



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з дисципліни
«Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи»
зі спеціальності 171 «Електроніка»
освітньо-професійної програми
«Електронні системи»
для здобувачів вищої освіти другого рівня
усіх форм навчання

Суми
Сумський державний університет
2024

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи» зі спеціальності 171 «Електроніка» освітньо-професійної програми «Електронні системи» для здобувачів вищої освіти другого рівня усіх форм навчання / укладачі І. А. Кулик, М. С. Шевченко, В. В. Арбузов. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 75 с.

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ЗМІСТ

	С.
Вступ	5
1 Основні вимоги до виконання курсового проекту ...	7
1.1 Постановка завдання курсового проекту	7
1.1.1 Курсовий проект за темою «Спеціалізована мікропроцесорна система»	8
1.1.2 Курсовий проект за темою «Розподілена мікроконтролерна система»	13
1.2 Структура курсового проекту	16
2 Вимоги до оформлення курсового проекту	20
2.1 Пояснювальна записка курсового проекту	20
2.2 Графічна частина курсового проекту	24
3 Вимоги до змісту пояснювальної записки курсного проекту	31
3.1 Титульний аркуш, завдання на проект, реферат і зміст	31
3.2 Вступ до курсового проекту	32
3.3 Основна частина курсового проекту	32
3.3.1 Основні положення	32
3.3.2 Вибір та обґрунтування структури заданих спеціалізованих підсистем	33
3.3.3 Розробка принципової схеми заданої спеціалізованої підсистеми	38
3.3.4 Розробка програмного забезпечення заданої спеціалізованої підсистеми	43

3.3.5	Розробка принципової схеми розподіленої мікроконтролерної системи	48
3.3.6	Розробка програмного забезпечення розподіленої мікроконтролерної системи	51
3.4	Висновки курсового проекту	54
3.5	Список літератури до курсового проекту	54
3.6	Додатки до курсового проекту	55
4	Організація виконання курсового проекту	55
4.1	Керівництво курсовим проектом	55
4.2	Організація проектної роботи здобувачів	56
5	Порядок подання захисту курсового проекту	57
5.1	Подання курсового проекту до захисту	57
5.2	Захист курсового проекту	58
	Список літератури	61
	Додаток А. Загальні відомості про креслення	65
	Додаток Б. Правила виконання електричних схем	66
	Додаток В. Основні елементи схем алгоритму	67
	Додаток Г. Приклад переліку елементів	70
	Додаток Д. Лист завдання на курсовий проект	71
	Додаток Е. Зразок титульного аркуша пояснювальної записки курсового проекту	73
	Додаток Є. Основні параметри мікроконтролера Atmega32U4	74

ВСТУП

Метою вивчення дисципліни «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи» є досягнення студентами системи спеціальних знань з розробки і налагоджування спеціалізованих мікропроцесорних систем, прийняття конструктивних рішень для забезпечення ефективної взаємодії із зовнішніми пристроями, якісного виконання функцій з керування, передачі та обробки інформації [1].

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен демонструвати робочі результати навчання, зміст яких наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Робочі результати навчання за дисципліною «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи»

№	Робочий результат навчання
РН1	Знати структури, принципи дії і побудови багатопроцесорних та розподілених мікроконтролерних систем збору, керування та обробки інформації.
РН2	Застосовувати засоби комп'ютерної техніки і мікроконтролери для побудови спеціалізованих та промислових мікропроцесорних систем.
РН3	Створювати програмне забезпечення комп'ютерних спеціалізованих та промислових мікропроцесорних систем.
РН4	Оцінювати техніко-економічну ефективність системотехнічних, структурних та схемотехнічних рішень при розробці комп'ютерних спеціалізованих та промислових мікропроцесорних систем.

Очікувані результати (таблиця 1) з дисципліни «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи»

відповідають програмним результатам навчання ПР2, ПР8, ПР15 і ПР16, які визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 171 «Електроніка» галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» для освітнього ступеня «магістр» [2].

Згідно освітній програмі «Електронні системи» магістерського рівня [3] за дисципліною «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи» проваджується виконання курсового проекту з метою закріплення теоретичних положень навчального матеріалу стосовно:

- структури та принципів дії багатопроцесорних та розподілених мікроконтролерних систем збору, керування та обробки інформації;
- методів проектування спеціалізованих та розподілених мікроконтролерних систем збору, керування та обробки інформації;
- методів оцінки техніко-економічної ефективності системотехнічних, структурних та схемотехнічних рішень при розробці спеціалізованих та розподілених мікроконтролерних систем;

та формування практичних навичок з:

- формулювання цільового завдання спеціалізованої та розподіленої мікроконтролерної системи;
- вибору та обґрунтування структурної схеми спеціалізованої та розподіленої мікроконтролерної системи;
- побудові загального алгоритму функціонування спеціалізованої та розподіленої мікроконтролерної системи та алгоритму обміну даними між мікроконтролерними пристроями;
- обґрунтування вибору мікроконтролерів та інших засобів програмованої логіки для побудови спеціалізованих та розподілених мікроконтролерних систем;

- розроблення принципів схем спеціалізованих та розподілених мікроконтролерних систем;
- створення програмного забезпечення спеціалізованих та розподілених мікроконтролерних систем;
- оцінки техніко-економічних характеристик розроблених спеціалізованих та розподілених мікроконтролерних систем.

Здобувачеві пропонується виконання курсового проекту за двома темами на вибір: «Спеціалізована мікропроцесорна система» або «Розподілена мікроконтролерна система». Виконання курсового проекту за дисципліною «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи» та публічний захист результатів проектування дозволять оцінити рівень закріпленості теоретичних та практичних положень з розробки, налаштування і експлуатації спеціалізованих, розподілених та промислових мікроконтролерних систем, а також визначити рівень сформованості робочих результатів навчання за дисципліною (таблиця 1).

Курсовий проект не повинен містити академічний плагіат, фабрикацію та фальсифікацію відповідно до Положення про академічну доброчесність Сумського державного університету [4].

При складанні даних методичних вказівок використано нормативні, інструктивні та методичні документи [5–26].

1 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1.1 Постановка завдання курсового проекту

Метою курсового проекту є оволодіння методикою та навичками проектування і програмування спеціалізованих та розподілених мікроконтролерних систем різного

призначення, у тому числі із застосуванням програмованих контролерів.

1.1.1 Курсовий проект за темою «Спеціалізована мікропроцесорна система».

Об'єктом проектування за даною темою є спеціалізована мікропроцесорна система, функції якої (обробка переривань, формування часових інтервалів, відображення даних, прямий доступ до пам'яті, введення /виведення інформації) визначаються згідно з варіантом таблиці 2.

Таблиця 2 – Варіанти до курсового проекту за темою «Спеціалізована мікропроцесорна система»

Варі-ант	Склад підсистем спеціалізованої мікропроцесорної системи, що розробляється
1	2
1	1. Підсистема прямого доступу до пам'яті: – 2 канали на введення даних обсягом 4 і 8 Кбайт, 2 канали на виведення даних обсягом 4 і 8 Кбайт. 2. Підсистема обробки переривань: – 24 переривання.
2	1. Підсистема прямого доступу до пам'яті: – 2 канали на введення даних 8 і 12 Кбайт, контроль за парністю. 2. Підсистема цифрової клавіатури: – 10 цифрових і 4 режимних клавіші.
3	1. Підсистема цифрової клавіатури: – 10 цифрових і 2 режимних клавіші. 2. Підсистема виведення на дискретний індикатор: – 3 розряди, 7-сегментний індикатор.

Продовження таблиці 2

1	2
4	1. Підсистема прямого доступу до пам'яті: – 1 канал на введення даних 12 Кбайт, 3 канали на виведення даних 2, 4 і 16 Кбайт. 2. Підсистема виведення даних на дискретний індикатор: – 6 розрядів, 7-сегментний індикатор.
5	1. Підсистема обробки переривань: – 24 переривання. 2. Підсистема послідовного інтерфейсу: – 2 порти виведення, асинхронний режим.
6	1. Підсистема прямого доступу до пам'яті: – 3 канали на введення даних 2, 4 і 12 Кбайт, 1 канал на виведення даних 16 Кбайт. 2. Підсистема паралельного інтерфейсу: – 2 порти введення 8-розрядних даних, 2 порти виведення 8-розрядних даних.
7	1. Підсистема паралельного інтерфейсу: – 1 порт двонаправлений, обмін 12-розрядними даними. 2. Підсистема послідовного інтерфейсу: – 3 порти введення, асинхронний режим.
8	1. Підсистема прямого доступу до пам'яті: – 4 каналу на введення даних 2, 4, 8 і 16 Кбайт. 2. Підсистема послідовного інтерфейсу: – 2 порти введення, асинхронний режим.
9	1. Підсистема обробки переривань: – 12 переривань. 2. Підсистема формування часових інтервалів: – генерування імпульсів 5÷15 КГц, генерування імпульсів 1 КГц зі шпаруватістю 2÷5, формування одиночного імпульсу 5 мс.

Продовження таблиці 2

1	2
10	1. Підсистема обробки переривань: – 12 переривань. 2. Підсистема цифрової клавіатури: – 10 цифрових і 6 режимних клавіш.
11	1. Підсистема прямого доступу до пам'яті: – 4 канали на виведення даних 2, 4, 8 і 16 Кбайт. 2. Підсистема формування часових інтервалів: – генерування імпульсів 10÷40 КГц, генерування імпульсів 3 КГц зі шпаруватістю 3÷6, формування одиночного імпульсу 1 мс.
12	1. Підсистема обробки переривань: – 18 переривань. 2. Підсистема виведення на дискретний індикатор: – 3 розряди, матричний 5×7.
13	1. Підсистема виведення на дискретний індикатор: – 4 розряди, матричний 5×7. 2. Підсистема послідовного інтерфейсу: – 2 порти виведення, синхронний режим.
14	1. Підсистема обробки переривань: – 9 переривань. 2. Підсистема паралельного інтерфейсу: – 4 порти введення 8-розрядних даних.
15	1. Підсистема цифрової клавіатури: – 10 цифрових і 6 режимних клавіш. 2. Підсистема паралельного інтерфейсу: – 4 порти виведення 8-розрядних даних.
16	1. Підсистема цифрової клавіатури: – 10 цифрових і 2 режимних клавіші. 2. Підсистема послідовного інтерфейсу: – 2 порти введення, синхронний режим.

Закінчення таблиці 2

1	2
17	1. Підсистема цифрової клавіатури: <ul style="list-style-type: none"> – 10 цифрових клавіш, послідовне виведення коду клавіш. 2. Підсистема формування часових інтервалів: <ul style="list-style-type: none"> – генерування імпульсів 100÷150 КГц, генерування імпульсів 10 КГц зі шпаруватістю 2÷8, формування одиночного імпульсу 2 мс.
18	1. Підсистема виведення на дискретний індикатор: <ul style="list-style-type: none"> – 5 розрядів, напівпровідниковий 7-сегментний індикатор. 2. Підсистема паралельного інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> – 2 двонаправлених порти 8-розрядних даних.
19	1. Підсистема виведення на дискретний індикатор: <ul style="list-style-type: none"> – 4 розряди, рідкокристалічний 7-сегментний індикатор. 2. Підсистема формування часових інтервалів: <ul style="list-style-type: none"> – 3 канали: генерування імпульсів 8÷16 КГц, генерування імпульсів 500 Гц зі шпаруватістю 5÷10, формування одиночного імпульсу тривалістю 10 мс.
20	1. Підсистема паралельного інтерфейсу: <ul style="list-style-type: none"> – 2 порти введення 10-розрядних даних, 2 порти виведення 8-розрядних даних. 2. Підсистема формування часових інтервалів: <ul style="list-style-type: none"> – генерування імпульсів 2÷8 КГц, генерування імпульсів 50 Гц зі шпаруватістю 4÷8, формування одиночного імпульсу 15 мс.

Завдання, які повинні бути вирішені під час виконання курсового проекту на тему «Спеціалізована мікропроцесорна система»:

- вибір та обґрунтування структурної схеми

- спеціалізованої мікропроцесорної системи;
- обґрунтування вибору програмованої елементної бази, яка буде застосована для побудови спеціалізованої мікропроцесорної системи;
- розроблення принципової схеми підсистеми процесора та опис її роботи;
- побудова принципової схеми підсистеми пам'яті (при необхідності), розподіл адресного простору спеціалізованої мікропроцесорної системи;
- розроблення принципової схеми першої підсистеми (згідно з варіантом);
- розроблення принципової схеми другої підсистеми (згідно з варіантом);
- створення програмного забезпечення (або її частини в залежності від складності варіанта) спеціалізованої мікропроцесорної системи.

Розрахункова частина курсового проекту містить розрахунок:

- основних характеристик першої підсистеми;
- основних характеристик другої підсистеми;
- обсягу постійної та оперативної пам'яті.

Графічна частина курсового проекту містить:

- схему алгоритму роботи спеціалізованої підсистеми (вибірково першої або другої);
- схему електричну принципову спеціалізованої мікропроцесорної системи.

Вихідні дані до проекту наведені в таблиці 2.

У таблиці 2 для кожного варіанта наведені дві спеціалізовані підсистеми, які потребують розроблення. Кожна проектована підсистема характеризується сукупністю технічних параметрів. У таблиці 2 сформульовані вимоги до деяких основних характеристик підсистем, які потрібно задовольнити. Інші параметри

спеціалізованих підсистем і вимоги до них, які необхідно ввести для їх проектування, здобувач формує самостійно.

Для виконання курсового проекту необхідно розробити апаратну частину підсистем та їх програмне забезпечення у вигляді підпрограм ініціалізації та встановлення початкових режимів роботи підсистем і підпрограм забезпечення їх функціонування.

Розроблення апаратної частини спеціалізованих підсистем завершується розробкою схеми електричної принципової усїєї мікропроцесорної системи. Для цього необхідно:

1) вибрати програмовану елементну базу, яка є апаратною платформою проєктованих підсистем, з'ясувати принципи її налаштування та експлуатації;

2) вибрати допоміжні інтегральні схеми обв'язки, які знадобляться при реалізації підсистем для виконання своїх функцій;

3) з урахуванням основних електричних параметрів інтегральних схем і принципів побудови мікропроцесорних (мікроконтролерних) пристроїв скласти з них єдине ціле – спеціалізовану мікропроцесорну систему.

Розроблення програмної частини спеціалізованих підсистем передбачає проектування блок-схеми алгоритму їх роботи, написання тексту підпрограм ініціалізації, уточнення початкових режимів роботи програмованої логіки та програм виконання проєктованими підсистемами своїх завдань.

1.1.2 Курсовий проєкт за темою «Розподілена мікроконтролерна система».

Об'єктом проектування за даною темою є розподілена мікроконтролерна система на основі заданого інтерфейсу, яка є складовою зовнішньої інформаційної системи з розподіленим характером збору, моніторингу та

оброблення даних. Виконання курсового проекту здійснюється згідно з варіантом таблиці 3.

Таблиця 3 – Варіанти до курсового проекту за темою «Розподілена мікроконтролерна система»

Варіант	Заданий інтерфейс (технологія, стандарт) для обміну даними
1	Комунікаційний інтерфейс RS-232
2	Комунікаційний інтерфейс RS-422
3	Комунікаційний інтерфейс RS-485
5	Міжмікросхемний інтерфейс I ² C
4	Інтерфейс між модулями (вузлами) SPI
7	Інтерфейс між модулями (вузлами) 1-Wire
6	Мережевий стандарт CAN
8	Технологія безпроводного зв'язку Bluetooth
9	Стандарт безпроводного підключення Wi-Fi
10	Інтерфейс між пристроями USB
11	Інфрачервоний порт IrDA

Завдання, які повинні бути вирішені під час виконання курсового проекту на тему «Розподілена мікроконтролерна система» є наступними:

- опис та порівняльний аналіз характеристик і властивостей заданого типу інтерфейсу (технології або стандарту обміну даними);
- розробка структурної схеми розподіленої мікроконтролерної системи та блоку обміну даними;
- розробка загального алгоритму функціонування розподіленої мікроконтролерної системи та окремого алгоритму обміну даними на основі заданого типу інтерфейсу (технології або

- стандарту обміну даними);
- обґрунтування вибору мікроконтролера як центрального елемента розподіленої системи та перетворювачів сигналів інтерфейсу для забезпечення обміну даними;
- розроблення принципової схеми розподіленої мікроконтролерної системи на основі заданого типу інтерфейсу (технології або стандарту обміну даними) та окремо блоку обміну даними;
- створення програмного забезпечення обміну даними на основі заданого типу інтерфейсу (технології або стандарту обміну даними) розподіленої мікроконтролерної системи.

Розрахункова частина курсового проекту містить розрахунок:

- технічних характеристик фізичного з'єднання на основі заданого типу інтерфейсу (технології або стандарту обміну даними);
- інформаційних характеристик передачі даних на основі заданого типу інтерфейсу (технології або стандарту обміну даними): швидкості передачі, швидкості модуляції, вірності передачі повідомлень.

Графічна частина курсового проекту містить:

- схему алгоритму обміну даними на основі заданого типу інтерфейсу (технології або стандарту обміну даними);
- схему електричну принципову розподіленої мікроконтролерної системи на основі заданого типу інтерфейсу (технології або стандарту обміну даними).

Обов'язкові вимоги до змісту курсового проекту за будь-якою темою:

- обґрунтування застосованих методів дослідження та проектування при виконанні курсового проекту;
- обґрунтування застосованих технічних рішень при виконанні проектної та конструкторської роботи;
- наявність загальних висновків в курсовому проекті, які повинні лаконічно висвітлювати методологію пошуку рішень, основні науково-практичні результати проекту.

Повнота та рівень викладення теоретичного і практичного матеріалу курсового проекту свідчать про рівень професійної підготовки здобувача вищої освіти в області спеціалізованих та промислових мікропроцесорних систем, а також успішність формування soft-skills (здатність до критичного мислення, тайм-менеджмент, творчий підхід до вирішення завдань, вміння адаптуватися) [27].

Здобувач має право самостійно вибрати індивідуальну тему курсового проекту за умови її доцільності та актуальності. При виборі індивідуальної теми здобувачу рекомендовано враховувати свою практичну зацікавленість до того чи іншого напрямку в області спеціалізованих та промислових мікропроцесорних систем, характер можливої майбутньої роботи при працевлаштуванні або рекомендації підприємства.

Слід підкреслити, що курсовий проект є самостійним проектом здобувача вищої освіти. За всі прийняті в ньому технічні рішення, а також правильність і обґрунтованість розрахунків, належне виконання конструкторсько-графічних робіт несе відповідальність здобувач – автор індивідуальної роботи.

1.2 Структура курсового проекту

Курсовий проект надають у вигляді спеціально підготовленого рукопису, який складається з пояснювальної записки та креслень. В курсовому проекті необхідно стисло, логічно та аргументовано передати зміст

та результати розрахунків і проектування, уникаючи загальних слів і бездоказових тверджень. За своїм змістом проект повинен відповідати варіанту (таблиці 2 або 3) та повністю охоплювати поставлені в постановці завдання питання відповідно до обраної теми роботи (підпункт 1.1).

Обсяг пояснювальної записки – 30-40 сторінок тексту, з яких не менше 75% повинно бути присвячено розв’язанню задачі проектування та розрахункам характеристик спеціалізованої мікропроцесорної системи або розподіленої мікроконтролерної системи.

Структура пояснювальної записки курсового проекту по розробці спеціалізованої мікропроцесорної системи вказана в таблиці 4.

Таблиця 4 – Структура пояснювальної записки курсового проекту «Спеціалізована мікропроцесорна система»

№ п/п	Назва етапів курсового проекту	Обсяг, стор.
1	2	3
	Титульний аркуш	1
	Завдання на курсовий проект	1
	Зміст	1
	Список скорочень (за наявності понад 20)	1
	Вступ	1 – 2
1	Розробка структурної схеми спеціалізованої мікропроцесорної системи	4 – 6
	1.1 Розробка структурної схеми першої спеціалізованої підсистеми	2 – 3
	1.2 Розробка структурної схема другої спеціалізованої підсистеми	2 – 3

Закінчення таблиці 4

1	2	3
2	Розробка алгоритму роботи спеціалізованої мікропроцесорної системи	4 – 6
	2.1 Розробка алгоритму роботи першої спеціалізованої підсистеми	2 – 3
	2.2 Розробка алгоритму роботи другої спеціалізованої підсистеми	2 – 3
3	Розробка електричної принципової схеми спеціалізованої мікропроцесорної системи	11 – 14
	3.1 Вибір елементної бази	3
	3.2 Розробка схеми підсистеми процесора	2 – 3
	3.3 Розробка схеми першої спеціалізованої підсистеми	3 – 4
	3.4 Розробка схеми другої спеціалізованої підсистеми	3 – 4
4	Розробка програмного забезпечення спеціалізованої мікропроцесорної системи	4 – 6
	4.1 Розробка підпрограми налаштування та роботи першої спеціалізованої підсистеми	2 – 3
	4.2 Розробка підпрограми налаштування та роботи другої спеціалізованої підсистеми	2 – 3
	Висновки	1
	Список літератури	1
	Разом:	30 – 40

Структура пояснювальної записки курсового проекту по розробці розподіленої мікроконтролерної системи вказана в таблиці 5.

Таблиця 5 – Структура пояснювальної записки курсового проекту «Розподілена мікроконтролерна система»

№ п/п	Назва етапів курсового проекту		Обсяг, стор.
1	2		3
	Титульний аркуш		1
	Завдання на курсовий проект		1
	Зміст		1
	Список скорочень (за наявності понад 20)		1
	Вступ		1 – 2
1	Опис властивостей та порівняльний аналіз характеристик заданого типу інтерфейсу (технології, стандарту)		4 – 6
2	Розробка структурної схеми розподіленої мікроконтролерної системи		4 – 6
	2.1	Розробка структурної схеми мікроконтролерного пристрою	2 – 3
	2.2	Розробка структурної схеми пристрою (блока) обміну даними на основі заданого типу інтерфейсу (технології, стандарту)	2 – 3
3	Розробка алгоритму роботи розподіленої мікроконтролерної системи		4 – 6
	3.1	Розробка алгоритму роботи мікроконтролерного пристрою	2 – 3
	3.2	Розробка алгоритму роботи пристрою (блока) обміну даними на основі заданого типу інтерфейсу (технології, стандарту)	2 – 3
4	Розробка електричної принципової схеми розподіленої мікроконтролерної системи		8 – 10

Закінчення таблиці 5

1	2		3
	4.1	Вибір елементної бази	3
	4.2	Розробка схеми мікроконтролерного пристрою	2 – 3
	4.3	Розробка схеми пристрою (блока) обміну даними на основі заданого типу інтерфейсу (технології, стандарту)	3 – 4
5	Розробка драйвера обміну даними на основі заданого типу інтерфейсу (технології, стандарту)		3 – 5
	Висновки		1
	Список літератури		1
	Разом:		30 – 40

Послідовність та обсяг сторінок розділів (підрозділів) курсового проекту може змінюватися в залежності від складності варіанту, теми і напряму досліджень, методів проектування і розрахунків, але рекомендується ці питання узгоджувати з керівником курсового проекту.

Прикладний характер застосування спеціалізованої мікропроцесорної або розподіленої мікроконтролерної системи здобувач вищої освіти визначає самостійно.

2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

2.1 Пояснювальна записка курсового проекту

Пояснювальна записка повинна бути виконана відповідно до вимог існуючих стандартів [6, 7, 10, 11, 13–16] та даних методичних вказівок.

Пояснювальна записка виконується рукописним або за допомогою комп'ютера на стандартних бланках з однієї

сторони аркуша формату А4 (210×297 мм) з кількістю рядків на сторінці не більше 40 (міжрядковий інтервал – множник 1,3). У кожному рядку повинно бути не більше 60-65 знаків з урахуванням пробілів між словами. Рекомендований шрифт при роботі в Microsoft Word – Times New Roman, 14 пт.

Кожен аркуш містить рамку з полями: зліва 20 мм, решта – 5 мм. На першому аркуші змісту та переліку елементів повинен бути розміщений основний надпис, який показано на рисунку 1. Решта аркушів документа містять надпис, який наведено на рисунку 2.

Розміри надписів та їх графічних елементів наведено у додатку А.

					<i>Шифр документа</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Гідлис.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>					<i>Розподілена мікроконтролерна система. Пояснювальна записка</i>		
<i>Гереар.</i>							
<i>Реція.</i>							
<i>Н. конпр.</i>							
<i>Затверб.</i>							
					<i>Лпт.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркуші</i>
					<i>СумДУ ЕСм-41</i>		

Рисунок 1 – Основний надпис документів (висота 45 мм, довжина 185 мм)

					<i>Шифр документа</i>			<i>Лпт.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Пит.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис.</i>	<i>Дата</i>				

Рисунок 2 – Надпис документів (висота 15 мм, довжина 185 мм)

Назви розділів, а також ЗМІСТ, ВСТУП, СПИСОК СКОРОЧЕНЬ, ВИСНОВКИ, СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ, ДОДАТКИ пишуться великими літерами. Крапка після найменування не ставиться. Кожний розділ курсового проекту починається з нової сторінки. Розділи нумеруються, починаючи з першого, крім змісту, списку скорочень, вступу, висновку, списку літератури.

Номери підрозділів, пунктів і підпунктів складаються з номера розділу, номера підрозділу в даному розділі, номера пункту в даному підрозділі і т. д. Цифри номера відокремлюються одна від одної крапками. Крапка в кінці номера не ставиться. Найменування підрозділів, пунктів і підпунктів пишуться прописними літерами, починаючи з великої, як в реченнях. До і після найменування підрозділу і пункту пропускається один рядок тексту.

Посилання на літературу (порядковий номер зі списку літератури) зазначаються у квадратних дужках. Список літератури виконується відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» [14].

Формули, таблиці, рисунки мають суцільну нумерацію в межах кожного розділу або всієї пояснювальної записки. При нумерації в межах розділу номер складається з номера розділу і номера елемента в розділі. Номер формули записується праворуч. Одні і ті самі величини в пояснювальній записці позначаються однаковими символами, їх розшифрування робиться лише один раз – при першому згадуванні. Посилання на формулу в тексті пояснювальної записки являє собою номер формули, взятий у круглі дужки. Наприклад:

Як випливає з [2], для обчислення тривалості машинного такту мікропроцесора необхідно застосувати наступну формулу:

$$f_m = 1/t_m = 1/320 \approx 3,1 \cdot 10^6 \text{ Гц} \approx 3 \text{ МГц.} \quad (1.5)$$

Із виразу (1.5) слідує, що ...

Назва таблиці зазначається зліва над таблицею у вигляді напису, що складається з слова «Таблиця» і її номера. Після номера таблиці через тире може йти її назва. У змісті таблиці (стовпцях) записується фізичний зміст

наведених величин, їх позначення і розмірності. Якщо таблиця розміщується на декількох сторінках, то на наступних сторінках продовження таблиці пишуть «Продовження таблиці». Посилання на таблицю в тексті пояснювальної записки складається зі слова «табл.» та її номера. Наприклад, «як впливає з табл. 2».

Назва рисунка зазначається по центру під рисунком у вигляді напису, що складається з слова «Рисунок» та його номера. Після номера рисунка через тире може йти його назва.

Таблиці та рисунки відокремлюються від тексту порожнім рядком зверху та знизу.

Графіки, що подаються на рисунках, можуть бути двох видів: якісні та кількісні. Якісні графіки показують лише вигляд кривої. Тому вони зображуються як система координат із позначенням функції, аргументу та кривої, що показує їх взаємозв'язок. Кількісні графіки показують кількісний взаємозв'язок між функцією та аргументом. На рисунках цих графіків осі координат мають оцифровку та цифрову сітку, що дозволяє визначати значення функції при відповідному значенні аргументу.

Номенклатура конструкторських документів, які можуть бути використані в курсовому проекті, мають коди документів відповідно до ГОСТ 2.701-2008 [17] та ГОСТ 2.102-2013 [18]. Для курсового проекту за дисципліною «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи» шифр документів відповідно до обов'язкової текстової та графічної частини (див. підпункт 1.1) мають наступний вигляд:

ЕЛІТ* 8.171.00.10.XXX YY,

де XXX – три останні цифри електронної залікової книжки;

YY – в залежності від типу документа згідно стандартів:

пояснювальна записка – ПЗ;

перелік елементів – ПЕЗ;

- схема електрична функціональна або часові діаграми – Е2;
схема електрична принципова – Е3;
* – ЦЗДВН у разі заочної або дистанційної форм навчання.

Приклади шифрів:

ЕлІТ 8.171.00.10.094 ПЗ	Пояснювальна записка (денна форма навчання)
ЕлІТ 8.171.00.10.094 ЕЗ	Схема електрична принципова (денна форма навчання)
ЦЗДВН 8.171.00.10.094 ПЕЗ	Перелік елементів (заочна форма навчання)

2.2 Графічна частина курсового проекту

Графічна частина має ілюструвати та доповнювати основні розділи курсового проекту. Вона містить креслення – блок-схему алгоритму і схему електричну принципову.

Правила виконання та оформлення електричних схем регламентують стандарти сьомої класифікаційної групи ЄСКД. Види та типи схем, загальні вимоги до їх виконання повинні відповідати ГОСТ 2.701-2008 «ЄСКД. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання» [17], правила виконання всіх типів електричних схем – ГОСТ 2.702-2011 «ЄСКД. Правила виконання електричних схем» [19]. При виконанні електричних схем цифрової обчислювальної техніки керуються правилами ГОСТ 2.709-81 «ЄСКД. Правила виконання електричних схем цифрової обчислювальної техніки» [20]. Позначення кіл в електричних схемах виконують за ДСТУ 2.709-89 «Єдина система конструкторської документації. Позначення умовні провідів і контактних з'єднань електричних елементів,

устаткування і ділянок ланцюгів в електричних схемах» [21], буквено-цифрові позначення в електричних схемах – за ГОСТ 2.710-81 «ЄСКД. Позначення буквено-цифрові в електричних схемах» [22].

Схеми виконують без дотримання масштабу та дійсного просторового розміщення складових частин виробу. Формати встановлені ГОСТ 2.301-68 [23] і ГОСТ 2.004-88 [24], якщо схема виконується автоматизованим методом. При виконанні схем застосовуються графічні позначення: умовні, встановлені стандартами ЄСКД на відповідні схеми; спрощені зовнішні обриси (у тому числі аксонометричні); прямокутники.

У загальному випадку товщина ліній зв'язку та графічних позначень однакова (рекомендується 0,3; 0,4 мм). Потовщеними лініями зображують лінії групового зв'язку (лінії, умовно зображують групу ліній електричного зв'язку проводів, кабелів, шин, що йдуть на схемі в одному напрямку). Потовщені лінії зв'язку і графічних позначень виконують удвічі товщі за прийняту товщину ліній зв'язку.

ГОСТ 2.701-2008 встановлює класифікацію, позначення схем і загальні вимоги до їх виконання для виробів усіх галузей промисловості, а також схем енергетичних споруд [17]. Стандартом встановлені також терміни, що використовуються в конструкторській документації, та їх визначення.

Елемент схеми – складова частина схеми, яка виконує певну функцію у виробі і не може бути розділена на частини, що мають самостійне призначення (резистор, конденсатор, інтегральна мікросхема і т. п.).

Пристрій – сукупність елементів, що становить єдину конструкцію (блок, плата). Може не мати у виробі певного функціонального призначення.

Функціональна група – сукупність елементів, що виконують у виробі певну функцію і не об'єднані в єдину конструкцію (підсилювач, модулятор, генератор і т. п.).

Функціональна частина – елемент, пристрій або функціональна група, мають чітко визначене функціональне призначення.

Функціональне коло – лінія, канал, тракт певного призначення (канал звуку, відеоканал, тракт надвисокої частоти і т. п.).

Лінія взаємозв'язку – відрізок лінії на схемі, що свідчить про наявність зв'язку між функціональними частинами виробу.

Лінія електричного зв'язку – лінія на схемі, яка свідчить про проходження струму, сигналу і т. д.

Лінії зв'язку повинні складатися, як правило, з горизонтальних і вертикальних відрізків з відстанню між ними не менше 3 мм. При цьому кількість зламів і взаємних перетинів повинна бути найменшою. Якщо лінії зв'язку ускладнюють читання схеми, їх можна обірвати, закінчивши стрілкою, і зазначити позначення або найменування, надане цій лінії (наприклад, номер проводу, найменування сигналу, умовне позначення буквою).

У додатку Б показане виділення на схемі пристрою, що має самостійну принципову схему. Останню виконують у вигляді прямокутника суцільною лінією, яка дорівнює за товщиною лінії зв'язку, або (допускається) лінією в 2 рази товщу від лінії зв'язку.

У додатку Б також наведена схема пристрою з виділеними функціональними групами, що не мають самостійних схем, штрих пунктирними лініями, що дорівнюють за товщиною лініям зв'язку.

Найменування схеми визначається її видом і типом, наприклад: схема електрична принципова, схема електрична функціональна, схема алгоритму. Код схеми

складається з літери, що визначає вид схеми, і цифри, що означає тип схеми, наприклад, ЕЗ – схема електрична принципова, СА – схема алгоритму.

Схемами користуються для вивчення принципів роботи виробів, а також при їх наладці, контролі та ремонті в процесі експлуатації.

Схема алгоритму. Блок-схема алгоритму надає представлення розв'язування або аналізу задачі за допомогою геометричних елементів (блоків), які позначають операції, потік, дані тощо.

Правила оформлення блок-схем алгоритмів визначені ДСТ 19.701-90 (ІСО 5807-85) [25], ДСТУ ISO 5807:2016 [26]. Операції обробки даних інформації зображуються на схемі відповідними блоками.

Блок вхідних та вихідних даних прийнято позначати паралелограмом, блок обчислень (обробки) даних – прямокутником, блок прийняття рішень – ромбом, еліпсом – початок та кінець алгоритму (додаток В).

Велика частина блоків за побудовою умовно вписана в прямокутник зі сторонами a і b . Мінімальне значення $a = 10$ мм, збільшення значення a можливе на число, кратне 5. Розмір $b = 1.5 \times a$. У межах однієї схеми рекомендується зображувати блоки однакових розмірів. Усі блоки нумеруються [28].

Лінії, що з'єднують блоки та визначають послідовність зв'язків між ними, проводяться лініями рамки. Стрілка наприкінці лінії може не ставитися, якщо лінія спрямована праворуч або зверху вниз.

У блок може входити кілька ліній, тобто блок може бути приймачем будь-якого числа блоків. З блоку (крім логічного) може виходити тільки одна лінія. Логічний блок може мати як продовження один із двох блоків, тобто з нього виходять дві лінії [28].

Місця на схемі, де лінії зливаються, виділяються крапкою. У випадку, коли одна лінія підходить до іншої і злиття їх чітко виражене, крапку можна не ставити.

Схему алгоритму варто виконувати як єдине ціле, однак у разі потреби допускається обривати лінії, що з'єднують блоки. Якщо при обриві лінії продовження схеми знаходиться на тому ж листі, то на одному й іншому кінці лінії зображується спеціальний символ – з'єднувач – коло діаметром 0.5a. У середині парних кіл вказується однаковий ідентифікатор. Ідентифікатором, як правило, є порядковий номер блоку, до якого спрямована сполучна лінія або велика латинська літера [28].

Якщо схема алгоритму займає більш одного листа, то у випадку розриву лінії замість окружності використовується міжсторінковий з'єднувач. У середині кожного з'єднувача вказується адреса – звідки та куди спрямована лінія сполучення. Адреса записується в двох рядках: у першому вказується номер сторінки, у другому – порядковий номер блоку.

Схема електрична принципова. Принципова схема визначає повний склад елементів і зв'язки між ними і дає детальне уявлення про принципи роботи виробу. Принциповими схемами користуються для вивчення принципів роботи виробів, а також при їх налазці, контролі та ремонті. Схеми служать підставою для розроблення інших конструкторських документів, наприклад, схем з'єднань (монтажних) і креслень друкованої плати. На ній зображують всі електричні елементи або пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також елементи (з'єднувачі, затискачі і т. п.), якими закінчуються вхідні і вихідні ланцюги.

При графічному оформленні принципової схеми необхідно враховувати такі правила і рекомендації.

Схеми виконуються для виробів, що знаходяться у вимкненому положенні. Елементи схем показують умовними графічними позначеннями, встановленими стандартами ЄСКД.

Іноді елементи в схемі використовуються не повністю (наприклад, не всі контакти реле). У цьому випадку допускається показувати елементи, обмежуючись зображенням лише використовуваних частин.

Елементи, що містять велику кількість контактів, можуть бути зображені на схемі двома способами: поєднаним і рознесеним. При суміщеному способі складові частини елементів або пристроїв зображуються на схемі в безпосередній близькості один до одного; при рознесеному – в різних місцях для більшої наочності окремих ланцюгів.

Виводи невикористаних частин зображення необхідно креслити коротше, ніж виводи використаних частин.

Усім елементам, пристроям і функціональним групам виробу, зображеним на схемі, присвоюються позиційні позначення, що містять інформацію про вид елемента (пристрою, функціональної групи) та його порядковий номер у межах даного виду. За необхідності записують інформацію про функції, виконувані даним елементом (пристроєм, функціональною групою) у виробі. Позиційне позначення складається в загальному випадку з трьох частин, що мають самостійне смислове значення. Їх записують без розділових знаків і пробілів одним розміром шрифту. У першій частині зазначають вид елемента однією або декількома буквами згідно з ГОСТ 2.710-81 [22], наприклад: R – резистор, C – конденсатор. У другій частині – порядковий номер елемента в межах даного виду, наприклад: R1, R2, ..., R12, C1, C2, ..., C14; в третій частині допускається зазначити відповідне функціональне призначення, наприклад: C4I – конденсатор C4, використовуваний як інтегрувальний. Порядкові номери

елементам присвоюють, починаючи з одиниці, в межах групи з однаковими позиційними позначеннями відповідно до послідовності розміщення елементів на схемі зверху вниз у напрямку зліва направо.

Позиційні позначення проставляють поруч з умовними графічними позначеннями елементів з правого боку або над ними.

При зображенні на схемі елемента рознесеним способом позиційні позначення елемента або пристрою проставляють біля кожної складової частини.

Перелік елементів. Усі відомості про елементи, що входять до складу виробу і зображених на схемі, записують у перелік елементів (додаток Г), який розміщують на першому аркуші схеми або виконують у вигляді самостійного документа.

У першому випадку перелік оформляють у вигляді таблиці, заповнюваної зверху вниз, як правило, над основним написом на відстані не менше 12 мм від нього. Продовження переліку розміщують ліворуч від основного напису, повторюючи шапку таблиці.

У другому випадку перелік елементів виконують на форматі А4 з присвоєнням шифру, що складається з літери П (перелік) та коду схеми, до якої випускається перелік, наприклад: ПЕЗ – перелік елементів до принципової електричної схеми.

У графах переліку зазначають такі дані:

- у графі «Поз. позначення» – позиційне позначення елемента, пристрою або позначення функціональної групи;
- у графі «Найменування» – найменування елемента (пристрою) відповідно до документа, на підставі якого цей елемент (пристрій) застосовано, а також позначення цього документа (конструкторський документ: ГОСТ, ТУ);

- у графі «Примітка» – технічні дані елемента, що не містяться в його найменуванні (за необхідності).

Елементи записують у перелік групами в алфавітному порядку буквених позиційних позначень. У межах кожної групи, що мають однакові буквені позиційні позначення, елементи розміщують за зростанням порядкових номерів. Елементи одного типу з однаковими електричними параметрами, які мають на схемі послідовні порядкові номери, допускається записувати в перелік в один рядок. У цьому випадку в графу «Поз. позначення» вписують лише позиційні позначення з найменшим і найбільшим порядковими номерами, наприклад: R3, R4; C8 ... C12, а в графу «К-сть» – загальна кількість таких елементів.

Вибір формату креслень (розмірів) довільний з ряду А3, А2, А1 (додаток А), але при цьому виконання схеми повинно відповідати вимогам стандартів. Графічний матеріал по завершенні проекту вкладається в пояснювальну записку.

3 ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

3.1 Титульний аркуш, завдання на проект, реферат і зміст

Завдання на курсовий проект і титульний аркуш мають стандартну форму (додатки Д і Е відповідно).

Реферат (сторінка реферату не включається до загального обсягу сторінок) містить таку інформацію:

- обсяг і структуру пояснювальної записки;
- короткий зміст розділів пояснювальної записки.

Обсяг реферату не повинен перевищувати 0,75 сторінки.

Зміст вміщує найменування розділів, підрозділів і пунктів (якщо вони мають заголовки) із зазначенням номера сторінки, з якої вони починаються.

3.2 Вступ до курсового проекту

Вступ розкриває сутність і стан професійної задачі по розробленню спеціалізованих та розподілених мікропроцесорних (мікроконтролерних) систем, її значущість, підстави і вихідні дані для розроблення теми. У вступі дають загальну характеристику проекту в рекомендованій нижче послідовності.

Актуальність теми. Шляхом критичного аналізу та порівняння з відомими прикладами розв'язання подібних інженерно-технічних задач обґрунтовуються актуальність і доцільність курсового проекту для розвитку мікропроцесорних та мікроконтролерних систем.

Мета і завдання проектування. Формулюють мету курсового проекту і завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети (див. підпункт 1.1). Не потрібно формулювати мету як «Проектування ...», «Вивчення ...», тому що ці слова вказують на спосіб досягнення мети, а не на саму мету.

Практичне значення та область застосування отриманих результатів. У курсовому проекті, який повинен мати прикладне значення, необхідно надати відомості про область практичного застосування отриманих результатів або рекомендації щодо їх використання.

3.3 Основна частина курсового проекту

3.3.1 Основні положення.

Виклад матеріалу підпорядковують одній провідній ідеї, чітко визначеній здобувачем освіти. Структура основної частини курсового проекту повинна співпадати з пунктами таблиці 4 «Структура пояснювальної записки курсового проекту «Спеціалізована мікропроцесорна система» або таблиці 5 «Структура пояснювальної записки курсового проекту «Розподілена мікроконтролерна

система». Нижче приведені основні моменти розділів та підрозділів змісту курсового проекту за темами «Спеціалізована мікропроцесорна система» або «Розподілена мікроконтролерна система», на які необхідно звернути особливу увагу.

3.3.2 Вибір та обґрунтування структури заданих спеціалізованих підсистем.

Під розробленням структурної схеми розуміють визначення функціонального складу блоків, які входять до заданих підсистем; розрахунок і обґрунтування технічних вимог до зазначених блоків; встановлення необхідних електричних зв'язків між ними.

Першим етапом проектування структурної схеми є формулювання основних і допоміжних задач, які повинна виконувати підсистема. З урахуванням цих задач на другому етапі визначаються блоки, які будуть входити до складу підсистеми і відповідати за реалізацію тієї чи іншої задачі. На третьому етапі з огляду на сучасний стан засобів мікропроцесорної техніки і вимог варіанту проводяться розрахунок і обґрунтування технічних параметрів блоків підсистем, які проектуються. Четвертий етап характеризується встановленням необхідних електричних зв'язків між блоками, а також із зовнішніми (стосовно до підсистеми) пристроями такими, як підсистема процесора, пам'яті тощо. На п'ятому етапі у загальному вигляді проводиться опис роботи підсистеми і взаємодії її блоків.

Синтез структурних схем проєктованих спеціалізованих підсистем необхідно проводити з урахуванням таких принципів, як [29; 30]:

- модульність пристрою;
- магістральний спосіб обміну інформацією;
- регулярність структури.

Принцип модульності припускає виконання проєктованої підсистеми на основі функціонально,

електрично та конструктивно завершених блоків, які здатні самостійно або в сукупності з іншими блоками вирішувати обчислювальні та/або керуючі задачі.

Принцип магістрального способу обміну означає упорядкування зв'язків між блоками проекрованої підсистеми за допомогою магістралей, що поєднують вхідні й вихідні шини. Для більшості практичних завдань, розв'язуваних за допомогою програмно-керованої логіки, достатнє виділення в структурі спеціалізованої підсистеми трьох магістралей: шини даних (ШД), шини адреси (ША), шини керування (ШК). У зв'язку із цим у більшості випадків проектовані підсистеми представляються як тришинні модульні пристрої.

Реалізація магістрального способу обміну в спеціалізованій підсистемі приводить до таких схемотехнічних рішень, як створення спеціальних двонаправлених буферних вузлів (каскадів) із трьома стійкими станами й використання тимчасового мультиплексування каналів обміну. Слід зазначити, магістральна організація обміну є одним зі способів забезпечення регулярності структури засобів мікропроцесорної техніки.

Принцип регулярності припускає за необхідності застосування в спеціалізованій мікропроцесорній системі пристроїв з упорядкованою структурою: програмованих стандартних інтерфейсів, програмованих логічних інтегральних схем, пристроїв пам'яті.

Приклад. Синтез структурної схеми спеціалізованої мікропроцесорної системи з підсистемами цифрової клавіатури та виведення даних на дискретний індикатор.

Розв'язання. Підсистема цифрової клавіатури, що забезпечує ручне введення цифрової інформації, повинна реалізувати вирішення таких завдань:

- визначення факту натискання клавіші на цифровій клавіатурі;
- знаходження номера натиснутої клавіші;
- здійснення передачі керування на відповідну підпрограму.

Структура даної підсистеми визначається включенням таких блоків, як блоку клавіатури, блоку сканування клавіатури, блоку читання клавіатури.

Блок клавіатури являє собою матрицю розміром $n \times m$, де відповідно число рядків і стовпців – $n = 4$ і $m = 3$.

При такій розмірності матриці до розроблювальної підсистеми можна підключати $N_{\text{кл}} = n \times m = 4 \cdot 3 = 12$ клавіш, що дозволяє вводити всі цифри з клавіатури та використовувати додаткові клавіші для визначення режиму введення даних.

Блок сканування клавіатури використовується для опитування рядків матриці клавіатури з метою визначення факту натискання клавіші.

Блок читання клавіатури призначений для формування скан-коду клавіші, за яким визначаються двійково-десятковий код цифри і код графіки цифри для відображення на дисплеї.

Підсистема виведення цифрової інформації на дискретний індикатор, що відображає на дисплеї введене число із плаваючою комою в реальному масштабі часу, повинна реалізувати розв'язання таких задач:

- формування зображення числа;
- сканування знакоміць дисплея;
- введення коду графіки у відповідний розряд дисплея.

Структура підсистеми виведення на дискретний індикатор формується включенням таких блоків, як блоку дискретного індикатора, блоку сканування дискретного індикатора, блоку перетворення.

Блок дискретного індикатора виконує перетворення електричної енергії сигналів, що відповідають коду графіки, у світлову для сприйняття користувачем.

Блок сканування дискретного індикатора служить для забезпечення мультиплексного режиму роботи дисплея, по черзі під'єднуючи розряд індикатора до джерела живлення.

Блок перетворення призначений для формування коду графіки відображуваної цифри та її зберігання, а також забезпечення відповідності увімкненого розряду індикатора положенню цифри в числі.

Оскільки у двох проєктованих підсистемах є блоки практично однакового призначення – блок сканування клавіатури й блок сканування дискретного індикатора – і допускається їхня послідовна робота в часі, то пропонується блоки сканування об'єднати в один.

Структури підсистем цифрової клавіатури і виведення інформації на дискретний індикатор об'єднані в одну структурну схему з підсистемою процесора (рисунок 3).

Принцип роботи спеціалізованої мікропроцесорної системи із підсистемами цифрової клавіатури і виведення даних на дискретний індикатор виглядає наступним чином. Після ініціалізації та установки всіх блоків підсистем у необхідний режим, а також після виконання основної прикладної програми, що перебуває в блоці 3 постійної пам'яті, включається в роботу підсистема цифрової клавіатури. За командами підпрограми обслуговування клавіатури з блоку 3 мікропроцесорний блок 1 формує номер опитуваного рядка блоку 4 клавіатури, після чого завантажує його в блок 2 сканування. Через деякий час затримки мікропроцесорний блок 1 звертається до блоку 5 читання клавіатури за скан-кодом натиснутої клавіші, який ним перетворюється в двійково-десятковий код (ДДК) і далі у код графіки цифри за допомогою таблиць, розміщених у блоці 3. Після перетворення отримані коди виведеної цифри

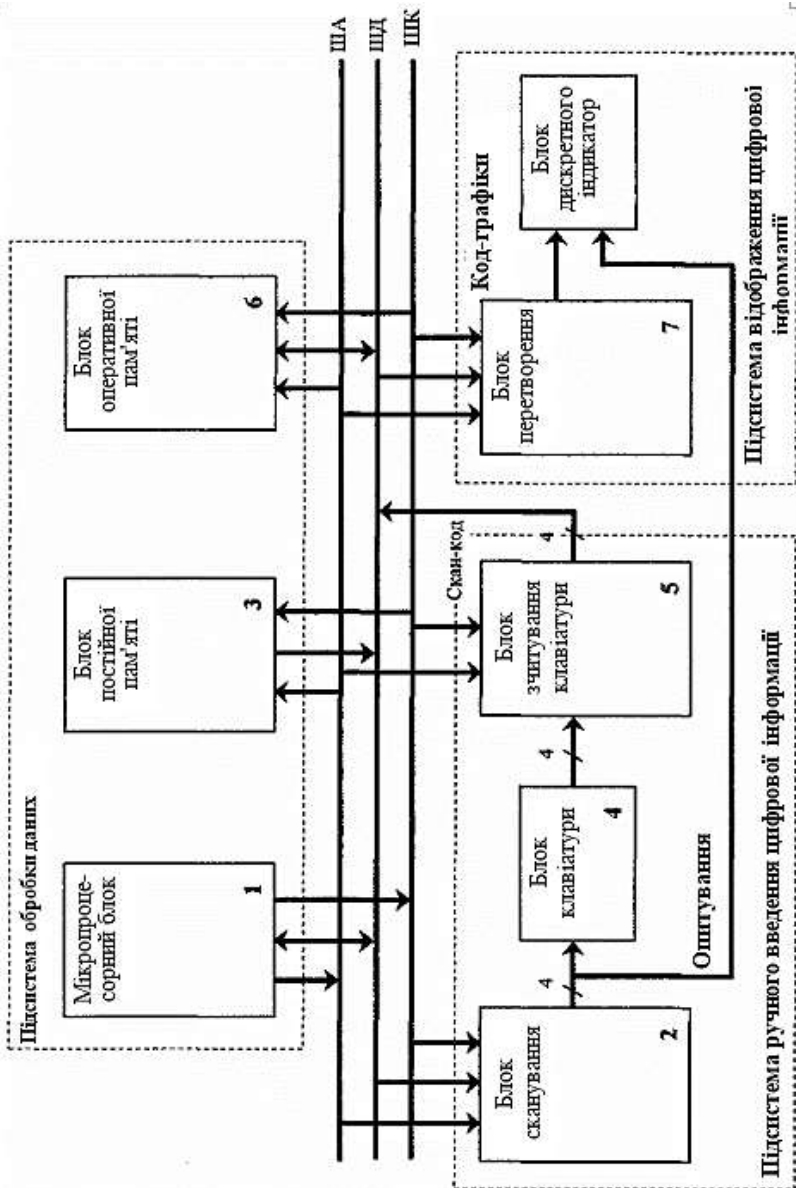


Рисунок 3 – Приклад структури спеціалізованої мікропроцесорної системи

заносять у блок 6 оперативної пам'яті. Після обслуговування клавіатури мікропроцесорним блоком 1 виконується звертання до підсистеми виведення на дискретний індикатор. При цьому за командами підпрограми обслуговування індикатора мікропроцесорний блок 1 вмикає по черзі розряди індикатора, завантажуючи для цього номер розряду в блок 2 сканування. Після цього мікропроцесорний блок 1 заносить двійково-десятковий код цифри із блоку 6 оперативної пам'яті в блок 7 перетворення, підключений до блоку 8 дискретного індикатора, у якому відбувається відображення введеної цифри. Через певний час затримки блок 1 знову виконує основну прикладну програму, після виконання якої знову запускаються на виконання підпрограми цифрової клавіатури і індикатора.

3.3.3 Розробка принципової схеми заданої спеціалізованої підсистеми.

Архітектура спеціалізованої мікропроцесорної системи і підсистем, які є її складовими, залежить від типу мікропроцесора, який буде застосовано. Таким чином, перш за все необхідно обрати мікропроцесор або мікроконтролер, який є головним елементом. З огляду на обраний мікропроцесор або мікроконтролер слід обрати також інші елементи – програмовані контролери, інтерфейсні мікросхеми та мікросхеми обв'язки.

На сьогоднішній день у світі існує величезна кількість мікропроцесорних комплектів і мікроконтролерів, кожний з яких в змозі розв'язати задачі підсистем, які проектуються в курсовому проекті. Тому здобувач може обирати для виконання курсового проекту будь-які мікропроцесорні або мікроконтролерні засоби компаній-виробників ST Microelectronics, Intel, Microchip, Atmel, Signal тощо. Наприклад, кожен підсистему з таблиці варіантів 2 можна

реалізувати на базі існуючих програмованих контролерів Intel 82XX (таблиця 6).

Таблиця 6 – Програмовані контролери для можливого застосування

Підсистема, яка реалізується	Програмований контролер
Підсистема прямого доступу до пам'яті	Intel 8257
Підсистема переривань	Intel 8259
Підсистема цифрової клавіатури	Intel 8282/83, Intel 8275
Підсистема виведення на дискретний індикатор	Intel 8282/83, Intel 8275, Intel 8279
Підсистема паралельного інтерфейсу	Intel 8255, Intel 8155, Intel 8135/8755A
Підсистема послідовного інтерфейсу	Intel 8251
Підсистема формування часових інтервалів	Intel 8253

Приклад. Розробка схеми підсистеми паралельного інтерфейсу.

Розв'язування. Підсистема паралельного інтерфейсу призначена для функціонального, електричного й конструктивного узгодження спеціалізованої мікропроцесорної системи із зовнішніми пристроями, а також самої підсистеми з підсистемою процесора. Під функціональним узгодженням розуміють забезпечення єдиного алгоритму обміну між взаємодіючими пристроями, під електричним – забезпечення відповідності параметрів електричних сигналів, а під конструктивним – забезпечення відповідності контактів і роз'ємних з'єднувачів. Підсистема, що розробляється, являє собою сукупність портів введення/виведення, кожний з яких обслуговує

окремий зовнішній пристрій. Порт введення/виведення повинен містити засоби сполучення із системними шинами й засоби керування введенням/виведенням. Відповідно до завдання на проектування порти введення/виведення є 8-розрядними й реалізують двосторонній обмін. Тип обслуговування пропонується взяти змішаним: вся підсистема обслуговується за перериванням, а кожен порт окремо за програмою. Найбільш ефективним способом побудови підсистеми паралельного інтерфейсу є спосіб на основі програмно-керованої логіки, що дозволяє, за потреби, легко переналаштувати порти введення/виведення на інший режим обміну або інший зовнішній пристрій. Як елементну базу двопортової підсистеми паралельного інтерфейсу будемо використовувати програмовану інтегральну схему Intel 8255 [31].

Мікросхема Intel 8255 виконана за nМОП-технологією, живиться від джерела +5 В і споживає струм 120 мА. Мікросхема Intel 8255 містить два 8-розрядних порти введення/виведення – PA(7-0) і PB(7-0), два 4-розрядних порти введення/виведення – PC(3-0) і PC(7-4). В мікросхемі паралельного інтерфейсу DD1 буде використовуватися порт PA(7-0), оскільки тільки даний порт може працювати в режимі 2 – режимі двостороннього обміну (рисунок 4). При цьому п'ять розрядів PC(7-3) порту PC використовуються для прийому й вироблення сигналів керування обміном: PC7 – вихідний сигнал -OBFA («Вихідний буфер повний»), PC6 – вхідний сигнал -АСКА («Підтвердження виведення»), PC5 – вихідний сигнал IBFA («Вхідний буфер повний»), PC4 – вхідний сигнал -STBA («Строб введення»), PC3 – вихідний сигнал INTA («Запит переривання»). Двонаправлений зв'язок Intel 8255 з системної ШД здійснюється через внутрішній 8-розрядний буфер даних D7-D0. На рисунку 4 представлено під'єднання порту введення/виведення з адресою 00h до ША, ШД, ШК

та зовнішнього пристрою 1 (ЗП1). Під'єднання другого порту з адресою 04h до системних шин і зовнішнього пристрою 2 є аналогічним. Елемент DD2 «4АБО-НІ» служить для формування запиту на переривання підсистеми паралельного інтерфейсу.

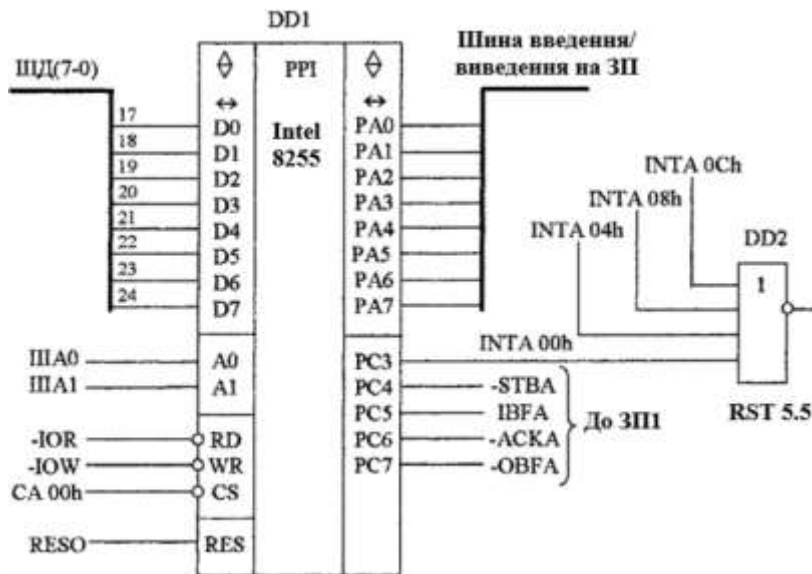


Рисунок 4 – Порт введення/виведення: під'єднання Intel 8255 до підсистеми паралельного інтерфейсу

Формат керуючого слова, формат слова стану й часових діаграм введення/виведення в режимі 2 для Intel 8255 наведені в [31].

При введенні сигнали строба прийому -STBA, прийняті із входу PC4, записують дані в регістр порту PA й установлюють (одичинним значенням) ознаку IBFA стану заповнення вхідного регістра (1 – регістр заповнений, 0 – регістр порожній) і ознаку переривання INTA (1 – є переривання). При цьому тригер PC4 порту PC

застосовується для збереження ознаки дозволу переривання INTE2 при введенні даних.

У вихідний стан ознаки IBFA й INTA встановлюються за сигналом читання -RD.

При виведенні даних розряд PC7 зберігає стан вихідного буферного регістра – OBFA (1 – буфер порожній, 0 – буфер заповнений). При цьому тригер PC6 порту PC використовується для зберігання ознаки дозволу переривання INTE1 при виведенні даних. Вихід тригера PC6 приймає сигнали -АСКА від ЗП, за якими встановлюються ознаки -OBFA = 1 і запиту на переривання INTA = 1. Скидаються ознаки в нульовий стан за сигналом запису -WR.

Для дозволу формування запитів переривань INTA ознаки повинні бути встановлені керуючими словами установки/скидання в одиничний стан при початковій ініціалізації підсистеми (рисунок 5). Сигнали -OBFA й IBFA використовуються для керування ЗП, а сигнали -АСКА й -STBA – для керування підсистемою паралельного інтерфейсу (рисунок 4). Послідовність введення й виведення даних може бути будь-якою.

Адресація портів введення/виведення і їхнє під'єднання через буфер даних до ШД виконується за допомогою адресних розрядів ША1 і ША0. Виконувані при цьому дії в МПС показані в таблиці 7.



Рисунок 5 – Керуюче слово встановлення/скидання розрядів порту PC

Таблиця 7 – Адресація Intel 8255 та режими його роботи, де zz – розряди адреси порту

Старший байт ША A ₁₅ A ₁₄ A ₁₃ A ₁₂ A ₁₁ A ₁₀ A ₉ A ₈	Порт, який адресується	Виконувана дія
0000zz00	РА(7-0)	Введення/виведення даних
0000zz01	РВ(7-0)	Не використовується
0000zz10	РС(7-3)	Порозрядна установка/скидання розрядів, зчитування слова стану
0000zz11	Регістр керуючого слова	Ініціалізація мікросхеми і налаштування її портів

3.3.4 Розробка програмного забезпечення заданої спеціалізованої підсистеми.

Під час проектування програмного забезпечення варто використати модульний принцип, відповідно до якого програма розбивається на сукупність взаємозалежних модулів, кожний з яких виконує окрему функцію. Доцільно розбити програмне забезпечення на модулі (підпрограми):

- головна програма, що організує передачу керування всім іншим модулям (підпрограмам) й виконує основне прикладне завдання з обчислювальної обробки даних;
- підпрограма обслуговування першої підсистеми;
- підпрограма обслуговування другої підсистеми.

Приклад. Розроблення програмного забезпечення підсистеми цифрової клавіатури і підсистеми виведення даних на дискретний індикатор.

Розв'язування. Перш за все необхідно розробити алгоритми роботи підсистем цифрової клавіатури й виведення на дискретний індикатор.

Відповідно до завдань підсистеми цифрової клавіатури (див. приклад підпункту 3.3.2) пропонується такий алгоритм її роботи (рисунок 6). Алгоритм ґрунтується

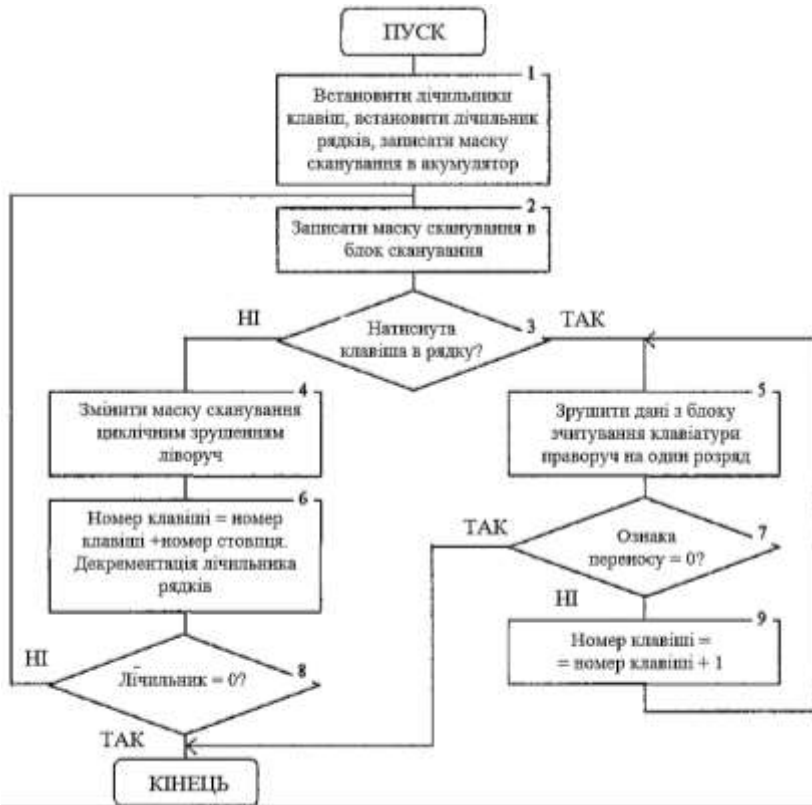


Рисунок 6 – Блок-схема алгоритму обслуговування підсистеми цифрової клавіатури

на послідовному записі нуля в кожний з рядків матриці клавіатури. За наявності нуля в одному з стовпців визначаються факт натискання й номер клавіші, що перебуває на перетині відповідного стовпця й опитуваного рядка матриці. Номер натиснутої клавіші визначається за номером стовпця клавіатури, у якому виявлена натиснута клавіша, і номером рядка, у якому записаний нуль.

Розв'язання задач, пов'язаних з відображенням даних у підсистемі виведення на дискретний індикатор,

забезпечується алгоритмом на рисунку 7. Алгоритм реалізує мультиплексний режим роботи дисплея.

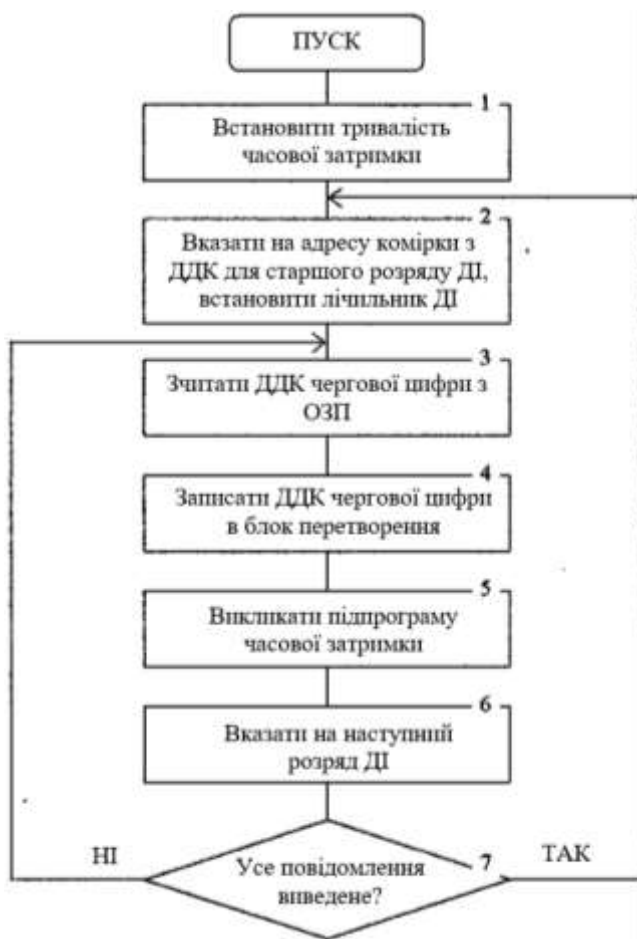


Рисунок 7 – Блок-схема алгоритму відображення цифрових даних (ДДК – двійково-десятковий код, ДІ – дискретний індикатор, ОЗП – оперативний запам’ятовувальний пристрій)

На основі отриманих алгоритмів роботи підсистеми цифрової клавіатури й підсистеми виведення даних на дискретний індикатор розробляється текст програми мовою асемблер мікропроцесора або мікроконтролера, що використовується для побудови спеціалізованої мікропроцесорної системи.

Основну програму розмістимо в адресному просторі 0010h-0500h. Двійково-десятковий код відображуваних цифр утримується в комірках пам'яті 0810h-0803h (старша цифра числа в комірці 0810h). Підпрограма затримки повинна бути розміщена починаючи з адреси 0600h.

Підпрограми обслуговування цифрової клавіатури й виведення даних на дискретний індикатор об'єднані, створені мовою асемблер ASM85 і мають такий вигляд:

Адреса	Машинний код	Мітка	Мнемокод	Коментар
0500	06 00		MVI B, 00	Обнуління лічильника клавiш
0502	0E 0E		MVI C, 0E	Установка коду опитування
0504	16 04		MVI D, 04	Установка лічильника рядків
0506	21 10 08		LXIH,0810	Записати в регістрову пару HL адресу пам'яті з ДДК першої цифри
0509	1E 80		MVI B, 80	Установка затримки відображення цифри
050B	79	FROW	MOV A, C	Записати код опитування в акумулятор
050C	D3 11		OUT 11	Записати код опитування в блок сканування

050E	07	RLC	Змінити код опитування зрушенням ліворуч
050F	4F	MOV C, A	Зберегти новий код опитування в регістрі C
0510	DB 12	IN 12	Отримати скан-код із блоку зчитування клавіатури
0512	E6 07	ANI 07	Маскувати розряди скан-коду, що не використовуються
0514	FE 07	CPI 07	Чи є 0 в молодших розрядах скан-коду?
0516	C2 1F 08	JNZ FCOL	Якщо є, то йти на мітку FCOL
0519	78	MOV A, B	Змінити вміст
051A	C603	ADI 03	лічильника
051C	47	MOV B, A	номерів клавіш
051D	AF	XRA A	Очистити акумулятор
051E	7E	MOV A, M	Записати в акумулятор адресу з ДДК цифри
051F	D3 13	OUT 13	Записати в блок перетворення
0521	CD 0006	CALL DELB	Викликати підпрограму часової затримки
0524	AF	XRA A	Очистити акумулятор
0525	2D	DCR L	Зменшити вміст регістрової пари HL на 1

0526	15		DCRD	Зменшити вміст лічильника рядків на 1
0527	C2 06 05		JNZ FROW	Якщо рядок не останній, то продовжити опитування
052A	C3 33 05		JMP DONE	Якщо останній, то перейти до основної програми
052D	1F	FCOL	RAR	Зрушити вміст акумулятора праворуч
052E	D2 33 05		JNC DONE	Якщо перенос, то збільшити вміст лічильника клавіш.
0531	04		INR B	Збільшення лічильника клавіш на 1
0532	C3 2D 05		JMP FCOL	і повернення до мітки FCOL
0533	C3 00 10	DONE	JMP BASE	Якщо ні, то перейти до основної програми

3.3.5 Розробка принципової схеми розподіленої мікроконтролерної системи.

Характерною рисою сучасних спеціалізованих і промислових мікропроцесорних систем є розподіленість у підходах до вирішення інформаційних завдань збору даних, їх обчислювальної обробки, приймання та формування керуючих рішень, що призводить до розподіленості структури мікропроцесорних систем.

Розподілена мікропроцесорна система – це сукупність незалежних мікропроцесорних (мікроконтролерних) пристроїв, які взаємодіють один з одним з метою рішення задач, які не вирішуються одним мікропроцесорним (мікроконтролерним) пристроєм індивідуально [30].

Невід’ємними частинами розподілених мікропроцесорних систем є мікроконтролерні пристрої та канали зв’язку між ними, які будуються на основі інтерфейсів (таблиця 6).

Приклад. Розробка схеми розподіленої мікроконтролерної системи спряження з цифровою клавіатурою та введення числових даних до персонального комп’ютера на основі USB інтерфейсу.

Розв’язування. Найбільш раціональним буде використання мікроконтролера, який має апаратну підтримку інтерфейсу USB [32]. Можливі і інший шлях побудови мікроконтролерної системи на основі заданого типу інтерфейсу – застосування окремого універсального конвертера інтерфейсу USB на інтерфейс SPI, I2C, RS-485 тощо. Доцільність того чи іншого рішення повинно обґрунтовуватися здобувачем в залежності від апаратно-програмних або часових обмежень.

Апаратно реалізований USB інтерфейс у складі мікроконтролера означає, що в інтегральній схемі існує електронний модуль, у регістр якого програма лише завантажує байти передачі, а формування сигналів обміну та інші операції робить саме цей вузол. Одним з таких мікроконтролерів з внутрішньою апаратною реалізацією USB інтерфейсу є Atmega32U4 на основі ядра AVR компанії Atmel, на базі якого пропонується побудова заданої розподіленої мікроконтролерної системи. Основні параметри мікроконтролера Atmega32U4 приведені в додатку Е [33].

До переліку основних завдань даної проекрованої мікроконтролерної системи входить спряження з цифровою клавіатурою та введення числових даних до персонального комп’ютера. Схема заданої розподіленої мікроконтролерної системи на основі інтерфейсу USB для зв’язку з персональним комп’ютером із застосуванням мікроконтролера Atmega32U4 показана на рисунку 8.

3.3.6 Розробка програмного забезпечення розподіленої мікроконтролерної системи.

Приклад. Розробка програмного забезпечення мікроконтролерної системи спряження з цифровою клавіатурою та введення числових даних до персонального комп'ютера на основі USB інтерфейсу.

Розв'язування. Скористуємося технічними рішеннями з попереднього прикладу, коли для побудови заданої розподіленої мікроконтролерної системи застосовується мікроконтролер Atmega32U4 з вбудованим модулем USB інтерфейсу. Обраний мікроконтролер має підтримку драйверами в популярних операційних системах. Необхідно налаштувати роботу апаратного USB інтерфейсу та створити програму для проектованої системи.

Для налаштування USB інтерфейсу необхідно створити файл конфігурації для пристрою типу HID (human interface device) згідно специфікації мікроконтролера та використаного інтерфейсу [34].

Для роботи з клавіатурою для даного контролера є готова бібліотека *Keyboard.h* [35]. Вона містить весь необхідний набір функцій для заданої системи. Для спілкування комп'ютера з проектованою системою і правильного розуміння натиснутих кнопок обрана бібліотека має таблицю відповідності символів та їх кодів.

Програма мовою високого рівня C/C++ для проектованої мікроконтролерної системи спряження на основі USB інтерфейсу виглядає наступним чином:

```
#include <Keypad.h> // Підключаємо бібліотеки для
клавіатури та роботи з USB інтерфейсом.
#include <Keyboard.h>
const byte ROWS = 4; // В нашому випадку клавіатура
на 4 рядки.
const byte COLS = 4; // і 4 колонки
char keys[ROWS][COLS] = { // Вказуємо призначення
клавіш.
```

```

{'1', '2', '3', '/'},
{'4', '5', '6', '*'},
{'7', '8', '9', '+'},
{'C', '0', '=', '-'}
};
byte rowPins[ROWS] = {9, 8, 7, 6}; // Призначаємо входи
до яких підключені рядки.
byte colPins[COLS] = {5, 4, 3, 2}; // Призначаємо входи
до яких підключені стовпчики.
Keypad kpd = Keypad( makeKeypad(keys), rowPins,
colPins, ROWS, COLS ); // Ініціалізуємо нашу матрицю
клавiш.
void setup()
{
Keyboard.begin(); // Ініціалізуємо зв'язок комп'ютера і пристрою.
}
void loop()
{
char key = kpd.getKey(); // Створюємо змінну для
зчитування значень з клавіатури.
if (key) // Фіксуємо натиснення.
{
switch (key)
{
case '0': // Якщо клавіша натиснута то відправляємо
комп'ютеру відповідний код.
Keyboard.write(0x27);
break;
case '1':
Keyboard.write(0x1e);
break;
case '2':
Keyboard.write(0x1f);
break;
case '3':
Keyboard.write(0x20);
break;
case '4':
Keyboard.write(0x21);
break;
case '5':

```

```

        Keyboard.write(0x22);
        break;
    case '6':
        Keyboard.write(0x23);
        break;
    case '7':
        Keyboard.write(0x24);
        break;
    case '8':
        Keyboard.write(0x25);
        break;
    case '9':
        Keyboard.write(0x26);
        break;
    case '/':
        Keyboard.write(0x38);
        break;
    case '*':
        Keyboard.press(0x80); // Програмно натискаємо
        // клавiшу Shift.
        Keyboard.write(0x25);
        Keyboard.releaseAll(); // Відтискаємо клавiші.
    break;
    case '-':
        Keyboard.write(0x2d);
        break;
    case '+':
        Keyboard.press(0x80);
        Keyboard.write(0x2e);
        Keyboard.releaseAll();
        break;
    case '=':
        Keyboard.write(0x2e);
        break;
    case 'C':
        Keyboard.write(0x00);
        break;
    }
}
}
}

```

Деякі символи потребують натиснення клавіші модифікатора, а саме Shift. Дана особливість реалізована за рахунок програмного включення цієї клавіші, після чого йде код клавіші з потрібним символом.

3.4 Висновки курсового проекту

У висновках необхідно навести найбільш важливі наукові та практичні результати, одержані в курсовому проекті, які повинні містити формулювання науково-практичної задачі, що розв'язується, її значення для практики. Далі формулюються висновки та рекомендації щодо використання результатів проекту на практиці.

На початку викладення висновків стисло оцінюють стан питань, що розв'язуються. Далі у висновках розкривають методи рішення поставлених в курсовому проекті завдань, їх практичний аналіз, порівняння з відомими прикладами розв'язання.

У висновках необхідно підкреслити якісні та кількісні показники отриманих результатів, обґрунтувати їх достовірність, викласти рекомендації стосовно їх використання.

3.5 Список літератури до курсового проекту

Список літератури являє собою перелік технічної літератури та нормативно-довідкових документів, якими користувався здобувач під час виконання курсового проекту, на які є посилання в пояснювальній записці. При цьому зазначаються автори, повне найменування джерела, видавництво і рік видання.

Необхідно дотримуватися наступних вимог до списку літератури:

– рік видання переважної більшості застосованої літератури не повинен перевищувати п'ятирічний термін;

– обов’язкове включення іншомовних джерел за тематикою курсового проекту.

3.6 Додатки до курсового проекту

За необхідності в додатки можливе включення допоміжного матеріалу для повноти сприйняття роботи:

- проміжні математичні викладки і розрахунки;
- таблиці допоміжних цифрових даних;
- інструкції та методики, опис алгоритмів і програмного забезпечення розв’язання задач при побудові проектованої спеціалізованої або розподіленої мікроконтролерної системи;
- нормативно-довідкові матеріали стосовно обраних інтегральних схем програмно-керованої логіки та інших електронних вузлів;
- ілюстрації допоміжного характеру.

4 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

4.1 Керівництво курсовим проектом

Безпосереднє керівництво виконанням здобувачами курсових проектів покладається на провідного викладача дисципліни «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи» або за його дорученням на асистентів за цим освітнім компонентом.

До обов’язків керівника курсового проекту входять:

- видача здобувачам завдання на курсовий проект, форма якого наведена в додатку Д;
- ознайомлення здобувачів з календарним планом виконання курсового проекту;
- проведення консультацій відповідно до розкладу та контроль процесу виконання курсового проекту згідно

календарного плану;

- надання рекомендацій здобувачам щодо науково-технічної та нормативно-довідкової літератури за темою курсового проекту;

- визначення перспективних напрямів вирішення поставлених задач, а також виявлення помилок у прийнятих здобувачами технічних або організаційних рішеннях;

- перевірка пояснювальної записки і креслярського матеріалу з метою усунення порушень вимог стандартів та норм академічної доброчесності;

- попереднє заслуховування результатів виконання курсового проекту.

Контроль керівника курсового проекту не звільняє здобувача від відповідальності за обґрунтованість прийнятих рішень, дотримання стандартів і термінів виконання календарного плану. Календарний план міститься в завданні на курсовий проект (додаток Д).

На консультаційних заняттях здобувачі регулярно заслуховуються про хід виконання календарного плану курсових проектів.

4.2 Організація проектної роботи здобувачів

Виконання курсового проекту є багатоплановим і тривалим процесом, який потребує від здобувачів не тільки конкретних знань і вмій, але й відповідного розподілу навчально-методичних акцентів, допомогу в розставленні яких можуть надати дані методичні вказівки. Відповідно, рекомендується слідувати порядку виконання курсового проекту, який наведений в даній методичній праці.

Якщо тема курсового проекту має індивідуальний характер і не входить до переліку варіантів таблиць 2 і 3, то зміст завдання на проект, терміни календарного плану, наявність певних розділів та підрозділів пояснювальної

записки, доцільність технічних рішень здобувачу рекомендується узгоджувати у тісній взаємодії з керівником курсового проекту.

5 ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

5.1 Подання курсового проекту до захисту

Завершений курсовий проект, що включає пояснювальну записку та креслярський матеріал, в паперовому вигляді, підписаний здобувачем, або електронному вигляді у doc- чи pdf-форматі, завірений кваліфікованим електронним підписом (КЕП) здобувача, надається керівнику курсового проекту для перевірки.

Перевірка курсового проекту полягає у дотриманні відповідності змісту курсового проекту завданню, вихідним даним, поставленим вимогам та правильності оформлення згідно з основними положеннями ДСТУ 3008:2015 [7], ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 [9], ГОСТ 19.701-90 [12], ДСТУ 8302:2015 [14], ГОСТ 2.105-95 ЕСКД [15], ДСТ 19.701-90 (ІСО 5807-85) [25]. Керівник складає попередній письмовий відгук, в якому дає характеристику курсовому проекту здобувача та отриманим в процесі її виконання результатам.

У відгуку керівника курсового проекту повинні знайти відображення такі питання:

- новизна розробки та ступінь її складності;
- вміння здобувача працювати з науково-технічною та нормативно-довідковою літературою;
- самостійність роботи здобувача, вміння користуватися сучасними методами та засобами досліджень, комп'ютерною технікою, вміле використання необхідної технічної документації, стандартів тощо;
- відношення здобувача до навчальної роботи при виконанні проекту, його відповідальність та вміння

працювати систематично, виявлені при цьому акуратність, грамотність тощо;

– схильність та здібності здобувача до теоретичних досліджень або практичної роботи, наявність творчого підходу до вирішення питань тощо.

Наприкінці відгуку керівник курсового проекту повинен зробити висновок про ступінь відповідності сформованих компетентностей, рівень досягнутих результатів навчання при виконанні курсового проекту та рівень володіння навчально-практичним матеріалом за дисципліною «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи», а також оцінити змістовну частину курсового проекту, його повноту і глибину, кількість рейтингових балів згідно регламенту даного освітнього компонента [1].

Перед захистом курсового проекту проводиться попереднє прослуховування його результатів у вигляді навчально-тренувальної конференції для здобувачів.

5.2 Захист курсового проекту

Захист курсових проектів проводиться у публічній формі перед комісією за участі не менше трьох викладачів (провідний викладач дисципліни, керівники курсових проектів, інші викладачі кафедри електроніки і комп'ютерної техніки). Здобувачі та інші особи, що присутні на захисті, можуть вільно здійснювати аудіо- та відеофіксацію процесу оцінювання.

Проведення публічного захисту курсового проекту передбачає доповідь здобувача – викладання у довільній формі сутності проекту, основних технічних рішень та отриманих результатів. При цьому можуть використовуватися різні форми візуалізації доповіді –

креслярський матеріал, слайди, відеоматеріали, демонстрація програмних моделей, макетів, зразків тощо.

Після завершення доповіді можливі запитання від членів комісії, на які виконавець курсового проекту повинен надати вичерпні, але стислі відповіді. Відповіді на питання членів комісії не повинні виходити за межі теми курсового проекту.

Далі, члени комісії проводять оцінювання здатності здобувача презентувати результати своєї роботи, аргументувати свою позицію, обґрунтовувати власні технічно-організаційні рішення, вести дискусію, критично мислити та проводити аналіз отриманих здобутків. Кількість рейтингових балів, що виділяються для оцінювання другого етапу виконання курсового проекту, тобто її захисту, визначається силабусом та регламентом даного освітнього компоненту [1].

Захист курсових проектів проводиться за розкладом. Тривалість захисту курсового проекту не повинна перевищувати 10 хвилин. На доповідь здобувачу освіти виділяється не більше 4 хвилин.

Підсумкова оцінка за виконання курсового проекту є результат складання кількості балів, наданих керівником за змістовність розділів проекту, та кількості балів, що призначаються членами комісії під час захисту.

Захист курсового проекту з використанням дистанційних технологій навчання має здійснюватися в синхронному режимі (відеоконференція). На початку процедури захисту керівник проекту у присутності комісії та здобувача має оголосити перед виступом здобувача фразу: «Чи підтверджуєте Ви, (ПІБ здобувача), надсилання (дата) курсового проекту з дисципліни «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи» загальним обсягом (повна кількість сторінок разом з додатками) сторінок електронним засобом комунікації до кафедри?».

Допускається, в якості альтернативи синхронному виступу, використання завчасно надісланого здобувачем до комісії відеозапису виступу. При цьому відеозапис виступу має бути виконаний таким чином, щоби можна було однозначно ідентифікувати особу здобувача та засвідчити факт його виступу. Запитання-відповіді до здобувача обов'язково проводяться у синхронному режимі.

Структурно доповідь за результатами курсового проекту повинна складатися з трьох основних частин, а саме вступу, спеціальної частини та висновків.

У вступі необхідно зазначити актуальність теми проекту, надати стислий аналіз проблеми і сформулювати мету проектування, основні задачі, з вирішенням яких було пов'язано виконання курсового проекту.

В спеціальній (основній) частині доповіді у стислій формі необхідно викласти зміст застосованих структурних, алгоритмічних, функціональних та схемотехнічних рішень, зазначити їх новизну і ефективність. Основну частину доповіді слід супроводжувати посиланнями на креслення та інший графічний матеріал.

У заключній частині доповіді необхідно зробити короткий заключний аналіз отриманих результатів, надати загальні висновки і рекомендації щодо області застосування результатів курсового проекту.

Оцінювання результатів захисту, умови перездачі результатів виконання курсового проекту у випадку отримання незадовільної оцінки здійснюється відповідно до Положення про організацію навчального процесу в Сумському державному університеті [36]. Результати виконання та захисту курсових проектів оголошуються у день захисту за розкладом. Повторний захист курсових проектів з метою підвищення оцінки не дозволяється.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Силабус з навчальної дисципліни «Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи» за спеціальністю 171 «Електроніка» освітньо-професійної програми «Електронні системи» другого (магістерського) рівня. <https://pg.cabinet.sumdu.edu.ua/catalog>.

2. Стандарт вищої освіти України: другий (магістерський) рівень, галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації», спеціальність 171 «Електроніка». <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/2020/05/2020-zatverd-standart-171-m.pdf>.

3. Освітньо-професійна програма «Електронні системи» за спеціальністю 171 «Електроніка» для другого (магістерського) рівня вищої освіти <https://op.sumdu.edu.ua/#/programm/2820>.

4. Положення про академічну доброчесність та етику академічних взаємовідносин у СумДУ. Затверджено наказом ректора № 1372-I від 17.12.21 р. <http://surl.li/olaugr>.

5. Оформлення конструкторської документації: навчальний посібник / В. В. Ванін, А. В. Блюк, Г. О. Гнітецька. – 2-ге вид., випр. – К. : Каравела, 2003. – 160 с.

6. Козаков О. М. Оформлення курсових і кваліфікаційних робіт з інженерно-технічних наук: методичні рекомендації / О. М. Козаков. – Чернівці : Чернівецький національний університет, 2010. – 72 с.

7. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2017-01-07.]. – (Національні стандарти України). <https://bit.ly/3YKIq4g>.

8. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006. Єдина система конструкторської документації. Загальні положення. (ГОСТ 2.001-93, IDT). <https://bit.ly/3Lkao3O>.

9. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ

2.104-2006, IDT). <https://bit.ly/3yzw98j>.

10. ДСТУ ГОСТ 2.051:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронні документи. Загальні положення (ГОСТ 2.051-2006, IDT). <https://bit.ly/3mNvWMj>.

11. ДСТУ 2941-94 Системи оброблення інформації. Розроблення систем. Терміни та визначення. <https://bit.ly/3ZLuCrC>.

12. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). Єдина система програмної документації. Схеми алгоритмів, програм, даних та систем. <https://bit.ly/3JAWIFN>.

13. ГОСТ 34.201-89. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Види, комплектність та позначення документів при створенні автоматизованих систем. <https://bit.ly/3ZKq6JU>.

14. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. <https://bit.ly/3TeLsN2>.

15. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Загальні вимоги до текстових документів. <https://bit.ly/3YJsf7q>.

16. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Текстові документи. <https://bit.ly/3Tadvxj>.

17. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Схеми. Види та типи. Загальні вимоги до виконання. <https://bit.ly/3JhhBPу>.

18. ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Види та комплектність конструкторських документів. <https://bit.ly/3JAXXiP>.

19. ДСТУ ГОСТ 2.702:2011 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем. <https://bit.ly/3JayFqB>.

20. ГОСТ 2.709-81 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем цифрової обчислювальної техніки. <https://bit.ly/404bCEK>.

21. ДСТ 2.709-89 (СТ СЭВ 3754-82, СТ СЭВ 6308-88). Єдина система конструкторської документації. Позначення умовні проводів і контактних з'єднань електричних елементів, устаткування і ділянок ланцюгів в електричних схемах. <https://bit.ly/3yJm6xn>.

22. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Позначення буквено-цифрові в електричних схемах. <https://bit.ly/407S0Q8>.

23. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Формати. <https://bit.ly/3TeZqi2>.

24. ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Єдина система конструкторської документації. Загальні вимоги до виконання конструкторських та технологічних документів на друкуючих та графічних пристроях виведення ЕОМ. <https://bit.ly/3yFiRqT>.

25. ДСТ 19.701-90 (ІСО 5807-85). Єдина система програмної документації. Схеми алгоритмів, програм, даних та систем. Умовні позначення та правила виконання. <https://bit.ly/3WwDYZc>.

26. ДСТУ ISO 5807:2016 Оброблення інформації. Символи та угоди щодо документації стосовно даних, програм та системних блок-схем, схем мережевих програм та схем системних ресурсів (ISO 5807:1985, IDT). <https://bit.ly/3LzscXN>.

27. Кірдан О. Формування soft skills здобувачів вищої освіти в освітньому процесі закладу вищої освіти / Олена Кірдан, Олександр Кірдан // Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи. – Вип. (2(6), 2022. – С. 152–160. [https://doi.org/10.31499/2706-6258.2\(6\).2021.248144](https://doi.org/10.31499/2706-6258.2(6).2021.248144).

28. Борю С. Ю. Методичні рекомендації до виконання завдань навчальної обчислювальної практики для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Математика» / С. Ю. Борю, Г. А. Циммерман. – Запоріжжя: ЗНУ, 2014. – 47 с.

29. Новацький А. О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: підручник. У 2 ч. Мікропроцесорні системи / А. О. Новацький. – Київ : КПІ ім. І. Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 367 с.

30. Терещенко Т. О. Розподілені мікропроцесорні системи: конспект лекцій [Електронний ресурс]: для підготовки докторів філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спец. 171 Електроніка за спеціаліз. «Електронні системи» / КПІ ім. І. Сікорського / Т. О. Терещенко – Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2018. – 192 с.

31. Терещенко Т. О. Мікропроцесорна техніка: конспект лекцій: навч. посіб. для студ. спец. 171 «Електроніка», спеціалізації «Електронні компоненти і системи» / Т. О. Терещенко, О. В. Хоменко. – Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2017. – 165 с.

32. USB enabling connections [Електронний ресурс]: <https://www.usb.org> (оновлено 2024 р.).

33. Документація для контролера ATmega32U4 [Електронний ресурс]: <https://bit.ly/3WCVr2j> (оновлено 2024 р.).

34. Human Interface Device Tutorial [Електронний ресурс]: <https://bit.ly/3LIPuKS> (оновлено 2024 р.).

35. Бібліотека для роботи з USB інтерфейсом [Електронний ресурс]: <https://bit.ly/3LEZZPp> (оновлено 2024 р.)

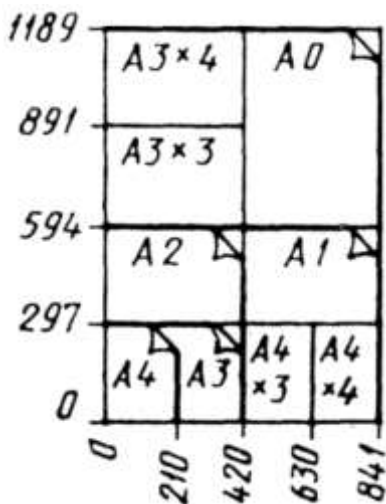
36. Положення про організацію освітнього процесу в Сумському державному університеті, введено в дію наказом ректора № 0622-І від 26.06.24 р.

ДОДАТОК А

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КРЕСЛЕННЯ

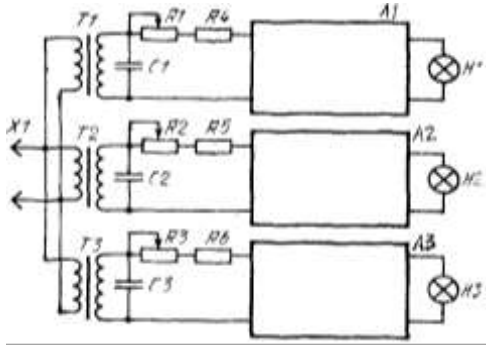


Розміри креслярських листів



ДОДАТОК Б

ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ



Виділення на схемі пристрою, що має самостійну принципову схему



Виділення на схемі пристрою функціональних груп, що мають самостійних схем

ДОДАТОК В

ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ СХЕМ АЛГОРИТМУ


Таблиця В.1

Найменування	Позначення / функція
1	2
Початок (кінець)	 Елемент відображає вхід у зовнішнє середовище або вихід з нього (найчастіше застосування – початок і кінець програми). Всередині фігури записується відповідна дія.
Процес	 Елемент відображає одну або кількох операцій, обробку даних будь-якого виду (зміна значення даних, форми подання, розташування). Всередині фігури записують безпосередньо самі операції.
Умова	 Елемент відображає обробку умови, рішення або функцію перемикального типу з одним входом і двома або більше альтернативними виходами, з яких тільки один може бути обраний після обчислення умов, визначених всередині цього елемента. Вхід в елемент позначається лінією, що входить зазвичай у верхню вершину елемента. Якщо виходів два чи три то зазвичай кожен вихід позначається лінією, що виходить з решти вершин (бічних і нижньої). Якщо виходів більше трьох, то їх слід показувати однією лінією, що виходить з вершини (частіше нижньої) елемента, яка потім розгалужується. Відповідні результати обчислень можуть записуватися поруч з лініями, що відображають ці шляхи.
Функція (процедура)	 Елемент відображає виконання процесу, що складається з однієї або кількох операцій, що визначені в іншому місці програми (у підпрограмі, модулі). Всередині символу записується назва процесу і передані в нього дані.

Продовження таблиці В.1

1	2
Ввід/вивід	 <p>Елемент відображає перетворення у форму, придатну для обробки (введення) або відображення результатів обробки (виведення). Цей символ не визначає носія даних (для вказівки типу носія даних використовуються специфічні символи).</p>
Цикл з параметром	 <p>Елемент відображає заголовок циклу з параметром. У ньому через крапку з комою вказуються ім'я змінної (параметра) з початковим значенням, граничне значення параметра (або умова виконання циклу), крок зміни параметра.</p>
Межа циклу	 <p>Елемент складається з двох частин - відповідно, початок і кінець циклу - операції, що виконуються всередині циклу, розміщуються між ними. Умови циклу і збільшення записуються всередині символу початку або кінця циклу – в залежності від типу організації циклу. Часто для зображення на блок-схемі циклу замість цього символу використовують символ рішення, вказуючи в ньому умову, а одну з ліній виходу замикають вище в блок-схемі (перед операціями циклу).</p>
З'єднувач	 <p>Елемент відображає вихід в частину схеми і вхід з іншої частини цієї схеми. Використовується для обриву лінії та продовження її в іншому місці (приклад: поділ блок-схеми, що не поміщається на листі). Відповідні сполучні символи повинні мати одне (при тому унікальне) позначення.</p>

Закінчення таблиці В.1

1	2
<p>Коментар</p>	 <p>Елемент використовується для детальнішої інформації про кроки, процесу або групи процесів. Опис поміщається з боку квадратної дужки і охоплюється нею по всій висоті. Пунктирна лінія йде до описуваного елемента, або групи елементів (при цьому група виділяється замкнутою пунктирною лінією). Також символ коментаря слід використовувати в тих випадках, коли обсяг тексту в будь-якому іншому символі (наприклад, символ процесу, символ даних та ін.) перевищує його обсяг.</p>

ДОДАТОК Д

ЛИСТ ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

_____ Сумський державний університет _____
Факультет _____ електроніки та інформаційних технологій _____
Кафедра _____ електроніки і комп'ютерної техніки _____
Спеціальність _____ 171 Електроніка _____

Завдання на курсовий проект студентів

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

_____ затверджено наказом по університету від «__» «__» 20__ р. №

2. Термін здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

7. Дата видачі завдання

8. Керівник роботи

9. Завдання прийняв до виконання _____

Календарний план

№ п/п	Найменування етапів курсового проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка

Студент _____

Керівник роботи _____

«___» _____ 202__ р.

ДОДАТОК Е

**ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОГО АРКУША
ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО
ПРОЕКТУ**

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до курсового проекту
на тему:

(тема роботи)

Керівник проекту

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Студент гр.

(шифр групи)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Суми 20__ р.

ДОДАТОК Є

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ МІКРОКОНТРОЛЕРА АТМЕГА32U4

Таблиця Е.1

ЦПУ: Ядро	AVR
ЦПУ: MIPS	16
ЦПУ: F, МГц	від 0 до 16
Пам'ять: Flash, КБайт	32
Пам'ять: RAM, КБайт	2.5
Пам'ять: EEPROM, КБайт	1
I/O (макс.), шт.	26
Таймери: 8-біт, шт	2
Таймери: 16-біт, шт	2
Таймери: Каналів ШІМ, шт	8
Інтерфейси:	UART, SPI, I²C, USB.
Аналогові входи: Розрядність АЦП, біт	10
Аналогові входи: Каналів АЦП, шт	12
Аналогові входи: Швидкодія АЦП, kSPS	15
V_{CC}, В	от 2.7 до 5.5
I_{CC}, мА	18
T_A, °C	от -40 до 85
Корпус	QFN-44 TQFP-44

Електронне навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання курсового проекту з дисципліни
«Спеціалізовані та промислові мікропроцесорні системи»
зі спеціальності 171 «Електроніка»
освітньо-професійної програми
«Електронні системи»
для здобувачів вищої освіти другого рівня
усіх форм навчання

Відповідальний за випуск А. С. Опанасюк
Редактор
Комп'ютерне верстання І. А. Кулик

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. Обл.-вид.арк

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Р.- Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.