

ОПИС ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Математична модель об'єкту проектування

Розпізнавання при проектуванні складних систем є багаторівневим процесом. Воно характеризується послідовними етапами, передбаченими процедурною моделлю, на кожному з яких проектувана система одержує опис структури елементів об'єкту і параметрів. В зв'язку з цим опис об'єкту проектування можна назвати стратифікованим, що розвивається від «стислого» на етапах верхнього рівня процедурної моделі до «розгорненого» на нижніх.

Для використання ЕОМ опису об'єкту проектування повинно носити характер математичних моделей.

Для будь-якої ситуації рішень вони є безліччю співвідношень, що пов'язують дії (змінні, значення яких вибираються особою, що ухвалює рішення), що управляють, і параметри даного завдання з вихідними змінними (змінні, залежні від виду дій, що управляють).

У змістовному сенсі опис об'єкту проектування у формі математичної моделі повинен містити наступні компоненти і правила:

1. A - мета функціонування;
2. $E(e_i)$ - чисельність елементів складових систему;
3. $T(t_i)$ - чисельність елементів часу;
4. $P(p_i)$ - чисельність ознак тих, що характеризують систему в цілому;
5. P_e - чисельність ознак тих, що характеризують елементи системи;
6. S - чисельність станів елементів в даний проміжок часу;
7. H - правило впорядкування зміни станів в ході досягнення мети;
8. Q - правило зв'язків між всіма елементами системи;
9. F - математичні схеми відносини, що описують, ознаками елементів і ознакам систем;
10. P_c - безліч ознак, що визначають взаємодію системи з середовищем.

Система буде визначена, якщо визначені всі перераховані множини і правила 7 і 9.

Безліч цілей, ознак і елементів краще всього представляти у вигляді графів.

Безліч станів включає певний набір значень ознак системи, підсистеми або елементів у момент часу tt .

Окремі елементи або вся система за даний час $t_0...t_k$ певне число раз переходить з одного стану в інший. Єдиний перехід складає елементарну операцію:

$$O_{m_0} = S^t \succ S^{t+1},$$

де ST – стан; O_{m_0} - елементарна операція; $>$ - знак відношення порядку.

Вважається, що операція визначена, якщо для неї вказані: стан, кінцевий стан, порядок зміни станів системи, який може бути описаний рівнянням диференціальним, кінцевими автоматами, імовірнісними автоматами, ланцюгами Марков, булевими функціями, функціями предикат.

Взаємодія елементів визначається зв'язками

Процес проектування як перехід від одного опису до іншого може бути виражений залежністю:

$$O_o = \widetilde{OP}_1 \rightarrow \widetilde{OP}_2 \rightarrow \dots \widetilde{OP}_i$$

де O_o - означає процес проектування

$\widetilde{OP}_1 \dots \widetilde{OP}_i$ - опис об'єкта проектування на різних етапах проектування на різних етапах його розробки

Опис $\widetilde{OP}_1$, визначаючий досягнені з його створенням і використанням, зветься *целевим*:

$$\widetilde{OP}_1 = A_o$$

Опис $\widetilde{OP}_2$, даючий уявлення об ідеї його технічного рішення, називається *концептуальним*:

$$\widetilde{OP}_2 = (A_o, P)$$

Описание $\widetilde{OP}_3$, дающее представление о функции объекта, назовем *функциональным*:

$$\widetilde{OP}_3 = (P_c, H, S)$$

Математичні моделі, що відносяться до структурного опису системи, включають безліч елементів, що становлять систему E ; безліч ознак, що характеризують елементи P_c ; безліч зв'язків між всіма елементами системи Q :

$$\widetilde{OP}_4 = (E, P_c, Q)$$

Динамічний опис включає математичні моделі, побудовані на безлічі ознак, що визначають взаємодії системи з середовищем P_c , на безлічі моментів часу T і математичних схемах, що описують відносини між ознаками елементів і ознаками системи:

$$\widetilde{OP}_5 = (P_c, T, F)$$

Опис, що визначає параметри об'єкту, називається *параметричним*. У його склад входить безліч параметрів:

$$\widetilde{OP}_6 = (P, P \dots P_i)$$

У даному розділі розглянуто загальне представлення опису і математичної моделі об'єкту проектування. Надалі його буде конкретизовано стосовно окремих процедур і операцій.

Методи пошуку технічних рішень

Детальні математичні дослідження проектного об'єкту, зокрема дослідження на основі оптимізаційних методів, в більшості випадків починаються після синтезу, оцінювання і відбору структурної схеми, тобто певного способу реалізації ТЗ: набору основних взаємодіючих підсистем і способів їх функціонування, основних параметрів і обмежуючих співвідношень між ними. Це не виключає застосування елементів оптимізації, кількісних методів на етапі вибору структурної схеми. Проте переважно етап пошуку структурної схеми є слабо формалізованим.

Розглянемо формалізовані методи пошуку технічних рішень, які підвищують якість проектних рішень шляхом збільшення числа різних варіантів (розширення поля пошуку), що дає можливість на основі подальшого застосування формалізованих методів оцінювання вибрати найбільш ефективний варіант. До формалізованих методів відносяться: асоціативні; контрольних питань; мозкового штурму; синектики; морфологічного аналізу; аналізу взаємозв'язаних областей рішення; функціонально-вартісного аналізу.

Асоціативні методи пошуку технічних рішень ґрунтуються на застосуванні в творчому процесі семантичних властивостей понять шляхом використання аналогій їх вторинних смислових відтінків. Основними джерелами для генерування нових ідей служать асоціації, метафори і випадково вибрані поняття.

Асоціація – зв'язок, що виникає за певних умов між двома або більш психічними утвореннями (відчуттями, руховими актами, сприйняттями, ідеями і т.п.).

Метафора – перенесення властивостей з одного предмету (явища) на інший на підставі загальної для обох ознаки.

До асоціативних методів відносяться методи фокальних об'єктів, а також гірлянд випадковостей і асоціацій.

Мета методу фокальних об'єктів – пошук нових модифікацій відомих способів і пристроїв. Суть цього методу фокальних об'єктів полягає в перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на удосконалюваний об'єкт, який лежить як би у фокусі перенесення. Алгоритм застосування методу:

- 1) вибір фокального об'єкту;
- 2) вибір трьох-чотирьох випадкових об'єктів;
- 3) складання списків ознак випадкових об'єктів;
- 4) генерування ідей приєднанням до фокального об'єкту ознак випадкових об'єктів;
- 5) розвиток одержаних поєднань шляхом вільних асоціацій;

6) оцінка одержаних ідей і відбір корисних рішень (доцільно доручити оцінку експерту або групі експертів, а потім спільно відібрати потрібні рішення).

Мета методу гірлянд випадковостей і асоціацій – знайти велику кількість підказок для нових ідей шляхом утворення асоціацій. Алгоритм застосування методу:

- 1) визначення гірлянди синонімів об'єкту;
- 2) довільний вибір гірлянди випадкових об'єктів;
- 3) утворення комбінацій з елементів гірлянд синонімів і випадкових об'єктів;
- 4) складання переліку ознак випадкових об'єктів (для зручності їх об'єднують в таблицю);
- 5) генерування ідей шляхом почергового приєднання до технічного об'єкту і його синонімів ознак випадково вибраних об'єктів;
- 6) генерування гірлянд асоціацій – по черзі з ознак випадкових об'єктів, виявлених на кроці 4, генеруються гірлянди асоціацій;
- 7) генерування нових ідей;
- 8) вибір альтернативи – на цьому кроці вирішують питання: продовжувати генерування гірлянд асоціацій або вже достатньо для відбору корисних ідей;
- 9) оцінка і вибір раціональних варіантів ідей;
- 10) відбір оптимального варіанту.

Метод контрольних питань. Мета методу – за допомогою наведених питань підвести проектувальника до рішення задачі. Метод контрольних питань може застосовуватися або у формі монологу проектувальника, зверненого до самого себе, або у формі діалогу, наприклад у вигляді питань, що задаються керівником членам групи проектувальників. Суть методу полягає в тому, щоб розглядати питання, що містяться в списку, і у зв'язку з ними вирішувати свою задачу.

Приклад. Список контрольних питань (варіант).

1. Яке нове застосування технічному об'єкту ви можете запропонувати? Чи можливі нові засоби застосування? Як модифікувати відомі засоби застосування?
2. Чи є у минулому аналогічні проблемні ситуації, які можна використовувати?
3. Які модифікації технічного об'єкту можливі?
4. Чи можливо збільшення часу служби? Збільшення частоти, розмірів, міцності?
5. Що можна в технічному об'єкті замінити? Що, скільки заміщень, чим? Інший інгредієнт? Інший матеріал? Інший процес? Інше джерело енергії? Інше розташування? Інший колір, звук, освітлення?
6. Що можна перетворити в технічному об'єкті? Які компоненти можна взаємно замінити? Змінити модель? Змінити

розбиття, розмітку, планування? Змінити послідовність операцій? Змінити швидкість або темп? Змінити режим?

7. Які нові комбінації елементів технічного об'єкту можливі? Чи можна створити суміш, сплав, новий асортимент, комплекс? Комбінувати секції, вузли, блоки, агрегати? Комбінувати цілі?

Відомий запитальник, який містить, наприклад, такі питання:

- Як вирішити завдання, якщо не зважати на витрати, якщо від її рішення залежить життя людини, якщо технічний об'єкт буде використаний як іграшка, або якщо об'єкт є навчальним посібником, експонатом?

- Чи не можна знехтувані у минулому принципи рішення використовувати зараз при сучасній технічній нагоді?

- Чи можна передбачити результат рішення задачі через 10-15 років з урахуванням зростання суспільних потреб?

- Як виглядає перелік всіх основних недоліків відомих рішень? Яким повинне бути рішення, щоб усунути їх?

Приклад використання методу. Розробити перелік контрольних питань, що зменшує вірогідність створення неефективного варіанту технічного забезпечення абонентського пункту (АП) в мережі САПР.

Рішення (фрагмент):

- 1) Чи дозволяє АП оформляти вхідні документи?
- 2) Чи не використовуються дорогі матеріали для носіїв інформації на АП?
- 3) Яким чином забезпечується введення даних в АП?
- 4) Чи забезпечується контроль даних, що вводяться в АП?
- 5) Які можливості надає АП по виведенню інформації споживачам?
- 6) Чи можливий діалоговий режим взаємодії з ЕОМ?
- 7) Чи забезпечується зберігання інформації в АП?
- 8) Чи забезпечується захист від несанкціонованого доступу до даних в АП і т.д.

Метод мозкового штурму. Мозковий штурм – один з найбільш популярних методів активізації колективної творчої діяльності. Для усунення перешкод, що викликаються боязню критики, розділяються в часі процеси генерування ідей і їх критичної оцінки.

Алгоритм застосування методу:

- 1)Відбір групи осіб для генерування ідей і групи експертів;
- 2)Організація процесу генерування ідей;
- 3)Фіксація висунутих ідей;
- 4)Оцінка зафіксованих ідей за допомогою експертів і вибір найбільш раціональної з них.

Основні правила методу:

1) Задачу послідовно вирішують дві групи людей по 4 – 15 чоловік в кожній (оптимальний склад 6 – 12 чоловік). Перша група тільки висуває різні ідеї. Час роботи групи 20 – 40 хвилин. Друга група після закінчення роботи першою виносить думку про цінність висунутих ідей.

2) Основне завдання першої групи – видати за відведений час якомога більше ідей. Всі вони висловлюються без доказів і записуються в протокол або фіксуються на магнітофонній стрічці.

3) При генерації ідей утримуються від критики пропозицій, що висуваються учасниками.

4) Процесом рішення задачі управляє керівник, який забезпечує дотримання всіх правил.

5) Якщо завдання не вирішене, можна повторити процес рішення: краще зробити з іншим складом першої групи.

Метод синектики є розвитком і удосконаленням методу мозкового штурму. Методика проведення синектичного засідання запозичена з мозкового штурму, проте відрізняється від нього використанням прийомів психологічної настройки, зокрема активним застосуванням аналогій. Алгоритм застосування методу:

1) Формулювання проблеми в загальному вигляді. На синектичні засідання запрошують експертів (фахівців у області даних проблем), які прояснюють проблемну ситуацію. Цей етап називається формулюванням «проблема як вона дана» (П2Д).

2) Початковий аналіз проблеми. Цей етап синекторы проводять спільно з експертом. Етап називається формулюванням «проблема як її розуміють» (П2Р).

3) Генерування ідей рішень проблеми в тому її формулюванні, на якому заснований вибір. В ході цього етапу використовуються різні аналогії: прямі, особисті, символічні, фантастичні.

4) Перенесення одержаних в процесі генерації нових ідей до П2Р і П2Д і виявлення їх можливостей. Якщо одержана ідея за рішенням проблеми виявляється практично нереалізовуваною, необхідно повторити весь процес для розбору інших ідей.

5) Завершальна частина синектичного засідання – розвиток і максимальна конкретизація ідеї, визнаної найбільш вдалої (ведеться на спеціальній технічній мові).

Метод морфологічного аналізу. Мета методу морфологічного аналізу полягає в систематичному використанні всіх уявних варіантів, витікаючих із закономірностей будови (тобто морфології) удосконалюваної системи.

У удосконалюваній технічній системі виділяють декілька характерних для неї структурних або функціональних морфологічних ознак. Кожна ознака може характеризувати параметри або характеристики системи.

За кожною виділеною морфологічною ознакою складають список його конкретних різних варіантів, альтернатив. Ознаки з їх альтернативами можна

розташовувати у формі таблиці, званої морфологічним ящиком, що дозволяє краще уявити собі пошукове поле. Перебираючи всілякі поєднання альтернативних варіантів рішення задачі, які при простому переборі могли бути упущені. Алгоритм застосування методу:

- 1) Точне формулювання завдання (проблеми), що підлягає рішенню.
- 2) Складання списку всіх морфологічних ознак, тобто всіх можливих характеристик об'єкту, його параметрів, від яких залежить рішення проблеми і досягнення основної мети.
- 3) Розкриття можливих варіантів за кожною морфологічною ознакою (характеристиці) шляхом складання матриці. Дуже важливо, щоб аж до даного етапу не ставилося питання про практичну здійсненність і цінність того або іншого варіанту рішення.
- 4) Визначення функціональної цінності всіх одержаних варіантів рішень. Повинні бути розглянуті всі варіанти рішень, витікаючих із структури морфологічної таблиці, і проведено порівняння поодиночі або декільком найбільш важливим для даної технічної системи показникам.
- 5) Вибір найбільш раціональних конкретних рішень.

Метод аналізу взаємозв'язаних областей рішення – один з найбільш ефективних і надійних методів пошуку нових технічних рішень. Початкові етапи методу аналізу взаємозв'язаних областей рішень нагадують метод морфологічного аналізу. Основна відмінність полягає в тому, що в даному методі часткові рішення можуть включати тільки практично здійсненні, а не всі можливі варіанти. Мета методу – виявити і оцінити всі сумісні комбінації часткових рішень проектної проблеми. Алгоритм застосування методу аналізу взаємозв'язаних областей рішення:

- 1) Виявлення декількох можливих варіантів в кожній області рішень;
- 2) Визначення варіантів, несумісних один з одним;
- 3) Перелік всіх наборів варіантів, які можна об'єднувати один з одним, не побоюючись їх несумісності;
- 4) За наявності єдиного критерію для вибору варіантів (наприклад, вартості) визначення сумісних наборів варіантів, що найкращим чином задовольняють даному критерію;
- 5) Вибір з сумісних варіантів найбільш прийнятної точки зору мети рішення проблеми.

Метод функціонально-вартісного аналізу. Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) є методикою раціоналізації, тобто удосконалення процесів з метою зниження їх вартості і витрат переважно без зміни основних принципів, лежачих в їх основі. ФВА будується на тому, що деталь машини удосконалити легше, ніж машину в цілому. Застосування його дозволяє понизити вартість виробів на 5 – 20 %. ФВА проводять переважно постійно діючі дослідницькі

групи чисельністю 3 – 6 чоловік. У їх числі обов'язково знаходяться конструктори, технологи і економісти. Алгоритм використання методу:

1) Підготовчий етап. Навчання фахівців основам ФВА, вибір об'єкту дослідження і визначення цілей аналізу.

2) Інформаційний етап. Систематизація інформації і її вивчення для опису об'єкту, з'ясування його фактичного стану; виявлення і формулювання функцій; побудова схеми взаємозв'язку основних частин досліджуваного об'єкту; визначення витрат на створення і функціонування об'єкту і його складових частин.

3) Аналітичний етап. Аналіз і уточнення функцій; розмежування і аналіз витрат, пов'язаних із здійсненням функцій; порівняння функцій, складових частин і витрат на їх здійснення з аналогами; формування завдань для пошуку нових ідей і варіантів оптимальних рішень.

4) Творчий етап. Вибір методів колективної творчості для пошуку нових рішень; організація і проведення нарад по висуненню ідей; обробка і систематизація результатів творчих нарад для їх подальшої оцінки.

5) Дослідницький етап. Оцінка здійсненності ідей з погляду матеріально-технічного, фінансового, виробничого забезпечення; визначення витрат і економічності виконання функцій для різних варіантів рішень; ранжирування варіантів і вибір оптимального.

6) Рекомендаційний етап. Оформлення рекомендацій по реалізації остаточно вибраних варіантів рішень з уточненням розрахунків ефективності; обговорення представлених рекомендацій комітетом ФВА і ухвалення рішень.

Метод рішення винахідницьких задач. Зміст методу полягає у виявленні технічної суперечності або його причини – фізичної суперечності – і усунення (дозволи) їх при переборі щодо невеликого числа варіантів.

2.3 Основні поняття про якість і патентну чистоту об'єктів нової техніки

Всі штучні об'єкти, ми називаємо їх виробами, створені для задоволення тих або інших потреб людини. Потреба в пересуванні задовольняється транспортними засобами, потреба в полегшенні і підвищенні продуктивності праці – різного роду технологічними машинами (верстатами, підйомними кранами, металургійними машинами і т.д.), ЕОМ підвищують продуктивність розумової праці. Вид потреби, що задовольняється, тобто призначення, виявляється головною ознакою, об'єднуючою багато різних по своїх властивостях виробів.

Під якістю продукції (виробів) розуміється сукупність її властивостей, які обумовлюють придатність задовольняти певні потреби стосовно призначення.

Підвищення якості машин проводиться по двох напрямках:

- 1) Вдосконалення серійних зразків;
- 2) Створення нових машин, що утілюють прогресивні конструктивні ідеї.

Якість машин залежить від сукупності багатьох чинників, серед яких найбільш істотні:

Інженерні – конструкція машини і технологія її виготовлення;

Виробничі – технічний рівень, стан технологічного оснащення і контрольно-вимірювальних засобів;

Постачальницькі – сортамент і якість матеріалів, що поставляються підприємству, і комплектуючих виробів;

Кваліфікаційні – знання і досвід зайнятих на підприємстві робочих і ИТР;

Організаційні – стан технологічної дисципліни;

Економічні – фінансування заходів щодо підвищення якості продукції, система матеріального стимулювання.

Потрібно пам'ятати, що підвищення якості невід'ємно пов'язане з додатковими витратами. Окупність додаткових витрат забезпечується підвищенням ефективності використання машин – зниженням витрат на технічне обслуговування і ремонт, поліпшенням умов праці і, як наслідок, підвищення вироблення.

Для оцінки якості машини користуються системою показників. Показником якості машини називається кількісний вираз одного або декількох її властивостей. Показники якості класифікують за наступними ознаками:

1) По кількості властивостей, що характеризуються: одиничні і комплексні показники. Перші виражають будь-яка одну властивість виробу, другі – одночасно декілька властивостей;

2) По відношенню до властивостей: надійності, ергономічності і др.;

3) За способом виразу: бальні і виражені іншими способами;

4) По методу визначення: визначувані органолептичними (органами чуття), соціологічними, експертними і іншими методами;

5) По стадії визначення: проектні (естетичні, ергономічні стандартизації, уніфікації і т.п.), виробничі (технологічність) і експлуатаційні (надійність і ін.);

6) По області застосування: до одиниці продукції, до сукупності одиниць продукції, до сукупності різномірної продукції;

7) По застосуванню для оцінки рівня якості: базові і відносні.

Проектована машина крім головної ознаки – призначення – характеризується рядом інших, деякі з яких виражаються кількісно, інші – якісно. Кількісні ознаки виступають в ролі параметрів. По ходу проектування багато ознак переходять з розряду якісних в розряд

кількісних. Так, на етапі пошуку технічних рішень, коли відображення варіантів обмежене принциповою схемою, важко оцінити кількісно, наприклад, технологічність виробу. Інша справа при розробці технічної документації. Оцінка якості відбувається на всіх етапах, проте, найбільш достовірні дані можна одержати при завершенні робіт.

У більшості країн світу діє законодавство про охорону прав винахідника. Документ, що засвідчує визнання пропозиції винаходом, пріоритет винаходу, авторство на винахід і виняткове право на нього, називається патентом. Технічні рішення, що підпадають під дію патенту, не можуть бути застосовані без згоди патентовласника. Порушення його прав у ряді країн карається арештом ввезеної продукції, накладенням штрафів, а іноді і тюремним висновком.

Об'єкти нової техніки повинні володіти патентною чистотою. Патентна чистота – це юридична властивість об'єкту техніки, що полягає в тому, що він може бути вільно використаний в даній країні без небезпеки порушення діючих на її території патентів на винахід. Таким чином, патентна чистота визначається стосовно конкретної країни. Так, наприклад, технічне рішення може володіти патентною чистотою у ФРН і не володіти в США.