

Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя

---

Кафедра автоматизації  
технологічних процесів  
і виробництв

## Лабораторна робота № 6

з курсу

Проектування мікропроцесорних  
систем керування технологічними  
процесами

Програмування мікроконтролера  
MCS51 з використанням програмної  
моделі EdSim51. Команди звернення  
до пам'яті програм MCS51.

Завантаження даних з клавіатури.

Сканування клавіатури

Тернопіль 2023

Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи № 6 «Програмування мікроконтролера MCS51 з використанням програмної моделі EdSim51. Завантаження даних з клавіатури. Сканування клавіатури» з курсу «Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами»/Укл.: Медвідь В.Р., Пісьціо В.П. - Тернопіль ТНТУ, 2023 - 9 с.

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв (протокол № 1 від 30.08.2023 року)

## Лабораторна робота № 6

### Програмування мікроконтролера MCS51 з використанням програмної моделі EdSim51. Завантаження даних з клавіатури. Сканування клавіатури

#### 1. Теоретичні відомості

##### Завантаження даних з клавіатури. Сканування клавіатури

Програмою, що подана нижче, здійснюється ввід даних з клавіатури через її неперервне сканування. Виконання програми не зупиняється, коли натиснута одна з клавіш. Можна, «відпустивши» її повторним натисканням курсором миші, натиснути наступну.

Доки жодна клавіша не натиснута, програма сканує лінії row0, row1, row2, row3 в прямому і зворотному напрямку до row0 безперервно.

При натисканні клавіші її номер розташовується в регістрі R0 (якщо окремо не вказано, то вибирається нульовий банк BS0).

В програмі використовується наступна нумерація клавіш та виводів клавіатури (рис.1).

1	2	3	row3
4	5	6	row2
7	8	9	row1
*(10)	0	#(11)	row0
col2	col1	col0	

Рис. 1. Нумерація клавіш та виводів клавіатури

В Програмі 1 номер натиснутої клавіші буде зберігатися в R0, тому перед натисканням наступної в R0 записується нуль.

При натисканні клавіші на зображенні клавіатури в полі інтерфейсу симулятора курсором миші (рис. 4, поле «Keypad»), в регістр R0 буде записаний номер клавіші, що відповідає її нумерації на рис.1. Тобто, при натисканні клавіші «1» на полі «Keypad» симулятора, в регістр R0 запишеться число «01», що є номером цієї клавіші відповідно до рис.1. При натисканні клавіші «2» – число «02», клавіші «\*» - 0A, «#» - «0B» і т.д.

Кожна клавіша сканується, і якщо вона не натиснута, вміст R0 постійно змінюється.

При натисканні клавіші R0 буде містити її номер до натискання наступної клавіші.

Флажок користувача F0 в регістрі слова стану програми (PSW) використовується підпрограмою для сканування стовбців, щоб вказати, чи не знайшлася натиснутою клавіша в цьому стовбці.

Одночасно з номером натиснутої клавіші в регістрі R0 з'явиться логічна «1» в F0 регістра PSW.

#### 2. Завдання

1. Дослідити програму сканування клавіатури Програма 1. Пояснити алгоритм роботи програми.

2. Виконати програму сканування клавіатури на програмному симуляторі відповідно до вказаного завдання в *автоматичному режимі роботи* натисканням клавіші «*Ran*» на «Панелі коду Асемблера» симулятора. Щоб зупинити виконання програми, потрібно натиснути клавішу «*Pause*», яка з'явиться на місці клавіші «*Ran*» під час виконання програми.

3. Після натискання клавіші на клавіатурі “Keypad” симулятора під час виконання програми, **необхідно перед натисканням наступної клавіші обов’язково ще раз натиснути на попередню, щоб відпустити її.**

Номер клавіші відображається в R0, а інформація про те, що клавіша натиснута – в F0 (логічна «1»).

### Програма 1

start:

```
MOV R0, #0BH ; записати в R0 значення клавіші «#», що має код «0B»
; scan row0
SETB P0.3 ; встановлення рядка row3
CLR P0.0 ; скинути в нуль лінію row0
CALL colScan ; виклик підпрограми сканування стовбця
JB F0, finish ; якщо F0 дорівнює «1», перехід до кінця програми
; (тому що натиснута клавіша була знайдена і її номер в R0)
; scan row1
SETB P0.0 ; встановити “1” на лінії row0
CLR P0.1 ; скинути в нуль лінію row1
CALL colScan1 ; виклик підпрограми сканування стовбців
JB F0, finish ; якщо F0=“1”, перейти на кінець програми
; (тому що натиснута клавіша була знайдена і її номер в R0)
; scan row2
SETB P0.1 ; встановити “1” на лінії row1
CLR P0.2 ; скинути в нуль лінію row2
CALL colScan2 ; виклик підпрограми сканування стовбців
JB F0, finish ; якщо F0=“1”, перейти на кінець програми
; (тому що натиснута клавіша була знайдена і її номер в R0)
; scan row3
SETB P0.2 ; встановити “1” на лінії row2
CLR P0.3 ; скинути в нуль лінію row3
CALL colScan3 ; виклик підпрограми сканування стовбців
JB F0, finish ; якщо F0=“1”, перейти на кінець програми
; (тому що натиснута клавіша була знайдена і її номер в R0)
JMP start ; повернутися до сканування лінії row 0
```

finish:

m1:

```
JNB P0.4,m1 ; перевірити, чи клавіші клавіатури відпущені
JNB P0.5,m1
JNB P0.6,m1
MOV P0,#0FFh ; записати в лінії порту P0 логічні «1»
CLR F0 ; обнулити флажок F0
MOV R0,#00H ; обнулити вміст R0
JMP start ; перейти на початок програми
```

colScan:

```
; підпрограма сканування стовбця
JNB P0.4,gotKey ; якщо col0 рівне “0” - клавіша знайдена
MOV R0,#00H ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
JNB P0.5, gotKey ; якщо col1 рівне “0” - клавіша знайдена
MOV R0,#0AH ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
JNB P0.6,gotKey ; якщо col2 рівне “0” - клавіша знайдена
MOV R0,#09H ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
```

```

RET ; повернення з підпрограми — клавіша знайдена

colScan1: ; підпрограма другого сканування стовбця
JNB P0.4,gotKey ; якщо col0 рівне "0"- клавіша знайдена
MOV R0,#08H ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
JNB P0.5,gotKey ; якщо col1 рівне "0" - клавіша знайдена
MOV R0,#07h ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
JNB P0.6,gotKey ; якщо col2 рівне "0" - клавіша знайдена
MOV R0,#06H ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
RET ; повернення з підпрограми — клавіша знайдена

colScan2: ; підпрограма сканування стовбця
JNB P0.4,gotKey ; якщо col0 рівне "0"- клавіша знайдена
MOV R0,#05H ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
JNB P0.5,gotKey ; якщо col1 рівне "0" - клавіша знайдена
MOV R0,#04h ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
JNB P0.6,gotKey ; якщо col2 рівне "0" - клавіша знайдена
MOV R0,#03H ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
RET ; повернення з підпрограми — клавіша знайдена

colScan3: ; підпрограма сканування стовбця
JNB P0.4,gotKey ; якщо col0 рівне "0"- клавіша знайдена
MOV R0,#02H ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
JNB P0.5,gotKey ; якщо col1 рівне "0" - клавіша знайдена
MOV R0,#01h ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
JNB P0.6,gotKey ; якщо col2 рівне "0" - клавіша знайдена
MOV R0,#03H ; інакше перейти до наступної клавіші і записати в її значення в R0
RET ; повернення з підпрограми — клавіша знайдена

gotKey:
SETB F0 ; коли клавіша натиснута - записати "1" в F0
RET ; і повернутися з підпрограми

```

Схема підключення клавіатури до MCS51 в схемі, роботу якої симулює EdSim51, показана на рис. 3.

4. Виконати Програму 1 для виведення кодів клавіш клавіатури в один із регістрів загального призначення в форматі, який зображено на рис. 2. На рисунку A0...A11 – десяткові числа з таблиці «Варіанти індивідуального завдання».

A1	A1	A2	row3
A3	A4	A5	row2
A6	A7	A8	row1
A9	A10	A11	row0
col2	col1	col0	

Рис. 2. Нумерація клавіш, що вказується у варіантах індивідуального завдання

### Варіанти індивідуальних завдань

№	Зміст індивідуального завдання
1	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A2=«9», A1=«10», A0=«11», A5=«6», A4=«7», A3=«8», A8=«3», A7=«4», A6=«5», A11=«0», A10=«1», A9=«2».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R2.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
2	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A2=«0», A1=«1», A0=«2», A5=«3», A4=«4», A3=«5», A8=«6», A7=«7», A6=«8», A11=«9», A10=«10», A9=«11».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R1.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
3	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A2=«0», A1=«1», A0=«2», A5=«5», A4=«4», A3=«3», A8=«8», A7=«7», A6=«6», A11=«11», A10=«10», A9=«9».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R3.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
4	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A2=«2», A1=«1», A0=«0», A5=«3», A4=«4», A3=«5», A8=«8», A7=«7», A6=«6», A11=«11», A10=«10», A9=«9».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R2.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
5	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A2=«1», A1=«0», A0=«2», A5=«4», A4=«3», A3=«5», A8=«7», A7=«6», A6=«8», A11=«10», A10=«9», A9=«11».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R4.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
6	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A0=«0», A1=«1», A2=«2», A3=«3», A4=«4», A5=«5», A6=«6», A7=«7», A8=«8», A9=«9», A10=«10», A9=«11».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R2.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
7	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A0=«11», A1=«10», A2=«9», A3=«8», A4=«7», A5=«6», A6=«5», A7=«4», A8=«3», A9=«2», A10=«1», A11=«0».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R5.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
8	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A0=«0», A1=«1», A2=«2», A3=«5», A4=«4», A5=«3», A6=«8», A7=«7», A8=«6», A9=«9», A10=«10», A9=«11».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R2.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
9	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A0=«11», A1=«10», A2=«9», A3=«8», A4=«7», A5=«6», A6=«3», A7=«4», A8=«5», A9=«0», A10=«1», A11=«2».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R3.</p> <p>3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.</p>
10	<p>1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A0=«11», A1=«9», A2=«10», A3=«8», A4=«6», A5=«7», A6=«5», A7=«3», A8=«4», A9=«2», A10=«0», A11=«1».</p> <p>2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R6.</p>

№	Зміст індивідуального завдання
	3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.
11	1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A0=«0», A1=«1», A2=«2», A3=«5», A4=«4», A5=«3», A6=«9», A7=«8», A8=«7», A9=«11», A10=«10», A9=«9». 2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R2. 3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.
12	1. Написати і виконати на симуляторі програму для виведення даних з клавіатури за прикладом Програми 1 для наступних даних: A0=«11», A1=«10», A2=«9», A3=«8», A4=«7», A5=«6», A6=«5», A7=«4», A8=«3», A9=«2», A10=«1», A11=«0». 2. Код кожної клавіші зберігати в регістрі R1. 3. Виводити значення коду кожної клавіші на світлодіодну лінійку LEDs симулятора.

### 3. Послідовність виконання роботи

3.1. Написати команди програми відповідно до вказаного завдання. Виконання програми проводити наступним чином:

3.1.1. Відкрити інтерфейс симулятора, двічі клацнувши клавішею миші на архівованому файлі «EdSim51.jar». Відкриється інтерфейс програмного симулятора, зображений на рис. 4.

Середнє поле емулятора, що називається “Панель коду Асемблера”, в верхній частині містить кнопки “Reset”, “Assm”, “Run”, “Load”, “Save”, “Copy”, “Past”.

Панель коду використовується для:

- **набору команд** програми з клавіатури. Для цього курсор встановлюється в верхній частині панелі і вводиться програма по одній команді в рядку (при потребі, з міткою та коментарем) (див. рис. 4);

- **завантаження** вже існуючої програми. Для цього необхідно на панелі вгорі натиснути кнопку “Load” і вказати шлях до потрібного файлу;

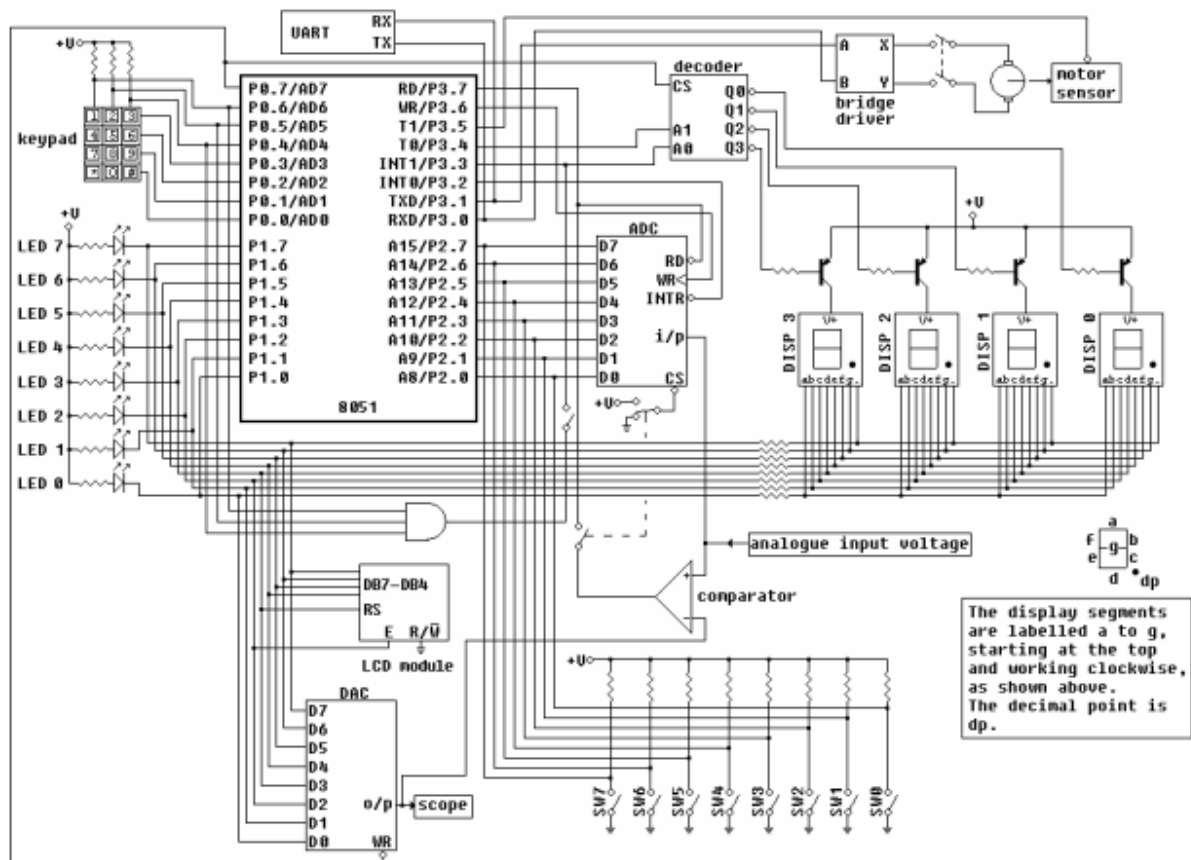


Рис. 3. Схема підключення клавіатури до MCS51 в схемі, роботу якої симулює EdSim51

- запису набраного файлу. Для цього потрібно натиснути кнопку “Save” і вказати шлях для збереження файлу.

3.1.2. Перед виконанням програми необхідно натиснути кнопку “Assm” панелі для асемблювання програми. Після цього, якщо команда записана невірно, в рядку під верхнім рядом кнопок панелі (на рис.4 виділений сірим кольором) з'явиться повідомлення про помилку, а колір рядка зміниться на червоний. Червоним кольором буде виділена також невірно написана команда.

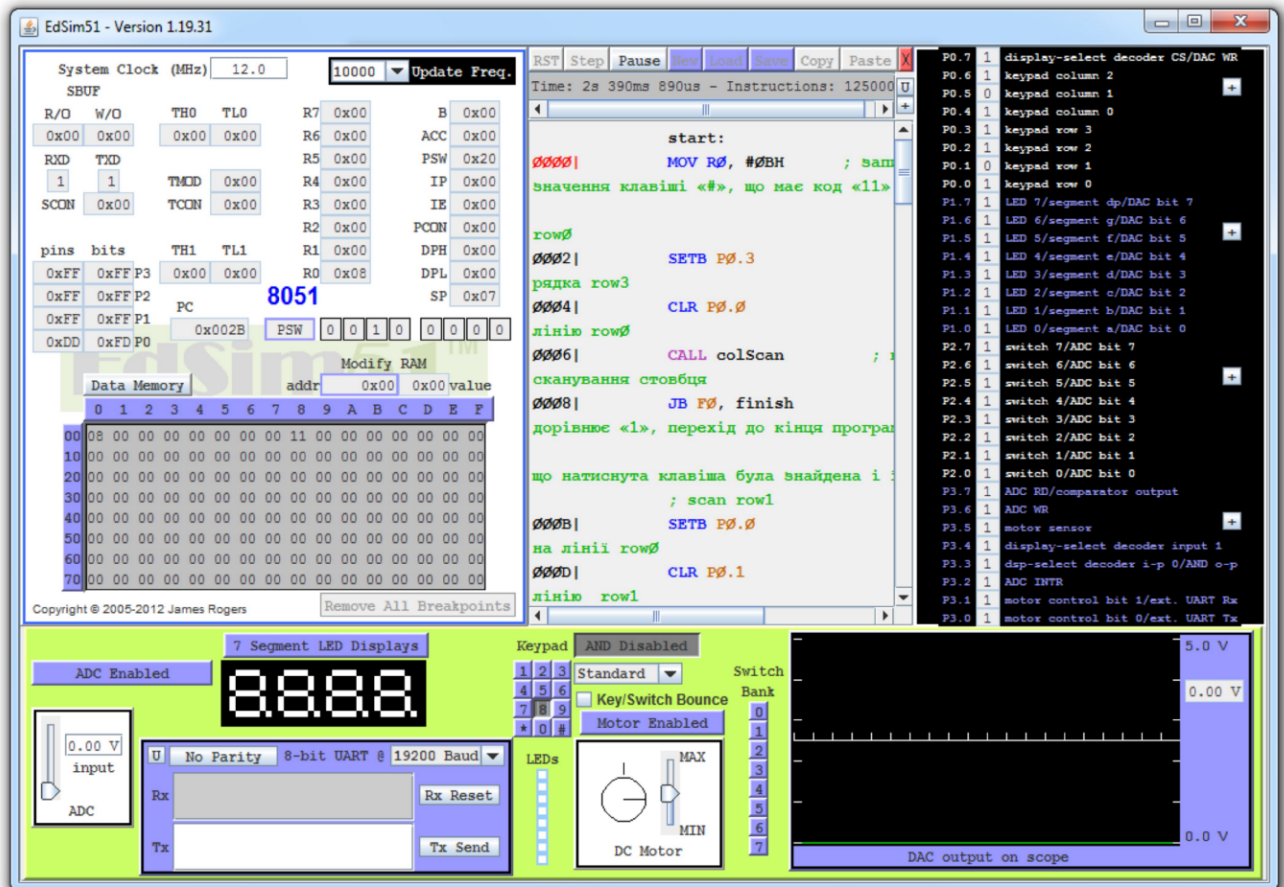


Рис. 4. Інтерфейс програмного симулятора

Якщо помилки відсутні, зліва від команд набраної програми з'являться адреси, і сама програма буде готова до виконання. Після асемблювання кнопка “Assm” зміниться на кнопку “Step”. Таким чином, є можливим виконувати програму покомандно в кроковому режимі, натискаючи кнопку “Step” після виконання кожної команди, або в автоматичному режимі, коли виконується вся програма, натиснувши один раз кнопку “Run”. В останньому випадку програму слід закінчувати директивою “End”.

При написанні програми можна користуватися для копіювання її фрагментів та вставки в будь-якому місці “Панелі коду Асемблера” кнопками “Copy” та “Paste”.

Щоб зупинити виконання програми і скинути в початковий стан регістри мікроконтролера симулятора необхідно натиснути кнопку “Reset”.

#### \*Примітка

1. Якщо Ви хочете виконати якусь з команд над вмістом регістру чи комірки пам'яті, наприклад, команду пересилання з регістру в регістр, необхідно в регістр, з якого буде здійснене пересилання, командою MOV попередньо записати якесь значення операнду (адресу чи константу).

2. Програма, що виконується, буде записана в пам'ять програм, вміст якої можна побачити, натиснувши на кнопку “Data memory” в нижній частині “Панелі пам'яті даних та



програмної пам'яті”, що знаходиться зліва від “Панелі коду Асемблера”. Після натискання кнопка “*Data memory*” зміниться на кнопку “*Code memory*”, тобто буде висвічуватися в полі пам'яті вміст пам'яті програм.

#### **4. Контрольні запитання**

1. Використовуючи електричну принципову схему, пояснити, як під'єднана клавіатура до мікроконтролера.
2. Яке призначення лінії P0.4...P0.6 мікроконтролера в схемі на рис.1?
3. Яке призначення лінії P0.0...P0.3 мікроконтролера в схемі на рис.1?
4. Пояснити алгоритм роботи програми.

#### **Рекомендована література**

1. Проектування мікропроцесорних систем керування : навчальний посібник, перевидання / Медвідь В.Р., Пісьціо В.П., Козбур І.Р. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 360 с.
2. Handbook of Microcontrollers/Predko Michael. NYс. McGraw-Hill. 1998. 861 p.
3. Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я. та ін.Схемотехніка електронних схем: У 3 кн. Кн.3 Мікропроцесори та мікроконтролери: підручник. 2-ге вид., допов. і переробл. К.: Вища шк., 2004. 399 с.
- 4 Мілих В. І., Шавьолкін О. О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: підручник; за ред. В. І. Мілих. 2-е вид. К.: Каравела, 2008. 688 с.