



Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-виміральної техніки

ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ



8 лекцій

8 лабораторних робіт

8 практичних занять

Конспект 20 балів

Лабораторні роботи 48 (1пр 6 балів)

Практичні роботи 32 бали (1пр 4бали)



Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

ЛЕКЦІЯ 1. ЕТАПИ РОЗРОБКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ.

ЛЕКЦІЯ 1. ЕТАПИ РОЗРОБКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ.

1. Вступ до дисципліни “Проектування та конструювання вимірювальних систем”.
2. Етапи розробки апаратурної складової інформаційно-вимірювальних систем.

1. Вступ до дисципліни “Проектування та конструювання вимірювальних систем”.

- **Мета дисципліни** – вивчення студентами сучасних методів конструювання комп’ютеризованих і мікропроцесорних систем управління та їх складових частин, а також технологічних процесів їх виготовлення.

Задачі вивчення дисципліни:

Знати:

- основні методи конструювання апаратури;
- вплив зовнішнього середовища на роботу апаратури і методи усунення цього впливу;
- методи організації технологічного процесу виготовлення апаратури;
- методи забезпечення технологічності апаратури;
- основні технологічні процеси та операції виготовлення і монтажу апаратури; вимоги стандартів до конструкцій пристроїв, до складу і оформлення конструкторської документації (стандарти ЄСКД);

Вміти:

- розробляти конструкцію СУ з використанням комп’ютерної техніки та сучасних пакетів прикладних програм;
- користуватися довідниковою літературою з напрямку конструювання РЕА.

Зв'язок конструювання і проектування.

- При проектуванні вирішуються наступні задачі:
 - аналіз відомих технічних рішень які використовувалися при створенні аналогічних пристроїв і систем в розвинутих країнах світу (а також аналіз патентів і авторських свідоцтв на винаходи), прийняття і обґрунтування рішення про доцільність створення необхідного нового (покращеного) пристрою;
 - розробка необхідного комплекта схем (структурних, функціональних, принципівих та інших) з поясненнями принципів роботи пристрою, окремих його частин та функціональних вузлів;
 - обґрунтування вибраної елементної бази для побудови заданого пристрою. Результатом проектування є набір графічних та текстових документів (проект та пояснювальні текстові матеріали).

Замовнику же потрібні не бумага, а конкретний працюючий технічний пристрій. Цю задачу якраз і виконують конструктори.

Визначення поняття конструювання.

Конструювання як інженерна діяльність є процес пошуку, знаходження і відображення в конструкторській документації:

- 1) форми та розмірів виробу;
- 2) складу вхідних у нього деталей і вузлів;
- 3) переліку необхідних матеріалів для їх виготовлення;
- 4) переліку комплектуючих виробів;
- 5) взаємного розташування частин і зв'язків між ними;
- 6) указівок на технологію виготовлення всіх складових виробу.

Визначення конструкції:

Конструкція сучасного пристрою – це комплекс різних по природі деталей, певним чином об'єднаних електрично і механічно одна з одною і призначених виконувати задані функції в заданих умовах і режимах експлуатації.

Від правильного вибору цих деталей, матеріалів, з яких вони виготовлені, правильного їхнього розміщення, закріплення й об'єднання залежать найважливіші характеристики системи (швидкодія, обсяг, маса, споживання потужності, припустимі умови експлуатації, надійність, вартість і т.д.).

Від виду об'єкта установки ЕА залежить, які з факторів, що характеризують умови експлуатації, будуть у більшому ступені впливати на її працездатність. Рівень виробництва має істотне значення при визначенні вартості розроблювальної апаратури, її надійності, зручності налагодження і ремонту, трудомісткості, технологічності і т.д.

2.Етапи розробки апаратурної складової пристроїв систем управління.

- Послідовність етапів розробки різних пристроїв систем управління і стадій випуску конструкторської документації визначається Державними стандартами. При розробці пристроїв випускають велику кількість технічної документації (конструкторської і технологічної), склад якої також визначається Державними стандартами.

- Державні стандарти встановлюють кілька етапів розробки конструкторської документації на вироби всіх галузей промисловості (у тому числі і на електронну апаратуру і на систему):
- **технічне завдання (ТЗ)** встановлює основне призначення, тактико-технічні характеристики, показники якості і техніко-економічні вимоги, пропоновані до розроблювального виробу;
- **технічна пропозиція (ТП)** – сукупність конструкторських документів, що містять технічне і техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки виробу (на підставі аналізу технічного завдання замовника і різних варіантів можливої реалізації виробу, порівняльної оцінки рішень з обліком конструктивних і експлуатаційних особливостей розроблювального й існуючого виробів, а також патентних матеріалів);

- **ескізний проект (ЕП)** – сукупність конструкторських документів, що містять принципові конструктивні рішення, що дають загальне представлення про пристрій і його принцип дії, а також дані, що визначають призначення й основні параметри розроблювального виробу;
- **технічний проект (ТПр)** – сукупність конструкторських документів, що містять остаточні технічні рішення, що дають повне представлення про пристрій розроблювального виробу, і вихідні дані для розробки робочої документації;
- **розробка робочої документації (РРД)** – сукупність конструкторських документів, призначених для виготовлення й іспиту дослідного зразка (або дослідної партії) виробу.

Процес розробки нового виробу складається з двох стадій.

- **Стадія 1** – науково-дослідна розробка (НДР). На цій стадії виконується попереднє аналітичне і розрахункове пророблення виробу. Результат НДР – науково-технічний звіт, що містить висновки про нові принципи побудови виробу, науково обґрунтований підхід до реалізації цих принципів, аналіз проведених досліджень. НДР може дати негативний результат. Це показує, що на сучасному рівні розвитку науки і техніки реалізація поставленої задачі неможлива або передчасна.
- **Стадія 2** – дослідно-конструкторська розробка (ДКР). Робота на цій стадії ґрунтується на результатах НДР і є процесом інженерного втілення теоретичних результатів, отриманих на етапі НДР, у схему і конструкцію виробу.

- На стадії ДКР на перший план виступають економічні задачі, тому що саме тут формуються основні параметри виробу, що впливають як на його вартість, так і на тривалість і вартість його розробки. Під час виконання ДКР виробляється теоретичне, розрахункове й експериментальне дослідження реалізованих у виробі ідей. ДКР закінчується випуском повного комплексу технічної документації на виріб, виготовленням і іспитом його дослідного зразка (або дослідної партії).



- Науково - дослідницька розробка (НДР) містить у собі етапи розробки технічного завдання і технічної пропозиції, а ДКР – ескізне і технічне проектування, а також етап розробки робочої документації. У залежності від ступеня пропрацьованості НДР і ступеня новизни розроблювального виробу етап ескізного проектування в ДКР може бути пропущений.

НДР	ДКР
технічне завдання (ТЗ)	ескізний проект (ЕП)
технічна пропозиція (ТП)	технічний проект (ТПр)
	розробка робочої документації (РРД)

Етапи розробки пристроїв



- **Етап 1 – підготовчий.** На цьому етапі вивиконується вивчення задач, для рішення яких призначена дана система і аналіз існуючих конструкцій відповідної апаратури; обговорюються досягнення в суміжних областях науки і техніки і нові принципи. Такий аналіз дозволяє орієнтовно визначити технічні характеристики майбутньої системи .
- **Етап 2 – розробка ТЗ.** ТЗ повинне містити основне призначення, технічні і тактико-технічні характеристики системи (типи та кількість вхідних інформаційних каналів, типи та кількість вихідних каналів, швидкодію, точність, енергоспоживання, розрядність, обсяг пам'яті і т.д.), показники ефективності і техніко-економічні вимоги, склад конструкторської документації, а також спеціальні, конструктивні, технологічні, експлуатаційні вимоги і вимоги по надійності.

- **Етапи 3, 4 – *технічна пропозиція*.** На цих етапах розробляється сукупність конструкторських документів, у яких відображаються різні варіанти конструктивної і схемної побудови розроблювальної апаратури і дається порівняльна оцінка цих варіантів між собою і з аналогами. Частково ці питання уже повинні бути розглянуті в процесі узгодження ТЗ. На етапі 3 розроблювачем виконується вибір основних комплектуючих виробів, що забезпечують виконання вимог ТЗ. Сюди відноситься вибір елементної бази (для комп'ютеризованих систем управління це вибір комп'ютерів, серверів, мережевого обладнання; для мікропроцесорних систем управління – це вибір датчиків стану об'єкта управління і середовища, мікроконтролерів, оперативної і зовнішньої пам'яті, АЦП, ЦАП, інтерфейсів, пристроїв відображення інформації і т.д.). Велика увага на стадії технічної пропозиції приділяють аналізу алгоритмів, які забезпечують ефективне функціонування відповідних пристроїв та систем. Усім конструкторським документам, що випускається на стадії технічної пропозиції, привласнюється літера «Л».

- **Етапи 5 – 7 – *ескізне проектування*.** На цих етапах приймаються принципові конструктивні і технічні рішення, що відрізняються від технічної пропозиції більш детальним проробленням пристроїв відповідно до ТЗ. На стадії ескізного проектування проводяться розробка спеціальних схем допоміжного застосування (наприклад, для керування окремими пристроями, імітації вхідних впливів, сигналізації наявності сигналів у контрольних точках, і т.д.), іспит розроблених схем, розрахунок і перевірка робочих режимів комплектуючих елементів, виконується попередній розрахунок надійності як окремих вузлів і блоків апаратури, так і виробів у цілому. У процесі розробки ескізного проекту, як правило, виконується макетування окремих найбільш складних вузлів і операційних блоків. Усім конструкторським документам, що випускаються на стадії ескізного проектування, привласнюється літера «Е» (ескізний). По завершенні ескізного проектування розроблювач захищає ескізний проект перед замовником або замовниками. Якщо розроблювана апаратура має відносно нескладну структуру або є модернізацією своєї попередньої моделі, допускається опустити етап ескізного проектування і відразу перейти до технічного проекту.

- **Етапи 8 – 9 – *технічне проектування*.** На цих етапах детально відпрацьовуються схемні і конструкторські рішення, випускаються креслення на всі елементи, вузли, блоки і пристрої апаратури, проробляються питання захисту апаратури від механічних, кліматичних і радіаційних впливів, доступу при ремонті і контролі, прив'язки до об'єкта установки і т.д., уточнюються питання технології і вартості, особливості підприємства-виготовлювача цієї апаратури. У процесі виконання технічного проекту необхідне макетування як окремих вузлів і пристроїв розроблювальної апаратури, так і всієї системи в цілому. Кінцевий результат технічного проекту – макет системи, який пропонується на іспити й основна конструкторська документація, який привласнюється літера «Т» (технічний). До конструкторської документації відносять: складальні креслення всіх пристроїв з пояснювальною запискою, повний комплект електричних схем, інструкції з експлуатації, технічний звіт. У звіті приводяться всі основні механічні й електричні розрахунки, результати досліджень і іспитів. За результатами технічного проектування може бути проведене корегування ТЗ за узгодженням із замовником.

- **Етапи 10 – 12 – виготовлення, настроювання й експлуатація дослідного зразка.** Після того як замовник виніс позитивне рішення за результатами технічного проекту, розроблювач приступає до розробки робочої документації, роблячи остаточне корегування електричних схем і креслень, випускаючи конструкторську документацію, по якій виконується випуск дослідного зразка апаратури (системи). Конструкторській документації привласнюється літера «Д» (дослідний). У процесі виготовлення апаратури проводяться приймально-здавальні іспити окремих вузлів і блоків, а після виготовлення – приймально-здавальні іспити дослідного зразка (одного або декількох) по електричних, механічних, кліматичних і інших вимогах. Іспити проводяться представниками відділу технічного контролю (ВТК) і представниками замовника відповідно до технічних умов, що складаються розробником на вузли, блоки і виріб у цілому на основі вимог ТЗ. Технічні умови обов'язково входять до складу конструкторської документації, переданої на завод-виготовлювач. За результатами дослідної експлуатації і державних іспитів проводиться остаточне корегування документації.

- **Етапи 13 – 14 – випуск установчої серії.** Відкорегована технічна документація, випущена під літерою «Д1», передається підприємством-розробником підприємству-виготовлювачу для випуску установчої серії розробленої апаратури і запуску в серійне (масове) виробництво. Взаємини між розробником і підприємством-виготовлювачем регламентуються договором, що складається на період освоєння апаратури в серійному виробництві. Розроблювач при цьому зобов'язується передати заводі-виготовлювачеві кілька комплектів копій конструкторської і технологічної документації, навчити представників підприємства (заводу) процесам налагодження і регулювання, новим технологічним процесам і т.д. Після випуску й іспиту установчої партії апаратури (або головного зразка для великих систем) розроблювач передає всі оригінали технічної документації заводі-виготовлювачеві, який при необхідності, перевипускає її, привласнюючи їй літеру «А». По остаточно відпрацьованій документації виробляється масовий (серійний) випуск пристроїв (системи).

- **Етапи 15 і 16 – експлуатація і ремонт системи.** У процесі експлуатації і ремонту апаратури, виготовленої у серійному (масовому) виробництві, часто виникає необхідність у корегуванні функціональних, принципівих, монтажних і інших схем, конструкторської і технологічної документації або ж ТЗ.
- Ці зміни вносяться у встановленому порядку, і по відкорегованій документації виконується виготовлення дослідного зразка і його іспит у повному обсязі. У випадку позитивних результатів корегується документація на заводі-виготовлювачі.
- Зазначені етапи необхідні для складних виробів (наприклад, як спеціалізовані ЕОМ), тому що не можна допустити її запуск у серійне виробництво по первинній робочій документації, що завжди містить якісь помилки. Останні можуть носити принципівий характер через те, що розроблювач, наприклад, невірно склав часову діаграму виконання якої-небудь операції, не врахував якогось фактора в алгоритмі тієї або іншої команди, або припустив-ся помилки в принципівій електричній схемі, або елементах конструкції.
- Хоча такого роду помилки при правильній організації розробки і досить високої кваліфікації розроблювачів трапляються досить рідко, вони істотно впливають на витрати і час виготовлення дослідних зразків апаратури.
- Основна кількість помилок (близько 80 – 90%) виникає від недостатньої уважності й втоми розроблювача. Унаслідок цього виявляються, наприклад, невірно зазначені зв'язки між контактами, приведення не того типу мікросхеми, помилки при копіюванні документації внаслідок нечіткого написання букв і позначень в оригіналі документа і т.п. Істотне зменшення такого роду помилок досягається використанням автоматизованих за допомогою ЕОМ методів розробки й виготовлення технічної документації, із застосуванням відповідних пакетів прикладних програм (PCAD, AutoCad, OrCad, DipTrase, Mentor Graphics, Cadence, Compass, LayOut). Деякі з названих програм ми будемо використовувати для отримання практичних навиків розробки друкованих плат та конструкторської документації.