

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ КОМПЛЕКСНОГО КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

**для студентів спеціальності
5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне
обслуговування радіотехнічних пристроїв"**

Тернопіль, 2011

Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для студентів спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв"

Укладачі: Васишин О.З., Іванюк Г.Г., Штогрин П.І. – Тернопіль: Технічний коледж Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя, 2012.

Затверджено на засіданні циклової комісії радіотехнічних дисциплін, протокол №4 від 06.12.2011 р.

Розглянуто та схвалено методичною радою ТК ТНТУ імені Івана Пулюя, протокол №16 від 16.02.2012 р.

ЗМІСТ

Мета і задачі курсового проектування	4
Зміст курсового проекту	4
Зміст розділів курсового проекту	5
Вимоги до оформлення пояснювальної записки	10
Графічна частина проекту	15
Маршрутні карти	16
Рекомендації по виконанню і захисту курсового проекту	16

МЕТА І ЗАДАЧІ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Дані методичні вказівки призначені для ознайомлення студентів спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіоелектронних пристроїв" із змістом і правилами курсового проекту з дисциплін: "Основи конструювання радіоелектронних засобів", "Основи технології радіоелектронних засобів", "Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів". При виконанні курсового проекту, студенти повинні закріпити набуті теоретичні знання і отримати практичні навички достатні для того, щоб самостійно вибирати і скомпонувати конструкцію, провести необхідні електричні і конструктивні розрахунки, вибрати потрібні матеріали, розібратись в конструкторській та технологічній документації і правильно оформити її, розробляти вузли і прилади середньої складності на мікросхемах з допомогою систем автоматизованого проектування. Виконання курсового проекту передбачає прищеплення учням вміння користуватися нормативно-технічними документами з проектування апаратури, грамотно підходити до питань організації технологічного процесу ремонту РЕА на підприємстві; якісного ремонту, регулювання, контролю параметрів і технічного обслуговування РЕА. Даний курсовий проект є базовим для виконання дипломного проекту.

В результаті виконання курсового проекту повинна бути розроблена конструкція і комплект технічної документації на радіотехнічний прилад, субблок, вузол, касету і т.д. середньої складності з застосуванням ІМС.

При розробці РЕА на ІМС виникає ряд труднощів. Насиченість електричних схем з великою кількістю електричних зв'язків і електрорадіоелементів створює певні складності для розробки несучої основи субблоку – друкованої плати, а саме: жорсткі допуски на елементи конструкції друкованої плати; складність міжплатних з'єднань; забезпечення якісної пайки виводів ЕРЕ.

Також в процесі розробки необхідно вирішувати задачі підвищення надійності, теплових режимів, вибору конструкції виробу з врахуванням технологічності її виготовлення, вибору оптимального маршруту складання і цілий ряд інших взаємозв'язаних питань.

ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається з пояснюючої записки, графічної частини і маршрутно-операційних карт, які брошуруються (склеюються або скріплюються скріпками).

ПОЯСНЮЮЧА ЗАПISKA. Пояснююча записка повинна бути в об'ємі 40-60 сторінок рукописного чи друкованого тексту оформленого на стандартних листах формату А4 і включає в себе наступні розділи:

ЗМІСТ

1 Вступ (1-2 стор.).

2 Конструкторська частина.

2.1 Призначення і область застосування проектного виробу (1-2 стор.).

2.2 Технічні характеристики проектного виробу і короткий опис роботи по принциповій електричній схемі (2-3 стор.).

2.3 Вибір елементної бази (2-3 стор.).

2.4 Технічне обґрунтування конструкції проектного виробу з врахуванням технологічності (3-4 стор.).

2.5 Розрахункова частина.

2.5.1 Розрахунок надійності проектного виробу, приладу, вузла, або субблоку (3-4 стор.).

2.5.2 Конструктивний розрахунок окремих елементів і складальних одиниць (2-3 стор.).

2.5.3 Інші розрахунки (при необхідності).

3. Технологічна частина.

3.1 Якісна оцінка технологічності проектного виробу (3-4 стор.).

3.2 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла (2-3 стор.).

3.3 Розробка маршрутно-операційної технології складання проектного виробу.

3.4 Розробка маршрутно-операційної технології складання друкованого вузла.

3.5 Опис технології регулювання та налаштування радіо-пристрою (5-7 стор.).

4 Автоматизація конструкторсько-технологічного проектування.

4.1 Вибір і обґрунтування задачі автоматизованого проектування (1-2 стор.).

4.2 Опис реалізації поставленої задачі в системі автоматизованого проектування (3-5 стор.).

4.3 Аналіз результатів проектування і короткі висновки (1-2 стор.).

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

Для виконання курсового проекту видається ТЗ, яке оформляється на бланку "Завдання для курсового проектування", і у відповідні графи записуються:

- назва дисципліни, з якої розробляється курсовий проект;
- курс і номер групи;
- назва навчального закладу;
- прізвище, ім'я та по-батькові повністю;
- тема завдання і перелік питань, які виносяться до пояснюючої записки, графічної частини, маршрутно-операційних карт курсового проекту.

ЗМІСТ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1 ВСТУП

В даному підрозділі повинні бути дані короткі відомості про перспективні напрямки і досягнення в розвитку вітчизняного і закордонного радіоприладобудування, а також обґрунтування необхідності розробки проектного виробу для певної сфери його використання. Необхідно висвітлити позитивні сторони застосування мініатюризації на основі

інтегральних схем, сучасного дизайну конструкцій, прогресивних і автоматизованих процесів виробництва, передових наукових розробок, а також способи підвищення якості і надійності РЕА.

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Призначення і область застосування проектного виробу

В даному підрозділі необхідно вказати:

Область використання (обчислювальна техніка, транспортна радіоелектроніка, техніка зв'язку, вимірювальна апаратура, промислова електроніка і т.д.).

Призначення виробу (для якої мети і вирішення якого кола задач призначений даний прилад).

Умови експлуатації, які визначаються впливом зовнішнього середовища (межі зміни температур, вологості, тиску, величини механічних впливів, кваліфікація обслуговуючого персоналу і т.д.). Необхідно визначити вид апаратури по способу експлуатації (стаціонарна, переносна, бортова і т.д.).

2.2 Технічні характеристики проектного виробу і короткий опис роботи по принциповій електричній схемі

В цьому пункті необхідно вказати параметри (робочі частоти, потужність вихідна, споживана потужність від мережі, напруга від джерела живлення, похибки і т.д.). Необхідно вказати також габаритні розміри, вагу, вимоги до властивостей проектного виробу і його складових частин по принциповій схемі. Якщо принципова схема виробу складна, бажано привести структурну схему. Необхідно навести опис принципу роботи радіопристрою по електричній принциповій схемі, розглянути проходження та обробку сигналу (сигналів), особливості схем каскадів та режимів їх роботи.

Опис принципу роботи схеми радіопристрою необхідно проводити згідно з кресленням схеми електричної принципової з дотриманням вказаної там нумерації радіоелементів.

При розкритті особливостей схем каскадів необхідно вказати призначення основних радіоелементів, пояснити режими їх роботи по постійному і змінному струму. Обов'язково слід вказати призначення всіх змінних та регульовальних елементів (змінні та регульовальні резистори, конденсатори, котушки індуктивності).

Опис схеми електричної принципової бажано здійснювати в певному порядку, наприклад по шляху проходження сигналу, по послідовності обробки сигналів або послідовності виконання функцій окремими каскадами, почерговості спрацювання каскадів. Наприклад, опис електричної принципової схеми радіоприймача слід починати з вхідних кіл і послідовно пояснити обробку та проходження сигналу в наступних каскадах (по шляху проходження сигналу), закінчуючи відтворенням звуку в гучномовці.

2.3 Вибір елементної бази

В цьому пункті необхідно обґрунтувати вибір елементної бази проектного виробу з точки зору:

здатності вибраного типу елементу виконувати поставлені перед ним завдання в проектованій схемі;

відповідності номіналу та допуску на його відхилення конкретного елемента номінальному ряду вибраного типу;

критичних режимів роботи елемента (максимальна напруга, максимальний струм і т.д.)

температурних режимів роботи;

надійності елемента;

маси та габаритів;

рівня власних шумів;

вартості і доступності елементів.

2.4 Технічне обґрунтування конструкції проектного виробу з врахуванням технологічності

В пункті розглядаються елементи конструкції приладу (вузла, блоку і т.д.), безпосередньо зв'язані з технологічністю його виготовлення. Необхідно обґрунтувати вибір конструктивних матеріалів елементів корпусу, плати, шасі, кронштейнів, ручок і т.д. Потрібно описати з допомогою чого, і як проводяться електричні з'єднання в межах вузлів і між ними. Приділити увагу правильному вибору конструкції, дизайну, проведенню написів на панелях, підбору кольору захисно-декоративного покриття зовнішніх поверхонь приладу.

Необхідно навести опис конструкції апарата (вузла, блока, пристрою, модуля), вказати особливості конструкції:

основні елементи конструкції (корпус, шасі, плата і т. ін.);

габаритні розміри конструкції;

основні елементи корпусу (основа, кришка, передня та задня панелі тощо);

матеріали, з яких виготовлені корпус, шасі та інші елементи конструкції радіопристрою;

органи керування, гнізда, роз'єми, розташовані на передній та задній панелях, їх призначення;

особливості конструкції друкованого вузла (розміри друкованої плати, кріплення плати, спосіб монтажу, елементна база);

які електрорадіоелементи розташовані за межами друкованого вузла і як вони під'єднуються до нього (пайкою провідників, роз'ємами, колодками тощо);

наявність контрольних точок, органів регулювання (регульовальні резистори, конденсатори, контурні котушки і т. ін.), роз'ємів для підключення контрольно-вимірювальної апаратури, їх розташування в конструкції.

В цьому пункті необхідно також вказати послідовність розбирання та збирання конструкції при ремонті і регулюванні. Охарактеризувати конструкцію з точки зору зручності доступу до органів регулювання, контрольних точок та елементів конструкції при ремонті і регулюванні.

Якщо радіопристрій є частиною апарата (приладу, блока), то при описі конструкції основну увагу слід звернути на опис друкованого вузла та його розташування і підключення в конструкції основного радіопристрою.

Описати способи компоновки і вибір варіанту конструкції проектного виробу (вузла, блоку і т.д.) з врахуванням вимог нормативних документів.

Дати повний опис проектованого виробу з врахуванням вимог сучасних методів конструювання (що являє собою конструкція, її зовнішній вигляд, розміщення органів управління на лицевій панелі, способи живлення, методи охолодження, захист від зовнішніх впливів).

Дати опис з'єднувальних роз'ємів, елементів кріплення та фіксаторів. Описати естетичний вигляд проектованого виробу.

2.5 Розрахункова частина

В підрозділі необхідно провести конструктивні розрахунки складальних одиниць: вузлів і елементів схеми згідно завдання на ККП. Наприклад: конструктивний розрахунок трансформатора, котушки індуктивності, параметрів елементів і провідників друкованого монтажу, радіаторів і т.д. Необхідно провести кінцевий розрахунок надійності проектованого виробу, визначити коефіцієнт заповнення об'єму. Крім вище викладеного в залежності від теми курсового проекту може бути вказано в завданні розрахувати величину паразитних зв'язків надрукованих платах, розрахунок теплового режиму виробу, аналіз вибору елементів схеми в залежності від умов експлуатації та інші розрахунки. Виконуючи розрахунки необхідно давати посилання на використовувану літературу.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Якісна оцінка технологічності проектованого виробу

В підрозділі необхідно обґрунтувати вибір конструктивних матеріалів елементів корпусу, плати, шасі, кронштейнів, ручок і т.д. із вказуванням використовуваних методів і умов виготовлення, застосовуваних інструментів і обладнання. Для деяких основних процесів вказати режими і послідовність процесу виготовлення. Розробити маршрутно-операційну технологію складання проектованого виробу в цілому та складання друкованого вузла. Дати детальну характеристику вибраного маршруту складання, використовуваного обладнання та інструменту, вказати кваліфікацію виконавців. Розробку технологічних процесів слід проводити з врахуванням типу виробництва. Для даного курсового проекту вибраний крупносерійний тип виробництва.

3.2 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

Вданому підрозділі необхідно провести оцінку технологічності друкованого вузла за комплексним показником технологічності.

3.5 Опис технології регулювання та налаштування радіопристрою

В цьому підрозділі необхідно описати:

характерні ознаки типових неполадок радіопристрою;

можливі причини їх виникнення;

методику та алгоритм (технологічну схему) пошуку несправностей радіопристрою.

вибір і обґрунтування вибору контрольно-вимірювальної апаратури;

методику та операції регулювання, і налаштування радіопристрою.

Спочатку слід описати несправності загального характеру (наприклад, радіоприймач не вмикається, відсутній звук тощо), які часто пов'язані з повною непрацездатністю апарату, далі описати несправності окремих блоків, вузлів, каскадів тощо.

При описі можливих причин виникнення несправностей необхідно вказати, неполадки яких блоків, вузлів, модулів, каскадів, елементів схеми можуть привести до несправності з даними ознаками.

Для вказаних причин виникнення несправностей розробити методику пошуку неполадок: які операції необхідно виконати для виявлення причин та усунення цих неполадок, вказати куди і які сигнали необхідно подавати для перевірки працездатності каскадів, елементів або ланок схеми, куди підключати вимірювальні прилади для виявлення причин появи неполадок і т. ін.

Алгоритм (технологічну схему) пошуку неполадок розробити для однієї з ознак несправності радіопристрою.

Вибір контрольно-вимірювальної апаратури, необхідної для ремонту і регулювання радіопристрою, здійснюють з допомогою довідників з вимірювальної апаратури, технічних описів та паспортів вимірювальних приладів.

Вибір контрольно-вимірювальної апаратури повинен здійснюватись у відповідності з наступними основними вимогами:

- забезпечення всіх технічних параметрів ремонту і регулювання радіопристрою;

- забезпечення високої продуктивності праці радіомеханіка, або регулювальника під час ремонту і регулювання;

- задоволення вимог економічної доцільності.

На вибрану контрольно-вимірювальну апаратуру необхідно навести перелік основних технічних параметрів

Діапазон вимірювань приладів повинен бути таким, щоб забезпечити контроль всіх заданих значень вимірюваної величини, причому прилад повинен мати запас діапазону вимірювань як в сторону максимуму, так і в сторону мінімуму;

Необхідно описати методику та операції регулювання і налаштування радіопристрою, окремих його каскадів, блоків, модулів. Описати вид вхідних та вихідних сигналів, характеристик пристрою, вказати поля допусків параметрів і характеристик. При необхідності нарисувати рисунки амплітудно-частотних, фазочастотних, перехідних та інших характеристик, графіків, форми сигналів, за якими здійснюється налаштування і регулювання радіопристрою.

Якщо в пристрої не передбачені елементи регулювань, то необхідно розглянути підбір та регулювання режимів роботи активних елементів, налаштування пристроїв, їх каскадів та блоків.

Скласти структурну схему під'єднання приладів для налаштування і регулювання радіопристроїв.

4 АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

4.1 Вибір і обґрунтування задачі для автоматизованого проектування

В цьому підрозділі необхідно провести аналіз технічного завдання з точки зору автоматизації конструкторсько-технологічного проектування радіоелектронного пристрою.

В залежності від теми комплексного курсового проекту (конструкторсько-технологічний чи науково-дослідний) вибрати задачу підрозділу. Задачею підрозділу може бути:

автоматизована розробка друкованої плати електронного пристрою, з автоматичним трасуванням друкованих провідників (в системі PCAD);

автоматизована розробка графічної і текстової конструкторської документації (пакет програм КОМПАС);

математичне моделювання або розрахунки (пакети програм MicroCAP, Proteus, MachCAD).

В залежності від вибраної задачі проектування необхідно навести короткий опис і основні характеристики системи автоматизованого проектування.

4.2 Опис реалізації поставленої задачі в системі автоматизованого проектування.

В кожній з обраних систем автоматизованого проектування необхідно вибрати метод досягнення кінцевого результату в залежності від складності проектованої схеми та інших характеристик.

Необхідно детально описати етапи реалізації обраного методу у відповідній САПР з наведенням команд, пояснень і коментарів.

4.3 Аналіз результатів проектування і короткі висновки

Необхідно привести короткі висновки по даному підрозділу з наведенням і описом результатів проектування.

ВИСНОВКИ

Необхідно дати власні висновки по темі курсового проекту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Необхідно скласти список літератури, використаної при виконанні курсового проекту. Складаючи список літератури, необхідно вказати назву, автора, рік видання і видавництво.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Після того як пояснююча записка написана і проставлена нумерація всіх сторінок, необхідно на окремій сторінці оформити зміст з вказуванням нумерації сторінок всіх підрозділів. Лист "Зміст" підшити на початку пояснюючої записки, після "Завдання для курсового проектування".

Об'єм пояснювальної записки (ПЗ) орієнтовно повинен бути в межах 40...60 сторінок. За бажанням студенту може бути запропонований варіант проекту в виготовленні діючого макету або зразка радіопристрою. В цьому випадку об'єм пояснювальної записки може бути зменшений до 30...40 сторінок.

Пояснювальна записка виконується на аркушах формату А4 у відповідності з вимогами ГОСТ 2.105-79 та ДСТУ 3008-95, на одній стороні аркуша. Текст повинен бути написаний (надрукований) чорним кольором. Децимальний номер в пояснювальній записці та графічній частині присвоюється наступним чином:

2011.ККП.402.25.00.000.ПЗ

Рік

Комплексний курсовий проект

Група

Порядковий номер за списком

Номер вузла

Номер деталі

* Шифр документу

** Шифр документу: ПЗ – пояснювальна записка; Е1 – структурна схема; Е2 – функціональна схема; Е3 – схема електрична принципова; Е5 – схема зовнішніх підключень; Е8 – інші схеми, в т. ч. технологічна схема ремонту; ПЕ – перелік елементів; СК – складальне креслення

Пояснювальна записка виконується рукописним або основним креслярським шрифтом з висотою літер і цифр, не меншою за 2,5 мм, чорним чорнилом або кульковою ручкою з чорною пастою. Якщо пояснювальна записка виконується на комп'ютері, необхідно використовувати шрифт Times New Roman, розмір 14 з міжрядковим інтервалом 1,5.

На аркушах з рамкою відступи від тексту до рамки зліва та справа повинні бути 5...10 мм, зверху та знизу – не менш, ніж 15 мм.

Пояснювальна записка повинна починатися з титульного аркуша встановленого зразка, далі розташовують завдання на курсовий проект, зміст, основний текст, висновки, перелік посилань (література) та додатки.

Нумерація аркушів пояснювальної записки починається з титульного аркуша. Номер сторінки на титульному аркуші та на завданні не проставляється. Аркуш, що знаходиться наступним після завдання (зміст), нумерується цифрою 4.

Написання формул, цифр, заголовків розділів та структурних елементів виконується тільки креслярським шрифтом. Помилки, описки та графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням коректором з наступним внесенням виправленого тексту.

Текст пояснювальної записки курсового проекту розбивають на розділи, підрозділи, пункти та підпункти. Заголовки структурних елементів (ЗМІСТ, ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ та ін.), заголовки розділів пояснювальної записки слід розташовувати посередині рядка і писати або друкувати великими літерами (висотою 5 або 7 мм) без крапки в кінці, не підкреслюючи. Заголовки підрозділів, пунктів та підпунктів ПЗ слід починати з абзацного відступу. Кожний новий розділ та структурний елемент необхідно писати (друкувати), починаючи з нової сторінки.

Відстань між заголовком і наступним чи попереднім текстом має бути не меншою, ніж два рядки.

Не допускається розташовувати назву підрозділу, пункту чи підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту.

Розділи в межах всієї пояснювальної записки повинні мати порядкові номери, позначені арабськими цифрами без крапки, тобто 1, 2, 3. Підрозділи повинні мати нумерацію в межах розділу: номер підрозділу складається з номеру розділу та підрозділу, розділених крапкою, наприклад 3.2, що означає другий підрозділ третього розділу. В кінці номеру підрозділу крапка не ставиться. Номер пункту вміщує відповідно номер розділу, підрозділу та пункту, розділених крапками, наприклад 2.1.4, 2.2.5 та ін. В кінці номеру пункту крапка не ставиться.

Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад 2.5.1.1, 2.5.1.2, 2.5.1.3 і т.д. Після номера підпункту крапка не ставиться.

Всередині пунктів та підпунктів за потреби можуть бути наведені переліки. Перед переліком ставлять двокрапку. Перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру української абетки з дужкою, або, не нумеруючи – дефіс (перший рівень деталізації). Для подальшої деталізації переліку слід використовувати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації).

Приклад

- а) передня панель приладу;
- б) задня панель приладу:
 - 1) гніздо запобіжника;
 - 2) шнур електроживлення;
 - 3) радіатор охолодження транзистора;
- в) верхня кришка корпусу;
- г) нижня кришка корпусу.

Якщо використовують дефіс (перший рівень деталізації), то цей самий приклад буде записаний у наступному вигляді:

- передня панель приладу;
- задня панель приладу:
 - 1) гніздо запобіжника;
 - 2) шнур електроживлення;
 - 3) радіатор охолодження транзистора;
- верхня кришка корпусу;
- нижня кришка корпусу.

Графічний матеріал в тексті пояснювальної записки (схеми, графіки, рисунки) виконується ручкою з чорною пастою, або олівцем, або на комп'ютері.

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розташовувати в ПЗ безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання в пояснювальній записці.

Ілюстрація позначається словом „Рисунок ____ “ (або скороченим словом „Рис. ____ “), яке разом з назвою ілюстрації розташовують після пояснювальних даних, наприклад "Рисунок 2.1 – Структурна схема підсилювача".

Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою, наприклад „Рисунок 2.3” – третій рисунок другого розділу.

Якщо ілюстрація не вміщується на одній сторінці, можна переносити її на інші сторінки, вміщуючи назву ілюстрації на першій сторінці, пояснювальні дані – на кожній сторінці, і під ними позначають: „Рисунок ____ , аркуш ____ “.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти та підпункти можуть мати заголовки.

Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж усього тексту ПЗ і дорівнювати п'яти знакам.

Якщо заголовок складається з двох і більше речень, то їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовку розділу не допускається.

Оформлення тексту, ілюстрацій і таблиць за машинного способу їх виконання повинне відповідати вимогам ДСТУ 3008-95 з урахуванням можливостей комп'ютерної техніки.

Формули і рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині рядка сторінки.

Вище і нижче від формули або рівняння повинно бути залишено не менше від одного вільного рядка. Формули і рівняння обов'язково нумеруються. Нумерація здійснюється в межах розділу. Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад (2.4) – формула 4 розділу 2.

Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули чи рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні.

Пояснення значення кожного символу та числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом „де” без двокрапки.

Приклад:

„Відомо що

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}, \quad (2.1)$$

де L – індуктивність котушки;

C – ємність конденсатора”.

Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на

початку наступного рядка. Коли переносять формули чи рівняння на знакові операції множення, то застосовують знак „х”.

Цифровий матеріал, як правило, оформляють у вигляді таблиць з врахуванням вимог ДСТУ 3008-95, відповідно до рисунку 2.1.

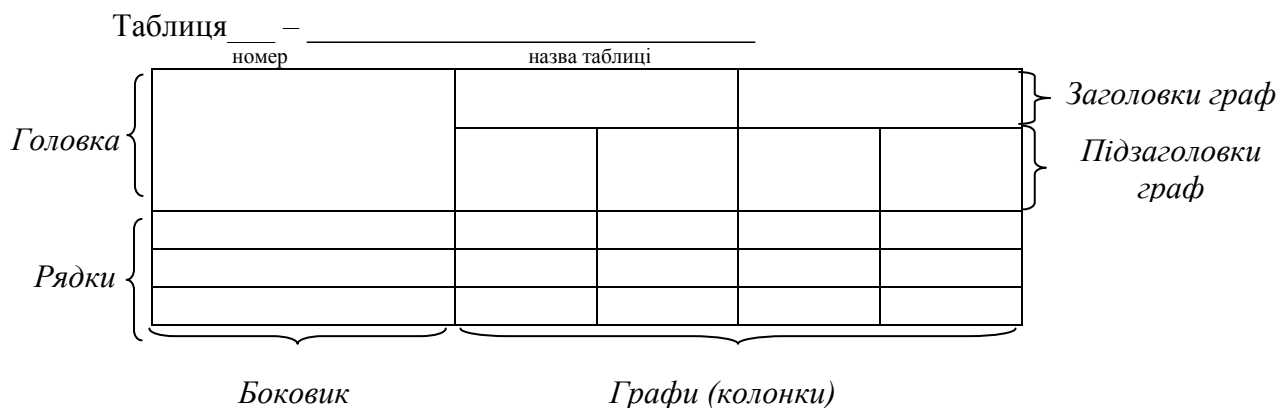


Рисунок 2.1 – Оформлення таблиці

Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті пояснювальної записки. Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться в додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад „Таблиця 2.3” – третя таблиця другого розділу.

Таблиця може мати назву, яку пишуть або друкують малими літерами (крім першої великої) і розташовують над таблицею.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під одною, або поруч, або переносять частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи в кожній частині таблиці її головку і боковик. При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик замінювати відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці.

Слово „Таблиця ____ “ вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: „Продовження таблиці ____ “ із зазначенням номера таблиці. Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять.

Посилання в тексті пояснювальної записки на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань (літератури), виділеним двома квадратними дужками, наприклад „... у роботах [1...7] ...“, „... у роботі [4] ...“.

Роботи іноземних авторів приводяться в переліку використаної літератури в оригінальній транскрипції.

Документи, розміщення яких в основному тексті недоцільне, повинні бути оформлені у вигляді додатків до пояснювальної записки. Додатки слід оформляти як продовження пояснювальної записки на її наступних сторінках, або у вигляді окремої частини, розташовуючи додатки в порядку появи посилань на них у тексті пояснювальної записки. Якщо додатки оформляють на наступних сторінках пояснювальної записки, кожний такий додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, написаний (надрукований) вгорі малими літерами з першої великої літери симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої повинно бути написано (надруковано) слово „Додаток ____“ і велика літера, що позначає додаток. Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер І, Є, З, І, Й, О, Ч, Ь, наприклад: „Додаток А”, „Додаток Б” і т.д. [див. п.7.16.4 ДСТУ 3008-95]. Додатки повинні мати спільну з рештою пояснювальної записки наскрізну нумерацію сторінок. За необхідності текст додатків може поділятися на розділи, підрозділи, пункти і підпункти, які слід нумерувати в межах кожного додатку. В цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатку (літеру) і крапку, наприклад А.2 – другий розділ додатку А; Б.3.1 – підрозділ 3.1 додатку Б і т.д. Ілюстрації, таблиці, формули та рівняння, що є у тексті додатку, слід нумерувати в межах кожного додатку, наприклад „Рисунок Б.3” – третій рисунок додатку Б; „Таблиця А.2” – друга таблиця додатку А; „Формула (А.1)” – перша формула додатку А.

Якщо в ПЗ як додаток використовується документ, що має самостійне значення і оформлюється згідно з вимогами до документу даного виду (наприклад протоколи вимірювань, перелік елементів і т.ін.), то перед цим документом розташовують аркуш, на якому друкують (або пишуть креслярським шрифтом) слово „Додатки”. Нумерацію цього аркуша і сторінок документу здійснюють згідно наскрізної нумерації сторінок ПЗ (не займаючи власної нумерації сторінок документу). Номер розташовують в правому верхньому куті аркуша – для аркушів без рамки, або в правому нижньому куті аркуша – для аркушів з рамкою.

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

В графічну частину проекту повинні входити наступні креслення:

1. Схема електрична принципова.
2. Складальне креслення виробу.
3. Складальне креслення вузла виробу.
4. Робоче креслення друкованої плати.
5. Технологічна схема (алгоритм) ремонту.

Креслення повинні бути виконані олівцем або друкованим способом (плотер, принтер) згідно вимог ЄСТД на форматах А1, А2, А3, А4 у відповідності з ГОСТ 2.301-68 в залежності від масштабу і розмірів зображень на цих кресленнях. Вибір формату, масштабу і видів зображень повинен проводитися з врахуванням того, щоб креслення були неперевантаженні графічною інформацією, а також щоб не було значних не задіяних "білих

плям", але достатнім для розуміння складових частин виробів, їх розміщення і взаємозв'язку, електричного з'єднання та згідно вимог до конкретного виду креслень по ЄСКД. Всі креслення графічної частини, специфікації, переліки елементів брошуруються у наступній послідовності:

1. Перелік елементів;
2. Схема електрична принципова;
3. Специфікація на виріб;
4. Складальне креслення виробу;
5. Специфікація на друкований вузол;
6. Складальне креслення друкованого вузла;
7. Технологічна схема (алгоритм) ремонту .

Всі креслення повинні складатися згідно ГОСТ 2.501-68 (листи складаються у формат А4, основний надпис повинен бути на лицевій стороні складеного листа).

МАРШРУТНІ КАРТИ

Маршрутні карти повинні бути оформленні згідно ГОСТ 3.118-82, простим олівцем, або чорним чорнилом, креслярським шрифтом з висотою букви не менше 2,5. Карта ескізів прикріплюється в кінці процесу. Маршрутні карти прикріплюються до пояснюючої записки у такій послідовності:

1. Технологічний процес складання виробу.
2. Технологічний процес складання друкованого вузла.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОНАННЮ І ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

В процесі конструкторського проектування РЕА можна виділити наступні етапи:

1. Постановка задачі – формуються і аналізуються вимоги до виробу (призначення, технічні умови експлуатації, показники якості) - стадія "технічна пропозиція".
2. Пошук рішення – вибір варіантів конструкції, які задовольняють визначені умови - стадія "ескізний проект".
3. Прийняття рішення – вибір оптимального варіанту конструкції – стадія "технічний проект".
4. Виконання рішення – розробка конструкторської документації, виготовлення дослідного взірця – стадія "робочий проект".

При проектуванні будь-яких пристроїв спеціаліст використовує три види підходу до вирішення поставлених задач:

1. Математичне визначення окремих важливих задач (розрахунки елементів – електричні і конструктивні, розмірна залежність спряжених деталей, специфікація і т.д.)
2. Вибір і прийняття рішення на основі рекомендацій, правил і на аналізі існуючих аналогів.
3. Прийняття рішення на основі професійної інтуїції, яка базується на таких якостях проектувальника: стиль мислення, уява, асоціація і знання. Попередня розробка конструкції закладається в проведенні компоновки – процесу розміщення комплектуючих частин, деталей і ЕРЕ на площині, або в просторі з врахуванням функціональних взаємозв'язків, їх стабільності, вимог

міцності і жорсткості, заводо захищеності, нормального теплового режиму, вимог технологічності, зручності експлуатації ремонту, а також з визначенням основних геометричних форм і розмірів.

Тому перед компоновкою необхідно провести аналіз цих вимог, визначити форму і розміри всіх вхідних елементів приладу на основі довідкової літератури. Розміщення комплектуючих елементів повинне забезпечувати рівномірне і максимальне заповнення конструктивного об'єму із забезпеченням зручності для огляду, ремонту і заміни. Заміна деталей або складальних одиниць не повинна приводити до розбирання всієї конструкції і її складових частин. Для стійкого положення виробів при експлуатації, центр ваги повинен бути чим ближче до опорної поверхні. Рекомендується прилади і блоки конструювати прямокутної форми, але в технічно обґрунтованих випадках форма може бути не прямокутна. Бажано використовувати при конструюванні однотипні елементи несучих конструкцій, електричного монтажу. Групувати однотипні за розмірами елементи (наприклад мікросхеми) в окремі вузли, а габаритні ЕРЕ розміщувати і кріпити окремо в корпусі. При розробці несучих конструкцій потрібно приділити увагу:

- вибору технологічного варіанту виконання (лиття, зварка, клепка і т.д.);
- вибору марки конструкційного матеріалу; ;
- вибору методу здійснення роз'ємних і нероз'ємних з'єднань (гвинт, пайка, заціплення і т.д.).

Органи управління розміщувати на передній панелі з врахуванням вимог ергономіки і технічної естетики. При наявності механічних впливів передбачити захист:

- вибрати і застосувати амортизатори;
- передбачити захист від самовідгвинчування;
- підвищити жорсткість механічно навантажених елементів і конструкцій.

Вибір елементів електричного монтажу:

- визначення способу з'єднання (пайка, зварка, накрутка і т.д.)
- вибір марки матеріалу, січення жили, виду ізоляції.

Захист комплексного курсового проекту: перевірений і допущений до захисту кожним викладачем проект захищається перед комісією викладачів, які ведуть профілюючі предмети.