

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

В.Ю. Щербина

**МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ
КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»,
спеціалізацією «Інжинирінг, комп'ютерне моделювання та
проекткування обладнання виробництв полімерних і будівельних
матеріалів та виробів»*

**Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2018**

Методологія проектування. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів які навчаються за освітньо-науковою програмою магістерської підготовки, спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиниринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів» / В. Ю. Щербина; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 77 с.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 4 від 20.12.2018 р.) за поданням Вченої ради інженерно-хімічного факультету (протокол № 10 від 26.11.2018 р.)

Електронне мережне навчальне видання

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Укладачі: *Щербина Валерій Юрійович*, доктор техн. наук, доцент

Відповідальний

редактор

Гондляр О.В., доктор техн. наук, професор

Рецензенти:

Марчевський В.М., канд. техн. наук, професор

В курсі «Методологія проектування» значна увага приділяється вияву і використанню взаємозв'язку між окремими спеціальними дисциплінами, що виникають в процесі проектування обладнання хімічного машинобудування. Курс включає особливі методи досліджень і рішень задач безпосередньо процесу проектування з удосконаленням машин та апаратів і підвищенням їх ефективності. Сюди входять такі розділи, як технологічне проектування, морфологічні моделі, системний підхід та інше, які представляють значний інтерес для сучасного інженера-конструктора.

Метою викладення курсу є вивчення методів технологічного прогнозування параметрів машин, що проектуються з урахуванням вимог експлуатації і виготовлення машин, вузлів і деталей, ознайомлення з основами САПР і засобами планування НДР на стадіях визначення мети проекту і його доопрацюванням.

Для студентів технічних спеціальностей вищих закладів освіти.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018 рік

ЗМІСТ

ТЕМА 1 ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ НОВИХ МАШИН ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ.....	5
Введення.....	5
1.1 Етапи життєвого циклу виробу.....	5
1.2. Проект та проектування.....	8
1.2.1. Стадії виконання проектних робіт.....	8
1.2.2. Характеристики проекту.....	10
1.2.3. Технічна пропозиція.....	11
1.2.4. Ескізний проект.....	12
1.2.5. Технічне проектування.....	13
1.2.6. Робочий проект.....	13
1.3. Процес проектування машин. Якість проекту.....	14
1.4. Основні причини ненадійності обладнання.....	15
1.5. Два типи проектового обладнання.....	16
1.6. Розробка технічного завдання.....	17
1.7. Етапи проектування (нововведення).....	18
1.8. Відкриття винаходи інновації в проектуванні.....	19
1.9. Лабораторні дослідження.....	20
1.10. Розробка дослідних зразків.....	21
1.11. Впровадження у виробництво.....	21
1.12. Широке поширення в галузі.....	21
1.13. Застосування в інших галузях господарства.....	22
1.14. Результати впровадження.....	22
ТЕМА 2 ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ.....	24
2.1 Ризик старіння і технічної невдачі при проектуванні.....	24
2.2. Планування мети проекту.....	25
2.3. Побудова графіка для визначення оптимальних проектних робіт.....	26
2.4. Шляхи прискорення процесу проектування.....	28
2.5. Пасивний експеримент при дослідженні процесів проектування.....	29
ТЕМА 3 СИСТЕМНИЙ ТА СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ МАШИН.....	32
3.1 Системний аналіз машин.....	32
3.1.1. Пошукове и нормативне прогнозування.....	32
3.1.2. Системно - ієрархічний підхід.....	34
3.1.3. Системний підхід до виконання проекту.....	38
3.1.4. Умова виділення об'єкта як систему.....	39
3.1.5. Зв'язки в системі.....	39
3.1.6. Централізована і децентралізована системи.....	40
3.1.7. Роль системи при виборі теми модернізації.....	41

3.2. Структурний аналіз машини.....	42
3.2.1. Системний аналіз машини.....	42
3.2.2. Побудова структури системи.....	42
3.2.3. Види структур.....	45
ТЕМА 4 РІВНІ СТРУКТУРНОГО АНАЛІЗУ МАШИН, INTERNET.....	47
4.1. INTERNET як глобальний інформаційний ресурс.....	48
4.1.1. Структура INTERNET.....	48
4.1.2. Класифікація інформаційних ресурсів INTERNET.....	52
4.2. Пошукові системи.....	53
4.2.1. Популярні пошукові системи.....	54
4.2.2. Пошук патентів.....	55
4.2.3. Міжнародна патентна класифікація.....	56
ТЕМА 5 ПЛАНУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК.....	59
5.1. Літературні джерела.....	59
5.1.1. Огляд літератури при науковому дослідженні.....	59
5.1.2. Пошуки першоджерел.....	59
5.1.3. Вивчення теорії.....	60
5.2. Методика експерименту.....	61
5.2.1. Мета й принципова схема вимірів.....	61
5.2.2. Етапи роботи.....	61
5.3. Помилки вимірів.....	63
5.4. Організація й аналіз результатів експерименту.....	65
5.4.1. Первинні документи.....	65
5.4.2. Початкова обробка результатів.....	66
5.4.3. Графіки, гістограми, фотографії.....	67
5.4.4. Структура звіту, організація й опис обчислень.....	68
ТЕМА 6 ЄДИНА СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ.....	70
6.1. Стадії розробок.....	70
6.2. Загальні вимоги до текстових документацій.....	71
6.3. Тексти із суцільним текстом.....	72
6.4. Формули в тексті.....	74
6.5. Оформлення ілюстрацій і додатків.....	74
6.6. Таблиці.....	75
ЛІТЕРАТУРА.....	76

ТЕМА 1 ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ НОВИХ МАШИН ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ.

Введення.

Будь-які вироби, у тому числі механічне обладнання, за час свого існування проходять ряд етапів, від ідеї створення до впровадження у виробництво й утилізації, що називається життєвим циклом виробу.

Проектування як етап цього циклу, передує виробництву й робить можливим виготовлення необхідної кількості виробів із заданими характеристиками. Проектування, у перекладі з латинської projectus, означає "кинутий уперед", тобто проект - це опис того, чого ще не має, і що буде створено в майбутньому. Проектування забезпечує отримання технічної документації, що повністю й однозначно описує всі відомості, необхідні й достатні для виготовлення виробів.

Проектування являє собою складний і творчий процес діяльності фахівця (проектувальника), інваріантний до різних типів виробів і складності. Проектування вимагає від проектувальника крім спеціальних, предметних знань, також знань методології, засобів і правил виконання проектних процедур. Сучасне проектування здійснюється в програмному середовищі, так називаній системі інформаційної підтримки життєвого циклу виробів, що робить необхідним освоєння відповідного програмного забезпечення.

1.1 Етапи життєвого циклу виробу

Процес створення й існування технічних об'єктів постійно еволюціонує. Від кустарних ремісників, що працювали поодиноці без креслень і розрахунків, техніка прийшла до колективного автоматизованого виробництва, де частина операцій виконує сама техніка. На сьогоднішній день за час свого існування виріб проходить ряд етапів від ідеї до утилізації. Сукупність етапів або послідовність процесів, через які проходить виріб за час свого існування, називається **життєвим циклом виробу**. Основні етапи життєвого циклу об'єкта проектування представлені на рисунку 1.1.

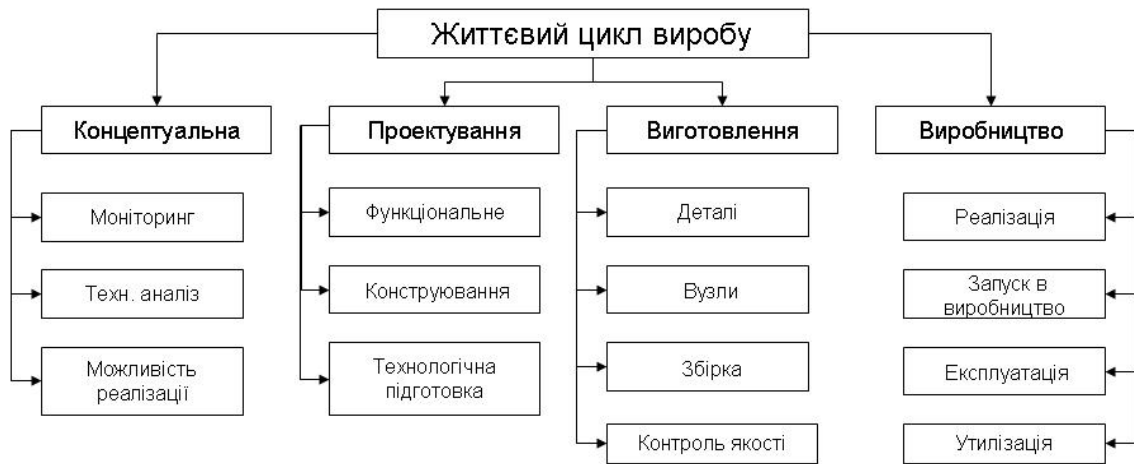


Рис. 1.1. Життєвий цикл об'єкту проектування

Життєвий цикл об'єкта проектування починається після маркетингових досліджень, які проводять виробники в пошуку споживачів своїх ідей або замовники в пошуку виконавців своїх завдань і потреб.

На першому етапі життєвого циклу, що іноді називають **концептуалізацією**, здійснюється технічний аналіз і формальне визначення потреб, а також оцінюється можливість фізичної реалізації виробу, що задовольнить потреби, буде при цьому конкурентноздатним й економічно вигідним. Замовник і виконавець формалізують свої потреби й ідеї у вигляді документа, що називається технічне завдання. Коли технічне завдання сформульоване і є впевненість, що воно буде повністю реалізовано, переходять до **проектування**.

Проектування можна розбити на три окремих галузі, робота в які часто ведеться паралельно: функціональне, конструкторське й технологічне проектування.

Об'єктами **функціонального проектування** є схеми виробу. Саме тому функціональне проектування називають іноді схемним.

Схеми діляться по різних ознаках. Так, наприклад, залежно від фізичних принципів роботи тих або інших пристроїв розрізняють механічні, гідравлічні, пневматичні, електричні, кінематичні й інші схеми. Функціональне проектування є вкрай важливим етапом, з якого й починається власне проектування. Саме воно визначає оптимальність структури й характеристик

функціональних пристроїв, блоків, вузлів й елементів виробу. Саме воно багато в чому забезпечує принципову можливість виконання виробу його головних завдань, гарантує одержання необхідних значень функціональних характеристик. Результатом функціонального проектування є різного роду схеми виробу і його частин. Проектування різних схем виконують інженери-проектувальники різних спеціальностей: механіки, електрики, електроніки, автоматники.

Об'єктом **конструкторського проектування** (або просто конструювання) є просторова (твердотільна) структура виробу. На етапі конструювання спроектовані схеми перетворюються реальні деталі і складальні одиниці, які розташовуються у просторі й закріплені певним чином. Говорять, що схеми при конструкторському проектуванні реалізуються "у залізо". Результатом конструкторського проектування є креслення (конструкторська документація). Їх розробляють, інженери-конструктори. Термін "конструктор" часто вживається й у більше широкому значенні, як синонім проектувальника взагалі.

Об'єктами **технологічного проектування** є технологічні процеси виготовлення деталей виробу. На цьому етапі розробляються технологічні документи: маршрутні карти (опис маршруту обробки деталей), операційні карти (опис виконуваних операцій), відомість оснащення (перелік використовуваних засобів технологічного оснащення) і ряд інших документів відповідно до єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД) (ДЕРЖСТАНДАРТ 3.1201-95). Технологічне проектування виконують інженери-технологи різного профілю (механіки, електрики й інші)

Паралельно з технологічним проектуванням може здійснюватися **виготовлення й випробування** дослідних зразків окремих деталей і вузлів виробу або навіть усього виробу в цілому. При цьому проводяться виміри відповідальних деталей і різні випробування виробу. По їхніх результатах у проектну документацію вносять відповідні зміни. Це означає повернення на пройдені раніше етапи. Такі ж ітераційні повернення можуть здійснюватися як від технологічної до конструкторської галузі, так і від конструкторської до функціонального. Наприклад, це доводиться робити у випадку, коли розроблену конструкцію дуже складно й дорого (або взагалі неможливо)

виготовити. У цих випадках говорять, що конструкція виявилася нетехнологічною. Буває, що розроблена схема конструюється погано або незручно, не поміщається в задані габарити й т.п. Про такі схемні рішення говорять, що вони неконструктивні. Таким чином, між етапами, як і розглянутими раніше рівнями, простежується явно ітераційний характер.

Виробництво виробів звичайно супроводжується специфічними процедурами виготовлення й контролю деталей або всього виробу в цілому. Важливим етапом є зборка виробу, у процесі якої потрібне моделювання роботи вже виготовлених деталей і вузлів машини, і проводити їхню оптимізацію.

Життєвий цикл виробу продовжують реалізація (продаж виробів кінцевим користувачам) і **експлуатація**, а завершує **утилізація**.

1.2. Проект та проектування

1.2.1. Стадії виконання проектних робіт

У поняття "проект" входять наступні складові частини: проектування, виготовлення, доробка. Проект - це повний комплекс робіт, пов'язаних з об'єктом, від ідеї до здачі його в серійне виробництво. Як приклад можуть служити здійснення проектів будівництва шахтної випалювальної печі продуктивністю 300 т/доба, обертової печі продуктивністю 100-150 т/г, листопрокатної й листоформуючої машин із заданими діапазонами техніко-економічних показників. Може ставитися ціль одержання максимальної продуктивності при найвищій ефективності, без конкретного зазначення вихідних параметрів встаткування. Проект вважається здійсненим, якщо об'єкт виробляє продукцію в промислових умовах і на ньому досягнуті проектні показники.

Проект містить технічний опис об'єкту, необхідний і достатній для його виробництва, тобто сукупність схем, креслень, описів технічних процесів і т.д. Будь-яке виробництво відповідного профілю й рівня, точно дотримуючись проекту, повинне могли виготовити конструкцію або їх серію, які будуть мати саме ті значення характеристик, які були зазначені в технічному завданні. Можна сказати, що проект описує пристрій об'єкту, визначаючи з яких частин він

складається, як взаємодіють між собою ці частини, як вони виготовляються й збираються, як конструкція настраюється і юстирується.

Основними видами проектних робіт є науково-дослідні й дослідно-конструкторські роботи (НДР й ДКР). **НДР** виконуються з метою рішення проблемних питань, пошуку принципових можливостей побудови структури механічних виробів, дослідження нових принципів їхнього функціонування й одержання вихідного матеріалу для ДКР. Основний об'єм **НДР** складає функціональне проектування. Конструювання звичайно виконується спрощено. Результатом такого проектування є макет об'єкту. Він дозволяє провести експериментальні випробування. Обсяг технологічного проектування в процесі **НДР** істотно скорочений. Важливими етапами **НДР** є дослідження й випробування макетів окремих вузлів і макета в цілому (експериментування). Це дозволяє отримати висновок про можливості створення й сформулювати технічне завдання на ДКР. **НДР** завершується складанням звіту, з викладом всіх відомостей, отриманих при їх проведенні.

ДКР виконується з метою розробки конструкторської документації, виготовлення й випробування дослідного зразка. За результатами випробування дослідного зразка дається висновок про можливості виготовлення установочної серії виробів з наступним переходом до серійного або масового виробництва залежно від потреб виробництва.

Порядок виконання проектних робіт регламентується цілим рядом стандартів. На території України проектування взагалі й механічних виробів, зокрема, ведеться відповідно до **Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД)**, що являє собою комплекс державних стандартів, що встановлюють єдиний порядок розробки, оформлення конструкторської документації. Відповідно до ЕСКД проектування механічних виробів може бути представлене у вигляді послідовності етапів, у ході яких розробляють:

- технічне завдання,
- технічну пропозицію,
- ескізний проект,
- технічний проект,
- робочу документацію.

1.2.2. Характеристики проекту

Вихідні дані для початку процесу проектування формулюються в спеціальному документі - технічному завданні. **Технічне завдання (ТЗ)** установлює які властивості або характеристики повинен мати виріб після його виготовлення. При цьому розрізняють наступні характеристики:

- функціональні;
- конструктивні;
- технологічні;
- економічні;
- експлуатаційні;
- ергономічні;
- естетичні.

Функціональні характеристики визначають принципові можливості виконання виробу відповідно до головного завдання. Наприклад, для більшості механічних виробів типовими функціональними характеристиками надійність, конструктивна спроможність, експлуатаційні характеристики.

Конструктивні характеристики визначають такі властивості конструкції об'єкту як габарити, вага, кількість деталей, складність їхньої форми, ступінь стандартизації й уніфікації, матеріалоемність і так далі. Під конструктивними характеристиками розуміють не опис конструкції, що є завданням проекту, а лише опис властивостей конструкції, важливих для замовника об'єкту.

Технологічні характеристики визначають якість процесу виготовлення, зборки й випробування об'єкту для заданого типу виробництва. Технологічність об'єкту характеризується питомою трудомісткістю, числом і типом засобів виготовлення, простотою підготовки виробництва, раціональністю вибору заготівель й інших.

Економічні характеристики визначають економічну доцільність виробництва й експлуатації об'єкту.

Експлуатаційні характеристики визначають простоту й зручність експлуатації, можливість перенастроювання, стійкість до впливу навколишнього середовища, ремонтпридатність.

Ергономічні характеристики визначають зручність і безпека взаємодії людини-оператора із виробом.

Естетичні характеристики визначають якість сприйняття людиною (користувачем) зовнішнього вигляду об'єкту, включаючи такі оцінки об'єкту як привабливість, сучасність, гармонійність сполучення елементів, досконалість конструкції й форми, кольори, наступність стилів й інших.

Необхідні значення або прийнятні інтервали значень всіх необхідних характеристик об'єкту становлять зміст і сутність технічного завдання. Технічне завдання оформляється відповідно до загальних правил оформлення технічної документації. Типове ТЗ на механічні вироби включає наступні розділи:

1. Загальні відомості (стан питання, мети й підстави розробки).
2. Визначення, призначення й область застосування виробу.
3. Технічні (функціональні) характеристики: узагальнений дозвіл (точність, енергетичний дозвіл та інші), діапазон експлуатації, продуктивність й інші залежно від типу об'єкту.
4. Структура й взаємозв'язок основних функціональних пристроїв, типи пристроїв, не розроблювальні при проектуванні (приймачі, живильники, й інші).
5. Бажані габаритні розміри й маса.
6. Умови експлуатації, ремонтпридатність, стійкість до впливу навколишнього середовища, перешкодам й інші.
7. Вимоги до стандартизації, уніфікації.
8. Екологічні вимоги, вимоги безпеки й ергономіки.
9. Умови транспортування й зберігання.
10. Вимоги патентної чистоти, конкурентноздатності й інших.

1.2.3. Технічна пропозиція

Технічну пропозицію виконують відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ 2.118-73 на підставі аналізу ТЗ і різних варіантів можливих рішень об'єкту з метою техніко-економічного обґрунтування доцільності розробки, а також виявлення додаткових або уточнених вимог, не вказаних у ТЗ. Типовими видами робіт технічної пропозиції є:

1. Збір і вивчення матеріалів по проекту.
2. Установлення головних відмітних ознак об'єкту, що поліпшують його властивості.
3. Функціональне проектування на вищих і середніх рівнях, визначення схемних рішень, що забезпечують досягнення заданих значень функціональних характеристик об'єкту.
4. Спрощене конструювання на вищих рівнях (спрощені креслення загального виду) з оцінкою можливостей розробки конструкції об'єкту.
5. Техніко-економічне обґрунтування й порівняння різних можливих варіантів.
6. Визначення остаточного ТЗ.

Пояснювальна записка на етапі технічної пропозиції, повинна відповідати ДЕРЖСТАНДАРТ 2.106-96 і мати наступні розділи, загальні для всіх етапів проектування:

- введення;
- призначення й область застосування проектованих вирібів;
- технічні характеристики;
- опис й обґрунтування конструкції;
- необхідні розрахунки;
- очікувані техніко-економічні показники й інші.

До записки прикладається конструкторська документація (узагальнені схеми, креслення загального виду, габаритне креслення об'єкту й інші.).

1.2.4. Ескізний проект

Ескізне проектування відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ 2.119-73 ставить метою знаходження принципових (схемних, конструкторських, технологічних) рішень об'єкту, що дають загальне представлення про принцип. На цьому етапі виконується функціональне проектування, всіх функціональних пристроїв й елементів - механічних, електричних і кінематичних схем. Типовими розрахунками механічного об'єкту при функціональному проектуванні є енергетичні й міцнісні розрахунки, а також габаритні розрахунки. Схеми повинні подавати повну інформацію про принцип роботи й структурі об'єкту, типи його

елементів, їхніх характеристик і взаємозв'язків. Також починається конструювання пристроїв і блоків. У результаті цього виготовляються креслення загального виду й окремих пристроїв з максимальними спрощеннями. При ескізного проектуванні розглядають можливу стандартизацію й уніфікацію, питання технологічності, здійснюють перевірку на патентну чистоту й конкурентноздатність.

1.2.5. Технічне проектування

Технічне проектування здійснюють після затвердження ескізного проекту. Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ 2.120-73 на цьому етапі виконується ретельне пророблення всіх схемних, конструктивних і технологічних рішень, що дають повне представлення про виріб. Розрахунки дозволяють установити остаточні вимоги до вузлів й елементів об'єкту, зокрема, уточнити значення погрешностей, що визначає можливість виробу на основі прийнятих конструктивних рішень. У процесі технологічного проектування провадиться аналіз конструкції об'єкту, його вузлів і найбільш відповідальних деталей на технологічність, визначення технічного встаткування й спеціального оснащення для їхнього виготовлення й випробування. У результаті виконання технічного проекту випускаються складальні креслення об'єкту і його вузлів, креслення всіх схем, пояснювальна записка й різні додатки. Після затвердження замовником технічного проекту приступають до виконання робочого проекту.

1.2.6. Робочий проект

Робочий проект є обов'язковим етапом проектування, на якому розробляється робоча документація, призначена для виготовлення й випробувань дослідного зразка. Основний обсяг цього етапу становить технологічне проектування. У процесі якого виконуються детальна розробка конструктивних рішень об'єкту і його вузлів із вказівкою технологічних вимог до збірки; випуск робочих креслень всіх деталей; доробка всіх схем до робочого стану; випуск робочих креслень; складання специфікацій і відомостей покупних і стандартних виробів; складання технічного опису, технічних умов. Робочі креслення деталей і складальних креслень є основною документацією, необхідною й достатньою для

виготовлення дослідного зразка. Після внесення необхідних коректив, а також перевірки на відповідність ДЕРЖСТАНДАРТ 14.206-73 "Технологічний контроль конструкторської документації", робочий проект затверджується й передається в дослідне виробництво.

Виготовлені **дослідні зразки** вирібів піддаються всебічним випробуванням (попереднім, державним), які проводяться відповідно до нормативних документів. По закінченні випробувань складається акт, у якому дається висновок про можливість запуску об'єкту у виробництво. У ньому ж указуються виявлені недоліки, які повинні бути усунуті в процесі підготовки документації до виробництва. Заключним етапом проектування є доробка документації й підготовка її для запуску об'єкту в умовах серійного або масового виробництва. Основний обсяг цього етапу становить технологічне проектування, яке називають технологічною підготовкою виробництва.

Процес розробки конструкторської документації являє собою поступове уточнення проекту й наближення до розробки робочої документації, по якій виготовляють виробу. Робочу документацію розробляють послідовно для виготовлення й випробування дослідного зразка (партії, настановних серій і серійного виробництва).

Доробка - процес усунення недоліків, удосконалення встаткування на стадії його виготовлення, при випробуванні й процесі виводу обладнання на проектну потужність.

1.3. Процес проектування машин. Якість проекту

Для промислового обладнання під терміном "якісне обладнання" маються на увазі основні техніко-економічні параметри, які воно забезпечує: продуктивність, ефективність, простота в обслуговуванні при ремонті, безпека експлуатації, вартість, економічність, ступінь автоматизації процесу, якість продукції, що випускається та ін. Якість устаткування залежить від якості проекту й зокрема від якості проектування й доробки.

Якість проекту визначається проектно-конструкторськими рішеннями і є мірою досконалості цих рішень, його відповідності вимогам і залежить від

принципових рішень проектувальника. Це насамперед вибір реалізованої в проекті нової ідеї або вибір найбільш досконалого прототипу на основі наявних експериментальних даних і проведення додаткових цільових експериментів. На основі їхнього аналізу повинна бути визначена оптимальна мета проекту й складений оптимальний графік проектних робіт, що відповідає мінімальній витраті часу й матеріальних цінностей. Якість проекту буде також визначатися вибором використовуваних конструкційних матеріалів, форми й розмірів кожного конструкційного елемента, їхньою міцністю, жорсткістю, зносостійкістю, металоємністю, вартістю, а також технологічністю. Тому при здійсненні якісного проекту необхідно широко використати дані літературно-патентного пошуку, пророблення значної кількості варіантів, аналізу даних за результатами експлуатації аналогічного встаткування у виробничих умовах.

1.4. Основні причини ненадійності обладнання

Швидкий розвиток техніки за останні десятиліття обумовлює ускладнення обладнання, прискорення здійснення проектів. У цей час потрібно вводити машини, їхні вузли, прилади й системи (системи змащення, енергопостачання, автоматики, контролю й інші) в експлуатацію з урахуванням впливу на навколишнє середовище, умов експлуатації й т.д. Недолік часу й матеріальних засобів, що введені на експериментальну, конструкторсько-технологічну розробку, на перевірку й випробування окремих вузлів й агрегатів та окремих деталей є першою причиною ненадійності обладнання, оскільки надійність системи є добуток надійності всіх складових частин, якщо ці частини статично незалежні.

У ряді випадків устаткування успішно минуло випробування в лабораторних умовах, виявляється ненадійним при експлуатації у виробничих умовах. У випадку відсутності помилок і промахів причиною ненадійної роботи обладнання в цьому випадку служить недостатньо повне й всебічне експериментальне дослідження зовнішніх фізичних умов роботи обладнання (силові фактори, вплив середовища, температурні умови роботи й т.д.).

Іноді до складу машини проектувальником внесені надійні вузли й агрегати, які пройшли достатній обсяг випробувань або вже успішно працюють в іншому

встаткуванні, але машина в цілому працює не надійно. Ця ненадійність є результатом взаємодії між вузлами (агрегатами), тобто між складовими частинами системи (машини). Основною причиною ненадійності обладнання є те, що різні складові частини (вузли, деталі) розроблялися з урахуванням різних рівнів точності. Обов'язковий у такому випадку аналіз даних про розсіювання вхідних і вихідних параметрів (статичних і динамічних переміщень, зусиль і т.д.), як правило, не проводився.

Таким чином, для забезпечення надійності роботи обладнання ставиться завдання визначення необхідного обсягу експериментальних робіт, і проблема використання інформації, що нагромадилася, для здійснення процесу проектування. З ростом складності обладнання й поставлених перед ним завдань, досвіду проектувальника, його компетентність, уміння правильно ухвалювати рішення щодо вибору вузлів, можуть мінімізувати помилки проекту, а тим самим прискорити його реалізацію й знизити матеріальні витрати.

Аналітична компанія Gardner Group зробила оцінку вартості виправлення всього однієї помилки при проектуванні обладнання на різних стадіях підготовки виробництва:

\$1	Концептуальне проектування
\$10	Конструкторське пророблення виробу
\$100	Виготовлення макета виробу
\$1 000	Проектування технологічного оснащення
\$10 000	Виготовлення оснащення
\$100 000	Випуск настановної серії
\$1 000 000	Серійне виробництво

1.5. Два типи проектного обладнання

Проектоване складне обладнання (випалювальна піч із комплектними агрегатами для цементного комбінату, листоформувачна машина з допоміжними агрегатами або завод-автомат для виробництва великогабаритного полірованого скла) незалежно від того, використовується в ньому принципово новий процес (наприклад, реакція в киплячому шарі в процесі випалу) або старий у більших масштабах, називають унікальним устаткуванням. Таке обладнання проектується

всього для декількох комбінатів або в кращому разі для десятків заводів. Цим воно принципово відрізняється від масового обладнання, що випускається більшими партіями (мішалки, живильники, дробарки, екскаватори й ін.).

Основна відмінність устаткування першого типу (унікального) від устаткування другого типу (масового виробництва) при проектуванні полягає в набагато більших витратах, якщо воно проектується по останньому слову науки й техніки. Витрати зростають як за рахунок збільшення обсягу дослідницьких робіт /розрахункових й експериментальних/, так і за рахунок збільшення витрат на переустаткування заводів-виготовлювачів цього обладнання. Очевидно, що виготовлення великих унікальних елементів машин, наприклад, корпусу випалювальної печі або обточування кришок млина для помелу клінкера може вимагати унікального обладнання на заводі-виготовлювачі. Значні витрати на дослідницькі роботи необхідні тому, що будь-яка помилка в проекті унікального обладнання може обернутися більшими збитками як у процесі будівлі й доведення обладнання, так й у процесі експлуатації. Для проектувальника важливим, в умовному поділі обладнання на два типи, є необхідність при проектуванні унікального обладнання щораз приймати рішення про рівень технічної досконалості як спроектованого, так і вже експлуатованого обладнання, а також необхідність проведення значного обсягу експериментальних робіт, якщо в спроектованому виробі застосовуються нові способи й нові конструкторсько-технологічні рішення.

1.6. Розробка технічного завдання

Однією з найважливіших проблем у процесі проектування є розробка технічного завдання, тобто встановлення бажаних технічних характеристик на самому початку розробки нової моделі обладнання.

Установлюючи мету розробки нового технічно складного проекту не можна бути впевненим в одержанні бажаних результатів. Ступінь невизначеності реалізації проекту можна зменшити, якщо його розробці передувала програма науково-дослідницьких робіт (розрахункових, проектно-конструкторських й експериментальних). Але навіть якщо необхідні характеристики нового процесам, методу, способу й т.д. уже отримані в результаті експериментальних

лабораторних робіт, це все-таки не гарантує їхню наявність у виробі запущеного у виробництво. Однак, якщо попередні експерименти й дослідно-конструкторські роботи проведені, це дасть достатню вірогідність у можливості здійснення цілей проекту. Допустимо, що експерименти, проведені в лабораторних умовах показали принципову можливість проведення стійкого процесу реакції в рідкому шарі випалювальної печі. Далі експериментально доведено, що цей процес здійснимо в досить більших обсягах маси, що переміщається безупинно, в умовах температур, що змінюються. У цьому випадку проектувальник з достатнім обґрунтуванням може поставити наступну мету: створити економічну, високопродуктивну випалювальну піч великої одиничної потужності з використанням нового способу випалу. Однак, навіть у цих випадках є значний ризик більших додаткових витрат засобів і часу на проект під час його здійснення, у наслідок виникнення потреби в проведенні додаткових експериментальних робіт як у лабораторних умовах, так й особливо у виробничих умовах. В останньому випадку більшу допомогу може зробити метод адаптаційного планування експерименту, наприклад, метод ЕУОР - еволюційного планування.

1.7. Етапи проектування (нововведення)

Для поліпшення якості проекту доцільно провести деяку систематизацію цього процесу. Ніякий пристрій, спосіб або речовина не переходить безпосередньо з розуму винахідника в сферу широкого використання. Природно, що на своєму шляху воно проходить через ряд послідовних етапів. Урахування таких етапів проектувальником має велике значення при проектуванні, тому він повинен ясно уявляти собі, який саме етап нововведень він здійснює.

Під нововведенням розуміють нові машини, механізми, вузли, деталі, способи й речовини.

Розділення шляху нововведень на окремі етапи провадиться для зручності інженера. Важливою обставиною є те, що етапи, обрані з урахуванням безперервності технічного розвитку, повинні піддаватися однозначному визначенню, тобто не повинно виникати сумнівів щодо того, чи досягло дане нововведення певного етапу свого розвитку чи ні. Кожне нововведення,

починаючи з моменту його відкриття /винаходу/ і кінчаючи успішним його здійсненням проходить наступні етапи:

1. наукові дослідження;
2. експериментальні дослідження;
3. розробка виробничих /дослідних/ зразків;
4. використання нововведення у виробничих умовах;
5. широке поширення в даній галузі господарства;
6. застосування в інших галузях господарства;
7. соціальні, економічні, екологічні результати впровадження нововведення.

1.8. Відкриття винаходи інновації в проектуванні

Визначимося з поняттями: відкриття, винахід й інновація:

- **ВІДКРИТТЯ** - це встановлені невідомі раніше об'єктивно існуючі закономірності властивостей й явищ матеріального світу, що вносять корінні зміни у рівень пізнання. Фактично це нове досягнення, що здійснюються в процесі наукового пізнання природи і суспільства. Воно лежить в основі науково-технічної революції, надаючи принципово нові напрямки розвитку науки і техніки і революціонізуючи суспільне виробництво. Наукові відкриття й винаходи прискорюють процес розвитку науки й техніки, даючи факти підтверджують або спростовують теорію. Відкриття невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, властивостей, явищ матеріального світу, що вносять корінні зміни у рівень пізнання.

- **ВИНАХІД** - технічне рішення, що вносить новизну, практичну застосовність, корисність для господарської діяльності. Щоб винахід був визнаним, це рішення також повинне мати рівень винахідництва, тобто, не бути очевидним, виходячи з поточного рівня знань фахівців. Об'єктами винаходу можуть бути: пристрій, спосіб, речовина, штам мікроорганізму, культури кліток рослин і тварин, а також нове застосування відомого раніше пристрою, способу, речовини, штаму.

- **ІННОВАЦІЯ** - це нова або вдосконалена продукція або нова вдосконалена технологія, використовувана в практичній діяльності. У сучасному світі інновації втілюються в новій наукомісткій продукції й високих технологіях.

Таким чином, інновація, це нововведення в галузі техніки, технології, організації праці або управління, засноване на використанні досягнень науки й

передового досвіду, що забезпечує якісне підвищення ефективності виробничої системи або якості продукції. Причому не всяке нововведення або новаторство може бути інновацією, а тільки таке, котре серйозно підвищує ефективність діючої системи.

Термін *innovatio* походить із нової латини і являє собою синтез слів *investio* (одягаю) і *novatio* (обновляю).

У такий спосіб необхідний наступний процес: інвестиції — розробка — процес впровадження — отримання якісного поліпшення.

Інакше кажучи, відкриття - це виявлення існуючих законів природи, винахід - це застосування відкритих законів для створення нової технічної системи, а інновація - це масове використання створеного винаходу.

1.9. Лабораторні дослідження

Лабораторні дослідження, або експеримент, це науково поставлений досвід, спостереження досліджуваного явища в умовах, що враховують точно, що дозволяють стежити за ходом явища, відтворити його щораз при повторенні цих умов (БСЭ, 2-і з, т. 48, 1957).

Експеримент призначений для:

- 1) випробування або підтвердження випробування, випробування, перевірки;
- 2) дії або операції, початі з метою виявлення нового або перевірки гіпотези, або ілюстрації відомої істини;
- 3) докладної процедури, методу, системи явищ або послідовність дій, прийняття в стані непевності щодо того, чи відповідають вони мети /Словник іноземних слів М. , 1964/.

Питання постановки експерименту можна вивчити в курсі "Теорія експерименту". Завдання інженера - установити істотні явища, вивчити його закономірності й використати їх при проектуванні конкретної машини. На цьому етапі повинне бути знайдене конкретне рішення проблеми й розроблена конкретна лабораторна модель. Безсумнівно, що при цьому не повинні бути порушені ні фізичні ні інші закони природи. Треба при цьому усвідомлювати, що можливості, що з'явилися, виконувати необхідні функції механізму, процесу й т.д.

здійснюються тільки в лабораторних умовах. На цьому етапі нововведення, отримані результати можна описувати тільки як отримані як на моделі й можна тільки припускати як воно буде поводитися за межами лабораторії.

1.10. Розробка дослідних зразків

На цьому етапі створюється такі пристрій (машина, вузол, деталь), що призначена для успішного функціонування у виробничих умовах. Це означає, що проведено повний цикл робіт із проектування й виготовлення дослідного зразка машини. Передбачається, що машина має достатню міцність і надійність, добре буде працювати, легко обслуговуватися, інакше кажучи, машина може виконувати свої функції в руках звичайного обслуговуючого персоналу виробничого підприємства. Часто ціль створення дослідного зразка полягає в перевірці того, чи буде машина (механізм) у дійсності діяти так, як їй "призначено" у заданих умовах. Дослідний зразок повинен бути проведений у роботі групою фахівців промисловості, а не проектувальниками.

На цьому етапі машина або механізм повинні продемонструвати відповідність конструкції її призначенню.

1.11. Впровадження у виробництво

На даному етапі машина (механізм і т.д.) повинна довести не тільки свою технічну й конструкторську спроможність, але й той факт, щоб у неї з'явилися замовники (заводи, об'єднання, фірми), що бажають придбати таке обладнання в значних розмірах.

1.12. Широке поширення в галузі

На цьому етапі доводиться, що нововведення по технічних й економічних показниках перевершує все те, що дотепер використалося для виконання даної функції, і що воно повністю може замінити всі існуючі для цього пристрою, способи, состави й т.д.

Важко точно визначити той момент, коли нововведення досягне цього етапу. Цей момент можна було б представити у вигляді відносної частки (у відсотках) від сумарного потенційного використання даного типу виробів. Наприклад, кількість обертових печей розміром 5-185 м в 1990 році наблизилося

до 50% усього пічного парку для випалу по мокрому способі, що дозволяє вважати, що цей пічний агрегат отримав широке поширення в галузі. Для такої оцінки можна використати відносну частку продукту, одержуваного на даному встаткуванні й інші показники.

1.13. Застосування в інших галузях господарства

На цьому етапі досліджень нововведення не тільки витісняє або заміняє старий пристрій або методи, що колись застосовувалися для виконання певної функції, але також починає використовуватися для виконання таких функцій, які старі пристрої або методи ніколи не виконували.

1.14. Результати впровадження

Коли яке-небудь нововведення досягає останнього етапу, то виявляється, що значна частина галузі пов'язана із цим устаткуванням. Наприклад, пічні агрегати сухого способу випалу із застосуванням електрофільтрів на тонкій склотканині роблять значний вплив як на економіку, внаслідок низьких питомих витрат енергії на випал цементного клінкера, так і на суспільство, оскільки завод продуктивністю 3000 т. клінкера в добу може бути розташований у місті або його пригороді внаслідок практично повного очищення газів, що відходять.

Однак, не кожне нововведення проходить через всі ті стадії які розглянуті вище. В одних випадках нововведення можуть досягти того або іншого етапу й не буде рухатися далі. В інших випадках два або кілька етапів проходження нововведення можуть бути об'єднані. Наприклад, коли перший дослідний зразок винаходу одночасно стає й виробничим зразком. Однак така практика об'єднання етапів нововведення є ризикованою. Це положення підтверджують численні випадки, коли перша дослідна й експлуатаційна модель машини містила серйозні дефекти, які можна було виявити тільки шляхом випробування й перевірки виробничого зразка. Дефекти виявлені в процесі випробування виробничого зразка, не можуть бути усунуті з мінімальними витратами (сам же пристрій при наявності таких дефектів не придатний для експлуатації). Прикладом може служити спроба впровадження реактора для випалу цементного клінкера у зваженому становищі ("киплячому шарі"). Лабораторна модель реактора показала

свою працездатність і високу ефективність. Після цього була зроблена спроба впровадження реактора в промисловість, тобто етапи дослідних зразків і впровадження - об'єднали. Конструкція реактора на дослідному зразку не була відпрацьована й промисловий його зразок виявився непридатним до експлуатації у виробничих умовах. Результатом цього з'явилася значна затримка із впровадженням цієї прогресивної технології у виробництво.

Крім того не всі нововведення ґрунтуються на винаходах. В основі більшості нововведень лежить досвід. Багато нововведень, особливо в минулому, ґрунтувалися на чистому досвіді. Отже новий пристрій міг минути перший етап; та почати свій "рух" із другого або навіть із третього етапу. Однак як у будь-якому подібному випадку, така практика "перескакування етапів" збільшує ймовірність невдачі. Проте є багато прикладів таких нововведень, які успішно "перескочили" один або кілька етапів. Прикладом може служити впровадження млина самоздрібнювання типу "Гідрофол", "Аерофол".

Етапи нововведень дотепер характеризувалися виходом продукції у вигляді тих або інших машин, механізмів, матеріалів і т.д. Однак, варто підкреслити, що не всяке нововведення припускає такий вихід, найчастіше результатом нововведення служить апаратурне оснащення, що забезпечує високу продуктивність пристрою, методу й т.д.

ТЕМА 2 ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

2.1 Ризик старіння і технічної невдачі при проектуванні

Проектувальнику нового обладнання доводиться вирішувати задачу, що відноситься до типу компромісних. У проекті необхідно, щоб нове обладнання забезпечило значні переваги перед існуючим устаткуванням. Причому, потрібно прийняти такі рішення, що забезпечили б тривалий термін його досконалості, щоб це устаткування не тільки ефективно працювало в галузі, але було б на рівні світових стандартів.

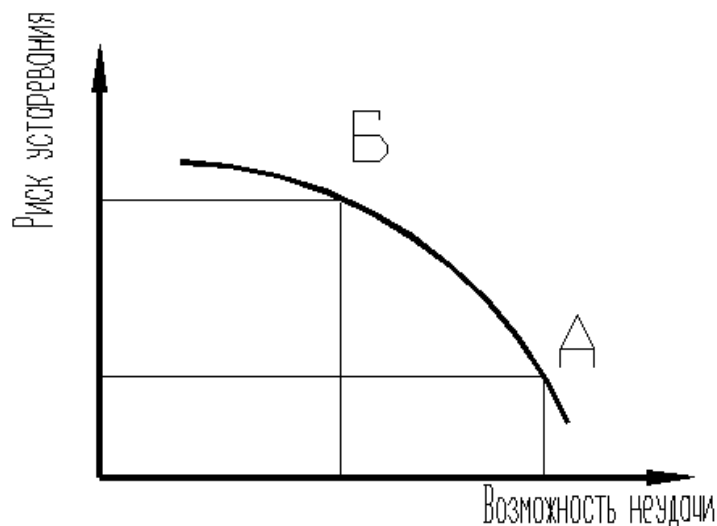


Рис. 2.1. Зв'язок між невдачею та старінням

В процесі розробки устаткування сумують витрати на експериментальні роботи в лабораторних і виробничих умовах, на дослідно-конструкторські розробки, проектування, виготовлення і доведення. Вказані витрати повинні бути мінімальні, щоб вони виправдовувалися отриманим вигодою у процесі експлуатації устаткування. Приблизний взаємозв'язок між ризиком швидкого старіння і ризиком технічної невдачі при виборі мети проекту приведений на мал.1. З малюнка видно, що можливість технічної невдачі можна зменшити (шляхом переходу з точки А в точку Б), збільшивши можливість швидкого старіння проектного устаткування (перехід із точки А1 у точку Б1). Звісно, що

чим менше прогресивних нововведень внесено в проєктоване устаткування, тим швидше воно застаріє. Однак зниження можливості старіння шляхом внесення оригінальних нововведень у проєкт, особливо нових процесів, збільшує можливість невдачі в досягненні мети.

Під невдачею може матися на увазі:

1. повна неможливість виконати проєкт,
2. затягування планового часу,
3. збільшення витрат на досягнення первісних цілей.

Очевидно, що ухилитися від якого-небудь оптимального сполучення цих протиріч цілком, неможливо. Таке рішення можна здійснити з допомогою методів вирішення компромісних задач.

Здійснюючи виробництво розширюючи його й удосконалюючи використовуване для цих цілей устаткування необхідно:

- безупинно формулювати призначення проєктів розробки нового обладнання в кожній конкретній області виробництва на основі нових експериментальних даних;

- знаходити компроміс між ризиком старіння і ризиком технічної невдачі.

Зрозуміло, що наявність прогнозу не змушує приймати іншу ціль проєкту і не визначає її. Але коли є дані про граничні технічні і технологічні можливості існуючого устаткування, отримані шляхом адаптаційного методу оптимізації і дані лабораторних і дослідно-конструкторських розробок по вивченню нових і уже використовуваних технічних процесів, то прийняті рішення будуть найбільш ефективними.

2.2. Планування мети проєкту

Перш, ніж приступати до проєкту нової моделі устаткування необхідно відповісти на три питання. 1. Чи потрібно проєктувати нову модель? 2. Коли її треба проєктувати? 3. Які характеристики устаткування повинні стати метою проєкту? При відповіді на перших два питання необхідно чітко визначити хочемо ми замінити, чи поповнити вдосконалення існуючого класу, чи спроектувати клас устаткування, якого в даній галузі поки не існує. Якщо мова йде про створення нової моделі існуючого класу машин, то вона повинна бути настільки краще

старих, що їхня заміна новим була б виправдана. Однак, як при створенні цих машин, так і при проектуванні устаткування нового класу машин, так і при проектуванні устаткування нового класу необхідно, щоб витрати на нововведення були цілком прийнятними. Рішення цих задач і дозволяє відповісти на перших два питання. Щодо відповіді на питання про вибір мети проекту, варто відзначити, що характеристики проектного устаткування повинні вибиратися такими, котрі реально здійсненні. При виборі мети, що важко досягається, може різко збільшитися обсяг необхідних експериментальних і дослідно-конструкторських розробок, що різко відсуває терміни проектування, доробки і введення устаткування і може у великих розмірах підвищити вартість проекту.

Ці питання взаємозалежні і їх не можна вирішити окремо. Часто взаємозалежні час проектування і виготовлення та бажані технічні характеристики нового обладнання. Чим пізніше планується введення проектного моделі, тим більше високі технічні характеристики повинна мати машина. Фактор часу також суттєво впливає на рішення питання про проектування нової машини, особливо в тих випадках, коли розроблений новий технічний метод (у технології процесу, у конструкції виробу й ін.), що дає кращі результати в порівнянні з освоєним. Застосування нового методу в технології може зажадати принципово нового обладнання оригінальних рішень у конструкції експлуатованого. Якщо при деяких умовах можливо домогтися лише посередніх характеристик проектного устаткування, то випуск його може взагалі не виправдатися.

Отже, при проектуванні варто ставити досить високі цілі. Вони повинні мати під собою обґрунтовані експериментальні дані про використаний новий метод, підхід, процес, щоб знизити ризик різкого збільшення обсягу додаткових експериментів у процесі проектування і при доробці.

2.3. Побудова графіка для визначення оптимальних проектних робіт

Розробка проекту виконується швидше або повільніше в залежності від графіка виконання робіт. Загальний обсяг витрат буде мінатися в залежності від часу виконання проекту. Вважається, що між витратами засобів і часу проектування існує взаємозв'язок який може бути виражений залежністю

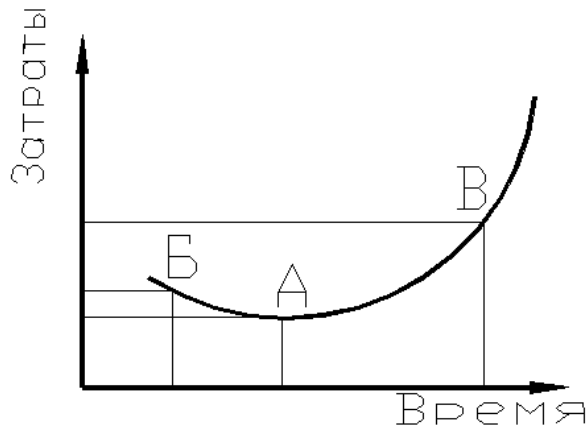


Рис. 2.2. Зв'язок між затратами та часом виконання

Передбачається, що проект виконується проектним підрозділом. Видно, що при деякому оптимальному графіку здійснення проекту (крапка А на графіку) витрати засобів на проект будуть мінімальні.

Слід зазначити, що приведена на рис.2.2, форма кривої не точна. Для її побудови можливо провести експериментальні дослідження двох типів. При першому дослідженні необхідно виконати велике число тих самих проектів у різний термін. Однак проведення таких експериментів можливо тільки у випадку виконання малих проектів. Але тоді відразу ж виникає сумнів у можливості застосування отриманих результатів на випадки виконання великих проектів. Крім того, постановка таких експериментів мало прийнятна в економічному плані. Тому більш реальний другий тип експерименту, що полягає в доскональному вивченні, розумінні процесу розробки нового обладнання, і дозволяє досліднику виявити форму кривої з моделі цього процесу.

Для побудувати оптимального графіку виконання проектних робіт і проекту в цілому необхідно проводити експерименти з багаторазовим проектуванням того самого устаткування, або мати необхідний рівень розуміння і на основі цього розуміння побудувати модель виконання проекту і на основі аналізу моделі прийняти або відкинути ту чи іншу форму.

Цю криву можна підібрати, якщо прогнозувати різні варіанти реалізації програм розробки нових виробів. Питанням побудови моделей, зокрема, побудови програмних моделей, присвячене велике число спеціальної літератури.

Методологічні передумови побудови таких моделей розглядаються у відповідних розділах теорій прогнозування і керування.

2.4. Шляхи прискорення процесу проектування

Є кілька шляхів спрямованих на прискорення процесу проекту, з метою скорочення часу виконання. Один з них є ведення кількох проектів паралельно. Допустимо, для нового проекту випалювальної обертової печі критично важливим є вузол, що утримує піч від її сповзання (зсуву уздовж своєї осі). Проектувальнику не ясно, яке з трьох рішень буде оптимальним: одна упорна опора, кілька таких опор чи застосувати гідроупор. У проекті з тривалим терміном виконання спочатку можна спробувати застосувати одну опору у випадку невдачі – застосувати кілька опор або гідроупор після невдачі другого варіанта. Однак, якщо проект «терміновий» то потрібно паралельно розробити всі три підходи і вибрати більш успішний.

Прискорення робіт над проектом, природно, зажадає збільшення витрат як на проведення додаткових цільових експериментальних робіт (для випадку вище приведеного приклада це можуть бути експериментальні дослідження опор різних типів на моделях печей), так і на дублювання підходів.

У практиці проектних робіт, як у нашій країні, так і за кордоном, часто застосовують метод прискорення проекту, що полягає в тому, що ще до закінчення проектних робіт починається підготовка до виробництва устаткування. Однак цей метод може приводити до значних втрат засобів і матеріальних цінностей, оскільки зміна проекту приводить до зміни уже виготовленого устаткування, вузлів на машинобудівному заводі, опор, фундаментів і іншого.

Якщо здійснення проекту розтягується, то загальна сума витрат зростає за рахунок неминучого нагромадження витрат.

1. Експлуатація і підтримка працездатності устаткування.
2. Оплата зайвих витрат робочого часу основного і допоміжного персоналу.
3. Витрати енергії усіх видів.
4. Амортизаційні витрати і т.д..

Тому навіть якщо обсяг експериментальних робіт і не змінюється, то при розтягуванні термінів виконання проекту довше оптимального, витрати будуть

істотно зростати. Стає очевидним, що крива на рис. має U – подібну форму.

Важливим елементом тут є факт існування оптимальної тривалості в часі здійснення проекту, при якій загальна сума витрат буде мінімальною. При цьому і витрати на експериментальні дослідження можна мінімізувати, застосувавши приведеній вище аналіз термінів виконання і витрат. Важливу роль в обох випадках грає графік виконання робіт. Якщо графік виконання проекту (проектних робіт, експериментальних досліджень, і т.д.) відрізняється від оптимального, то загальна сума витрат збільшується через необхідність вести рівнобіжні роботи або через нагромадження витрат більше залежних від часу виконання проекту, чим від обсягу робіт над ним.

Починаючи роботу над проектом, необхідно вирішити, чи належний графік проектних робіт складатися з метою мінімізації часу чи витрат. Таке рішення визначить як процедуру складання графіка робіт, так і його зміст.

Іноді виникає складність пояснення необхідності затягування роботи над проектом довше оптимального часу. Очевидно, що ніяких додаткових вигод проектувальник від затягування часу проектування одержати не може і це приведе тільки до додаткових непродуктивних витрат.

2.5. Пасивний експеримент при дослідженні процесів проектування

Оцінку необхідного часу й засобів на здійснення проекту необхідно робити до початку будь-якого проекту розробки нового обладнання. Коли проект здійснений і витрати часу й засобів зроблені, можна оцінити точність початкової оцінки. Співвідношення остаточної величини витрат часу й засобів й їхніх вихідних оцінок названі фактором F - варіації. Використання цього фактора дозволяє безпосередньо оцінити проекти різного характеру й обсягу й визначити порівняльну точність оцінок або - величину помилки такої оцінки. Чисельне значення F дорівнює відношенню фактичних витрат до початкових, планових. Оскільки в математичній статистиці поняття «варіація» має відмінне від цього значення, то ми будемо називати відношення F коефіцієнтом перевитрати.

Основна частина даних про значення коефіцієнта отримана на основі пасивного експерименту. Пасивний експеримент це аналіз, збір і систематизація даних про процес реалізації аналогічних проектів. Однак як відзначалося

проведення активних експериментів, поставлених спеціально для досліджень яких-небудь залежностей наприклад, шляхом повторного проектування тих самих об'єктів, не є ефективним. Тому основний напрямок експериментування для вивчення величини й інших параметрів процесу проектування повинне здійснюватися на основі пасивного експерименту шляхом ретельного вивчення всіх етапів здійснення проектів, систематизації даних, побудова на їхній основі моделей. Аналіз таких моделей і повинно бути основою для прогнозування параметрів всіх етапів здійснення проектів.

По даним «РЭНД корпорейшн» і досліджень інших організацій середня величина значно вище одиниці й украй рідко зустрічається проект, у якого величина менше одиниці. У деяких випадках досягає 10 і навіть більше. Середня величина для фірм оборонної промисловості США становить 6.5. отже, планована початкова оцінка становила лише близько 15% їхньої фактичної суми. Але для цивільних об'єктів цей коефіцієнт у середньому дорівнює 1.7.

Імовірно в більшості випадків величина коефіцієнта перевитрат на розробку нового виробу й на будівельний проект буде більша. Це видно з даних наведених нижче «РЭНД корпорейшин»

Параметр перевитрати	Мала новизна	Середня новизна	Велика новизна
Середня величина F	1.3	1.5	5.0
Стандартне відхилення	0.816	0.896	4.28
Коеф. варіації	62.7	50.0	86.0

Величина F зростає зі зростанням новизни проекту. Оскільки всі значення F того самого порядку, те це вказує на залежність F від ступеня технічної й технологічної новизни. При визначенні ступеня новизни кожному проектуваному об'єкту надається якесь значення на шкалі «рівня використовуваної техніки», ранжируваної від 0 до 100. Така шкала складається чисто суб'єктивно. Ранжирування варто виконувати, щоб визначити ступінь технічного розвитку в порівнянні з аналогічними попередніми проектами. Технічно не складне, але принципово нове обладнання може отримати більш високий індекс рівня досліджуваної техніки, чим технічно більш складне встаткування, яке в порівнянні з попереднім устаткуванням представляє менший науковий крок

уперед. Обробка отриманих у такий спосіб даних за допомогою методів регресійного аналізу дозволяє побудувати рівняння регресії, виду

$$F=A+BN,$$

де N – новизна; A , B – коефіцієнти.

По даним зазначеної вище форми, для вивчення ними проектів рівняння регресії лінійне й має вигляд: $F= +1,06+0,058N$. Важливо, що вільний член практично дорівнює одиниці. З рівняння видно, що якщо новизна проекту дорівнює 0, то перевитрати часу будуть мінімальними (до 6%).

Збір інформації, її систематизація й аналіз мають першорядне значення для визначення планових витрат часу й результатів на проекти. Для цих цілей визначальне значення має розробка методики проведення пасивних експериментів, які необхідні для визначення й обґрунтування параметрів, що характеризують здійснення проектів. Якщо отримані дані використовуються, то проектувальник повинен пам'ятати, що обсяг матеріальних витрат на розробку нового обладнання має більшу невизначеність, чим час розробки нового виробу. Інженер-проектувальник повинен на основі експериментальних даних перетворити невизначеність у ризик. Це саме по собі дуже важливо, оскільки дає можливість визначити перевитрати часу й матеріальних засобів. З огляду на, що перевитрата залежить від ступеня новизни остаточно визначити мету проектування й приступити до самого процесу проектування.

Використання вищенаведеної формули не дає конкретних результатів, однак аналіз дозволяє врахувати можливі перевитрати. У своїх дослідженнях інженер-проектувальник повинен розробити об'єктивний показник технічної новизни встаткування в області, що його цікавить. Аналіз розвитку нової технології і його систематизація дає можливість:

1) обґрунтовано визначити не тільки витрати на виконуваний проект, але й оцінити ризик перевищення витрат часу й матеріальних цінностей (числа F);

2) визначити наявність взаємозв'язку між часом виконання проекту й ступенем розвитку встаткування в даній конкретній області й може дати в кожному разі оцінку ризику перевищення часу до визначеної величини.

ТЕМА 3 СИСТЕМНИЙ ТА СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ МАШИН

3.1 Системний аналіз машин

3.1.1. Пошукове и нормативне прогнозування

Наукове прогнозування (на відмінність від різноманітних форм ненаукового передбачення) - це відповідно безперервне, спеціальне, яке має свою методологію й техніку дослідження, прогнозування проведене в рамках управління, з метою підвищення рівня його обґрунтованості й ефективності досліджень. Дослідження майбутнього розділяється на два якісно різних напрямки: **пошукове** -(дослідницьке) і **нормативне** прогнозування.

Пошукове прогнозування

Пошукове прогнозування, визначає можливість досягнення мети проекту на підставі аналізу сучасної ситуації й можливого росту в майбутньому технічних і технологічних характеристик устаткування. При цьому виходять із допущень щодо продовження в майбутньому минулого розвитку проектованої техніки. Таким чином, стадія пошукового проектування призначена для визначення ймовірних технологічних характеристик устаткування в майбутньому, що впливають із потенційних можливостей сьогодення. Приклади приведені на рис.3.1-3.2.

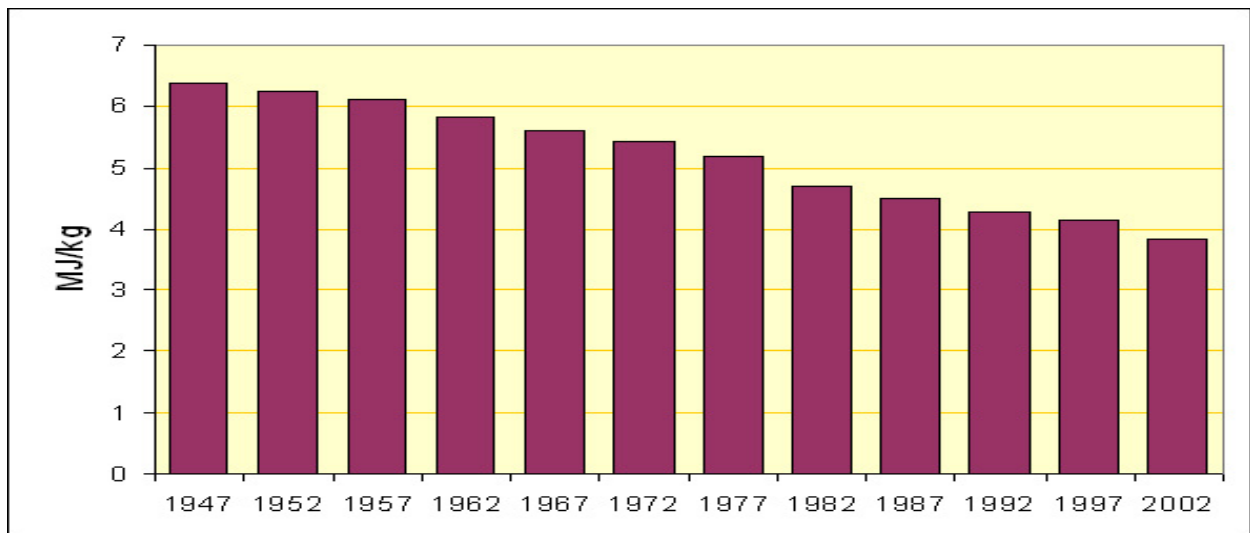


Рис. 3.1. Характеристики споживання енергії за період часу

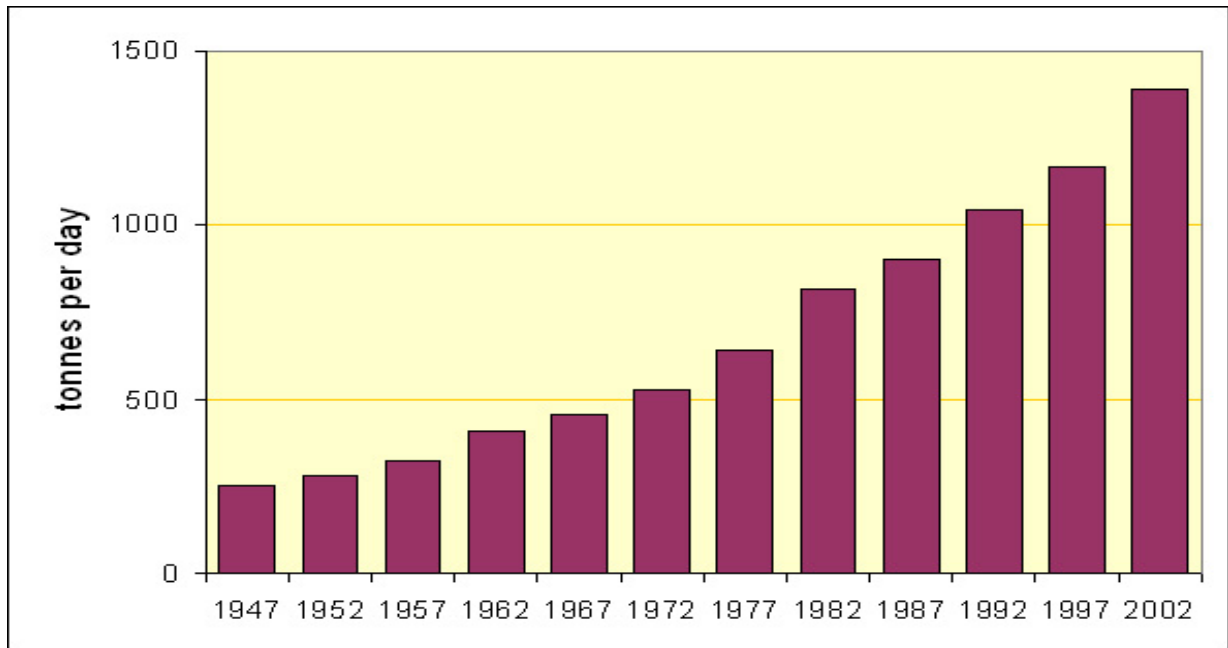


Рис. 3.2. Характеристики виробництва цементу за період часу

Використовуючи пошукове прогнозування, визначають можливість досягнення мети проекту на підставі аналізу сучасної ситуації і можливого росту в майбутньому технічних і технологічних характеристик устаткування. При цьому виходять з допущень щодо продовження в майбутньому минулого розвитку проектованої техніки. Таким чином, стадія пошукового проектування призначена для визначення ймовірних технологічних характеристик устаткування в майбутньому, що впливають з потенційних можливостей сьогодення.

Нормативне прогнозування

Нормативне прогнозування (іноді його називають «прогнозуванням навпаки», тому що в цьому випадку дослідження йде в зворотному напрямку: від майбутнього до сьогодення) являє собою спробу раціонально організованого аналізу можливих шляхів досягнення цілей оптимізації управління. Цей вид прогнозів як би відповідає на запитання: «Що можливо або потрібно зробити для того, щоб досягти поставлених цілей або вирішити прийняті завдання?». Предметом нормативного прогнозування виступають суб'єктивні фактори (ідеї, гіпотези, припущення, етичні норми, соціальні ідеали, цільові настанови), які, можуть вирішальним способом змінити

характер процесів, що протікають, а також стати причиною появи якісно нових, непередбачених феноменів, дійсності.

В нашому конкретному випадку, при рішенні технічних задач, методи нормативного прогнозування базуються на системному аналізі. З їхньою допомогою намагаються вивчити окремі елементи і їхні взаємозв'язки в проєктованій технічній системі. Особлива цінність цих методів полягає в можливості визначення:

- 1) окремих частин системи і їхнього взаємозв'язку;
- 2) вузьких місць у системі.

Ціль нормативного проєктування полягає у визначенні рівня технологічних і технічних характеристик частин (вузлів) системи, що знадобиться для виконання яких-небудь функцій, на основі встановленої мети проєкту.

Методи нормативного прогнозування можна розглядати як методи, що встановлюють ціль. Задача формулюється і зважується за схемою: "Для задоволення даних потреб (наприклад, потреб в обсязі виробництва цементу, досягнення даного рівня якості виробленого вогнетривкого матеріалу і т.д.) знадобиться досягти даного рівня функціональних характеристик (наприклад, одиничної продуктивності грубних агрегатів рівної 1 мільйону тонн; досягти потужності, що розвивається пресовим устаткуванням, до 1000 МН і т.д.) у даній області технології в 20... року", тобто. встановлюється конкретна мета науково-технічного розвитку.

Пошукове і нормативне проєктування повинні застосовуватися спільно. Вони не можуть замінити один одного. Звичайно не приступають до нормативного проєктування, якщо не мають представлення про те, що поставленої мети можна досягти. Але найчастіше і для пошукового проєктування необхідні дані нормативного проєктування.

3.1.2. Системно - ієрархічний підхід

Проєктування характеризується неоднозначністю рішень, необхідністю вибору варіанта з великої кількості можливих рішень, відсутністю певного алгоритму рішення. Інакше кажучи, проєктування є творчим, евристичним процесом. Складність конструкцій, наявність у них фізично різнорідних частин

і пристроїв (механічних систем, електронних блоків, механічних пристроїв і так далі), великої кількості різноманітних деталей й елементів, що перебувають у взаємозв'язку, створюють у проектуванні механічних виробів додаткові проблеми. Навіть дуже талановитий проектувальник не в змозі охопити проект у цілому, утримуючи при проектуванні у своїй увазі всю конструкцію об'єкту, всієї його системи й деталі одночасно, крім, може бути, украй простих тривіальних випадків. Боротьбу зі складністю проектувальники ведуть на основі принципу "розділяй і пануй". По-перше, завдання розділяється на підзадачі, які можуть бути вирішені окремо. По-друге, роботу над проектом веде колектив розроблювачів, що складає з різних фахівців.

Одним з підходів при рішенні проблем проектування є системно-ієрархічний підхід. При такому підході виріб розглядається як складна система зв'язаних і взаємодіючих між собою частин, що представляється у вигляді блочно-ієрархічної структури, що складається з рівнів і гілок. Ця структура має вигляд переверненого дерева (Рис. 3.3).

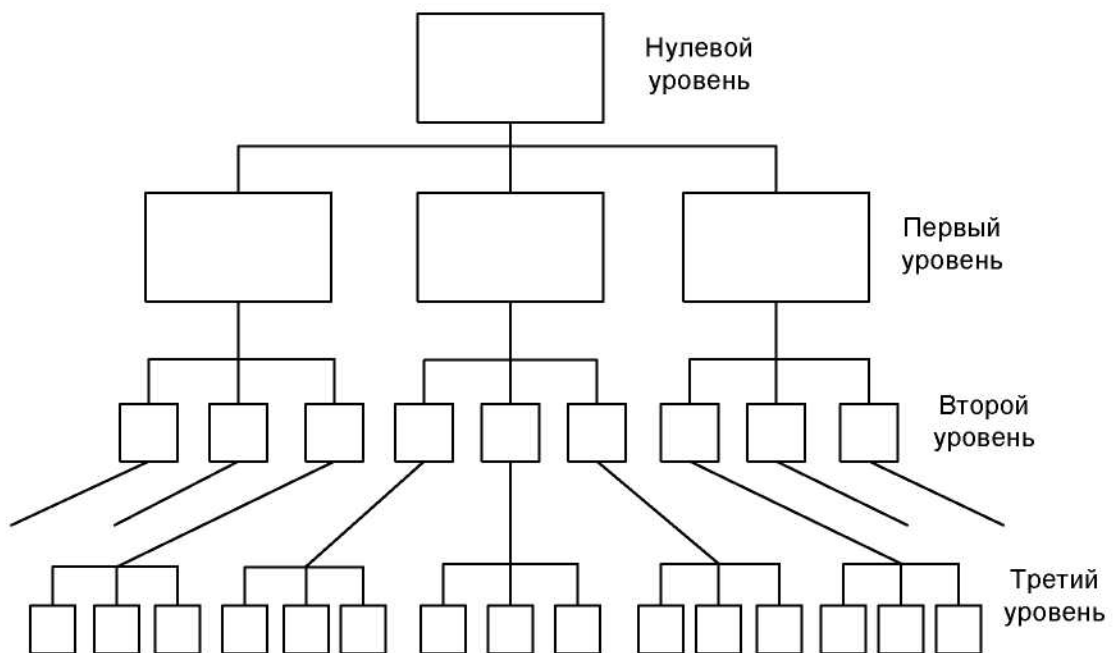


Рис. 3.3. Блочно-ієрархічна структура

На кожному ієрархічному рівні й на кожній гілці розглядається порівняно невелика кількість зв'язаних між собою елементів. При цьому кожен елемент якої-небудь гілки і якого-небудь рівня представляється як система елементів,

розташованих на тій же гілці, але на наступному, більш нижчому рівні. Важливо, що подібну систему, тобто систему, що складається з обмеженого числа елементів, проектувальник ще в стані утримати в поле своєї уваги повністю. Як показує досвід, оптимальне число таких елементів дорівнює трьом-п'яти. Психологічні дослідження показали, що оперативна пам'ять людини функціонує оптимально за умови, що в процесі одночасного обмірковування бере участь від п'яти до дев'яти символів, причому це правило не залежить від кількості інформації в кожному з них.

При системно-ієрархічному підході проектування представляється у вигляді руху по розглянутому дереву. У процесі цього руху на кожному рівні й на кожній гілці виконуються елементарні проектні операції, тим самим структура проектування стає блочно-ієрархічною. При цьому проектувальник кожен раз має справу із невеликою кількістю елементів. Завдяки такому підходу весь процес проектування, що має вигляд блочно-ієрархічної структури елементарних процесів, набагато спрощується, його можливо реалізувати при нормальних ресурсах (час, працезатрати, фінанси). Легко помітити, що така структура дозволяє здійснювати загальний процес проектування, використовуючи різні напрямки руху по блочно-ієрархічному дереву. Залежно від напрямку руху розрізняють спадне, висхідне й змішане проектування.

Спадне проектування, як виходить з його назви, починається з верхнього рівня, на якому виріб розглядається як ціле, а потім виконуються етапи першого рівня, другого й так далі. На кожному рівні проектувальник встановлює структуру й взаємозв'язок елементів, визначає чисельні значення їхніх характеристик. При цьому знайдені значення характеристик повинні розглядатися як технічне завдання для проектування на наступному, більше низькому рівні. Спадне проектування, як видно зі схеми його руху, завжди гарантує виконання вимог технічного завдання на кожному рівні й тому повинне б вважатися найбільш правильним. Але також очевидно, що воно не гарантує реалізуємість вимог технічного завдання. Це означає, що на якомусь рівні процес може зупинитися через те, що при існуючих фізичних, технічних, технологічних, економічних й інших обмеженнях рішення зворотного завдання й дотримання технічного завдання даного рівня стає неможливим. У цьому

випадку доводиться повертатись на попередній рівень або навіть вище, шукати там інше рішення відповідного завдання, а потім знову повертатись на той рівень, на якому процес зупинився, але уже із іншим технічним завданням. Таким чином, блочно-ієрархічна структура, дозволяючи в принципі реалізувати процес проектування, робить неминучим його ітераційний характер. Він полягає в поверненні до повторення процесу на попередніх рівнях зі зміненими умовами.

Висхідне проектування виконується у зворотному порядку, від нижчих рівнів до вищого. При цьому відбувається "складання" окремих частин об'єкту з деталей й елементів, потім вузлів і пристроїв із частин й, нарешті, складання об'єкту в цілому. Висхідне проектування, як неважко представити, завжди гарантує реалізуємість проекту на будь-якому рівні, але аж ніяк не гарантує дотримання всіх вимог технічного завдання. Тому процес може зупинитися на якому-небудь рівні через недотримання вимог технічного завдання вищого рівня. При цьому буде потрібно повернення на попередні, нижчі рівні зі спробою "зібрати" структуру даного рівня з інших елементів. Таким чином, і висхідне проектування також неминуче має ітераційний характер. Цей вид проектування отримав найбільше поширення при розробці дослідних (макетних) зразків виробів, призначених для випробувань. У випадку проектування механічних виробів основними елементами й вузлами, з яких "збираються" більше складні блоки макетів, є такі складальні одиниці, такі як деталі, елементи, вузли, машини.

Як показує досвід, кращим є спадне проектування. Але на практиці особливо для складних механічних виробів процес проектування носить звичайно **змішаний** характер з перевагою спадних потоків, а висхідне проектування застосовується до тих частинам виробів, які збираються зі стандартних, добре відпрацьованих деталей, елементів і вузлів. Ітераційний характер такого проектування також очевидний.

Машини в хімічному машинобудуванні являють собою, як правило, складні комплекси, що складаються з великої кількості взаємозалежних елементів і пристроїв з різними принципами дії. На перший погляд структура проектування досить складна, має безліч гілок і рівнів. Але при уважному

вивченні конкретних ситуацій, неважко виявити, що побудовані блочно-ієрархічні структури дозволяють зрозуміти внутрішню логіку складного й творчого процесу проектування, знайти своє місце кожному з його етапів.

3.1.3. Системний підхід до виконання проекту

Основою нормативних методів є системний підхід. При системному підході будь-який об'єкт розглядається як деяка система, що може бути розділена на підсистеми більш низького порядку. Підсистемами найнижчого порядку є елементи, внутрішня структура яких не представляє інтересу для рішення задач визначеного рівня, однак, властивості яких впливають на властивості інших підсистем і властивості системи. Таким чином, вводяться поняття: "система", "підсистема", "елементи". Наприклад, при проектуванні радіоелектронних систем елементами є мікросхеми й інші вироби електронної техніки, але при проектуванні самих мікросхем елементами виступають окремі транзистори, діоди і т.д.

Кожна система, у свою чергу, є підсистемою системи більш високого порядку, а та підсистемою системи ще більш високого порядку. Тому поряд з порядками систем нижче вихідного розрізняють порядки вище вихідного. Очевидно, що побудована цілком ієрархія систем містить нескінченне число систем і підсистем. Однак, при рішенні технічної задачі немає необхідності будувати всю ієрархію систем, у неї варто включити системи і підсистеми на два порядки вище і нижче вихідного, котрі істотно зв'язані з проектованою.

Таким чином, системний підхід базується на розгляді досліджуваного об'єкта (машини, установки, процесу) у взаємозв'язку з навколишніми його об'єктами. Системний підхід дозволяє при проектуванні машини утримувати її як цілу ланку, коли аналізуються чи проектуються її частини. При цьому підбираються частини (деталі, вузли чи машини окремі типи машин технологічної лінії), що задовольняють цілому (меті проекту). Такий підхід дозволяє вибрати і найкращий спосіб об'єднання частин у ціле, тобто вибрати раціональну кінематичну схему, сполучні вузли і деталі. Системний підхід- це єдиний науковий метод дослідження, що показав свою ефективність і при рішенні інженерних задач.

Системний підхід включає аналіз, тобто розчленовування всієї проблеми до рівня складових частин елементів і синтез системи, тобто вибір способів і засобів об'єднання частин.

Системний підхід дозволяє залучити для аналізу і синтезу системи математичний апарат і обчислювальну техніку.

3.1.4. Умова виділення об'єкта як систему

Вихідним положенням усякого системного дослідження є представлення про цілісність досліджуваної системи. Звідси два висновки: по-перше, система може представляти лише тоді, коли вона протистоїть своєму оточенню - середовищу; по-друге, розчленовування системи приводять до понять частини, властивості, функції, що зв'язані з властивостями цілого.

Специфічною ознакою системи є ієрархічність (ступінчастість) її будови, що вивчається з різних сторін окремими науковими напрямками.

Сукупність (безліч) елементів, об'єктів можна виділити з навколишнього середовища, якщо:

- 1) задані зв'язки, що існують між цими елементами;
- 2) кожний з елементів усередині системи можна вважати неподільним;
- 3) з навколишнім середовищем система взаємодіє як ціле;
- 4) при зміні в часі сукупність буде вважатися однією шуканою, якщо між її об'єктами в різні моменти часу можна провести однозначну відповідність.

3.1.5. Зв'язки в системі

1. Між складовими системи можуть мати місце відносини і зв'язки. Поняття відносин і зв'язків нетотожні. Наявність відносин не означає, що зміна однієї частини системи визначає якісь зміни в іншій. При наявності зв'язків між частинами системи зміна однієї частини викликає зміна іншої.

Гідроупір – обертова піч відносини ----->

Бандаж – обертова піч зв'язки —————>

2. Система розглядається як цілісна безліч взаємозалежних елементів. У цьому випадку елементи системи розглядаються як неподільні частини. Зв'язку між частинами системи розділяють на двох категорій: внутрішні, при яких має

місце взаємодія між частинами системи, і зовнішні, при яких має місце взаємодія між системою і середовищем.

3.Зв'язки між машинами в технологічній лінії, чи між вузлами в рамках окремої машини є внутрішніми. Зв'язок машини з навколишнім середовищем, наприклад, вплив властивостей вихідного сировинного матеріалу на роботу машини, температури і вологості середовища на продуктивність, якість виробів, надійність, довговічність вузлів - зовнішні зв'язки.

3.1.6. Централізована і децентралізована системи.

Системи можуть бути централізованими і децентралізованими.

1.У централізованій системі одна з підсистем відіграє головну роль, її значення для установаження всієї системи більш значне, чим вплив інших підсистем. У децентралізованій системі всі підсистеми мають приблизно однаковий вплив на стан системи.

2.Прикладом централізованої системи може бути конструкція деталі, у якої головними поверхнями будуть ті, котрі є співпричетними. Цим поверхням при конструюванні надають першорядного значення рис.3.4.

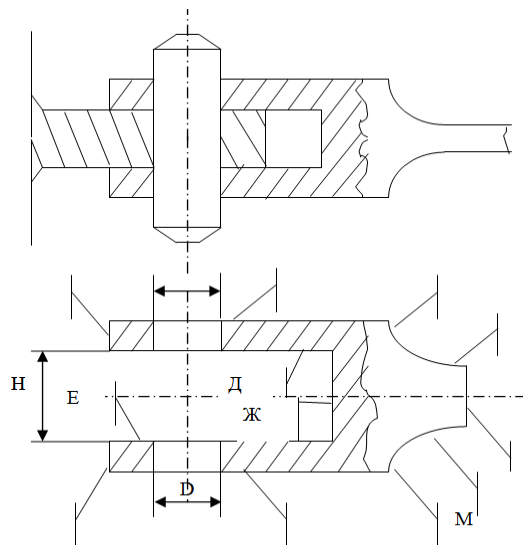


Рис. 3.4. Централізована система. Головні поверхні D і H

У більшості випадків системи є централізованими, тому що лінії, машини, вузли працюють у взаємозв'язку з іншими підсистемами, серед яких є визначальні, обмежуючі підсистеми- особливі місця. Децентралізованими є, наприклад, лінії підготовки сировини.

3.1.7. Роль системи при виборі теми модернізації.

У процесі проектування як систему може виступати завод, цех, технологічна лінія, окрема машина, вузол машини. Тоді як підсистеми будуть, відповідно, для заводу - цеху, для цеху - технологічні лінії і т.д.

Проектувальник при виборі теми модернізації об'єкта підсистеми повинний визначити якого виду система розглядається. Якщо система централізована, то продуктивність лінії залежить від якоїсь однієї машини, що є вузьким місцем цієї системи. Якщо проектується не одна машина, то як мету проекту (модернізації) не можна вибирати рішення, що підвищували б її продуктивність, тому що така модернізація просто не потрібна.

Як мету проекту можна вибрати зниження матеріалоемності машини, підвищення надійності роботи, підвищення ефективності і т.д. При проектуванні машини, що є вузьким місцем лінії, що визначає метою модернізації повинне бути тільки підвищення продуктивності. Інші мети проектування другорядні.

У технологічній лінії виготовлення волнированих азбестоцементних аркушів, що є централізованою системою, що визначає машиною є крупносітчата листоформувачна машина СМ 943. Якщо розглядати як систему саму машину СМ 943, то як елементи підсистеми будуть вузли машини.

Машина СМ 943 - система також централізована, тому що вузлом, що визначає продуктивність машини, є сітчастий фільтр. Ефективність роботи машини, її продуктивність визначаються процесом фільтрації азбестоцементної суспензії через сітчастий фільтр. Природно, основною темою модернізації машини СМ 943 повинна вибиратися модернізація (удосконалення) сітчастого фільтра. Вибирати ж технічні рішення для модернізації волнировщика, ножиців, перемувляра і т.д., що підвищили б їхню продуктивність, немає рації.

Технологічні лінії, що укомплектовані поруч машин неоднакової досконалості, є як правило, централізованими системами.

Децентралізованими системами можуть бути окремо працюючі машини і лінії, укомплектовані зробленими машинами, що здійснюють виробництво, що не містять визначального, стримуючого процесу.

У цементному виробництві таким стримуючим процесом є процес випалу, що здійснюється у випалювальних агрегатах.

3.2. Структурний аналіз машини

3.2.1. Системний аналіз машини.

При системному аналізі будь-яке завдання або проект розглядаються як деяка система. Кожна система може бути розділена на підсистеми. Кожна підсистема у свою чергу може бути розділена на елементи цієї підсистеми. Може бути, що елементи найнижчого порядку обрані такі, що їхній взаємозв'язок не представляє інтересу для рішення завдання. Однак їхні властивості впливають на підсистему більше високого рівня. Таким чином, виділяються кілька структур: система, підсистема, елементи.

Кожна система може бути підсистемою більш високого порядку (обертова піч як система є підсистемою такої системи, як технологічна лінія по виробництву цементу мокрим способом). Тому вводиться порядок вище вихідного й порядок нижче вихідного. Очевидно, що повністю побудована ієрархія системи містить нескінченну кількість систем і підсистем. Однак при рішенні технічного завдання вважається цілком припустимим досліджувати системи на два порядки вище й нижче вихідної.

Системний підхід базується на розгляді досліджуваного об'єкта у взаємозв'язку з навколишніми його об'єктами.

Системний підхід дозволяє при розгляді машини аналізувати її як ціле по складових частинах. Вважається, що системний підхід є найбільш оптимальним при розробці якогось технічного завдання. Він включає:

- докладний аналіз (розчленування всієї проблеми до рівня складових елементів);
- синтез системи (вибір способу й засобів для об'єднання цих частин).

3.2.2. Побудова структури системи

Найважливішою складовою частиною системного аналізу є розробка структури об'єкта, виділеного в систему таким чином, щоб структуру системи можна було аналізувати зсередини.

Структура системи залежить від:

- складності досліджуваного об'єкта;

- постановки завдання;
- методу рішення цього завдання

Можна вважати, що вивчення структури системи - це вивчення способу організації цілого зі складових частин

На рис 3.5. наведено схему структури системи.

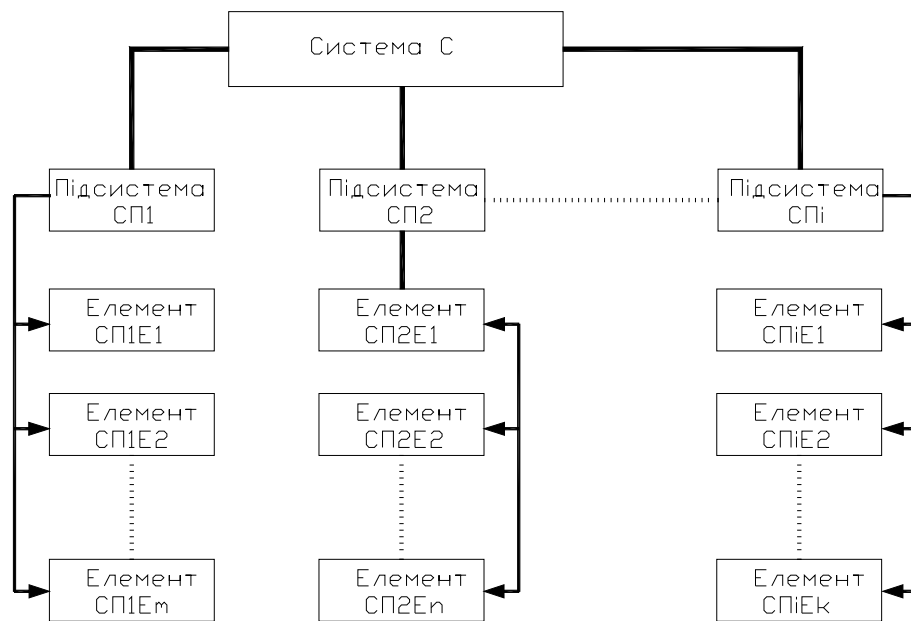


Рис.3.5 Структури системи

Система може мати i -ту кількість підсистем, у той же час кожна підсистема може мати m -ту кількість елементів. Наприклад, прийнявши технологічну лінію (лінію по виробництву вапна), за систему можна її окремі машини (підйомник, шахтну піч, ввідній пристрій й ін.) прийняти за підсистеми, а вузли машини - за елементи.

Якщо розглядати шахтну піч як систему, то її окремі механізми (завантажувальний пристрій, піч, вигрузний пристрій) можна розглядати як підсистеми, а деталі як елементи. У випадку вибору як системи вузла, деталі можна розглядати як підсистеми, а поверхні деталей як елементи.

Приклади структурної схеми обертової печі та приводу приведені на рис.3.6. т рис 3.7.

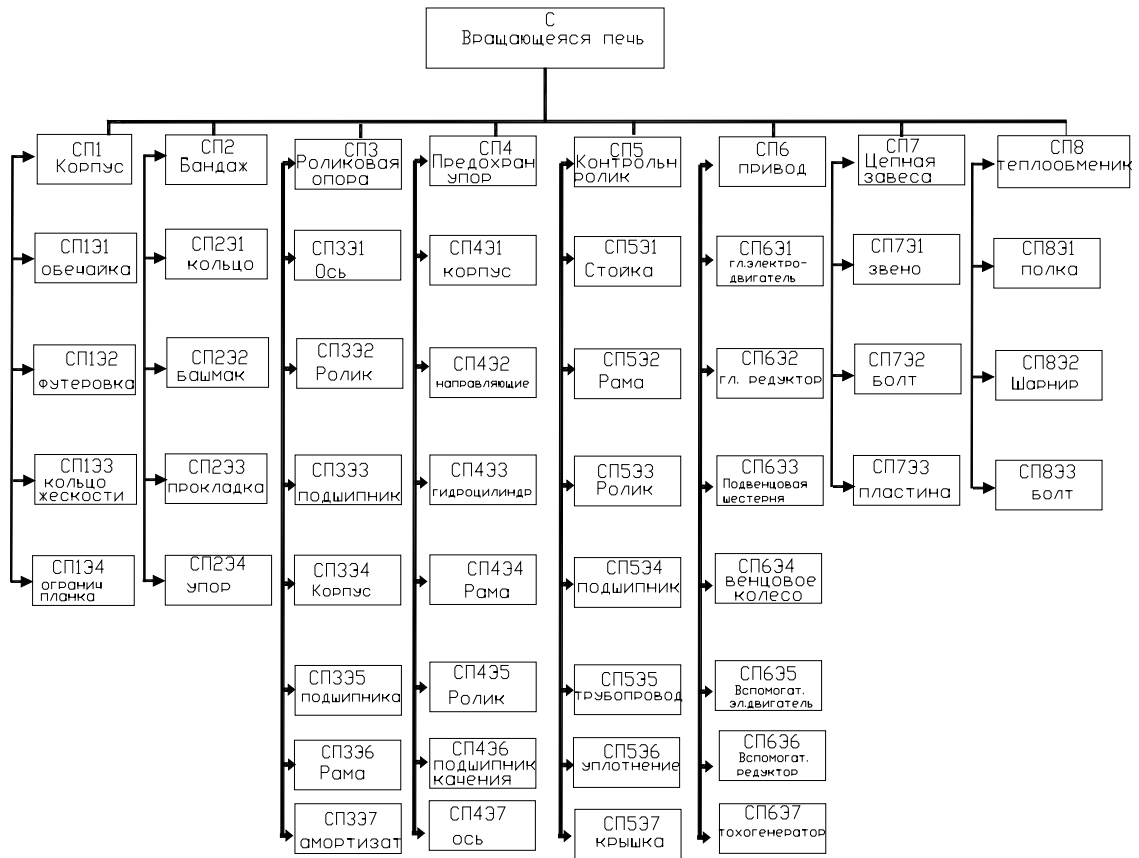


Рис.3.6 Структура системы обортова піч

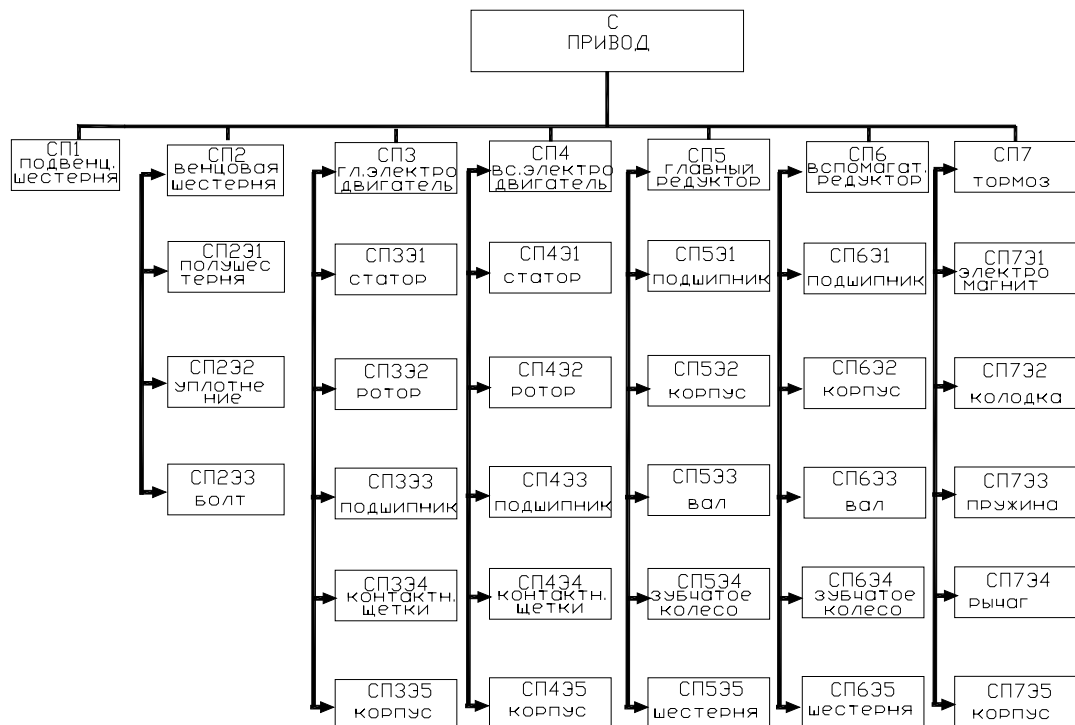


Рис.3.7 Структура системы привіду

3.2.3. Види структур

У системі визначається одна зі структур, що відповідає поставленій меті дослідження. Наприклад, випалювальний агрегат технологічної лінії для виробництва цементу може бути спроектований з довгою або короткою обертовою піччю, забезпечуючи необхідну продуктивність. Для остаточного вибору типу печі необхідно використати додаткову інформацію про властивості сировинних матеріалів (вологість глини, вапняку, і ін.), отже рішення залежить від властивостей випалу - по мокрому або сухому способі.

Структура системи залежить і від :

- характеру з'єднання структурних складових;
- способу взаємодії їх у системі, таким чином структуру можна розділити на три основних види (типи) взаємозв'язків:

- структури, у яких вихід попередньої підсистеми є входом наступної підсистеми (тип такої системи, як лінія по виробництву цементу);

- структури, у яких вихід попередньої підсистеми є входом декількох підсистем;

- структури, у яких вихід підсистеми є її входом.

На рис 3.8 наведено структуру, в якій вхід підсистем В і С є виходом попередньої більш ранньої підсистеми.

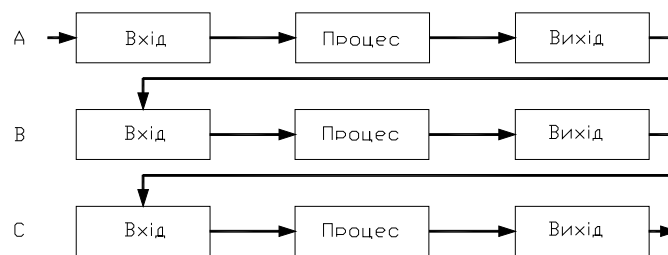


Рис.3.8 Вхід підсистем є виходом попередньої більше ранньої підсистеми

Прикладом такої системи може служити технологічна лінія виробництва хвилястих азбоцементних листів СМ1155, що складається з восьми підсистем: листоформуючої машини, механізму розкрою, хвилерувальника, укладальник, транспортер твердіння, знімач стіп, увлажнювач, перебірник - складач. Підсистема А в цьому прикладі являє собою листоформуючу машину, що здійснює формування азбесто - цементного накату. Підсистема В являє собою

хвилерувальник, що за допомогою прийомного транспортера приймає листи листоформуючої машини, хвилерує та калібрує їх і передає на механізм різання.

На рис.3.9 наведена структура системи, в якій вихід попередньої системи є входом кількох підсистем.

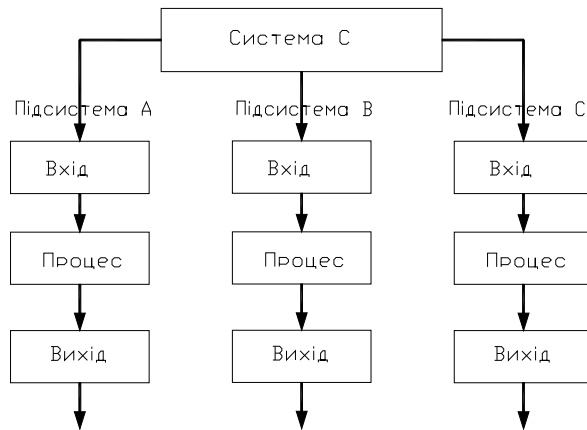


Рис.3.9 Вихід попередньої є входом кількох підсистем

Прикладом такої системи може служити технологічна лінія (цех) по виробництву азбоцементних виробів, що складається із трьох підсистем: технологічної лінії виробництва хвилерованих і плоских листів, труб і профілів. У цьому прикладі підсистема А являє собою технологічну лінію підготовки а/ц суспензії. Підсистема В - технологічну лінію виробництва листів. Підсистема С - технологічну лінію виробництва труб і профілів.

На рис.3.10 наведена структура системи, в якій вихід підсистеми є її входом.

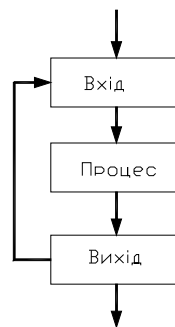


Рис.3.10 Вихід підсистеми є її входом

Прикладом такої системи може слугувати замкнутий цикл для здрібнювання сировинного матеріалу що включає млин і класифікатор.

ТЕМА 4 РІВНІ СТРУКТУРНОГО АНАЛІЗУ МАШИН, INTERNET

Складність підходу до вивчення об'єкта підвищується з розвитком наукового пізнання про цей об'єкт у вигляді наступних положень:

- 1) **Параметричний опис** – найпростіша форма наукового аналізу. Опис базується на емпіричних спостереженнях властивостей, ознак і відносин досліджуваного об'єкта до інших об'єктів.
- 2) **Структурний опис** досліджуваного об'єкта. Цей опис виконується після виконання параметричного опису й базується на підставі виявлених параметрів. Ставиться завдання - установити взаємозв'язок властивостей й ознак. При цьому здійснюється перехід до визначення заелементної будови досліджуваного об'єкта.
- 3) **Функціональний опис** досліджуваного об'єкта є подальшим поглибленням процесу пізнання. Здійснюється на основі функціональних залежностей між параметрами (функціонально-параметричний опис), між частинами об'єкта (функціонально-структурний опис). При функціональному описі функції частини об'єкта задаються на основі характеристик усього об'єкта. Тільки наявність функціонального опису системи (цеху, технологічної лінії, машини) дозволяє автоматизувати процес дослідження й застосувати систему автоматизованого проектування САПР.

САПР це людино-машинна система, що використовує сучасні математичні методи, засоби електронно-обчислювальної техніки й зв'язки, а також нові організаційні принципи проектування для знаходження й практичної реалізації найбільш ефективного проектного рішення відповідного об'єкта.

Процес проектування на базі САПР можна розділити на наступні укрупнені етапи:

- 1) Пошук принципових проектних рішень. Використання баз даних, експертних й інших методів для виявлення й аналізу проектних рішень аналогічних конструкцій. Участь на цьому етапі: людина - 70%, машина - 30%.
- 2) Розробка ескізного варіанта конструкції і його оптимізація. Виконуються

операції розрахунку й оптимізації основних параметрів на обраній конструкції. Участь на цьому етапі: людина - 20%, машина - 80%.

- 3) Уточнення й доробка обраного варіанта конструкції з виконанням повного детального розрахунку. Участь на цьому етапі: людина - 10%, машина - 90%.
- 4) Розробка повного комплексу креслень і технічної документації. Участь на цьому етапі: людина - 40%, машина - 60%.

При здійсненні першого пункту досліджень, пошук принципових проектних рішень, одним з основних варіантів пошуку є INTERNET. Розглянемо його структуру й можливості.

4.1. INTERNET як глобальний інформаційний ресурс

4.1.1. Структура INTERNET

INTERNET це глобальна мережа яка поєднує комп'ютери незалежно від їхнього типу, місця розташування та відомчої приналежності. Вона не орієнтована на рішення заздалегідь передбачених завдань і зростає в міру необхідності.

INTERNET - не єдина й не перша мережа. Є BBS, FIDO, CompuServ і т.п. INTERNET з'явився у 80 роках в результаті спроб об'єднати мережі Міністерства оборони США ARPAnet з радіо- і супутниковими мережами. ARPAnet була експериментальною мережею, призначеної для забезпечення військових досліджень по створенню мереж, стійких до часткових відмов (наприклад, мереж, які змогли б продовжувати роботу при нанесенні бомбових ударів).

Для пересилання повідомлення по мережі комп'ютер повинен був просто поміщати дані в конверт, називаний "пакетом межмережевого протоколу" (IP, Internet Protocol), і правильно адресувати такі пакети Основний принцип полягав у тому, що кожен комп'ютер у мережі міг спілкуватися як вузол з будь-яким іншим комп'ютером незалежно від адміністрації мережі. Така модель, заснована, зокрема, на припущенні про ненадійність мережі, може здатися дивною, однак історія довела, що, в основному, вона виявилася обґрунтованою й вірною.

INTERNET завоювала світ завдяки надійності, універсальності, простоті розвитку, комерційної й некомерційної зацікавленості учасників.

Склад глобальної мережі

Сервери. На них зберігається інформація, працюють програми по пошуку інформації і її обробці. Користувачам надаються послуги зі зберігання інформації, рішення завдань, організації діалогів, пересиланню пошти й т.п. Зараз в INTERNET більше 5 млн. серверів.

Канали зв'язку. Провідні, оптичні, радіо, супутникові. Переважно, орендуються канали зв'язку загального призначення (телефонні, телевізійні, радіо).

Термінали. Будь-які персональні комп'ютери або термінальні станції мейнфреймів. Спеціалізовані пристрої: IP-телефони, MP3-плеєри, домашня автоматика, пристрої керування встаткуванням.

Види послуг в INTERNET

Архіви. Це WWW-сайти й FTP-сервери, на яких розташовуються громадські й особисті бібліотеки, довідкові системи, електронні журнали, просто інформаційні сторінки організацій, фірм і приватних осіб.

Новини. Це сайти інформаційних служб і розсилання новин по підписці.

Спілкування. Це чати, електронна пошта й телеконференції.

Комерція. Це INTERNET-магазини, розсилання реклами, системи електронних платежів.

Навчання. Це навчальні й тестуючі сайти, системи дистанційного навчання.

Керування. Системи збору інформації й керування транспортом, устаткуванням, людьми. Системи підтримки документообігу. Віртуальні офіси.

Способами отримання інформації з мережі (ON-LINE й OFF-LINE).

У випадку ON-LINE іде спілкування в реальному часі й канал зв'язку зайнятий весь цей час. Наприклад, перегляд WWW-сторінок у веб-браузері. Спочатку на екрані відображається початок тексту й найважливіші деталі зображення, потім поступово додається продовження тексту, а картинки стають більш різкими. Перевага - можна відразу відмовитися від отримання інформації й продовжити пошук на інших сторінках. Недолік - немає часу подумати, якщо оплата щохвилинна.

У випадку OFF-LINE можливо замовити інформацію з каталогу або підписатись на її отримання, вона приходить вся цілком у момент установки зв'язку. Після отримання замовленої інформації зв'язок розривається. Це

електронна пошта, розсилання новин, наочування файлів з FTP-серверів.

Розвиток INTERNET відбувається за рахунок:

1. Урядових структур, створюючи свої сервера, сайти, бібліотеки, і фінансуючи некомерційні проекти.
2. Університетів, об'єднуючи свої інформаційні ресурси.
3. Комерційні організації: провайдери послуг INTERNET і фірми, що займаються INTERNET-комерцією, збором даних, поширенням інформації, наданням інших послуг (проектування виробів, INTERNET-медицина, INTERNET-навчання, INTERNET-керування).
4. Некомерційних організацій і приватні особи, шляхом створення своїх сайтів на своїх або орендованих серверах.

Надання послуг INTERNET

Провайдери INTERNET. У Києві більше 100 провайдерів.

Провайдери 1-го рівня мають свої канали зв'язку між собою й іншими провайдерами або орендують потужні канали зв'язку (супутникові, міждержавні провідні й оптоволоконні й т.п.). Вони становлять основу (кістяк) мережі й продають, як правило, трафік оптом, хоча можуть й у роздріб. Сумарна пропускна здатність таких каналів у Києві близько 100 Мбит/сек.

Провайдери 2-рівня підключені до них по виділених лініях прямо, минаючи телефонні станції. Вони перепродують трафік користувачам у роздріб, в основному, по звичайних або виділених телефонних лініях. У Києві більше 3000 номерів АТС використовується для підключення до INTERNET. За даними на 2016 рік найбільшими провайдерами INTERNET у Києві були: Укртелеком (38%), Лакинет (19%), Инфоком (12%).

У цей час широке використовується INTERNET по кабельному телебаченню.

Контроль INTERNET.

INTERNET практично ніхто не контролює. Уряди намагаються приймати закони про контроль переданої інформації й обмеження прав провайдерів, але це не так ефективно, як перевірка листів. Завжди можна за відповідні гроші підключитися прямо до супутникового каналу зв'язку й бути незалежним від місцевого уряду.

Основним контролюючим фактором є совість і свідомість розробників і

користувачів інформаційних ресурсів.

Поняття «веб-сайт».

Це один або кілька файлів, написаних мовою HTML, і розташованих на Веб - сервері. Вони виводяться на екран за допомогою програм, які називаються Веб - браузерами (Internet Explorer, Firefox, Opera і т.п.). Як правило, сайт містить інформацію на одну тему (тематичні сайти) або про одну організацію, навчальний заклад, приватних осіб (візитні картки).

Кожен сайт має унікальне ім'я, що задає його адреса в т.зв. "доменній системі імен" всесвітньої мережі (DNS). Імена складаються зі слів, розділених крапками. Вони будуються по ієрархічному принципі: Кожне слово відноситься до свого рівня (домену). Перше ім'я ліворуч є доменом реального комп'ютера. Друге слово - ім'я групи, у яку входить даний комп'ютер, і т.д. Найпершим є домен вищого рівня. При цьому розрізняють:

- com - комерційні організації;
- edu - навчальні заклади;
- gov - урядові заклади;
- mil - військові установи;
- org - інші організації;
- net - мережні ресурси;
- ua - Україна;

Пізніше з'явилися ще більш високі, регіональні, домени.

Перед ім'ям може стояти слово WWW. Наприклад, WWW.RADA.GOV.UA. - сайт Верховної Ради України. Для явної вказівки імені веб- сайту використовують префікс HTTP://. Наприклад <https://kpi.ua/>.

Щоб отримати інформацію із сайту, потрібно ввести його ім'я в рядок адреси Веб - браузера й натиснути увведення. При його успішному завершенні на екрані відобразиться головна сторінка сайту. При неуспішному - буде виведене повідомлення про помилку.

Інший спосіб влучення на сайт, це перехід на нього по гіперпосиланню зі сторінки вже відкритого сайту або зі списку. Існують спеціальні сайти "Портали" для виходу на інші сайти. Вони являють собою каталоги гіперпосилань, упорядко-

вані по темах і регіонам, з коментарями й анотаціями сайтів. Важливим показником є рейтинг сайтів, що включає портали відповідно до частоти відвідуваності. Рекомендується починати перегляд з найбільш відвідуваних сайтів.

Третій спосіб пов'язаний з можливістю розташовувати імена сайтів прямо в тексті документів, набраних в MS Word. Коли курсор установлений на такому імені, то натискання клавіші Уведення запускає браузер і відкриває цей сайт.

4.1.2. Класифікація інформаційних ресурсів INTERNET

Державні ресурси.

Це сайти, створені державними службами для забезпечення громадян. З'явився навіть новий термін - "INTERNET-уряд". В Естонії планується проведення виборів шляхом голосування по INTERNETу.

Наша Верховна Рада має свої Веб - сайти WWW.RADA.GOV.UA. і WWW.RADA.KIEV.UA. Останній рекомендується використати киянам, для більш швидкого доступу.

Є сайти держадміністрації й державних установ у Києві й регіонах. Їх легко знайти в каталогах Веб-ресурсів за допомогою порталів (розділ урядових організацій) або пошуком по ключових словах, що входить у назву установи. Наприклад, залізничний транспорт України представлений на сайті www.uz.gov.ua.

Академічні ресурси.

Це Веб -сайти університетів, шкіл, бібліотек наукових і культурних установ (www.univ.kiev.ua, www.msu.ru, www.examen.ru, www.rfbr.ru, www.hermitage.ru). Існує також безліч тематичних сайтів по розділах "наука", "культура", "мистецтво", "освіта", "медицина", які не належать конкретним установам, а є плодом колективної творчості груп ентузіастів.

Суспільні ресурси.

Сайти громадських організацій, (www.persontotrue.f2s.com) Тематичні сайти по інтересах (www.integr.org, www.film.ua, www.music.ua).

Приватні ресурси.

Сайти фірм (www.microsoft.com). Особисті сайти (<http://michint.hypermart.net>, <https://www.dialog.ua/news/>).

4.2. Пошукові системи

Основне завдання INTERNET – надання необхідної інформації. Щоб знайти потрібну інформацію необхідно знати адресу Web-сторінки, на якій ця інформація знаходиться. Необхідну інформацію найкраще шукати за допомогою пошукових систем. Пошукова система являє собою спеціалізований Web-вузол. Системи класифікують по методах пошуків.

Пошукові каталоги призначені для **пошуку по темах**. Звичайно вони побудовані по ієрархічних принципах, тобто кожен крок пошуку це вибір підрозділу з більше конкретною тематикою шуканої інформації. На нижньому рівні пошуку користувач отримує невеликий список посилань на шукану інформацію.

Пошуковий індекс забезпечує пошук по заданих **ключових словах**. Звичайно ключові слова вводяться при заповненні спеціальної форми пошуку, після чого натискається кнопка «Пошук». У результаті пошуку формується набір гіперпосилань на Web-сторінки, що містить зазначені терміни. Звичайно пошукові індекси видають велику кількість шуканих сторінок.

У цьому списку представлені посилання на різні Web-сторінки, причому посилання розташовуються по ступені убутання знайдених на даних сторінках слів, що збігаються із ключовими словами. При перегляді списку необхідно вибрати ті сторінки, які потрібно переглянути. Деякі системи складають список посилань по ступені свіжості сторінок, інші по ступені ймовірності того, що дані сторінки виявляться шуканими. Ймовірність пошуку ґрунтується на даних про те, як часто на сторінці зустрічається шукане слово. Першими в такому списку йдуть посилання на ті сторінки, у яких ключові слова зустрічаються вже в назві.

Пошукові каталоги надають доступ до меншої кількості сторінок, чим пошукові індекси, але вони точніше вказують на основні ресурси мережі. Тому при первинному пошуку інформації доцільно використати пошукові каталоги. А кваліфікованим користувачам Internet більше корисні пошукові індекси. Вони дозволяють розшукати маловідомі й вузько спеціалізовані ресурси. Багато сучасних пошукових систем сполучають у собі обидва зазначених методи.

Зазвичай браузері мають спеціальні засоби організації пошуку без явного звертання до пошукових систем. Можна отримати доступ до однієї з відомих

пошукових систем, просто активізувавши «Пошук» після чого з'явиться відповідне вікно. Після цього вказуються ключові слова і вибір пошукової системи. Результати пошуку відображаються у вікна користувача. Якщо вибрати потрібне посилання, то в правому вікні з'явиться вміст обраної сторінки. Щоб сховати вікно пошуку, необхідно клацнути на кнопки «Пошук» ще раз.

При роботі можливо проводити пошук прямо в полі «Адреса». Для цього в адресний рядок вводиться слово або фраза для пошуку. Під адресним рядком відкривається вікно зі словом «Пошук» і шуканою фразою. Браузер почне пошук з використанням заздалегідь визначеної системи пошуку. Після цього на панелі інструментів натиснути кнопку «Пошук», і в лівій частині екрана повниться вікно, що містить список посилань, пов'язаних з даною сторінкою. Потрібно натиснути на одне з посилань, і переглянути в правому вікні відповідну Web-сторінку.

4.2.1. Популярні пошукові системи

У мережі існують різні способи пошуку інформації. Звичайно ж, якщо є довідник, у якому можна знайти місцезнаходження джерела конкретної інформації, що цікавить, то цим потрібно скористатися. На жаль, такі довідники далеко не завжди доступні. Крім того, мережа постійно оновлюється, і тому знаходиться в курсі всього нового, з допомоги періодики, а тим більше за допомогою літератури, не завжди є можливим. Для пошукових цілей в INTERNET існують спеціальні пошукові машини, що розташовують значними базами даних і мають зв'язок із собі подібними.

Істотно корисними є використання можливостей в них присутні системи пошуку, що будується за принципом: від загального - до конкретного. Задають загальне поняття (у вигляді ключового слова, декількох слів або фрази), а потім, з кожним новим пошуком воно все більше конкретизується за допомогою чого є можливість отримати результат, що цікавить.

За даними компанії Net Applications у грудні 2007 року використання пошукових систем на Заході розподілялося в такий спосіб:

Google — 77,04 %

Yahoo — 12,46 %

MSN — 3,33 %

Microsoft Live Search — 2,57 %

AOL — 2,12 %

Ask — 1,38 %

AltaVista — 0,13 %

Excite — 0,07 %

Lycos — 0,02 %

All the Web — 0,02 %

- Багатомовні:
 - [Google](#) (34,4 % Російськомовного сегмента)
 - [Bing](#) (0,9 % Російськомовного сегмента)
 - [Yahoo!](#) (0,2 % [Рунета](#)) і приналежної цієї компанії пошукові машини:
 - [Inktomi](#)
 - [AltaVista](#)
 - [Alltheweb](#)
- Англомовні і міжнародні:
 - [AskJeeves](#) (механізм [Teoma](#))
- Російськомовні — більшість «російськомовних» пошукових систем індексують і шукають тексти на багатьох мовах — [українській](#), [білоруській](#), [англійським](#) і інші. Відрізняються ж вони від «багатомовних» систем, що індексують всі [документи](#) підряд, тим, що в основному індексують ресурси, розташовані в [доменах](#) зонах, де домінує російська мова або інші способи обмежують своїх робіт російськомовними сайтами.

4.2.2. Пошук патентів

Електронні адреси патентних баз даних

- *Великобританія* - www.patent.gov.uk
- *Німеччина* - www.dpma.de
- *Бюлетень "Patentblatt"* - www.patentblatt.de
- *Канада* - www.cipo.gc.ca
- *Китай* - www.cpo.cn.net
- *Україна* - www.ukrpatent.org/

- Росія - www.rupto.ru; www.fips.ru
- Нові розробки www.sibpatent.ru/patent.asp
- США – www.uspto.gov
- БД НКІІ – www.uspto.gov/web/offices/pae/classdefs/index.html
- Франція – www.inpi.fr
- Японія – реферати акцептованих заявок на винаходи англійською мовою - www.jpo-miti.go.jp
- Європейське патентне відомство – www.european-patent-office.org; www.epo.co.at/epo.

4.2.3. Міжнародна патентна класифікація

Міжнародна патентна класифікація (МПК, International Patent Classification (IPC)) являє собою ієрархічну систему патентної класифікації. МПК яка є засобом для класифікації патентних документів (патенти на винаходи, включаючи опубліковані патентні заявки, авторські свідоцтва, корисні моделі і свідоцтва про корисність) в міжнародному масштабі. МПК є інструментом для патентних відомств і інших споживачів, що здійснюють пошук патентних документів.

МПК створена відповідно до Страсбурзької угоди (1971 рік). Оновлюється на регулярній основі Комітетом експертів, що складається з представників держав, що підписали це угоду (країн Угоди), і спостерігачів від інших організацій, таких, як Європейська патентна організація Страсбурзька угода є одним з договорів, що знаходиться у веденні Міжнародної організації інтелектуальної власності (МОІВ).

Кожен патентний документ всіх країн Угоди (а також більшості інших) має, принаймні, один класифікаційний індекс МПК з вказівкою області техніки, до якої відноситься винахід. Також можуть бути призначено декілька індексів для детального інформування про зміст документа.

Опис

МПК охоплює всі галузі знань, об'єкти яких можуть підлягати захисту охоронними документами. Для конкретизації області існують п'ять основних рівнів ієрархії:

1. Розділ

2. Клас
3. Підклас
4. Група
5. Підгрупа

Подальше уточнення відбувається шляхом підпорядкування одних підгруп іншим. Кожен об'єкт класифікації складається з індексу і описової частини. Індекс об'єкту (окрім розділів) складається з відповідного індексу попереднього рівня і, доданою до нього, літери або числа. Описова частина, як правило, складається із заголовка об'єкту і короткого переліку тематики, що відноситься до нього, або рубрик.

Розділ

МПК розділена на вісім розділів. Розділи є вищим рівнем ієрархії МПК. Кожен розділ позначений заголовною літерою латинського алфавіту від А до Н. Раздели мають наступні назви:

- A: Задоволення життєвих потреб людини
- B: Різні технологічні процеси; транспортування
- C: Хімія; металургія
- D: Текстиль; папір
- E: Будівництво і гірнича справа
- F: Машинобудування; освітлення; опалювання; зброя і боєприпаси
- G: Фізика
- H: Електрика

Клас

Кожен розділ ділиться на класи. Класи є другим рівнем ієрархії МПК. Індекс класу складається з індексу розділу і двозначного числа. Заголовок класу відображає зміст класу.

Підклас

Кожен клас містить один або декілька підкласів. Підкласи є третім рівнем ієрархії МПК. Індекс підкласу складається з індексу класу і заголовної букви латинського алфавіту. Заголовок підкласу з максимальною точністю визначає зміст підкласу.

Групи і підгрупи

Кожен підклас розбитий на групи. У свою чергу групи діляться на основні групи (тобто четвертий рівень ієрархії МПК) і підгрупи (нижчий рівень ієрархії в

порівнянні з основними групами). Індекс групи МПК складається з індексу підкласу, за яким слідує два числа, розділені похилою межею.

Індекс основної групи складається з індексу підкласу, за яким слідує одно-, двох- або тризначне число, похила лінія і два нулі. Текст основної групи точно визначає область техніки, яка вважається за доцільну для проведення пошуку.

Підгрупи утворюють рубрики, підлеглі основній групі. Індекс підгрупи складається з індексу підкласу, за яким слідує число основної групи, якою підпорядкована дана підгрупа, похила лінія і, принаймні, дві цифри, окрім 00. Текст підгрупи знаходиться завжди в межах об'єму її основної групи і точно визначає тематичну сферу, в якій вважається найбільш доцільне проведення пошуку. Перед текстом підгрупи ставиться одна або більш крапки, які визначають ступінь її підлеглості, тобто указують на те, що підгрупа є рубрикою, підлеглою найближчій вищестоящій рубриці, надрукованій з меншим зрушенням, тобто що має на одну крапку менше.

ТЕМА 5 ПЛАНУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК

5.1. Літературні джерела

5.1.1. Огляд літератури при науковому дослідженні

Першим пунктом будь-якого дослідження є огляд літератури.

Огляд літератури - обов'язкова частина всякої дослідницької роботи. Він повинен повно й систематизовано викладати стан питання, дозволяти об'єктивно оцінювати науково-технічний рівень роботи, безпомилково вибирати шляхи й засоби досягнення поставленої мети й оцінювати як ефективність цих засобів, так і роботи в цілому.

Предметом аналізу в огляді повинні бути нові ідеї й проблеми, можливі підходи до рішення цих проблем, результати попередніх досліджень, дані економічного характеру, можливі шляхи рішення завдань. Суперечливі відомості, що містяться в різних вихідних документах, повинні бути проаналізовані й оцінені з особливою старанністю. З аналізу літератури повинне бути видно, що в цьому вузькому питанні відомо, цілком вірогідно, що сумнівно, спірно; які завдання в поставленій технічній проблемі першочергове, ключове, де і як варто шукати їхнє рішення.

Гарний літературний огляд - це праця не менш складна ніж оригінальне наукове дослідження.

5.1.2. Пошуки першоджерел

Пошук джерел починається з найбільш відомих монографій і довідників й енциклопедій. Звідти беруть всі основні відомості про новий для дослідження питання й посилення на основні статті.

При роботі з книгами потрібно враховувати, що бібліографія книги виконується за один - три роки до виходу її у світ й всі дані, що були опубліковані після цього потрібно шукати в періодичних журналах.

Наступний етап це перегляд у систематичному каталозі технічної бібліотеки відповідної рубрики де можна знайти маловідомі книги або брошури на тему, що цікавить.

5.1.3. Вивчення теорії

Не володіючи відповідним математичним апаратом можливо критично оцінити ефективність теорії її корисність у застосуванні до тих явищ, які вивчаються. Якщо не ставити метою використовувати апарат теорії або спростовувати її, то не має смислу стежити за викладеннями й перетвореннями, так іноді за вираженням «підставивши (5) в (7) отримаємо (8) тиждень обчислень».

Важливо перевірити насамперед постановку завдання.

1) які фактори враховувалися;

2) якими зневажили із самого початку (отже вони не будуть впливати на хід обчислень і не можливо побачити що вони дають).

Про невраховані фактори часто замовчується - важливо їх визначити. Типовим недоліком теоретичної роботи є - тонке дослідження ефектів другого порядку й не врахування важливих.

3) визначити всі допущення, зроблені по ходу обчислень.

Наприклад, вираз «Розклавши Z й Y у ряд по t й обмежившись першими двома членами, отримаємо рішення у вигляді» може означати й те, що розкласти й підставити далі не вдалося, і автор прийшов до рішення тривіальної задачі, де відповідь очевидна й без обчислень.

4) треба з'ясувати, скільки в рішенні залишено вільних параметрів (коефіцієнтів), які треба визначати експериментально. Якщо їх 3 - 4, то можливо пояснити все, при будь-яких формулах.

5) якщо отриманий результат може бути використаний необхідно чи визначити чи правильний він.

5.1. Перевірити перехід до очевидних граничних випадків (якщо $S > 0$, ніякого ефекту бути не повинно $\Pi = 0$); (якщо $a = 0$, те все зводяться до відомого).

5.2. Перевірити порядок величин результату.

5.3. З'ясувати для якої області значень основних змінних корисне рішення, з урахуванням обмежень зроблених у постановці завдання. Чи зустрічаються такі співвідношення параметрів на практиці.

У такий спосіб при застосуванні теорії необхідно звернути увагу на постановку задачі, проміжні допущення й обмеження, область існування рішення й спосіб порівняння з експериментом.

5.2. Методика експерименту

5.2.1. Мета й принципова схема вимірів

Намагаються більшу частину вимірів виконати на діючих стандартних установках з відомими реальні оцінки погрішностей.

Проектування нової установки, комплектація її приладами, виготовлення й інше займає багато часу й вносить велику невизначеність у строки дослідження. Тому створюють нове обладнання лише при гострій необхідності:

- 1) ніде випробувати ідею нової технології;
- 2) для вимірів нових властивостей й явищ;
- 3) для вимірів або спостережень у нових умовах;
- 4) якщо потрібна установка більш точна або продуктивна чим існуючі.

5.2.2. Етапи роботи

Першим етапом роботи - звичайно є чітке визначення мети експерименту. Приступаючи до задачі потрібно мати чітку відповідь на питання: «Що ми збираємося робити з відповіддю?».

Усякий фізичний експеримент зводиться до деяких вимірів. Але ці результати рідко є остаточною метою дослідження. У більшості випадків виміри потрібно, щоб довести деякий факт, відібрати головні фактори, знайти закономірність і т.д. тому **другим етапом** є відповідь на питання: якщо виміри дадуть очікуваний результат, чи досить це для доказу факту, однозначного встановлення взаємозв'язку явищ? Чи не допускає цей результат декількох тлумачень питання?

Тому планування експерименту починається з аналізу ще не отриманого результату. Потрібно чітко представляти які однозначні висновки можна зробити якщо буде отриманий очікуваний результат.

Аналіз починається з переліку побічних явищ, що накладаються на досліджуваний ефект. Якщо вони порівнянні з основними, треба змінювати схему експерименту, щоб усунути або компенсувати перешкоду. При цьому враховують, що як правило, виключення одних погрішностей вносить інші, потрібно знати наскільки вони менше старих.

Передбачати якнайбільше джерел помилок і грубо оцінити їх за допомогою простих фізичних моделей набагато важливіше, ніж дати скрупульозний підрахунок однієї - двох помилок. У попередніх розрахунках деякі подібні допущення приймають як апріорі. Якщо від них істотно залежить точність результату варто продумати як перевірити їх справедливість, коли установка буде готова.

Програма самого експерименту завжди коректується в ході роботи. Однак серію перших експериментів потрібно спланувати заздалегідь - при цьому можна легко виявити недоліки розробленої схеми. Важливо перевірити їхню стабільність, коли ефект на який сподіваються свідомо відсутній («холості» виміри). При цьому необхідно визначити:

- 1) знайти причини нестабільності (якщо вони є);
- 2) скільки дослідів необхідно виконати, щоб оцінити «робочі» результати й порівняти їх з апріорною оцінкою сумарної погрішності? Яку найбільшу помилку можна вважати прийнятною?
- 3) як змінюючи умови експерименту визначити причину поганої відтворюваності.

Висновки:

Проектування установки завжди вимагає докладного знайомства з літературою. Насамперед варто переглянути основні монографії по цьому питанню, опис методики в реферативних журналах.

Як правило вдається знайти посилання на подібні роботи й установки. Необхідно вивчити ці джерела, навіть якщо видно, що це не зовсім те що потрібно.

Витрати часу на літературу завжди окупаються.

- 1) У статтях можна знайти згадування про складності, які в проекті не були передбачені.
- 2) Можна знайти неждано просте й витончене рішення часткових завдань.

Після уважного ознайомлення з літературою може виявитися, що це вже хтось робив і зустрівся з непереборними труднощами на такому-то етапі досліджень. З інших робіт впливають зовсім інші шляхи рішення поставленого завдання.

5.3. Помилки вимірів

Обробивши первинні дані, потрібно оцінити їхню надійність, щоб вирішити, які з них заслуговують подальшого аналізу, а які не потрібні через великі помилки експерименту [8].

Перш ніж приводити загальну класифікацію погрішності слід зазначити, що різним по призначенню вимірювальним процедурам властиві свої складові погрішності й причини їхнього виникнення.

Погрішність результату виміру виникає:

а) при відтворенні розміру одиниці фізичної величини (у силу того, що технічно неможливо створення абсолютно точних еталонів);

б) при передачі розміру одиниці фізичної величини (до основних процедур передачі розміру відносять перевірку, калібрування, атестацію);

в) при атестації (через недосконалість атестаційного обладнання, методик виконання вимірів й ін.);

г) при перевірці засобами вимірювання (ЗВ) (через недосконалість методів перевірки й ін.);

д) при градуюванні (через недосконалість способів нанесення шкал, помилок при побудові кривих і т.д.);

е) при робочих вимірах (виконуваних робочими ЗВ в лабораторних, польових або інших умовах);

ж) при статистичній обробці результатів вимірів.

По метрологічному призначенню вимірювання ділять на **еталонні** й **робочі**. **Еталонні** вимірювання виконуються із застосуванням еталонів. Вони широко застосовуються в практиці перевірочних і каліброваних робіт, а також при метрологічній атестації обладнання й ЗВ. Ці помилки пов'язані з відтворенням і передачею розміру одиниці фізичної величини. **Робочі** мають місце в повсякденній практиці визначення значення вимірюваної фізичної величини й не пов'язані з передачею розміру її одиниці. До робочих відносять і технічні виміри, тобто вимірювання параметрів технологічних процесів, показників готової продукції, устаткування й інших параметрів, незв'язаних з передачею розміру одиниці величини.

За формою кількісного виразу погрішності виміри діляться на абсолютні й відносні.

Абсолютною погрішністю вимірюваної величини, що виражає в одиницях, називається відхилення результату *виміру* від вірного, або дійсного значення. Абсолютна погрішність характеризує величину й знак, але не визначає якість самого проведеного виміру.

Поняття погрішності характеризує недосконалість вимірювання. Характеристикою якості виміру є використовуване в метрології поняття точності вимірів, що відображає міру близькості результатів вимірів до дійсного значення вимірюваної фізичної величини. Точність і погрішність зв'язані між собою зворотною залежністю. Тобто високій точності вимірів відповідає мала погрішність.

Відносною погрішністю називається відношення абсолютної погрішності вимірювання до правильного значення вимірюваної величини. Вона обчислюється по формулі: $\delta = \frac{\Delta x_{\text{всї}}}{X_{\text{в}} (X_{\text{д}})}$. Мірою точності вимірів є величина, зворотна модулю відносної погрішності, тобто $1/\delta$. По характеру (закономірності) зміни погрішності підрозділяються на систематичні й випадкові. До числа випадкових належать й грубі погрішності.

Систематичні погрішності - складові погрішності вимірювань, що залишаються постійними або закономірно змінюються при багаторазових (повторних) вимірах однієї й тієї ж величини в тих самих умовах. Із всіх видів погрішностей, саме систематичні, є найнебезпечнішими й важко прогнозованими. Це пояснюється рядом причин:

1) вони постійно спотворюють дійсне значення отриманого результату виміру у бік його збільшення або зменшення. Причому напрямок помилки заздалегідь важко визначити;

2) величина систематичної погрішності не може бути знайдена методами математичної обробки отриманих результатів виміру. Вона не може бути зменшена при багаторазовому вимірюванні з використанням тих самих вимірювальних засобів;

3) вони можуть бути постійними, можуть монотонно змінюватися, можуть змінюватися періодично, але за отриманими результатами виміру закон їхньої зміни важко, а іноді й не можливо визначити;

4) на результат вимірів впливають кілька факторів, кожний з яких викликає свою систематичну погрішність залежно від умов виміру. Причому, кожен новий метод вимірювання може дати свої, заздалегідь невідомі систематичні погрішності й треба шукати прийоми й способи виключення впливу цієї систематичної погрішності в процесі виміру. Для твердження про відсутність систематичної погрішності або, що вона зневажливо мала потребує обґрунтованого доведення.

Такі погрішності можуть бути виявлені тільки шляхом детального аналізу можливих джерел і зменшені (застосуванням більш точних приладів, калібруванням приладів за допомогою спеціальних дій й ін.). Однак повністю їх усунути їх не можливо.

У реальних умовах повністю виключити систематичну складову погрішності неможливо. Завжди залишаються якісь не виключені залишки, які й потрібно враховувати, щоб оцінити їхні границі. Це й буде систематична погрішність виміру.

5.4. Організація й аналіз результатів експерименту

5.4.1. Первинні документи.

Будь-яке дослідження закінчується звітом. За ДСТ «Звіт про НДР є основним документом, у якому викладаються вичерпні відомості про виконувану роботу.»

Цим документом автор звітує:

- 1) Перед керівництвом у корисності своїх результатів.
- 2) Перед планово-фінансовими органами в доцільності витрат.
- 3) Перед ученими - про наукову цінність отриманих результатів.

У звіті наводиться:

- 1) Опис розробки або установки: основних і допоміжних виробів, апаратів для виміру.
- 2) Склад вихідних й отриманих матеріалів.
- 3) Повинні бути наведені первинні результати експерименту, даний аналіз їхньої вірогідності й значимості
- 4) Виділено нові, раніше невідомі ефекти й залежності.

- 5) Відібрано й виділені фактичні дані, корисні для техніки й ті які дають внесок у науку.
- 6) Висновки, куди включаються обґрунтовані рекомендації для практики й указані перспективи подальших досліджень.

Звіт по експлуатації досліджень складається на підставі первинних документів, які зберігаються в лабораторії або відділі й у будь-який час можуть бути перевірені.

Головним документом є робочий журнал. Крім нього по можливості зразки, рентгенограми, стрічки самописів й аркуші АЦДП. Всі ці документи зареєстровані в робочому журналі в день одержання.

У журналі, як і взагалі в документах, нічого не викреслюють і не стирають. Первинні дані не виправляють ніколи. Якщо є сумніви все перемиряють і записують заново. Знайшовши що було неправильно, роблять про це запис тим днем, коли був виявлений дефект. Правила й терміни зберігання в різних установах різні, але принцип загальний: матеріал зберігається доки можна чекати яких-небудь заперечень і сумнівів надійності - після публікацій або використання результатів у виробництві.

5.4.2. Початкова обробка результатів

Первинна обробка - обчислення шуканих функцій з набору вимірів величин для даного зразка в даному стані.

При цьому звичайно дотримуються правила округлення. У ряді випадків ДЕРЖСТАНДАРТ їх регламентує так, наприклад:

напруги округляються

$100 < G < 500$ МПа до 5 МПа

$10 < G < 5100$ МПа до 1 МПа

При великій кількості первинних вимірів доцільно представити їх графіком. Це робиться для визначення загальних закономірностей процесу, але графічна обробка корисно лише для попередньої обробки (низька точність), а наступні закономірності визначаються чисельно.

5.4.3. Графіки, гістограми, фотографії

Для звичайного аналізу результатів потрібно побудувати ту залежність яку ми шукаємо, але й всі залежності які мали б зміст. Навіть якщо багато із цих графіків виявляться недоцільними, то побудувати їх набагато швидше і простіше, ніж на підставі загальних міркувань угадати в якому з них буде більше корисної інформації. Крім цього на підставі їх можна побачити якусь закономірність, про яку навіть не підозрювали при проведенні досвідів.

Людина набагато легше пізнає закономірність у малюнках, ніж у таблицях. Інформацію малюнків сприймає набагато швидше ніж таблиці або тексти (напр.Δ). Згідно досліджень 1 біт текстової = $1,6 \cdot 10^5$ біт графічної.

Графік будують навіть якщо не видно яка тут може бути залежність. Гірше упустити закономірність на тій лише підставі, що ми її не припускали.

Графіки бувають корисними й для вихідних даних - по них можна виявити скачки або закономірні коливання умов виміру які в таблицях не просто помітити.

Якщо замість графіка вийшла «хмарина точок» це не значить, що він марний. За формою можна виявити непрямі зв'язки й приховані залежності величин.

«Точки» на графіку ніколи не наносять точками - це можуть бути хрестики, трикутники й т.д. - інакше їх неможливо розглянути, коли проведуть криві. Масштаб графіків повинен бути таким, щоб «точка» рисунка була в кілька разів менше помилки виміру.

Точки на графіку відбивають експериментальні факти, а криві - думку експериментатора про ці факти. Це думка не повинне суперечити результатам аналізу помилок.

Зображення багатомірних залежностей вимагає декількох проб. Якщо точки $z(x, y)$ розміщені уздовж плоских перетинів ($x = \text{const } t$ або $x/y = \text{const } t$), то спочатку проводять ці перетини у вигляді декількох кривих на площині й по них будують в аксонометрії поверхню $z(x, y)$, з сіткою лінії $x = \text{const}$, $y = \text{const}$. Гірше, якщо серія точок не попадає на площину, паралельну осі z . Іноді вдається оксанометрія з декількома висотами, відновленими з кожної точки на площині (x, y) , але частіше доводиться показувати «вид зверху». При цьому наносять всі точки на площину (x, y) , і надписавши число z біля кожної з них, виділяють різні

рівні з розміром, кольорами або чорністю точок, а потім проводять систему горизонталей $z=\text{const}$ між точками, указуючи висоту рівня по горизонталях.

Під будь-яким рисунком обов'язковий підпис - на стільки вичерпний, що можна ознайомитися зі звітом по малюнках, не читаючи. У кожному підрисунковим підписі перераховуються всі позначення.

5.4.4. Структура звіту, організація й опис обчислень

Рішення завдання складається з декількох етапів:

1. Формулювання завдання.
2. Аналітичне дослідження.
3. Рахунок.
4. Інтерпретація.

Варто помітити, що інженер найчастіше не використовує математику у своїх повсякденних завданнях не через недолік математичних знань, а через те, що не вміє поставити завдання.

Постановка завдання - це перерахування вихідних умов і формулювання мети, тобто, яку залежність можна назвати повним рішенням.

Порядок організації обчислення може бути наступним:

1. У письмовому виді формулюється мета обчислення.
2. Перераховуються всі змінні й очікувані області їхнього існування.
3. Уводиться повний список позначень, у тому числі й загальних.
4. Виписуються всі наперед прийняті допущення.
5. Рисунок блок-схеми рішення й визначення залежностей які необхідно отримати.

При цьому докладно описуватися всі перетворення, виділяються основні формули, даються посилання на джерело формул, констант і так далі. Однакові індекси, точки, штрихи повинні всюди означати одне й теж.

У процесі рішення необхідно передбачити перевірки, які є невід'ємною частиною процесу рішення. Безупинно повинні контролюватися розмірність результату, однорідність багаточленів, що мають фізичний зміст. Перевірка повинна бути на багато швидше рішення, по цьому по ходу обчислень треба

виділяти вираження для контролю. В остаточному результаті перевіряються всі можливі граничні переходи, порядок величини результату при крайніх комбінаціях параметрів.

При обробці даних на ЕОМ необхідно виявити більшу акуратність ніж при ручному рахунку тому що неправильно поставлена «кома» може звести нанівець всі розрахунки.

Попередньо контролюють порядок величин і контрольних сум. Необхідно поправити проміжні дані, які використовуються для контролю роботи програми.

При описі у звіті знову розробленої програми крім:

- 1) опису розрахунку,
- 2) ідентифікаторів,
- 3) вказують відповідні ідентифікатори аналітичного обчислення,
- 4) приводиться Блок-схему, вказуватися об'єм пам'яті, можливості додаткового виводу проміжних результатів, вивід контрольних точок (значення неув'язок). Потрібно вказати, яка реакція програми на ті або інші помилки уведення, недостатність даних, чи передбачений друк ознак помилки й т.д.

Опис нової програми закінчується переліком її переваг і недоліків у порівнянні з відомими й виказанням умов, де її корисно застосовувати.

ТЕМА 6 ЄДИНА СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

6.1. Стадії розробок

Згідно стандартів, стадії розробок можуть бути наступними.

1. Технічна пропозиція.
2. Ескізний проект.
3. Технічний проект.
4. Робоча конструкторська документація.
5. Розробка дослідного зразка (або партії) єдиного виробництва.
6. Розробка серійного (масового) виробництва.

Всі стадії розробок складаються з певних етапів, які включають проведення наступних робіт:

1. Підбор матеріалів. Розробка технічної пропозиції із присвоєнням документам літери «П». Розгляд і затвердження технічної пропозиції.
2. Розробка ескізного проекту із присвоєнням йому літери Е. Виготовлення й випробування макетів. Розгляд і затвердження ескізного проекту.
3. Розробка технічного проекту із присвоєнням документам літери «Т». Виготовлення й випробування макетів. Розгляд і затвердження технічного проекту.
4. Розробка конструкторської документації без літери. Коректування з попереднім випробуванням і присвоєнням літери «ПРО» описаних зразків.

Технічною пропозицією є сукупність конструкторських документів, які повинні містити технічні й техніко-економічні обґрунтування доцільності розробки документації виробу на підставі аналізу технічного завдання замовника й різних варіантів можливих рішень виробів, порівняльної оцінки рішень із врахуванням конструктивних й експлуатаційних особливостей розроблювального й існуючого виробів і патентні дослідження.

Технічна пропозиція після узгодження й затвердження у встановленому порядку є підставою для розробки ескізного (технічного) проекту.

Ескізний проект - це сукупність конструкторських документів, які повинні містити принципові конструктивні рішення, що дають загальні представлення про

пристрій і принцип роботи виробу, а також дані, що визначають призначення, основні параметри й габаритні розміри розроблювального виробу.

Ескізний проект після узгодження й затвердження в установленому порядку є підставою для розробки технічного проекту або робочої документації.

Технічний проект - сукупність конструкторських документів, які повинні містити остаточні технічні рішення, що дають повне представлення про пристрій розроблювального виробу й вихідні дані для розробки робочої документації.

Технічний проект після узгодження й затвердження у встановленому порядку служить підставою для розробки конструкторської документації.

6.2. Загальні вимоги до текстових документацій

Текстові документи підрозділяються на документи що мають в основному суцільний текст і документи, що містять текст розбитий на графи.

Текстові документи виконують одним з наступних способів:

- 1) машинописним - на одній стороні аркуша через два інтервали. Шрифт друкарської машинки повинен бути чітким, висотою не менш 2.5 мм, стрічка тільки чорних кольорів;
- 2) рукописним - основним креслярським шрифтом з висотою не менш 2.5 мм. Цифри й букви необхідно писати чітко, чорною тушшю;
- 3) з застосуванням друкуючих і графічних пристроїв виводу ЕОМ.

Відстань від рамки форми до границь тексту варто залишати: на початку рядків не менш 5мм, наприкінці не менш 3мм.

Відстань від верхнього або нижнього рядка до верхньої або нижньої рамки форми повинне бути не менше 10мм.

Абзаци в тексті починають відступом, рівним п'яти ударам друкарської машинки.

Вимоги до оформлення текстового документа в WORD

Текст повинен бути надрукований 13 - 14 шрифтом Times New Roman через 1,5 інтервалу на одній стороні стандартного аркуша білого одностороннього паперу формату А4 розміром 21х30.

Насиченість кольорів букв й інших елементів тексту повинна бути рівномірною в межах рядка, сторінки й всієї роботи.

Контури букв і знаків повинні бути чіткими, без ореола й фарбування, що розпливається.

Текст на іноземних мовах може бути цілком надрукований або вписаний від руки (уписувати окремі букви й цифри в слова, надруковані на друкарській машинці, не можна).

Формули повинні бути вписані в текст, надрукований на друкарській машинці, ретельно, розбірливо, обов'язково чорним чорнилом або чорною тушшю. Рекомендуються наступні розміри знаків для формул: прописні букви й цифри - 7-8 мм, рядкові - 4 мм, показники ступеня й індекси - не менш 2 мм.

Поля сторінок повинні мати наступні розміри: ліве - 30 мм, верхнє - 20 мм, праве - 10 мм, нижнє - 25 мм

Таблиці, малюнки, креслення, схеми, графіки, фотографії як у тексті, так й у додатку повинні бути виконані на стандартних аркушах розміром 21x30 або наклеєні на стандартні аркуші білого паперу. Підписи й пояснення до фотографій, малюнкам повинні міститися з лицьової сторони.

Рукопис, рисунки, фотографії не повинні мати позначок, олівцевих виправлень, плям, тріщин і загинів. Набивання букви на букву й домальовування букв чорнилом не допускаються.

6.3. Тексти із суцільним текстом

Текст документа при необхідності розділяють на розділи й підрозділи. При великому обсязі його допускається розділяти на частині (книги). Всім частинам книги привласнюються позначення документа. Починаючи із другої частини, до цього позначення додають порядковий номер (арабськими цифрами xxx.233631.032TE, xxx.233631.032TE1). Нумерацію аркушів документа роблять у межах кожної частини починаючи з аркуша з основним написом. Розділи повинні мати порядкові номери позначені арабською цифрою й крапкою.

Підрозділи повинні мати нумерацію в межах кожного розділу. Номера підрозділів складаються з номерів розділу й підрозділу, розділені крапкою. Наприкінці номера підрозділу також ставиться крапка.

Розділи, як і підрозділи, можуть складатися з одного або декількох пунктів. Якщо документ не має підрозділів, то нумерація пунктів у ньому повинна бути в

межах кожного розділу, і номер пункту повинен складатися з номерів розділу й пункту, розділених крапкою. Наприкінці номера пункту також повинна ставиться крапка.

Приклад 1. ТИПИ Й ОСНОВНІ РОЗМІРИ

1.1. }
1.2. } Нумерація пунктів першого розділу документів.
1.3. }

2. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

2.1. }
2.2. } Нумерація пунктів другого розділу.
2.3. }

Якщо текст документа підрозділяється тільки на пункти, вони нумеруються порядковими номерами в межах документа.

Пункти при необхідності можуть бути розбиті на підпункти, які повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного пункту, наприклад 4.2.1.1., 4.2.1.2. ... Пункти що виконуються в тексті, або підпункти, перерахування вимог, вказівок, положень позначають арабськими цифрами з дужкою 1), 2), 3).

Кожен пункт, підпункт і перерахування записують із абзацу.

Найменування розділів і підрозділів повинні бути короткими. Найменування розділів записують у вигляді заголовків (симетрично тексту) прописними літерами. Найменування підрозділів записують у вигляді заголовків (з абзацу) малими літерами (після першої).

Переноси слів у заголовках не допускаються, крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається із двох пропозицій, їх розділяють крапкою.

Відстань між заголовком і текстом при виконанні документів машинописним способом повинне бути дорівнює 3 - 4 інтервали, при виконанні рукописним способом - 15мм. Відстань між заголовками розділу й підрозділу - 2 інтервали.

Наприкінці текстового документа перед аркушем реєстрації змін допускається приводити список літератури, що була використана.

Текст документа повинен бути коротким, чітким і не допускати різних тлумачень. При викладі обов'язкових вимог повинні застосовуватися слова «повинен», «треба», «необхідно» і т.д.

Не можна користуватися скороченнями фізичних величин, якщо вони використовуються без цифр. У тексті не можна використати знак (-) перед негативними величинами. Необхідно писати мінус. Не можна вживати математичні знаки без цифр < >.

6.4. Формули в тексті

Значення символів і чисельних коефіцієнтів, що входять у формулу, повинні бути наведені безпосередньо під формулою. Значення кожного символу дається з нового рядка в тій послідовності, у якій вони наведені у формулі. Перший рядок розшифровки повинна починатися зі слова «де» без (:).

Всі формули, якщо їх у документі більше однієї, нумерують арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається з номера розділу й порядкового номера формули, розділених крапкою. Номер указують із правої сторони аркуша на рівні формули в круглих дужках

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (3.1)$$

Посилання в тексті на номер формули дають у дужках. Допускається нумерація формул у межах усього документа.

6.5. Оформлення ілюстрацій і додатків.

Якщо в документі більше однієї ілюстрації, то всі вони нумеруються в межах розділу арабською цифрою. Номер ілюстрації складається з номера розділу й порядкового номера ілюстрації. Наприклад рис.1.1. посилання на ілюстрацію дають по типі «рис.1.1.».

Ілюстраційний матеріал, текст допоміжного характеру, допускається давати у вигляді додатків. Додатки оформляються як продовження документа на наступних його аркушах або являють собою самостійний документ.

Кожен додаток повинен починатися з нового аркуша із вказівкою в правому верхньому куті першого аркуша слова «Додаток» прописними буквами й у технічно обґрунтованих випадках має заголовок, що записується симетрично тексту.

Текст кожного додатку при необхідності розділяють на розділи, підрозділи й пункти, які нумеруються окремо по кожному додатку.

Нумерація аркушів документа й додатків повинна бути наскрізна. Ілюстрації таблиці в додатках нумеруються в межах кожного додатка.

Якщо в документі є додатка, то на них дають посилання в основному тексті документа, у змісті перераховують всі додатки із вказівкою їхніх номерів і заголовків.

6.6. Таблиці

Цифровий матеріал оформляють у вигляді таблиць. Таблиця може мати заголовок, який виконаний малими літерами й знаходиться над таблицею посередині. Заголовок повинен бути коротким і повністю відповідати змісту таблиці. Висота рядків таблиці повинна бути не менш 8мм.

Якщо цифрові дані в графах таблиці виражають у різних одиницях фізичних величин, то їх указують у заголовку кожної графи. Якщо всі параметри, розміщені в таблиці, виражені однією й тією же фізичною величиною, скорочене позначення фізичної величини поміщають над таблицею.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основы методологии проектирования машин. Черков Л.Б. Изд-во "Машиностроения", М.; 1988, с. 152.
2. Технологическое прогнозирование. Дж. Мартино, Изд-во "Прогресс".М.1977. с. 579.
3. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства в машиностроении. Семенов О.И. Изд-во "Высшая школа", Минск, 1986, с. 350.
4. Становление и сущность системного подхода. Бладберг И.В., Юдин Э.Г. Изд-во "Наука", М., 1973, с. 267.
5. САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання хімічної промисловості: Навч. посіб. / О.С.Сахаров, В.Ю.Щербина, О.В. Гондлях, В.І. Сівецький. – К.: ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2006. – 156с.: іл.
6. Методология проектирования оптических приборов: учеб.пособие / А.А. Шехонин, В. М. Домненко, О. А. Гаврилина – СПб: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2006. – 91 с.
7. Всё об Internet./ Крол Эд.-Киев.-Торгово-изд. бюро ВНУ.-1995г.– 100 с.
8. Третьяк Л.Н. Обработка результатов наблюдений: Учебное пособие. -Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. - 171 с.
9. Поиск и навигация в Internet /Павел Храпцов <http://www.osp.ru/cw/1996/20/31.htm>
10. Эти неслучайные "случайные" открытия / А. Кынин <http://www.metodolog.ru/01200/01200.html#2>
11. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента. – М.: Радио и связь, 1983.
12. Виды научных открытий <http://vif2ne.ru/nvz/forum/archive/163/163811.htm>
13. Как опубликовать статью <http://www.gramota.net/publication.html>
14. Правила оформления статей <http://izvestiya.rsu.ru/fauthors.html>
15. ГОСТы, ЕСКД.
16. Основы общей методики конструирования. Ханзен Ф. Изд-во "Машиностроение", М., 1969, с. 165.
17. Методы поиска новых технических решений. Под редакцией Половина А.И., Марийское кн. изд-во. Йошкар-Ола, 1976, с.192

Електронне мережне навчальне видання

Щербина Валерій Юрійович

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*для студентів,
які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»,
спеціалізації «Інжинирінг, комп'ютерне моделювання та проектування
обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів»*

Комп'ютерна правка та верстка – *авторські*
