **розчленовування** на кожному рівні має бути **співвимірним**, а виділені частини **логічно незалежними**;
 - **ознаки декомпозиції** (структуризації) в межах одного рівня мають бути **єдиними**;
 - число рівнів ієрархії і число компонентів в кожному вузлі має бути (через гіпотезу Міллера або числа Колмогорова) **$K = 7 \pm 2$** ;
- ❖ процес розгортання узагальненої мети в ієрархічній структурі може бути нескінченним, проте на практиці ситуація інша :
 - по-перше, через гіпотезу Міллера **число рівнів ієрархії слід обмежити до 5 - 9**;
 - по-друге, на якомусь рівні виникає потреба змінити «мову» опису підцілей, і для того, щоб не створювати складнощів при сприйнятті структури, **доцільно вважати одним**

Теорією і практикою управління вироблені наступні ознаки розчленовування системи функцій управління

По *суті управління*, через яку вони містяться у будь-якому завданні управління і в сукупності утворюють замкнутий цикл управління, – **загальні функції**

По *однорідності управлінської діяльності*, що визначає спеціалізацію управлінської праці, – **конкретні функції управління**

По *однорідності цільової орієнтації* – **спеціальні функції управління**

По *спрямованості на формування елементарної управляючої дії* – **завдання управління**

По *диференціації управлінської праці* на її елементарному рівні – **роботи управління**

3. Методології моделювання систем IDEF



IDEF-методології створювалися у рамках запропонованої ВПС США програми комп'ютеризації промисловості – **ICAM** (*Integrated Computer - Aided Manufacturing*), в ході реалізації якої виявилася потреба в розробці методів аналізу процесів взаємодії у виробничих (промислових) системах.

Принциповою вимогою при розробці даного сімейства методологій була **можливість ефективного обміну інформацією між усіма фахівцями** - учасниками програми ICAM.

Після публікації стандарту у 1980-х роках він був успішно застосований в найрізноманітніших областях бізнесу, показавши себе **ефективним засобом аналізу, конструювання і відображення бізнес-процесів**.

Особливістю IDEF-методологій є:

- 1) унікальна здатність «ставити питання» в процесі моделювання;
- 2) нерозривний зв'язок графічних засобів, методології і технології.

IDEF є єдиною системою, яка надає не лише засоби відображення бізнес-процесів, але і **методологію взаємодії «аналітик-фахівець»**, і, крім того, **технологію створення проектів**, що охоплює усі стадії «життєвого циклу», - від первинного аналізу до форми представлення остаточного проекту через поетапний процес створення діаграм.

IDEF (*Icam DEFinition*, визначення комплексної автоматизації виробничих процесів) – сімейство методологій моделювання складних систем, що дозволяє відображати і аналізувати моделі діяльності широкого спектру складних систем в різних розрізах.

Сімейство IDEF

IDEF0

(методологія функціонального моделювання)

IDEF1

(методологія моделювання інфопотоків)

...

IDEF14

(методологія проектування комп'ютерних мереж)

$$e = mc^2$$

Перелік стандартів моделювання систем

Стандарт	Призначення
IDEF0	Функціональне моделювання
IDEF1	Моделювання інформаційних потоків усередині системи
IDEF1X	Моделювання реляційних баз даних
IDEF2	Динамічне моделювання розвитку систем
IDEF3	Документування процесів
IDEF4	Побудова об'єктно-орієнтованих систем
IDEF5	Онтологічне дослідження складних систем
IDEF6	Обґрунтування проектних дій
IDEF7	Аудит інформаційних систем
IDEF8	Розробка інтерфейсів, призначених для користувача
IDEF9	Дослідження бізнес-обмежень
IDEF14	Проектування комп'ютерних мереж

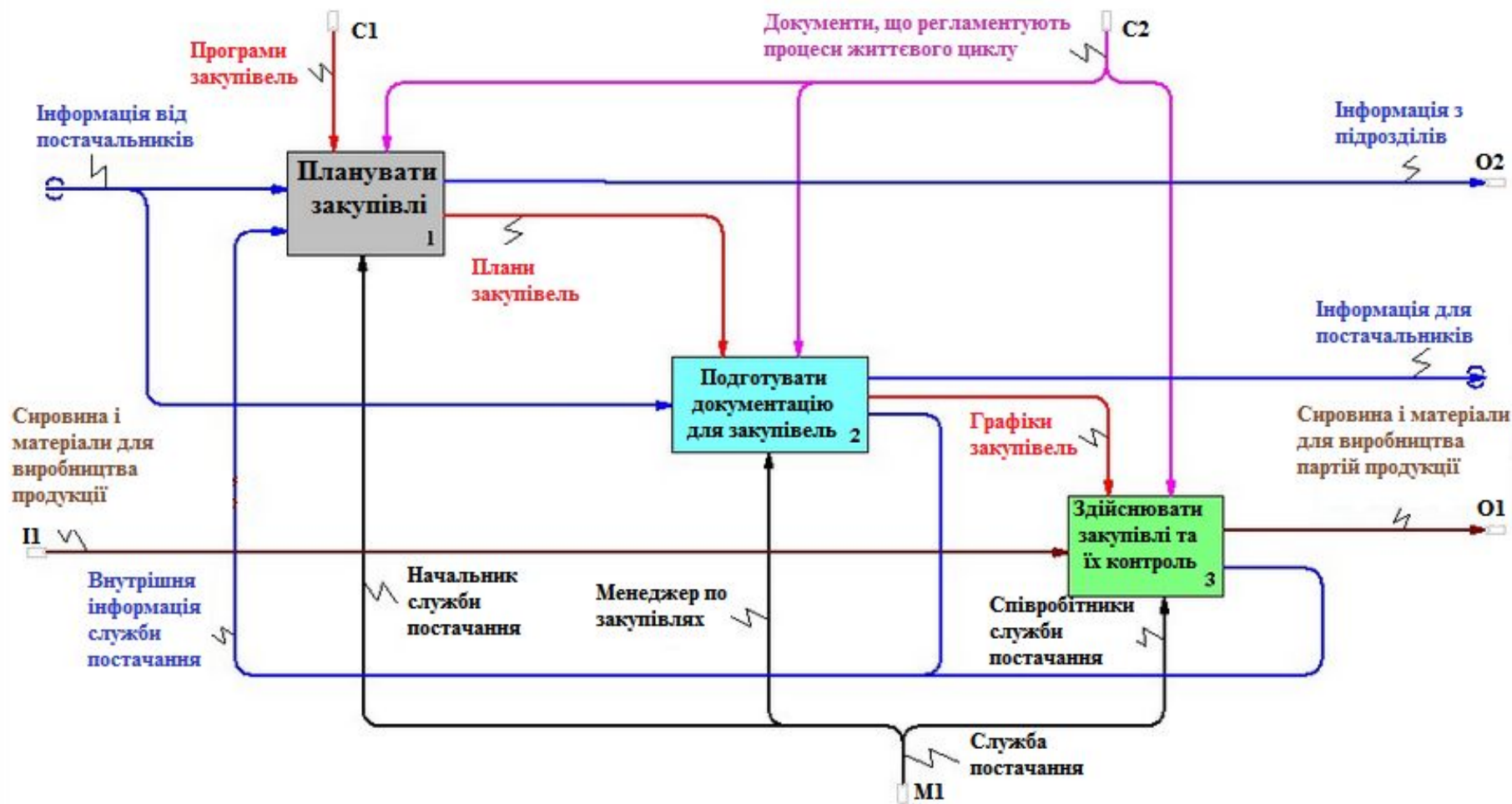
Методології IDEF

- 1. IDEF0 – (Function Modeling) методологія функціонального моделювання:** за допомогою наочної графічної мови IDEF0 система, що вивчається, з'являється перед розробниками і аналітиками у вигляді набору взаємозв'язаних функцій (функціональних блоків).

Методологія **IDEF0** є наступним етапом розвитку графічної мови опису функціональних систем **SADT** (*Structured Analysis and Design Technique*).

С 1981 року стандарт **IDEF0** зазнав декілька незначних змін. Остання його редакція була випущена в грудні 1993 року Національним інститутом з стандартів і технологій США (**NIST**).

Приклад діаграми IDEF0

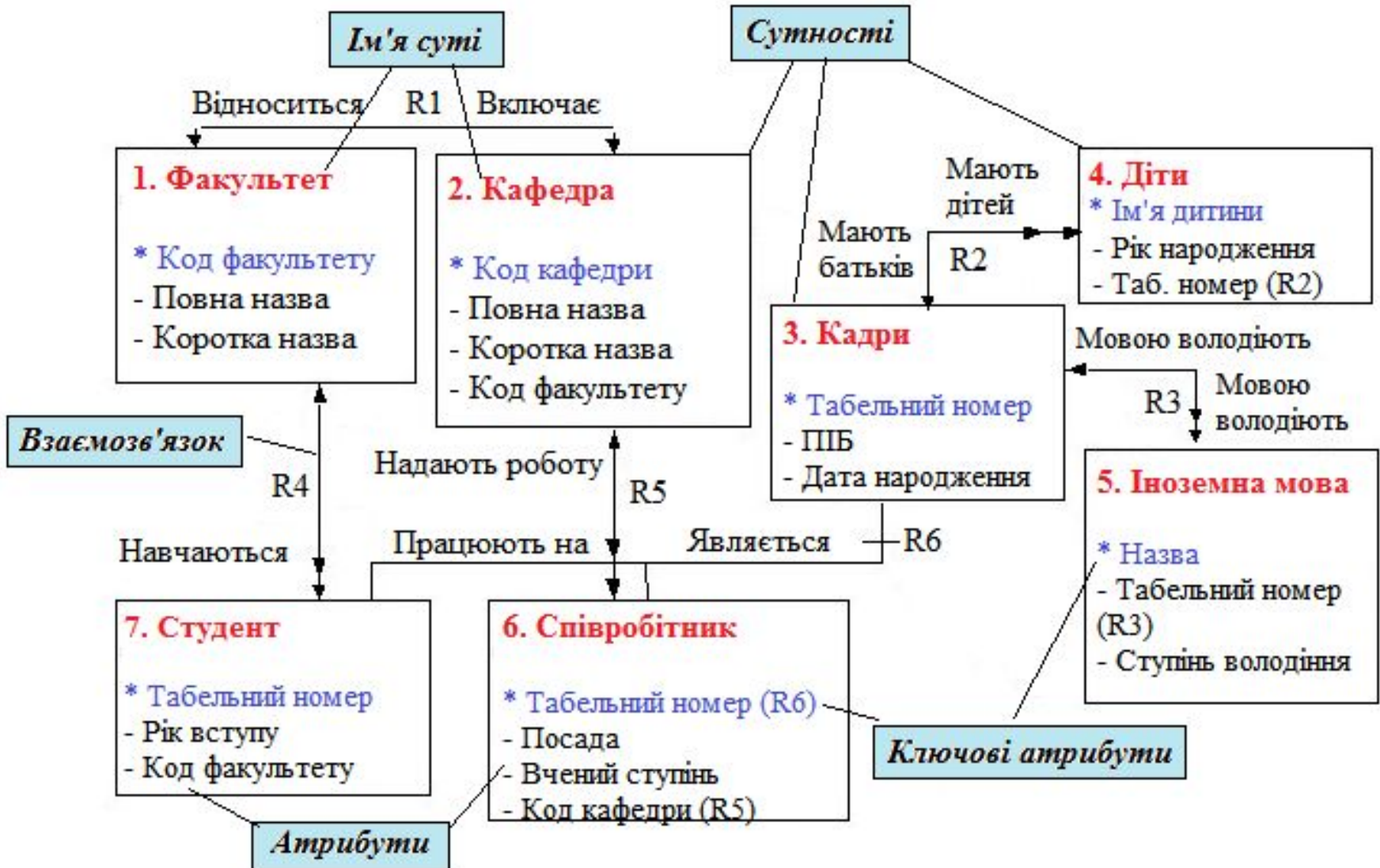


2. **IDEF1 – (Information Modeling) методологія моделювання інформаційних потоків**, що дозволяє відображати і аналізувати їх структуру усередині системи і взаємозв'язки.

IDEF1X – (Data Modeling) методологія моделювання баз даних на основі моделі «суть-зв'язок». Застосовується для побудови інформаційної моделі, яка **представляє структуру інформації, необхідної для підтримки функцій виробничої системи або середовища**. Розроблена з урахуванням таких вимог, як **простота вивчення і можливість автоматизації**.

Приклад діаграми IDEF1X

$$e = mc^2$$



3. **IDEF2 – (Simulation Model Design)** методологія динамічного моделювання розвитку систем.

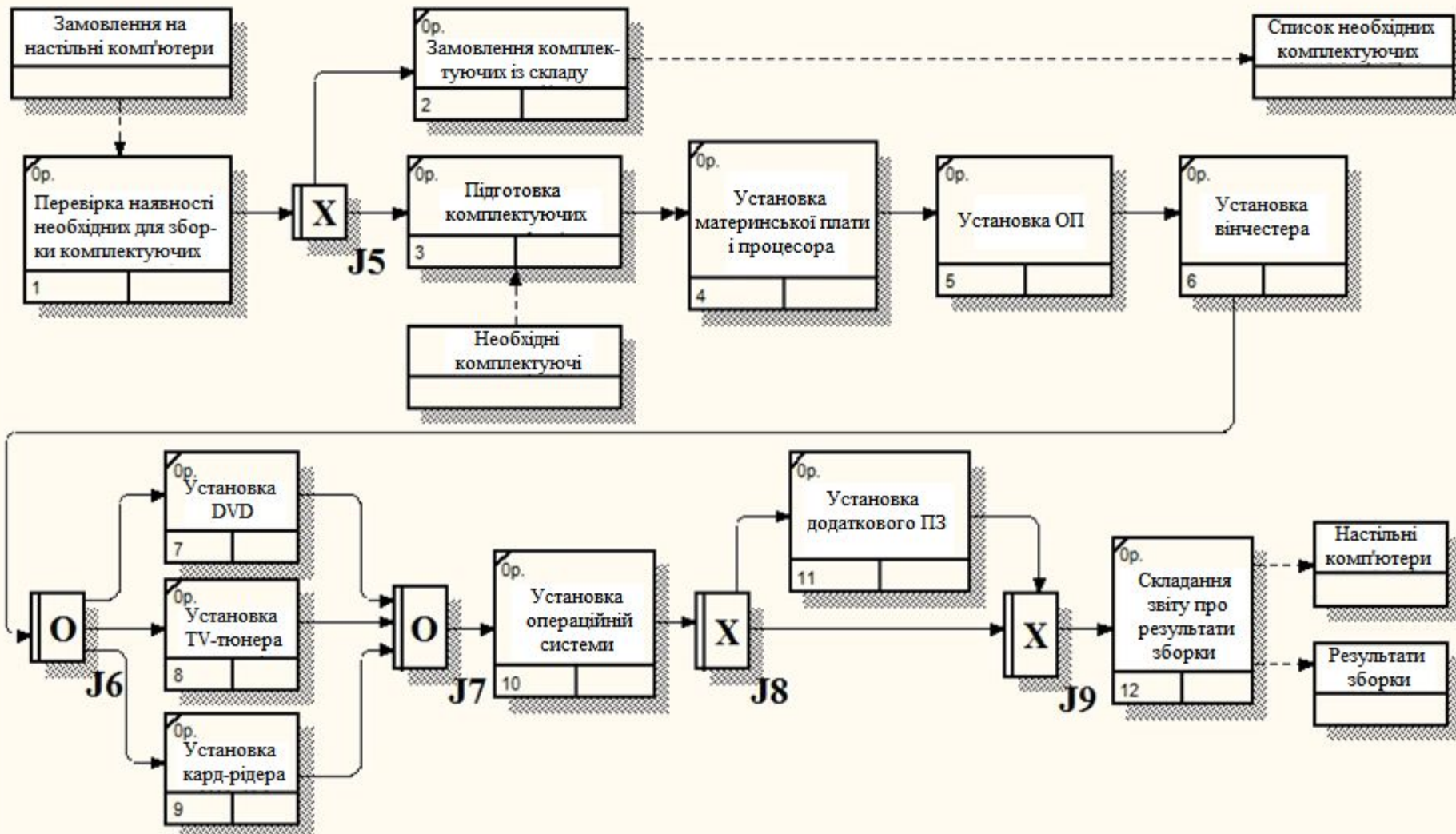
У зв'язку з серйозними складнощами аналізу динамічних систем від цього стандарту практично відмовилися, і його розвиток призупинився на самому початковому етапі.

Нині є алгоритми і їх комп'ютерні реалізації, що дозволяють перетворювати набір статичних діаграм **IDEF0** на динамічні моделі, побудовані на базі «розфарбованих мереж Петрі» (**CPN – Color Petri Nets**).

4. **IDEF3 – (Process Description Capture)** – методологія документування процесів, що відбуваються в системі.

Описуються сценарій і послідовність операцій для кожного процесу. **IDEF3** має прямий взаємозв'язок з методологією **IDEF0** – кожна функція (функціональний блок) може бути представлена у вигляді окремого процесу засобами **IDEF3**.

Приклад діаграми IDEF3



NODE:

A3.2.1

TITLE:

Зборка настільних комп'ютерів

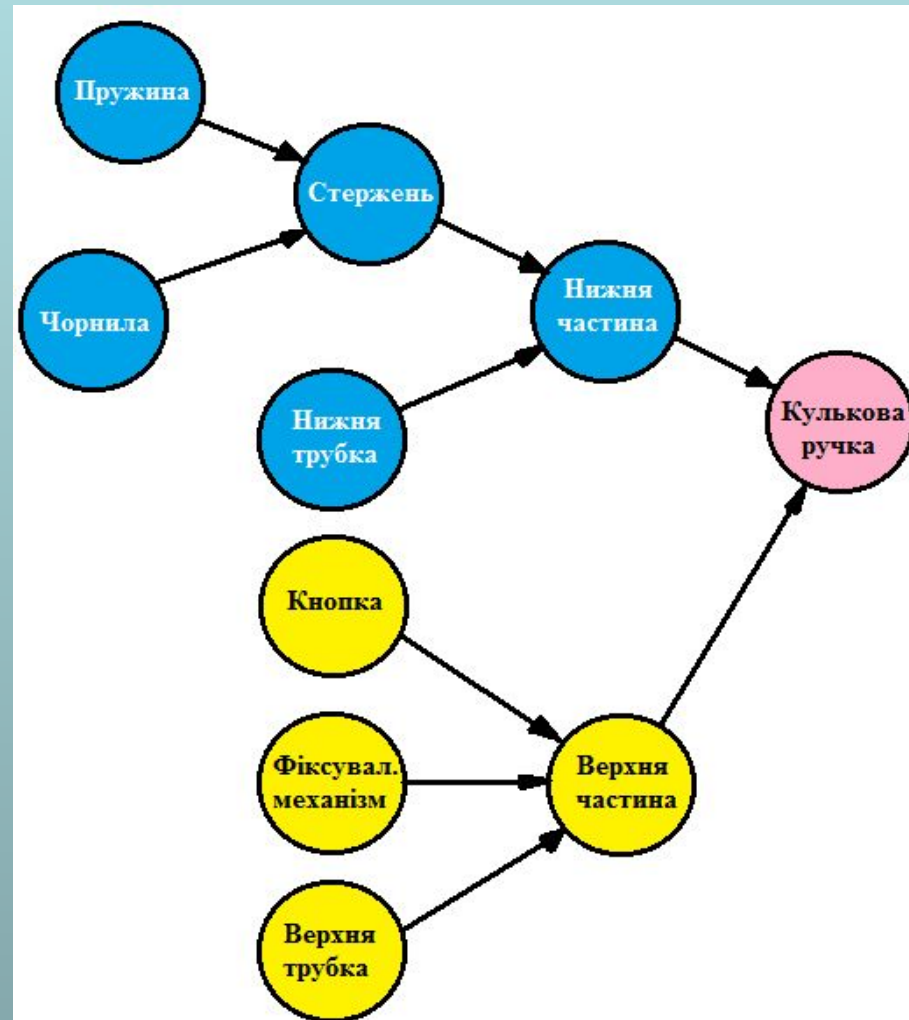
NUMBER:

5. IDEF4 – (Object - Oriented Design) – методологія побудови об'єктно-орієнтованих систем – дозволяє відобразити структуру об'єктів і закладені принципи їх взаємодії, тим самим дозволяючи аналізувати і оптимізувати складні об'єктно-орієнтовані системи.



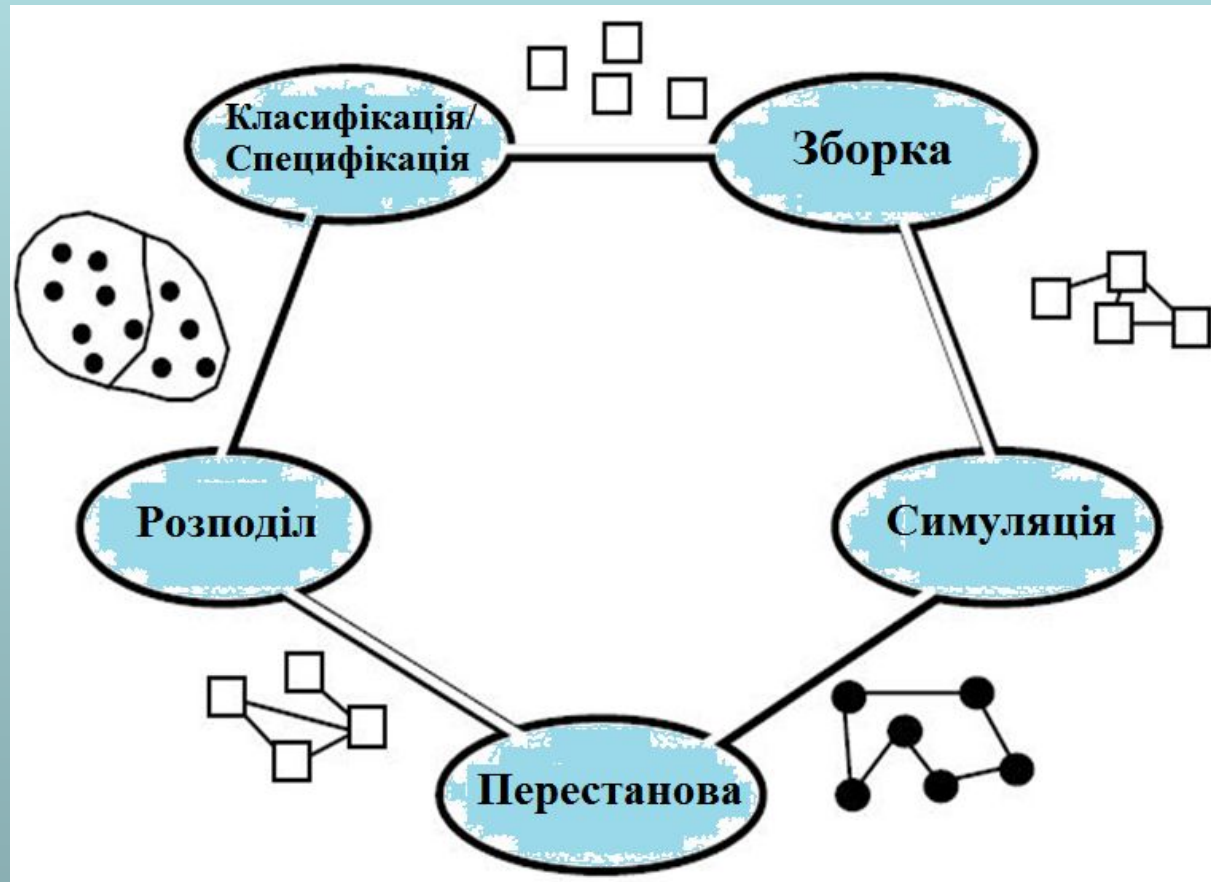
6. IDEF5 – (Ontology Description Capture) – стандарт онтологічного дослідження складних систем. За допомогою методології IDEF5 онтологія системи може бути описана за допомогою певного словника термінів і правил, на підставі яких можуть бути сформовані достовірні твердження про стан даної системи в деякий момент часу. На основі цих тверджень формуються висновки про подальший розвиток системи і проводиться її оптимізація.

Онтологія – детальна формалізація деякої галузі знань за допомогою **концептуальної схеми**. Використовується в процесі моделювання як форма представлення знань про реальний світ.



7. DEF6 – (Design Rationale Capture) – методологія обґрунтування проектних дій. Призначена для полегшенні отримання «знань про спосіб» моделювання, їх представлення і використання при розробці систем управління.

Під «знаннями про спосіб» розуміються **причини, обставини, приховані мотиви, які обумовлюють вибрані методи моделювання**, тобто інтерпретуються як відповідь на питання: **«чому модель вийшла такою, якій вийшла»?** IDEF6 акцентує увагу саме на процесі створення моделі.



8. IDEF7 – (Information System Auditing) – Аудит

інформаційних систем. Цей метод визначений як затребуваний, проте так і не був повністю розроблений.

9. IDEF8 – (User Interface Modeling) – метод розробки призначених для користувача інтерфейсів взаємодії операторів і систем.

IDEF8 фокусує увагу розробників інтерфейсу на програмуванні бажаної взаємної поведінки інтерфейсу і користувача на трьох рівнях:

- 1) виконуваний операції** (що це за операція);
- 2) сценарії взаємодії**, визначуваному специфічною роллю користувача (за яким сценарієм вона повинна виконуватися тим або іншим користувачем);
- 3) деталі інтерфейсу** (які елементи управління пропонує інтерфейс для виконання операції).

10. **IDEF9 - (Scenario - Driven IS Design (Business Constraint Discovery method))** *метод дослідження бізнес-обмежень*, розроблений для полегшення виявлення і аналізу обмежень в умовах яких діє система.
11. **IDEF10 - (Implementation Architecture Modeling)** *моделювання архітектури виконання*. Метод повністю не розроблений.
12. **IDEF11 - (Information Artifact Modeling)** *моделювання архітектури інформації*. Метод повністю не розроблений.
13. **IDEF12 - (Organization Modeling)** *організаційне моделювання*. Метод повністю не розроблений.
14. **IDEF13 - (Three Schema Mapping Design)** *трьохсхемне проектування перетворення даних*. Метод повністю не розроблений.
15. **IDEF14 - (Network Design)** *метод проектування комп'ютерних мереж*, заснований на аналізі вимог, специфічних мережевих компонентів, існуючих конфігурацій мереж.

Основні елементи і поняття IDEF0

У основі методології IDEF0 лежать чотири основні поняття:

Функціональний блок –
відображає деяку конкретну функцію у рамках даної системи

Потік (стрілка)
– відображає елемент системи, який обробляється функціональним блоком або робить інший вплив на функцію, відображену цим блоком

Декомпозиція –
застосовується при розбитті складного процесу на складові його функції

Глосарій – опис суті кожного з елементів IDEF0 (діаграм, функціональних блоків, стрілок), тобто створення і підтримку набору відповідних визначень, ключових слів, розповідних викладів і т.д.

Функціональний блок графічно зображається у вигляді **прямокутника** і втілює собою деяку конкретну функцію у рамках даної системи.

Назва кожного функціонального блоку має бути сформульована в **дієслівному нахилі** (наприклад, **«надавати послуги»**, а не **«виробництво послуг»**).

Кожна з чотирьох сторін має своє певне значення (роль).

Кожен функціональний блок у рамках єдиної даної системи повинен мати свій унікальний ідентифікаційний номер.



Стрілка відображає елемент системи, який обробляється функціональним блоком або робить інший вплив на функцію, відображену цим функціональним блоком.

За допомогою стрілок відображають різні об'єкти, наприклад:

- ❑ **елементи реального світу** (деталі, вагони, співробітники, газ, нафта і так далі);
- ❑ **потоки даних і інформації** (документи, дані, інструкції, сигнали і так далі).

Залежно від того, до якої із сторін підходить стрілка, вона носить назву «**вхідної**», «**витікаючої**» або «**управляючої**».

Крім того, «**джерелом**» (початком) і «**приймачем**» (кінцем) кожної стрілки можуть бути тільки функціональні блоки, при цьому «**джерелом**» може бути тільки вихідна сторона блоку, а «**приймачем**» будь-яка з трьох що залишилися.

Будь-який функціональний блок за вимогами стандарту повинен мати **принаймні одну стрілку, що управляє, і одну витікаючу**. Це і зрозуміло – кожен процес повинен відбуватися за якимись правилами (що відображається стрілкою, що управляє) і повинен видавати деякий результат (стрілка, що виходить), інакше його розгляд не має ніякого сенсу.

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 переобтяженою і легко засвоюваною.

Модель IDEF0 завжди розпочинається з **представлення системи як єдиного цілого** – одного функціонального блоку з стрілками, що тягнуться за межі даної області. Така діаграма називається **контекстною діаграмою**, і позначається ідентифікатором «**A-0**».

У пояснювальному тексті до контекстної діаграми має бути вказана **мета побудови діаграми** у вигляді короткого опису і зафіксована **точка зору**. Фактично **мета** визначає відповідні області в досліджуваній системі, на яких необхідно фокусуватися в першу чергу.

Точка зору визначає основний напрям розвитку моделі і рівень необхідної деталізації. Чітка фіксація точки зору дозволяє розвантажити модель, відмовившись від деталізації і дослідження окремих елементів, що не є необхідними, виходячи з вибраної точки зору на систему.

В процесі декомпозиції, функціональний блок, який в контекстній діаграмі відображає систему як єдине ціле, **піддається деталізації на іншій діаграмі.**

Діаграма другого рівня **містить функціональні блоки, що відображають головні підфункції функціонального блоку контекстної діаграми**, і називається **дочірньою**.

У свою чергу, функціональний блок - предок називається **батьківським блоком** по відношенню до дочірньої діаграми, а діаграма, до якої він належить, - **батьківською діаграмою**.

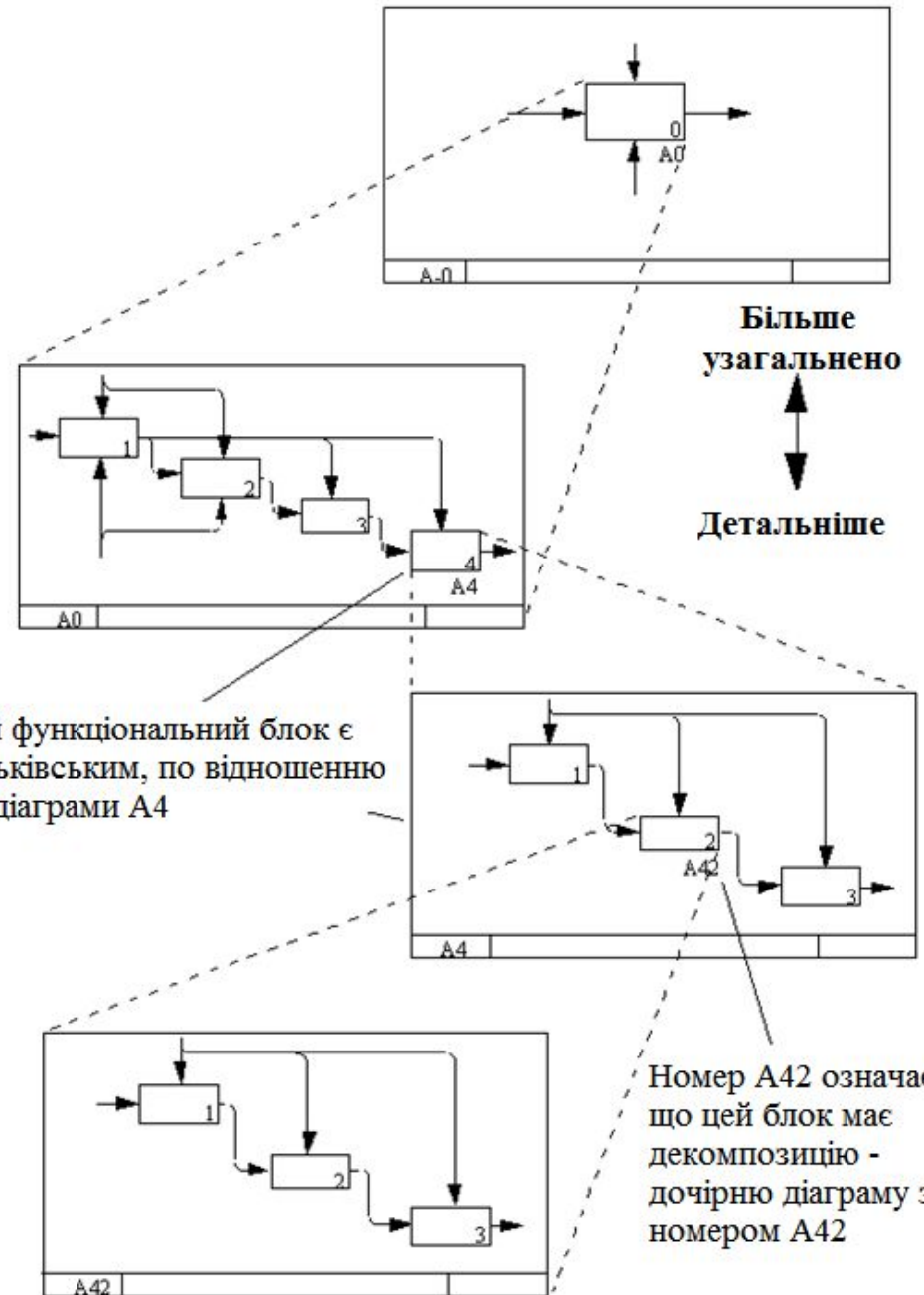
Кожна з підфункцій дочірньої діаграми може бути далі деталізована шляхом аналогічної декомпозиції функціонального блоку, що відповідає їй.

В кожному випадку декомпозиції функціонального блоку **усі стрілки, що входять в цей блок, або що виходять з нього, фіксуються на дочірній діаграмі**. Цим досягається **структурна цілісність IDEF0-моделі**.

Приклад декомпозиції

Обмеження складності IDEF0-діаграм:

- ❑ Кількість функціональних блоків на діаграмі – **3...6**
- ❑ Кількість вхідних і вихідних стрілок функціонального блоку з одного боку – не більше **4**.



$$e = mc^2$$

**Програмні засоби, що
підтримують методології
IDEF**

**AllFusion
Process
Modeler 7
(BPwin)**

Design / IDEF

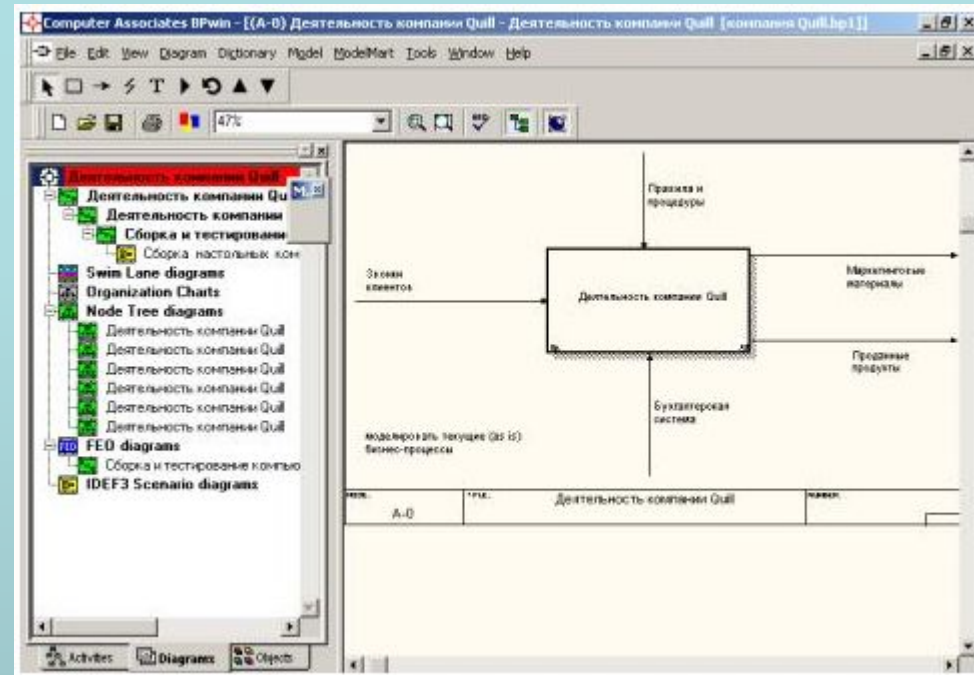
**Microsoft
Visio**

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

AllFusion Process Modeler 7 (BPwin)

- інструмент для графічного моделювання, аналізу, документування і оптимізації бізнес-процесів від компанії Computer Associates (США).

Графічно представлена схема виконання робіт, обміну інформацією, документообігу візуалізує модель бізнес-процеса і дозволяє перевести завдання управління організацією з області складного ремесла в сферу інженерних технологій.



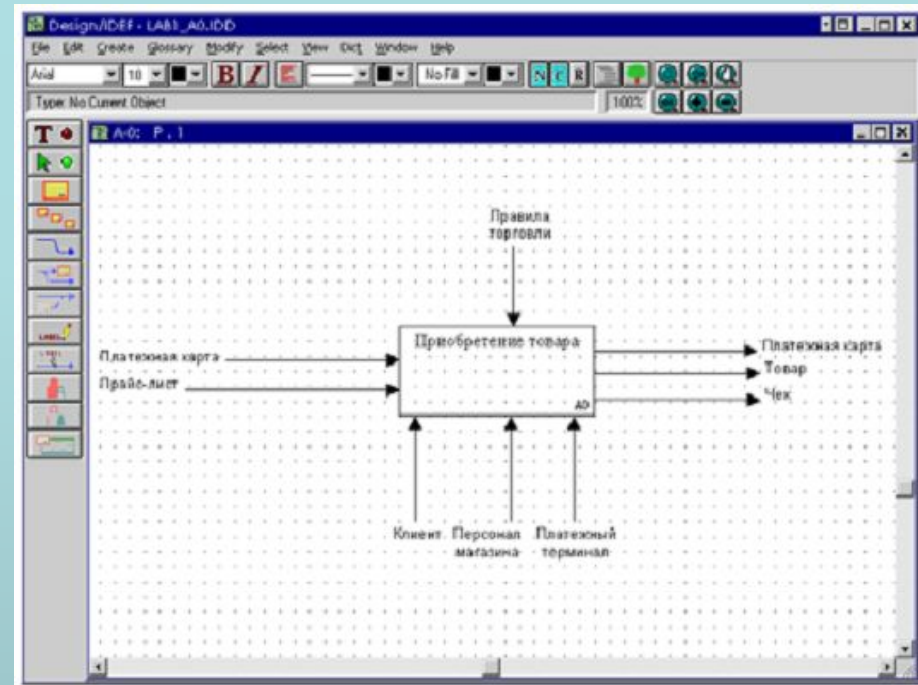
Основні можливості системи:

- підтримка різних технологій моделювання;
- аналіз показників витрат і продуктивності;
- інтеграція процесів/даних;
- підтримка стандартних нотацій (**IDEF0** – функціональне моделювання, **DFD** – моделювання потоків даних і **IDEF3** – моделювання потоків робіт);
- експорт об'єктів і властивостей в інші моделі;
- документування інформації в межах усієї моделі;
- масштабованість звітності без втрати якості графіків.

Design / IDEF – графічний пакет для проектування і моделювання складних систем широкого призначення, що підтримує методологію опису і моделювання системних функцій (IDEF0), структур і потоків даних в системі (IDEF1, IDEF1X, ER) і поведінки системи (IDEF/CPN). Розроблений фірмою **Meta Software (США)** і прийнятий як стандарт для проектів, що фінансуються американськими і європейськими спонсорами.

Основні можливості пакету:

- ❑ графічне представлення функціональної структури (технології виконання) бізнес-процесів на різних рівнях деталізації; структури предметної області у вигляді інформаційної моделі «об'єкт-зв'язок»;
- ❑ розрахунок вартісних витрат на виконання бізнес-процесів;
- ❑ документування моделей предметної області у вигляді глосарію і складання текстових звітів;
- ❑ автоматизація проектування інформаційної системи, зокрема визначення структури бази даних;
- ❑ можливість експорту функціональної моделі в пакети програм динамічного імітаційного моделювання.



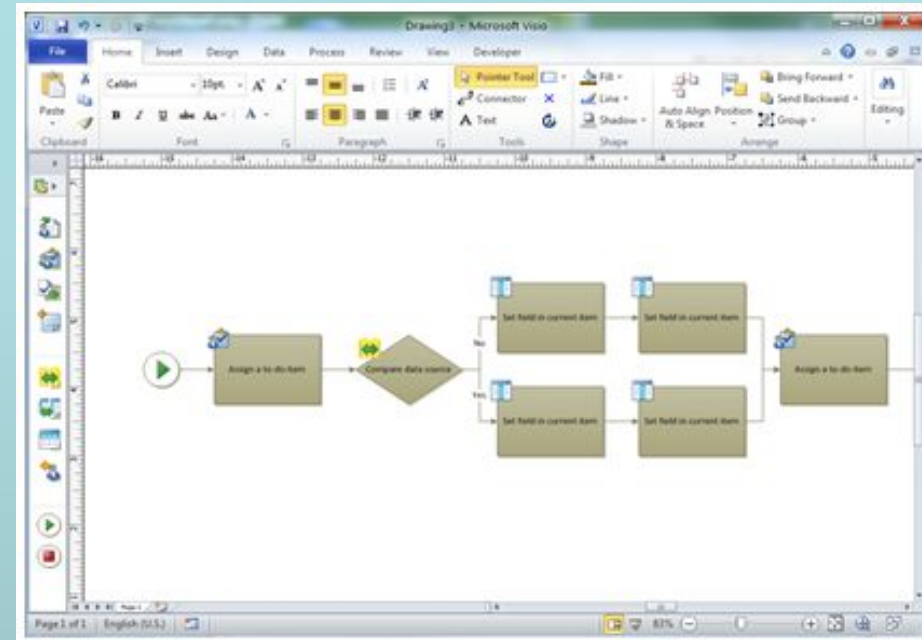
Microsoft Visio – векторний графічний редактор, редактор діаграм і блок-схем для Windows.

Має потужний інтерфейс з множиною опцій для створення власних методів організації інформації.

Ідеально підходить для ІТ-фахівців, розробників і аналітиків (наприклад, пов'язаних з бізнес-процесами, кадрами і управлінням), яким вимагається інтерпретувати, оновлювати і передавати складну інформацію про процеси та інфраструктуру.

Основні можливості редактору:

- наявність великої кількості елементів і шаблонів моделювання, наприклад, для розробки центру обробки даних, інженерних задач, управління, системного проектування, планування системи безпеки, розробки програмного забезпечення, дизайну веб-сайтів та інш.;
- підтримка нотації моделювання бізнес-процесів (BPMN).
- швидке формування професійно оформлених схем;
- забезпечення спільної роботи над проектами декількох виконавців;
- інтеграція з іншими програмними системами.



$$e = mc^2$$

Висновки

1. Функціональний опис системи (функціональна модель) повинен створити правильну орієнтацію відносно зовнішніх зв'язків системи, її контактів з навколишнім світом, напрямках її можливої зміни. Воно виходить з того, що всяка система переслідує одну або декілька цілей, що досягаються виконанням ряду функцій.
2. Ефективність системи (властивість системи досягти поставлену мету в заданих умовах використання і з певною якістю) залежить від величезної кількості внутрішніх і зовнішніх чинників і зв'язків між ними. У зв'язку з цим раціональний шлях формування функціонального опису полягає в застосуванні багаторівневої ієрархії описів, при якій опис вищого рівня залежатиме від узагальнених і факторизованих змінних нижчого рівня.
3. Графічні способи функціонального опису систем засновані на теорії графів і включають мережеві графіки, діаграми Ганна, дерева функцій системи і методології моделювання систем IDEF. IDEF (Icam DEFinition, визначення комплексної автоматизації виробничих процесів) - сімейство методологій моделювання складних систем, що

$$E = mc^2$$

Питання для самоконтролю

1. У яких цілях використовується функціональний опис системи і яким вимогам він повинен задовольняти?
2. Які існують методи функціонального опису систем?
3. Як формально описується функціонування системи? У чому його недоліки?
4. Як описати систему з точки зору її ефективності?
5. Які існують графічні моделі відображення функцій системи?
6. Що є мережевим графіком? З яких елементів він складається?
7. Що таке діаграма Ганта? Як вона будується?
8. Що таке дерево функцій системи? Як воно виглядає?
9. Які елементи включаються в дерево функцій управління системою?
10. Що є сімейством стандартів IDEF?
11. Для яких цілей використовується стандарт IDEF0?
12. Що лежить в основі стандарту IDEF0?

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$E = mc^2$$

Дякую за увагу!

$$F = ma$$

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$