

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ  
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом  
поїздів**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ**

**до практичних занять, дипломного проектування,  
розрахунково-графічної роботи і контрольної роботи  
з дисципліни**

***«ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ»***

**Харків – 2020**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 17 лютого 2020 р., протокол № 6.

Рекомендовано для студентів усіх форм навчання зі спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 273 «Залізничний транспорт» на тему «Розробка автоматизованої системи управління».

Укладачі:

проф. С. В. Панченко,  
доц. А. А. Прилипко

Рецензент

доц. О. О. Сосунов

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Мета контрольної та розрахунково-графічної робіт.....	6
Оформлення контрольної та розрахунково-графічної робіт.....	6
Порядок виконання контрольної та розрахунково-графічної робіт.....	6
Програма з проведення практичних занять .....	7
Програма самостійної роботи для студентів денної форми навчання.....	10
Завдання для написання реферату.....	11
Послідовність виконання розрахунково-графічної та контрольної робіт.....	11
Програмоване завдання і дані для виконання контрольної та розрахунково-графічної робіт.....	12
Список літератури.....	24
Додаток А. Короткі теоретичні відомості .....	26

## ВСТУП

Мікропроцесорні системи порівняно з релейними мають багато переваг [2]. Основною є розширення функціональних можливостей. Розглянемо це питання для залізничного транспорту на прикладі мікропроцесорної централізації (МПЦ). Системи МПЦ все більше реалізуються за допомогою нових технічних засобів – мікропроцесорів та схем з високим ступенем інтеграції елементів. Ця тенденція буде підсилюватися, оскільки використання нових стандартних технологій стає обов'язковим, наприклад для передачі даних з метою зниження витрат за рахунок застосування наявних комунікаційних мереж і стандартних протоколів. Те саме стосується процесорних плат, спеціалізоване розроблення яких тільки для застосування на залізничному транспорті вимагає все більших витрат.

Існуюча тенденція підвищення ефективності управління рухом поїздів за рахунок збільшення довжини ділянки управління поїзною диспетчера визначає нові вимоги до ступеня автоматизації управління, що має забезпечувати необхідний рівень перевезень і безпеки руху поїздів. Тому назріла необхідність змінити підхід до створення стислої системи: від локальних пристроїв за виконуваними функціями до технологічно замкнутих систем управління рухом поїздів і маневрової (сортувальної) роботи. Створення цифрових мереж зв'язку та впровадження нових інформаційних технологій із централізацією диспетчерського керування дозволили змінити систему управління і розширити її функції. Мікропроцесорні системи забезпечили роботу інформаційних систем у реальному масштабі часу, тобто підвищили ефективність роботи всього виробничого процесу.

До переваг МПЦ порівняно з релейною належать:

- можливість управління об'єктами багатьох станцій і перегонів з одного робочого місця;
- можливість інтеграції управління перегінними пристроями СЦБ і приладами контролю стану рухомого складу в одному станційному процесорному пристрої на малих станціях;
- розширений набір технологічних функцій, надання експлуатаційному і технічному персоналу розширеної інформації

про стан пристроїв СЦБ на станції з можливістю передачі цієї та іншої інформації в регіональний центр управління перевезеннями; наявність вбудованого діагностичного контролю стану апаратних засобів централізації та об'єктів управління і контролю;

– можливість централізованого та децентралізованого розміщення об'єктних контролерів для управління станційними і перегінними об'єктами. Децентралізоване розміщення об'єктних контролерів дозволяє значно знизити питому витрату кабелю на одну централізовану стрілку;

– порівняно просте стикування із системами більш високого рівня управління;

– можливість безперервного протоколювання дій експлуатаційного персоналу з управління об'єктами та всієї поїзної ситуації на станціях і перегонах;

– значно менші габарити устаткування і, як наслідок, в 3 – 4 рази менший обсяг приміщень для його розміщення, що дозволяє замінити застарілі системи централізації без будівництва нових постів; значно менший обсяг будівельно-монтажних робіт;

– зручна технологія перевірки залежностей без монтажу макета за рахунок використання спеціалізованих налагоджувальних засобів;

– скорочення строку виключення з роботи станційних і перегінних пристроїв у випадках зміни шляхового розвитку станції та пов'язаних із цим залежностей між стрілками і сигналами;

– використання як середовище передачі інформації між пристроями управління та керованих об'єктів не тільки кабелів з мідними жилами, але також і волоконно-оптичних кабелів;

– можливість одержання з архіву параметрів роботи польових пристроїв СЦБ для наступного прогнозування їхнього стану або планування проведення ремонту та регулювання, не допускаючи повних відмов цих пристроїв;

– зниження експлуатаційних витрат за рахунок зменшення енергоємності системи, скорочення приблизно на порядок кількості електромагнітних реле та довжини внутрішньопостових кабелів.

## **Мета контрольної та розрахунково-графічної робіт**

Метою є вивчення та набуття первинних навичок проектування автоматичних та автоматизованих систем управління (АСУ) з використанням мікропроцесорної (МП) елементної бази.

## **Оформлення контрольної та розрахунково-графічної роботи**

Обсяги контрольної та розрахунково-графічної робіт не мають перевищувати 15-20 сторінок форматом 210x297мм із текстом, написаним на одному боці з обов'язковою нумерацією, включаючи розрахункові формули і таблиці. Робота оформляється відповідно до посібника [1].

В роботі виконувати тільки те, що рекомендується у пунктах під назвою «Завдання ...». Наприкінці пояснювальної записки та кожного розділу слід привести короткий висновок за результатами виконаних розрахунків.

Пояснення, що приводяться в роботі, не слід супроводжувати переписуванням основних положень підручника або цих методичних рекомендацій.

Наприкінці роботи привести список використаної при виконанні роботи літератури, посилаючись на них в тексті при застосуванні даних довідкового характеру. Якщо значення величин узяті з цих методичних вказівок, то на них у тексті варто послатися як на літературне джерело.

Виправлення по зауваженнях варто приводити поруч із зауваженнями на чистому боці аркушів або на додатковій сторінці.

## **Порядок виконання контрольної та розрахунково-графічної робіт**

Як відомо, основні цілі та завдання залізничної автоматики, телемеханіки (ЗАТ) та управління такі:

- безпечне управління транспортними процесами;
- ці системи мають забезпечувати оптимальне управління процесом перевезення пасажирів і вантажів.

Сучасні тенденції розвитку систем залізничної автоматики пов'язані з заміною існуючих релейних систем мікроелектронними і комп'ютерними системами управління рухом поїздів. Це обумовлено такими причинами. По-перше, зниженням експлуатаційних витрат на обслуговування мікроелектронних систем порівняно з релейними. Та навіть при більшій вартості таких систем це робить їх впровадження економічно вигідним. По-друге, більш високими експлуатаційними показниками мікроелектронних систем завдяки використанню резервування окремих елементів системи та при розвинутішій системі діагностики. По-третє, розширенням функціональних можливостей систем за рахунок інформаційної підтримки оперативного персоналу (нормативної та довідкової інформації) та простою інтеграцією мікроелектронних систем ЗАТ у системи управління рухом поїздів більш високого рівня (ДЦ, центри управління диспетчерськими пунктами та ін.) [8].

### **Програма з проведення практичних занять**

**Практичне заняття 1.** Життєвий цикл та послідовність проектування систем автоматизації [3].

На практичному занятті розглядаються такі питання:

- визначення життєвого циклу системи;
- етапи життєвого циклу системи;
- характеристика етапів життєвого циклу системи;
- завдання проектування;
- цілі проектування;
- стадії проектування;
- характеристика стадій проектування;
- нормативно-технічна документація для проектування систем автоматизації.

**Практичне заняття 2.** Склад і зміст проектної документації [4].

На практичному занятті студенти отримують індивідуальне завдання для виконання реферату на тему «Розроблення проекту *технічного завдання*» (дивись «**Завдання для написання реферату**» цих методичних вказівок) і розглядають такі питання:

- склад проектної документації;
- призначення *технічного завдання*;
- склад *технічного завдання*;
- зміст розділів *технічного завдання*;
- склад *концепції* досягнення функціональної безпечності та надійності;
- склад *програми* досягнення функціональної безпечності і надійності;
- види і типи схем;
- характеристика структурних і функціональних схем систем автоматизації/автоматики.

**Практичне заняття 3.** Склад і зміст робочої документації.

На практичному занятті розглядаються такі питання:

- склад робочої документації;
- принципи побудови безпечних систем автоматизації з використанням релейної техніки;
- принципи побудови безпечних і надійних систем автоматизації з використанням мікропроцесорної техніки [5];
- характеристика принципів, монтажних, загальних та об'єднаних схем і схем підключення і розміщення.

**Практичне заняття 4.** Залікове заняття за першим модулем.

На практичному занятті розглядаються та обговорюються виконані студентами реферати на тему «Розроблення проекту *технічного завдання*».

**Практичне заняття 5.** Проектування структури та вибір технічних засобів при проектуванні системи автоматизації [6].

На практичному занятті студенти визначаються з індивідуальним завданням для виконання розрахунково-графічної роботи (дивись «**Програмоване завдання і дані для виконання контрольної та розрахунково-графічної робіт**») і згідно з завданням виконують:

- проектування схеми взаємодії автоматизованої системи управління із зовнішніми пристроями і системами;



- проектування структурної схеми автоматизованої системи управління;
- вибір технічних засобів автоматизованого робочого місця оператора системи автоматизації;
- вибір технічних засобів, які виконують логіку управління технологічним процесом і пов'язані з забезпеченням безпечності руху поїздів;
- вибір технічних засобів, які призначені для управління виконавчими об'єктами;
- вибір технічних засобів, які забезпечують обмін даними між різними рівнями системи автоматизації.

**Практичне заняття 6.** Проектування структурної та функціональних схем обчислювальних каналів системи автоматизації [7].

На практичному занятті згідно з завданням до розрахунково-графічної роботи студенти виконують:

- проектування функціональної схеми, яка визначає порядок виконання операцій з обробки даних програмно-логічним контролером;
- проектування структурної схеми програмно-логічного контролера;
- проектування структурної схеми електроживлення.

**Практичне заняття 7.** Проектування принципів схем узгодження [8].

На практичному занятті згідно з завданням до розрахунково-графічної роботи студенти виконують:

- проектування принципів схем узгодження для виконавчих об'єктів;
- проектування принципів схем узгодження для датчиків [9];
- вибір типів модулів програмно-логічного контролера;
- розрахунок кількості модулів введення/виведення програмно-логічного контролера;
- розрахунок навантаження на модулі живлення програмно-логічного контролера та визначення їхніх типів.

### **Практичне заняття 8.** Залікове заняття за другим модулем.

На практичному занятті розглядаються та обговорюються виконані студентами розрахунково-графічні роботи.

### **Програма самостійної роботи для студентів денної форми навчання**

При підготовці до практичного заняття студент самостійно повинен ознайомитися з теоретичним матеріалом, наведеним у конспекті лекцій, підручниках і методичних вказівках до виконання розрахунково-графічної роботи.

Студент самостійно повинен виконати і захистити дві індивідуальні роботи:

- реферат до завершення першого залікового модуля;
- розрахунково-графічну роботу до завершення другого залікового модуля.

Завдання для виконання реферату (система чи засіб автоматизації/автоматики залізничного транспорту, для якої чи якого розробляється проект Технічного завдання) студент обирає самостійно з переліку, вказаного в **«Завданнях для написання реферату»** цих методичних вказівок. *Є обмеження: у навчальній групі не більше трьох студентів можуть мати однакове завдання.*

Перед виконанням реферату студент повинен самостійно ознайомитися з функціями та роботою аналогічної системи чи засобу автоматизації/автоматики [4-7, 10, 11].

Для виконання розрахунково-графічної роботи студент повинен визначитися з варіантом, а потім згідно з ним з'ясувати дані, необхідні для розроблення графічної частини і виконання розрахунків (дивись **«Програмоване завдання і дані для виконання контрольної та розрахунково-графічної робіт»** цих методичних вказівок).

Необхідно ознайомитися зі змістом розрахунково-графічної роботи та вимогами, вказаними в **«Оформленні контрольної та розрахунково-графічної робіт»** і розділах методичних вказівок до виконання розрахунково-графічної роботи, і виконати

розрахунково-графічну роботу згідно з порядком та методикою, наведеними в цих методичних вказівках.

### **Завдання для написання реферату**

Загальна тема реферату – «Розроблення проекту *технічного завдання*». Студенту необхідно вибрати систему чи засіб, для якої чи якого він буде розробляти проект *технічного завдання*.

Перелік систем і засобів автоматизації/автоматики, які використовуються для управління рухом поїздів:

- 1) тональні рейкові кола;
- 2) точкові датчики;
- 3) система підрахунку осей рухомого складу;
- 4) засоби управління стрілочним електроприводом;
- 5) засоби управління вогнями світлофорів;
- 6) засоби кодування рейкових кіл;
- 7) електрична централізація;
- 8) система автоблокування;
- 9) автоматична переїзна сигналізація;
- 10) автоматична локомотивна сигналізація;
- 11) система диспетчерського управління;
- 12) система диспетчерського контролю;
- 13) автоматизована система діагностики засобів автоматизації/автоматики;
- 14) автоматизована система діагностики рухомого складу.

### **Послідовність виконання розрахунково-графічної та контрольної робіт**

1 Розроблення схеми взаємодії автоматизованої системи управління з зовнішніми пристроями і системами.

2 Розроблення структурної схеми автоматизованої системи управління.

3 Розроблення структурної схеми програмно-логічного контролера.

4 Розроблення структурної схеми електроживлення автоматизованої системи управління.

5 Розроблення принципів схем узгодження мікропроцесорних пристроїв з виконавчими пристроями і датчиками.

6 Визначення рівня напруги сигналів управління і контролю та розрахунок струмів комутації для виконавчих пристроїв.

7 Вибір типів модулів програмно-логічного контролера.

8 Розрахунок кількості модулів введення/виведення програмно-логічного контролера.

9 Розрахунок навантаження на модулі живлення програмно-логічного контролера та визначення їхніх типів.

10 Розроблення конфігурації програмно-логічного контролера.

**Програмоване завдання і дані для виконання контрольної та розрахунково-графічної робіт**

**Варіант визначається (таблиці 1, 2) за номером прізвища студента у журналі початкової групи для денної форми навчання та за сумою останніх двох цифр за заліковою книжкою для заочної.**

Таблиця 1 – Вимоги з надійності, безпечності і структури автоматизованої системи управління

Варіант	Джерело живлення	Живлення ПЛК	Вимоги з надійності	Вимоги до структури ПЛК
1	2	3	4	5
1	Однофазне	~220	Висока безвідмовність	Локальна
2	Трифазне	~110	Без додаткових вимог	Розподільна
3	Однофазне	=24	Висока безвідмовність	Віддалена
4	Трифазне	=48	Без додаткових вимог	Локальна
5	Однофазне	=60	Висока безвідмовність	Розподільна

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
6	Трифазне	~220	Без додаткових вимог	Віддалена
7	Однофазне	~110	Висока безвідмовність	Локальна
8	Трифазне	=24	Без додаткових вимог	Розподільна
9	Однофазне	=48	Висока безвідмовність	Віддалена
10	Трифазне	=60	Без додаткових вимог	Локальна
11	Однофазне	~220	Без додаткових вимог	Розподільна
12	Трифазне	~110	Без додаткових вимог	Віддалена
13	Трифазне	=24	Висока безвідмовність	Локальна
14	Однофазне	=48	Без додаткових вимог	Розподільна
15	Трифазне	=60	Висока безвідмовність	Віддалена
16	Однофазне	~220	Без додаткових вимог	Локальна
17	Трифазне	~110	Без додаткових вимог	Розподільна
18	Однофазне	=24	Висока безвідмовність	Віддалена
19	Трифазне	=48	Без додаткових вимог	Локальна
20	Однофазне	=60	Висока безвідмовність	Розподільна
21	Трифазне	~220	Без додаткових вимог	Віддалена
22	Однофазне	~110	Висока безвідмовність	Локальна
23	Трифазне	=24	Без додаткових вимог	Розподільна

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
24	Однофазне	=48	Висока безвідмовність	Віддалена
25	Трифазне	=60	Без додаткових вимог	Локальна
26	Однофазне	~220	Висока безвідмовність	Розподільна
27	Трифазне	~110	Висока безвідмовність	Віддалена
28	Однофазне	=24	Без додаткових вимог	Локальна
29	Трифазне	=48	Без додаткових вимог	Розподільна

Таблиця 2 – Виконавчі пристрої та пристрої контролю

Об'єкти	Рід струму	Амплітуда напруги, В	Значення опору або потужності	Вимоги з надійності або безпечності	Кількість
1	2	3	4	5	6
Варіант 1					
Лампи індикації	-I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	10
Сигнальні лампи	~I	220	15 Вт	Висока безпечність	35
Реле № 1	-I	24	1400 Ом	Висока безпечність	12
Реле № 2	-I	48	500 Ом	Висока безвідмовність	19
Реле № 3	~I	110	1000 Ом	Без додаткових вимог	17
Реле № 4	~I	220	700 Ом	Висока безвідмовність	11
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	20
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	26
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	5
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	45

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 2					
Лампи індикації	-I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	5
Сигнальні лампи	~I	220	15 Вт	Висока безпечність	30
Реле № 1	-I	24	1400 Ом	Висока безпечність	18
Реле № 2	-I	48	500 Ом	Висока безвідмовність	15
Реле № 3	~I	110	1000 Ом	Без додаткових вимог	17
Реле № 4	~I	220	700 Ом	Висока безвідмовність	16
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	22
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	24
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	5
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	45
Варіант 3					
Лампи індикації	-I	5	0,2 Вт	Без додаткових вимог	17
Сигнальні лампи	~I	110	25 Вт	Висока безпечність	17
Реле № 1	-I	24	800 Ом	Без додаткових вимог	10
Реле № 2	-I	24	700 Ом	Висока безвідмовність	15
Реле № 3	-I	60	1200 Ом	Висока безпечність	11
Реле № 4	~I	110	900 Ом	Без додаткових вимог	25
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	15
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	32
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	5
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	45
Варіант 4					
Лампи індикації	-I	5	0,2 Вт	Без додаткових вимог	17
Сигнальні лампи	~I	110	25 Вт	Висока безпечність	17
Реле № 1	-I	24	800 Ом	Висока безпечність	10
Реле № 2	-I	24	700 Ом	Висока безвідмовність	15
Реле № 3	-I	60	1200 Ом	Без додаткових вимог	11
Реле № 4	~I	110	900 Ом	Висока безвідмовність	25
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	15
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	32
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	11
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	50

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 5					
Лампи індикації	-I	12	1 Вт	Без додаткових вимог	28
Сигнальні лампи	~I	110	25 Вт	Висока безпечність	20
Реле № 1	-I	24	1200 Ом	Висока безпечність	16
Реле № 2	~I	24	600 Ом	Висока безвідмовність	32
Реле № 3	~I	48	400 Ом	Без додаткових вимог	10
Реле № 4	-I	24	900 Ом	Висока безвідмовність	11
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	43
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	20
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	11
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	50
Варіант 6					
Лампи індикації	-I	12	1 Вт	Без додаткових вимог	28
Сигнальні лампи	~I	110	25 Вт	Висока безпечність	20
Реле № 1	-I	24	1200 Ом	Висока безпечність	16
Реле № 2	~I	24	600 Ом	Висока безвідмовність	32
Реле № 3	~I	48	400 Ом	Без додаткових вимог	10
Реле № 4	-I	24	900 Ом	Без додаткових вимог	11
Кнопки № 1	-I	24	-	Висока безвідмовність	43
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	20
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	11
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	50
Варіант 7					
Лампи індикації	-I	5	0,2 Вт	Без додаткових вимог	21
Сигнальні лампи	-I	24	25 Вт	Висока безпечність	36
Реле № 1	-I	24	900 Ом	Висока безпечність	14
Реле № 2	~I	110	700 Ом	Висока безвідмовність	25
Реле № 3	-I	24	500 Ом	Без додаткових вимог	18
Реле № 4	~I	220	1000 Ом	Висока безвідмовність	21
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	39
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	28
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	40
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	60



Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 8					
Лампи індикації	~I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	15
Сигнальні лампи	-I	12	15 Вт	Висока безпечність	28
Реле № 1	-I	24	1500 Ом	Без додаткових вимог	11
Реле № 2	-I	50	1400 Ом	Висока безвідмовність	20
Реле № 3	~I	220	1300 Ом	Висока безпечність	35
Реле № 4	~I	110	1200 Ом	Висока безпечність	12
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	27
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	23
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	40
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	60
Варіант 9					
Лампи індикації	~I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	29
Сигнальні лампи	~I	220	15 Вт	Висока безпечність	38
Реле № 1	-I	24	600 Ом	Висока безпечність	20
Реле № 2	~I	220	1100 Ом	Висока безвідмовність	36
Реле № 3	-I	12	300 Ом	Без додаткових вимог	13
Реле № 4	~I	110	900 Ом	Висока безвідмовність	21
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	45
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	23
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	40
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	60
Варіант 10					
Лампи індикації	~I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	29
Сигнальні лампи	~I	220	15 Вт	Висока безпечність	38
Реле № 1	-I	24	600 Ом	Без додаткових вимог	20
Реле № 2	~I	220	1100 Ом	Висока безпечність	36
Реле № 3	-I	12	300 Ом	Висока безпечність	13
Реле № 4	~I	110	900 Ом	Висока безвідмовність	21
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	45
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	23
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	21
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	50

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 11					
Лампи індикації	-I	40	1 Вт	Без додаткових вимог	10
Сигнальні лампи	~I	120	15 Вт	Висока безвідмовність	15
Реле № 1	-I	5	1450 Ом	Висока безпечність	20
Реле № 2	~I	24	1250 Ом	Висока безвідмовність	25
Реле № 3	~I	120	750 Ом	Висока безпечність	30
Реле № 4	-I	24	950 Ом	Без додаткових вимог	30
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	35
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	40
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	21
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	50
Варіант 12					
Лампи індикації	-I	40	1 Вт	Без додаткових вимог	10
Сигнальні лампи	~I	120	15 Вт	Висока безпечність	15
Реле № 1	-I	5	1450 Ом	Висока безпечність	20
Реле № 2	~I	24	1250 Ом	Без додаткових вимог	25
Реле № 3	~I	120	750 Ом	Висока безпечність	30
Реле № 4	-I	24	950 Ом	Висока безвідмовність	30
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	35
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	40
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	21
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	50
Варіант 13					
Лампи індикації	~I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	40
Сигнальні лампи	~I	220	25 Вт	Висока безвідмовність	30
Реле № 1	~I	115	550 Ом	Висока безвідмовність	15
Реле № 2	~I	110	650 Ом	Висока безвідмовність	25
Реле № 3	~I	24	750 Ом	Висока безпечність	25
Реле № 4	~I	48	850 Ом	Висока безпечність	15
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	30
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	40
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	26
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	33

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 14					
Лампи індикації	~I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	40
Сигнальні лампи	~I	220	25 Вт	Висока безпечність	30
Реле № 1	~I	115	550 Ом	Висока безпечність	15
Реле № 2	~I	110	650 Ом	Висока безвідмовність	25
Реле № 3	~I	24	750 Ом	Без додаткових вимог	25
Реле № 4	~I	48	850 Ом	Висока безвідмовність	15
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	30
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	40
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	26
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	33
Варіант 15					
Лампи індикації	-I	10	0,2 Вт	Без додаткових вимог	16
Сигнальні лампи	~I	35	15 Вт	Висока безвідмовність	32
Реле № 1	~I	220	950 Ом	Висока безвідмовність	16
Реле № 2	-I	5	1050 Ом	Висока безпечність	32
Реле № 3	~I	115	1250 Ом	Висока безвідмовність	18
Реле № 4	~I	24	850 Ом	Без додаткових вимог	36
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	18
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	36
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	26
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	33
Варіант 16					
Лампи індикації	-I	10	0,2 Вт	Висока безпечність	18
Сигнальні лампи	~I	35	15 Вт	Без додаткових вимог	28
Реле № 1	~I	220	950 Ом	Висока безпечність	18
Реле № 2	-I	5	1050 Ом	Висока безвідмовність	24
Реле № 3	~I	115	1250 Ом	Без додаткових вимог	12
Реле № 4	~I	24	850 Ом	Висока безвідмовність	32
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	14
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	32
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	36
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	34

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 17					
Лампи індикації	-I	5	0,2 Вт	Без додаткових вимог	27
Сигнальні лампи	~I	110	25 Вт	Висока безвідмовність	18
Реле № 1	-I	24	800 Ом	Висока безвідмовність	28
Реле № 2	-I	24	700 Ом	Висока безпечність	15
Реле № 3	-I	60	1200 Ом	Без додаткових вимог	21
Реле № 4	~I	110	900 Ом	Без додаткових вимог	16
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	32
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	32
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	30
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	30
Варіант 18					
Лампи індикації	~I	110	1 Вт	Без додаткових вимог	14
Сигнальні лампи	-I	24	15 Вт	Висока безпечність	28
Реле № 1	-I	24	850 Ом	Висока безпечність	15
Реле № 2	~I	24	750 Ом	Висока безвідмовність	30
Реле № 3	-I	48	1450 Ом	Без додаткових вимог	16
Реле № 4	-I	48	1400 Ом	Висока безвідмовність	32
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	31
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	34
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	30
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	30
Варіант 19					
Лампи індикації	~I	110	2,5 Вт	Без додаткових вимог	20
Сигнальні лампи	-I	125	25 Вт	Висока безвідмовність	21
Реле № 1	~I	110	600 Ом	Висока безпечність	22
Реле № 2	-I	24	650 Ом	Висока безвідмовність	23
Реле № 3	~I	110	1600 Ом	Висока безпечність	24
Реле № 4	-I	24	1650 Ом	Висока безвідмовність	25
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	26
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	27
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	24
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	25

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 20					
Лампи індикації	~I	110	2,5 Вт	Без додаткових вимог	20
Сигнальні лампи	-I	125	25 Вт	Висока безпечність	21
Реле № 1	~I	110	600 Ом	Висока безпечність	22
Реле № 2	-I	24	650 Ом	Висока безвідмовність	23
Реле № 3	~I	110	1600 Ом	Висока безпечність	24
Реле № 4	-I	24	1650 Ом	Висока безвідмовність	25
Кнопки № 1	-I	24	-	Висока безпечність	26
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	27
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	24
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	25
Варіант 21					
Лампи індикації	-I	10	0,2 Вт	Без додаткових вимог	22
Сигнальні лампи	~I	35	15 Вт	Висока безпечність	42
Реле № 1	~I	220	950 Ом	Без додаткових вимог	12
Реле № 2	-I	5	1150 Ом	Висока безпечність	32
Реле № 3	~I	115	1350 Ом	Висока безпечність	22
Реле № 4	~I	24	750 Ом	Висока безвідмовність	12
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	42
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	32
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	10
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	25
Варіант 22					
Лампи індикації	-I	10	0,2 Вт	Без додаткових вимог	22
Сигнальні лампи	~I	35	15 Вт	Висока безпечність	42
Реле № 1	~I	220	950 Ом	Висока безпечність	12
Реле № 2	-I	5	1150 Ом	Висока безвідмовність	32
Реле № 3	~I	115	1350 Ом	Без додаткових вимог	22
Реле № 4	~I	24	750 Ом	Висока безвідмовність	12
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	42
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	32
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	10
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	25

## Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 23					
Лампи індикації	~I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	25
Сигнальні лампи	-I	12	15 Вт	Висока безвідмовність	19
Реле № 1	-I	24	1550 Ом	Висока безпечність	31
Реле № 2	-I	50	1200 Ом	Висока безвідмовність	20
Реле № 3	~I	220	1350 Ом	Висока безвідмовність	25
Реле № 4	~I	110	1100 Ом	Висока безвідмовність	32
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	37
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	33
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	10
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	25
Варіант 24					
Лампи індикації	~I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	25
Сигнальні лампи	-I	12	15 Вт	Висока безвідмовність	19
Реле № 1	-I	24	1550 Ом	Висока безпечність	31
Реле № 2	-I	50	1200 Ом	Висока безпечність	20
Реле № 3	~I	220	1350 Ом	Без додаткових вимог	25
Реле № 4	~I	110	1100 Ом	Висока безпечність	32
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	37
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	33
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	15
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	40
Варіант 25					
Лампи індикації	-I	12	1 Вт	Без додаткових вимог	24
Сигнальні лампи	~I	110	25 Вт	Висока безпечність	25
Реле № 1	-I	24	1200 Ом	Без додаткових вимог	34
Реле № 2	~I	24	600 Ом	Висока безвідмовність	35
Реле № 3	~I	48	400 Ом	Без додаткових вимог	14
Реле № 4	-I	24	900 Ом	Висока безпечність	15
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	44
Кнопки № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	25
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	15
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	40

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 26					
Лампи індикації	-I	24	0,2 Вт	Без додаткових вимог	46
Сигнальні лампи	~I	25	15 Вт	Висока безпечність	36
Реле № 1	~I	220	1150 Ом	Висока безпечність	26
Реле № 2	-I	125	1050 Ом	Висока безвідмовність	36
Реле № 3	~I	115	1000 Ом	Без додаткових вимог	16
Реле № 4	~I	24	1350 Ом	Висока безвідмовність	36
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	46
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	36
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	15
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	40
Варіант 27					
Лампи індикації	-I	24	0,2 Вт	Без додаткових вимог	46
Сигнальні лампи	~I	25	15 Вт	Висока безвідмовність	36
Реле № 1	~I	220	1150 Ом	Висока безпечність	26
Реле № 2	-I	125	1050 Ом	Без додаткових вимог	36
Реле № 3	~I	115	1000 Ом	Без додаткових вимог	16
Реле № 4	~I	24	1350 Ом	Висока безвідмовність	36
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	46
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	36
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	20
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	30
Варіант 28					
Лампи індикації	-I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	10
Сигнальні лампи	~I	220	15 Вт	Висока безпечність	35
Реле № 1	-I	24	1400 Ом	Висока безвідмовність	12
Реле № 2	-I	48	500 Ом	Висока безвідмовність	19
Реле № 3	~I	110	1000 Ом	Висока безпечність	17
Реле № 4	~I	220	700 Ом	Висока безвідмовність	11
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	20
Кнопки № 2	-I	24	-	Висока безпечність	26
Датчик № 1	-I	24	-	Висока безпечність	20
Датчик № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	30

## Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Варіант 29					
Лампи індикації	-I	24	2,5 Вт	Без додаткових вимог	10
Сигнальні лампи	~I	220	15 Вт	Висока безпечність	35
Реле № 1	-I	24	1400 Ом	Висока безпечність	12
Реле № 2	-I	48	500 Ом	Висока безвідмовність	19
Реле № 3	~I	110	1000 Ом	Без додаткових вимог	17
Реле № 4	~I	220	700 Ом	Висока безпечність	11
Кнопки № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	20
Кнопки № 2	-I	24	-	Без додаткових вимог	26
Датчик № 1	-I	24	-	Без додаткових вимог	20
Датчик № 2	-I	24	-	Висока безпечність	30

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Коновалов Є. В., Козар Л. М. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до викладення та оформлення : метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студ. навч. звітності. Вид. 2-ге, переробл. та допов. Харків : УкрДАЗТ, 2005. 38 с.

2 Программируемые контроллеры для систем управления. Ч. 1. Архитектура и технология применения / Г. И. Загарий, Н. О. Ковзель, В. И. Поддубняк и др. Харьков : ХФИ «Транспорт Украины»: изд-во «Регион-информ», 2001. 316 с.

3 ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність та надійність. Вимоги та методи випробування. Київ : Держспоживстандарт, 2003. 32 с.

4 СОУ 45.020-00034045-002:2006. Вироби залізничної автоматики, телемеханіки та зв'язку. Загальні технічні умови. Київ : Укрзалізниця, 2006. 80 с.

5 Релейно-мікропроцесорна та мікропроцесорна централізації стрілок і сигналів. Експлуатаційно-технічні та організаційні вимоги. Київ, 2006. 76 с.

6 Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України (НТП). Київ, 2003. 58 с.



7 ДСТУ 3465-96. Системи електропостачальні загального призначення. Терміни та визначення. Київ : Держстандарт, 1997. 18 с.

8 Правила технічної експлуатації залізниць України : наказ № 258 25.07.2006 р.: зареєстр. в Міністерстві юстиції України 25.10.2006 р. № 1143/13017. Київ, 2020. 120 с.

9 ЦШ – 0042. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування : затв. наказом Міністерства транспорту № 347-ЦЗ 26.04.2006 р. Київ, 2006. 69 с.

10 Інструкція з технічного обслуговування і ремонту пристроїв електропостачання систем сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) ЦЕ-0033 : затв. наказом Укрзалізниці 09.02.2012 р. № 048-Ц : на заміну ЦЕ-0002. Київ, 2012. 53 с.

11 ЦШ-0060. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування : затв. наказом Міністерства транспорту № 090-ЦЗ 07.10.2009 р. Київ, 2009. 59 с.

## ДОДАТОК А

### Короткі теоретичні відомості

#### Мікропроцесорні системи

Центральним пристроєм мікропроцесорної системи (МПС) є мікропроцесор – той вузол, який виробляє всю обробку інформації всередині системи [2]. Інші пристрої МПС виконують допоміжні функції: зберігання інформації (програм і даних), зв'язок з периферійними пристроями. Отже, мікропроцесор (МП) можна визначити як програмно-керовану електронну схему, призначену для обробки цифрової інформації, управління процесом цієї обробки, а також управління роботою пристроїв, що входять в мікропроцесорну систему. МП може бути реалізований (виконано) на одній або на декількох великих інтегральних схемах (ВІС). Пристрої МПС, які виконують допоміжні функції, теж зроблені у вигляді ВІС. Ці додаткові ВІС разом з МП функціонально утворюють так звану мікропроцесорну систему.

На відміну від звичайних ВІС мікропроцесор містить у своєму складі керуючі елементи, що дозволяє налаштувати його на виконання будь-яких (у принципі) функцій. Щоб вирішити конкретне завдання, його потрібно не тільки з'єднати з іншими пристроями мікропроцесорної системи, створивши тим самим МПС, але й запрограмувати і забезпечити обмін інформацією між МП і цими пристроями.

До складу МПС входять такі взаємопов'язані електронні пристрої: один або кілька МП, призначених для обробки інформації і управління; пам'ять – для зберігання програм і даних; пристрої введення/виведення – для передачі інформації від периферійних пристроїв до мікропроцесора і назад; а також ряд інших пристроїв, призначених для зв'язку МП і «зовнішнього світу», націлених на виконання чітко визначених функцій.

Типова структура мікропроцесорної системи подана на рисунку А.1.

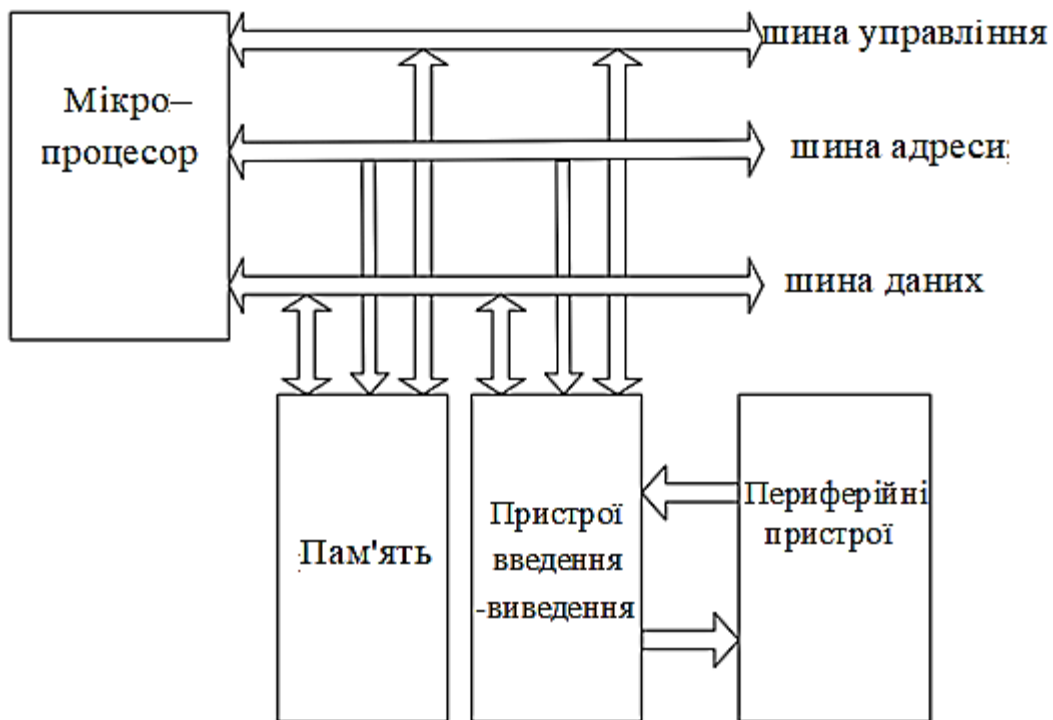


Рисунок А.1 – Тришинна структура мікропроцесорної системи

Вся інформація між пристроями (рисунок А.2) передається по одних і тих самих електричних лініях зв'язку, але в різний час. Причому передача здійснюється як в обох напрямках (так звана двобічна передача), так і в одному (односпрямована передача). При односпрямованій передачі одні пристрої виступають завжди як посилаючі, а інші – завжди як приймаючі, при двобічній – кожен пристрій, підключений до ліній зв'язку, в якийсь момент може посилати сигнали іншим пристроям. Групи ліній зв'язку, по яких передаються сигнали або коди, називаються шинами (англ. BUS). Інформація, передана по шинах, різна за призначенням і може являти собою дані, або адреси, за якими ці дані передаються. Розрізняють три основні шини: шина адреси; шина даних; шина управління. Разом ці три шини називаються системною шиною. Шина, по якій передаються живлячі напруги – шина живлення, на рисунку не зображена, однак слід мати на увазі, що без подачі живлячих напруг на відповідні входи мікросхем МПС працювати не буде. Розглянемо призначення шин МПС.

Шина даних (ШД) – це основна шина, яка використовується для передачі інформаційних кодів (кодів даних) між усіма пристроями системи. Зазвичай в пересиланні даних бере участь

процесор, який передає двійковий код даних у будь-яку комірку пам'яті або пристрій введення/виведення, або ж приймає код даних з будь-якого пристрою або комірки пам'яті. У деяких випадках можливий також обмін даними без участі мікропроцесора. Шина даних завжди двобічна.

Шина адреси (ША) служить для передачі адреси (номерів) пристрою, з яким процесор обмінюється інформацією в даний момент. Кожному пристрою, крім МП, у мікропроцесорній системі присвоюється власна адреса. Як у житті лист не може бути безадресним, так і дані в МПС мають супроводжуватися інформацією не тільки про те, куди відносно мікропроцесора вони спрямовані, а також інформацією про те, яким або від якого конкретно пристрою або комірки пам'яті вони передаються. Коли код будь-якої адреси виставляється МП по шині адреси, то пристрій, якому приписано цю адресу, «розуміє», що йому належить обмін інформацією. Решта пристроїв у цей момент «можуть не працювати», оскільки всі дані, які передадуться по шині даних слідом за адресою, будуть призначені не для них. ША може бути як односпрямованою, так і двобічною.

Шина управління (ШУ), на відміну від ША і ШД, складається з окремих керуючих сигналів, кожен з яких під час обміну інформацією несе свою функцію. Деякі сигнали служать для стробування передачі або приймання даних, тобто визначають моменти часу, коли код виставлений на ШД; інші можуть використовуватися для підтвердження приймання даних, тактування (синхронізації) роботи пристроїв, скидання всіх пристроїв у початковий стан. Лінії ШУ можуть бути односпрямовані і двобічні. У будь-який момент часу, знаючи логічний стан, можна повністю визначити шлях, який проходять дані в системі від однієї точки до іншої.

Таким чином, виходячи з вищевикладеного можна визначити шину як сукупність електричних провідників, призначених для передачі інформації та об'єднаних єдиним функціональним призначенням.

Для зменшення габаритів електричних схем була запропонована двошинна структура, що має не окремі ШД і ША, а так звану мультиплексовану шину адреси даних (ША/Д), суть роботи якої зводиться до того, що спочатку по шині передається

адреса пристрою або номер комірки пам'яті, в яку будуть записані або полічені дані, а потім і самі дані. Напрямок передачі даних визначається керуючим сигналом, переданим по ШУ.

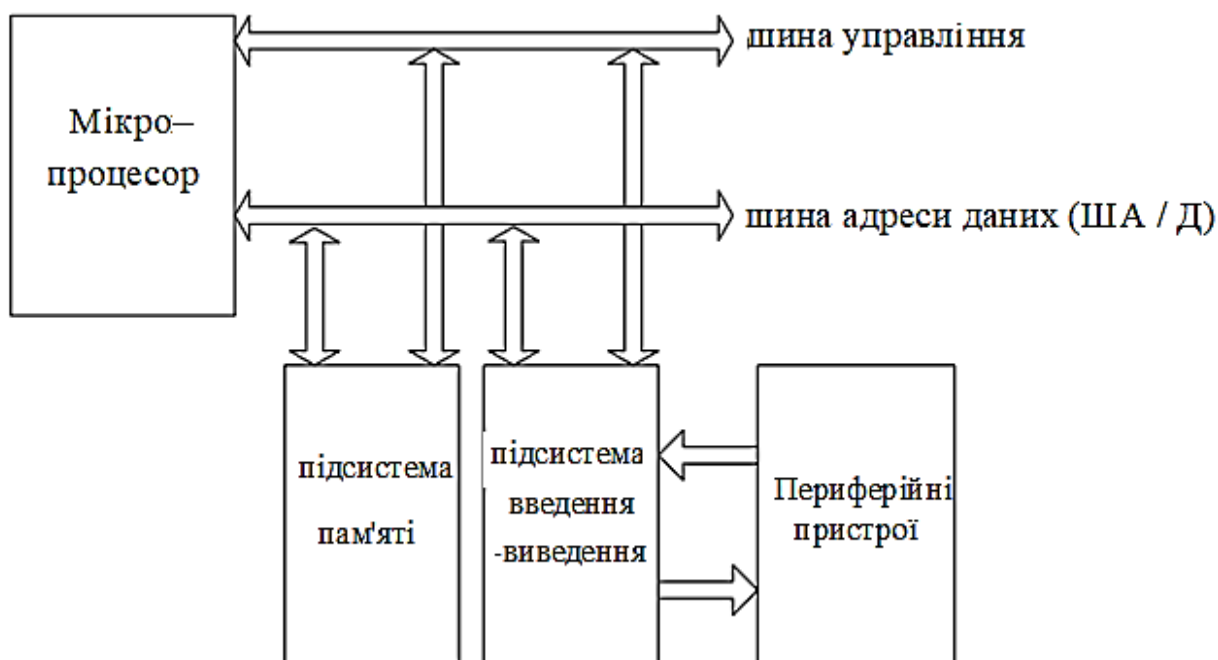


Рисунок А.2 – Двошинна структура мікропроцесорної системи

Таким чином, по шинах МП «спілкується» з підсистемою пам'яті (ПП) і підсистемою введення/виведення (ВВ).

Підсистема пам'яті є мікросхемою постійної та оперативної пам'яті. Мікросхеми, з яких збирається постійна пам'ять, називаються постійними пристроями, що запам'ятовують (ПЗП). ПЗП енергонезалежний, тобто при вимкненні напруги живлення інформація, записана в ПЗП, не зникає. Мікросхеми, з яких збирається оперативна пам'ять, називають оперативними запам'ятовувальними пристроями (ОЗП). ОЗП – енергозалежні. При вимкненні напруги живлення інформація, записана в ОЗП, втрачається.

Виконання команд програми проводиться послідовно. Для того щоб прочитати команду з пам'яті, мікропроцесор виставляє на ША номер комірки, в якій зберігається команда (тобто виставляє адресу команди), а потім читає цю команду з пам'яті по ШД. Якщо ж в процесі роботи потрібно записати будь-які дані в пам'ять, то запис проводиться передачею даних по ШД з

відповідною адресацією по ША. ШУ супроводжує передачею сигналів управління, що визначають напрямки передачі даних.

Підсистема введення/виведення (ПВВ) являє собою набір мікросхем, що входять до мікропроцесорного комплексу і здійснюють введення/виведення інформації в МП від периферійних пристроїв і назад, забезпечуючи зв'язок мікропроцесора з периферійними пристроями (ПП). Зверніть увагу: і ПП, і ПВВ – це безліч інтегральних мікросхем, а не пристрої-носії інформації, назви яких на слуху у користувачів комп'ютерів (диск, вінчестер). Вінчестер, клавіатура, дисплей, принтер, сканер та інші належать до класу периферійних пристроїв (ПП). Однак вищенаведені назви ПП не вичерпують усього класу, а відповідають тільки за застосування МП в комп'ютерах.

Реально існує клас МП, вбудованих в різного роду технічні пристрої з метою контролю та управління роботою цих пристроїв. Такі МП називають мікроконтролерами (МК) і призначені для контролю параметрів роботи різних технічних засобів або технічних процесів; вони проектуються спеціально під контролюючу систему управління.

Для МК периферійними пристроями, крім вищеназваних, служать різноманітні датчики, інформація яких після відповідного перетворення в цифровий код (якщо це не цифрові датчики) надходить в МК, а також різні схеми, щоб забезпечити отримання сигналу управління безпосередньо пристроєм управління технічного засобу, робота якого контролюється і управляється МК. Таким чином, клас периферійних пристроїв МК складається з різних датчиків, аналого-цифрових і цифро-аналогових (АЦП і ЦАП) перетворювачів, а також тих пристроїв, які дозволяють отримати інформацію про поточні параметри роботи об'єкта управління, та передати код керуючого впливу з МК на об'єкт управління (ОУ).

МК проектуються спеціально під певні завдання і для спеціальних пристроїв, а тому називаються спеціальними МП.

Так, за даними на 2000 р., мікроконтролерів існувало більше 500 типів. На сьогодні з розширенням класу побутових приладів, засобів зв'язку, а також з удосконаленням систем управління різними технічними засобами клас МК істотно розширено.

До однієї шини або мікросхеми можна підключати безліч БІС. Кількість елементів в цьому випадку буває обмежена так званою навантажувальною здатністю, що визначає, яку кількість мікросхем можна підключити до входів і виходів конкретної мікросхеми або шини без шкоди для роботи системи. Для збільшення навантажувальної здатності шин використовуються спеціальні мікросхеми-буфери або шинні формувачі.

Таким чином, з технічної точки зору спосіб обміну інформацією за допомогою шин зводиться до створення двобічних буферних каскадів з трьома стійкими станами і реалізації тимчасового мультиплексування, тобто поділу в часі роботи шин.

### **Програмовані логічні інтегральні схеми**

Говорячи про мікропроцесорні системи, не можна не зупинитися на програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС), які в даний час є основою для побудови особливого роду мікропроцесорів, структурна схема яких формується під конкретне завдання. СБІС ПЛІС виконуються на кристалі напівпровідника, проте їх розроблення специфічне і має якості схем жорсткої і гнучкої логіки. На кристалі напівпровідника, всередині мікросхеми, розташовуються окремі електронні пристрої, що входять зазвичай до складу мікропроцесора. На початковій стадії зв'язки між цими пристроями відсутні. Перед кожним елементом, що знаходиться всередині ПЛІС, розташований електронний ключ. Відповідно до поставленого завдання залежно від того, де передбачається використовувати ПЛІС, розробляється її архітектура. Потім, за допомогою спеціального програмного забезпечення, на спеціальних робочих станціях в спеціально відведену пам'ять, що знаходиться всередині ПЛІС, уводиться кодова комбінація, відповідно до якої комутуються ключі елементів, що входять в розроблену конфігурацію схеми.

Образно кажучи, в цих мікросхемах присутні ніби два шари. Один шар – це набір цифрових модулів, здатних вирішити практично будь-яке завдання. Другий шар – це пам'ять, що зберігає таблицю зв'язків між модулями першого шару. Цю таблицю можна програмувати і тим самим змінювати схему пристрою, а

отже, і вирішувати мікросхемою завдання. Таким чином, за допомогою ПЛІС можна створювати спеціальні мікропроцесори зі своєю особливою конфігурацією, у яких не буде апаратної надмірності. Такий мікропроцесор, виконаний на одній ПЛІС, може являти собою специфічну мікросхему, організовану за принципом жорсткої логіки і здатну до гнучкого перепрограмування структури схеми. Ці мікросхеми розробляються за допомогою спеціальних апаратних і програмних засобів на так званих робочих станціях спеціально навченим персоналом. ПЛІС може входити до складу електронної апаратури, що знаходиться поза Землею, у космосі. Навіть при знаходженні системи на орбіті можна виконувати дистанційну реконфігурацію ПЛІС.







## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ

до практичних занять, дипломного проектування,  
розрахунково-графічної роботи і контрольної роботи  
з дисципліни

*«ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ»*

Відповідальний за випуск Прилипко А. А.

Редактор Третьякова К. А.

---

Підписано до друку 19.06.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 5. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.