

**Основи побудови та застосування
біомедичної апаратури**

**Види задач проектування,
етапи проектування**

Види задач проектування

Найпоширенішим класифікаційним критерієм видів задач проектування є **ступінь новизни проектованої системи.**

За цим критерієм **види задач проектування** бувають:

***часткова модернізація існуючої системи** – це зміна її параметрів (а іноді і структури), яка спричиняє порівняно невелике покращання одного чи декількох показників якості;*

***суттєва (істотна) модернізація** – це зміна параметрів і структури системи, яка спричиняє значне покращання одного чи декількох основних показників якості;*

***створення нової системи,** яка базується на нових принципах дії для різкого (наприклад, удвічі, на порядок чи навіть більше) покращання одного чи декількох основних показників якості при розв'язанні тих самих або нових задач.*

Види задач проектування

За критерієм **ступінь складності** **проектованої системи** види задач проектування бувають:

прості (для розв'язання задачі потрібен колектив до десяти (включно) інженерів);

середньої складності (кілька десятків чи сотень інженерів);

складні (кілька тисяч);

дуже складні (кілька десятків тисяч).

Зауважимо, що наведений тут **поділ за кількістю інженерів доволі умовний, а організація процесу проектування та використовувані методи проектування сильно залежать від ступеня новизни та складності розв'язуваної задачі!**

Етапи проектування

За своїм характером **етапи проектування** бувають:

***попереднє проектування** (його результатом є технічна пропозиція (аван-проект) та випробування лабораторного макету);*

***ескізне проектування** (результатом є ескізний проект та випробування експериментального зразка);*

***технічне проектування** (результатом є технічний проект та випробування дослідного зразка).*

Етапи проектування

Проте на практиці **етапи проектування** частіше класифікують **з точки зору розв'язуваних задач проектування:**

- 1) вибір і формулювання мети проектування;
- 2) обґрунтування вихідних даних;
- 3) визначення принципів побудови системи;
- 4) апаратурний синтез;
- 5) конструювання;
- 6) розробка технології виготовлення;
- 7) розробка дослідної апаратури.

**По суті, другий етап є зовнішнім проектуванням,
а з третього по сьомий – внутрішнім проектуванням.**

Етапи проектування

Певні поєднання цих етапів в інженерній практиці мають окремі назви, а саме:

системотехнічний етап (системотехнічне проектування, системотехніка) – з першого по третій етапи;

схемотехнічний етап (схемотехнічне проектування, схемотехніка) – це власне четвертий етап;

конструкторсько-технологічний етап – це п'ятий, шостий і почасти сьомий етапи.

Саме за цими назвами найчастіше розрізняють спеціалізацію інженерів. У цих випадках кажуть так: інженер-системотехнік, інженер-схемотехнік, інженер-конструктор, інженер-технолог тощо.

Зміст етапів проектування

Зміст етапів проектування:

- 1) При виборі і формулювання мети проектування здійснюють словесне формулювання задачі проектування: що саме і для вирішення яких завдань потрібно розробити. При цьому потрібно попередньо проаналізувати потреби суспільства (чи хоча б якоїсь його частини) (це комусь потрібно? Це куплять? Цим користуватимуться?), можливості сучасної науки і техніки (а це взагалі можливо?), врахувати результати прогнозування подальшого розвитку подібних систем (це перспективний чи морально застарілий напрям?). Ініціатива у постановці задачі проектування може належати як замовникам, так і розробникам.
- 2) Кількісне формулювання, «оцифровування», задачі проектування: умови роботи, обмеження структури системи і значення її параметрів, показники якості, вимоги до них тощо здійснюють на етапі обґрунтування вихідних даних. При цьому потрібно враховувати призначення системи та всі основні види її взаємодії з навколишнім середовищем. Етап зазвичай здійснюється спільними зусиллями розробників, замовників і споживачів.

Зміст етапів проектування

3) На етапі визначення принципів побудови системи визначають принципи побудови системи, результатом чого є обґрунтований поділ розроблюваної системи на підсистеми (пристрої), сформульовано вихідні дані для всіх підсистем (пристроїв) та визначено (хоча б у першому наближенні) їх (підсистем, пристроїв) дії.

На даному етапі вибирають використовувані фізичні явища, принципи отримання, обробки та передачі інформації, робочі частоти, види модуляції тощо.

Цей етап дозволяє порівняно точно визначити значення лише інформаційних показників (точність, завадостійкість, пропускна здатність тощо), а економічні та конструктивно-технологічні показники (вартість, маса, габарити, надійність тощо) – лише у першому наближенні.

4) Апаратурна реалізація вибраних на попередньому етапі принципів побудови системи є змістом апаратурного синтезу. Неодмінним елементом цього етапу є вибір елементної бази, хоча про її вибір варто задумуватись на попередніх етапах. Тут також оптимізують структуру і параметри підсистем (пристроїв) з урахуванням не лише інформаційних, але й всіх інших показників якості, у т.ч. конструктивно-технологічних та економічних.

Зміст етапів проектування

На даному етапі також вибирають методику проведення випробувань, вибирають склад засобів вимірювань та (за потреби) розробляють нестандартну випробувально-вимірювальну апаратуру.

Наприклад, знадобиться імітатор кардіосигналів чи нестандартний муляж (фантом) для томографа та рентгенівського апарата.

5) На етапі конструювання оптимізують систему за її конструктивно-технологічними та економічними показниками, остаточно визначають ці показники та складають всю технічну документацію, необхідну для виготовлення дослідних зразків, а потім і для серійного чи масового виробництва.

б) Етап розробки технології виготовлення тісно пов'язаний з апаратурним синтезом та конструюванням і містить технологію виготовлення дослідних, а потім і промислових зразків. Чому такий тісний зв'язок між цими етапами? Справа у тому, що завершити розробку технології виготовлення неможливо без остаточного вирішення питання щодо конструкції системи (пристрою), а визначення остаточної конструкції та складання всієї технологічної документації не можна виконати до закінчення розробки технології виготовлення.

Зміст етапів проектування

7) Без розробки дослідної апаратури складно буде перевірити відповідність виготовленого зразка системи заявленим показникам якості. Тісно пов'язаний з етапом апаратурного синтезу.

Зауважимо, що всі розглянуті етапи так чи інакше тісно пов'язані між собою. Більше того, після завершення етапів конструювання та технології може виникнути потреба у корекції не тільки принципів побудови системи, але й вихідних даних і навіть зміни мети проектування. Така ситуація трапляється, наприклад, тоді, коли отримані економічні та конструктивно-технологічні показники системи не забезпечують досягнення заданих показників.

Процес проектування є не тільки багатоетапним, але й багаторазово коригованим по мірі його виконання, «багатоітераційним». Тут головним моментом є розумна кількість ітерацій, адже потенційно покращувати технічне рішення можна до нескінченності. Але який у цьому сенс?

Методи проектування

Методи проектування

Під час проектування зазвичай використовують такі **методи проектування**:

- **математичні;**
- **експериментальні;**
- **евристичні (творчі).**

При використанні математичних методів сукупність вихідних даних D формують математично. Потім математичним шляхом визначають цільові функції, тобто залежності показників якості k_i від структури системи та значень її параметрів при заданих умовах D_{cond} .

Для отриманого таким чином описання відшуковують математичними методами аналізу та синтезу алгоритми роботи та параметри системи, які задовольняють вибраному критерію якості – рисунок на наст. слайді.

Методи проектування



Схема математичного методу проектування

Методи проектування

Основними задачами математичного моделювання є аналіз систем та оптимізація їх параметрів, а задача автоматизованого проектування має на меті синтез структури, у т.ч. визначення оптимальних значень параметрів. При автоматизованому проектуванні комп'ютер видає результати у вигляді готової технічної документації, а при математичному моделюванні результати, видані комп'ютером, не мають такого ступеня завершеності.

На сьогоднішній день комп'ютер, як ключовий інструмент реалізації математичних методів проектування, став загальнодоступним і відносно дешевим. Додавши сюди гнучкість цього методу (мінємо вихідні дані і можемо порівнювати між собою самі різноманітні варіанти) при власне незмінному інструменті (апаратно комп'ютер при цьому то незмінний), отримуємо неймовірно широкі можливості математичного проектування.

Які тоді ж його недоліки?

По-перше, для реалізації цього методу проектування має бути наявне цілком конкретне математичне описання, відповідність якого розв'язуваній задачі ще треба обґрунтувати/довести (логічно, експериментально чи евристично).

Методи проектування

По-друге, це описання існує далеко не на всіх етапах проектування. Чому? Одна справа, коли ви берете за основу добре відпрацьовану для даної задачі математичну модель, і зовсім інша – ви розробляєте щось принципово нове, для якого математичні моделі або взагалі відсутні, або є, але не дають належного ступеня повноти результату.

По-третє, хоч і сучасний комп'ютер має величезні обчислювальні можливості, так і реальні задачі для нього змінюються пропорційно. Тобто можна задати такий обчислювальний алгоритм для нескладних, на перший погляд, задач, а результату доведеться чекати довго – не хвилини, а години, доби, тижні, а то і довше. І це лише для одних вихідних даних. Змінюємо вихідні дані – і знову чекаємо. Звісно, маємо у своєму розпорядженні такий інструмент як розпаралелювання обчислень. Проте тривалість і вартість такого підходу не завжди прийнятні.

Методи проектування

Щодо **експериментальних досліджень**, то їх є декілька різновидів (за способом проведення):

- **лабораторні**;
- **напівнатурні** (частина ланок у вигляді натурних макетів, решта – імітація на комп'ютері);
- **натурні** (всі ланки макету реалізують у вигляді натурних макетів).

Мета експериментальних досліджень – з'ясування конструктивних і експлуатаційних властивостей розробки.

Основними задачами експериментальних досліджень є:

- вивчення характеристик взаємодії середовища та об'єкта розробки;
- ідентифікація статистичних і динамічних параметрів об'єкта розробки;
- оцінка ефективності функціонування об'єкта розробки та перевірка його на відповідність заданим вимогам.

Методи проектування

Стадії організації та виконання експериментальних досліджень:

- формулювання мети;
- складання програми експерименту, методична та матеріальна підготовка експерименту;
- проведення експерименту;
- опрацювання результатів вимірювань та оцінювання похибки вимірювань;
- аналіз отриманих результатів та формулювання оцінки проведених вимірювань.

Перевагами експериментального методу слід вважати повнішу інформацію про характеристики взаємодії середовища та об'єкта розробки, а також оцінку ефективності функціонування об'єкта розробки та перевірка його на відповідність заданим вимогам в умовах, максимально наближених до експлуатаційних. До недоліків варто віднести значну вартість і не завжди наявну можливість провести необхідний обсяг експериментальних досліджень у реальних умовах застосування.

Методи проектування

Евристичний підхід у процесі проектування **доцільно використовувати для:**

- вибору та формулювання мети проектування;
- вибору фізичних принципів дії системи;
- обґрунтування математичних моделей системи, корисних і шкідливих впливів;
- вибір методів математичних і експериментальних досліджень;
- вибір елементної бази (за відсутності жорстких обмежень);
- тлумачення результатів досліджень та прийняття остаточних рішень.

Жоден з розглянутих методів проектування не є абсолютно найкращим. І тому на практиці найчастіше доводиться поєднувати їх між собою для отримання належного результату за принципом: використовуйте наявний досвід розробки подібних систем, розв'язання подібних задач, поєднуючи це з власними теоретичними та практичними результатами.

Методи проектування

Під час проектування доводиться розв'язувати **три основних види задач:**

- 1) синтез оптимальних алгоритмів перетворення інформації (він же ж «*синтез структури (алгоритмів)*»);
- 2) вибір оптимальних значень параметрів системи («*оптимізація параметрів*», «*параметрична оптимізація*»);
- 3) порівняння різних варіантів побудови системи з метою вибору найкращого варіанта («*дискретний вибір системи*»).

Послідовність розв'язання цих задач може бути різною!