

Хмельницький національний університет  
Факультет програмування  
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем  
Кафедра кібербезпеки та комп'ютерних систем і мереж

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями

Назва теми

КвРКІ.170289.17.02.19 ПЗ

Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ-17-2

Підпис

М. І. Толстоба

Ініціали, прізвище

Керівник

Підпис, дата

В.М.Чешун

Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

Підпис, дата

І.В. Муляр

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри кібербезпеки та  
комп'ютерних систем і мереж

Підпис

Ю.П. Кльоц

Ініціали, прізвище

«17» червня 2021 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завидувач кафедри Ю.П.Кльоц

“ 05 ” 02 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Толстобі Микиті Ігоровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями

Керівник проекту (роботи) Чешун Віктор Миколайович

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

кандидат технічних наук, доцент

Затверджена наказом ректора університету від 05.02.2021 № 11 додаток №7

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 28.05.2021

3. Вихідні дані до проекту (роботи) мікроконтролер ATMEGA16-16PU, організація світлодіодних панелей - модульна нарощувана, тип матриці – монохромна світлодіодна, організація модуля – квадратний 16\*16 світлодіодів, налаштування – з ПК через USB-порт

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Дослідження предметної області та постановка задачі; обґрунтування базових положень щодо проектування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями; Опис схем електричних (структурної, функційної, принципової) проєктованої системи; опис алгоритму роботи системи

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



Схема електрична структурна (E1)

Схема електрична функційна (E2)

Схема електрична принципова (E3)

Алгоритм роботи (E8)

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Муляр І.В., доцент кафедри КБКСМ	-	
Антиплагиат	Муляр І.В., доцент кафедри КБКСМ	-	

7. Дата видачі завдання « 08 » 02 2021 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Підготовка вступного розділу	Березень - 1 декада	
2.	Огляд існуючих методів, засобів	Березень - 2 декада	
3.	Обґрунтування обраних рішень	Березень - 3 декада	
4.	Підготовка опису електричних схем	Квітень - 1 декада	
5.	Виконання розрахункової частини	Квітень - 1 декада	
6.	Підготовка ескізів креслень	Квітень - 2 декада	
7.	Формулювання висновків	Квітень - 3 декада	
8.	Розробка додатків	Травень - 1 декада	
9.	Погодження розділів з консультантом з нормоконтролю	Травень - 1 декада	
10.	Оформлення графічного матеріалу	Травень - 2 декада	
11.	Оформлення пояснювальної записки	Травень - 2 декада	
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
13.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
14.	Подання роботи для перевірки на плагіат	Травень - 3 декада	
15.	Захист кваліфікаційної роботи	Червень - 1 декада	

Студент

  
Підпис

Толстоба М.І.

Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

В.М. Чешун

Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями».

Автор роботи: Толсто́ба Микита Ігорович.

Керівник роботи: Чешун Віктор Миколайович.

Пояснювальна записка: 66 с., 17 рис., 2 табл., 2 дод., 20 джерел.

Графічна частина: 5 плакатів.

### МІКРОКОНТРОЛЕР, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, МАТРИЧНА СВІТЛОДІОДНА ПАНЕЛЬ.

Метою роботи є розробка мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями реалізує керування відображенням інформації на монохромному екрані з над'яскравих світлодіодів, що збирається у потрібній формі з симетричних квадратних модулів індикації з організацією 16x16 світлодіодів.





Настроювання системи і подача бінарних векторів опису зображення реалізується ПК через USB-порт.

В пояснювальній записці надано детальний опис принципів будови і роботи системи. На графічному матеріалі винесені схеми електричні контролера і модуля індикації, алгоритм роботи, складальне креслення і друковану плату.

  
Підпис студента





10.06.21  
Дата

№ р я д к а	ф о р м а т	Позначення	Найменування	К і л л и с т і в	№ екз	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1	A4	КвРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Пояснювальна записка	70		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2	A2	КвРКІ.170289.17.02.19 E1	Схема електрична структурна	1		
3	A2	КвРКІ.170289.17.02.19 E2	Схема електрична функціональна	1		
4	A1	КвРКІ.170289.17.02.19 E3	Схема електрична принципова	2		
5	A4	КвРКІ.170289.17.02.19 ПЕЗ	Перелік елементів	2		
6	A1	КвРКІ.170289.17.02.19 E8	Алгоритм роботи	1		

КвРКІ.170289.17.02.19 ВП				
Зм	Ар к	№ докум	Підпис	Дата
Розробив		Толстога М.І.		
Перевір.		Чешун В.М.		
Н. контр.		Муляр І.В.		
Затв.		Кльов Ю.П.		
Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями Відомість проекту				
		Літера		Аркуш
		У		Аркушів
		ХНУ, КІ-17-2		1

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ .....	5
1.1 Світлодіодні технології – сучасний стан .....	5
1.2 Світлодіодні панелі як об'єкт управління .....	10
1.3 Контролери світлодіодних матричних панелей.....	17
1.5 Висновки і постановка задачі.....	24
2 ОБГРУНТУВАННЯ БАЗОВИХ ПОЛОЖЕНЬ ЩОДО ПРОЄКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МАТРИЧНИМИ СВІТЛОДІОДНИМИ ПАНЕЛЯМИ .....	25
2.1 Обґрунтування актуальності задачі проєктування системи .....	25
2.2 Визначення загальних принципів вимог щодо організації системи .....	28
2.3 Функційні і структурні вимоги.....	31
2.4 Висновки.....	34
3 РЕАЛІЗАЦІЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ.....	35
3.1 Опис схеми електричної структурної .....	35
3.2 Опис схеми електричної функційної.....	39
3.3 Опис алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.....	44
3.4 Опис схеми електричної принципової.....	48
3.5 Розрахунки параметрів енергоспоживання системи .....	58
3.6 Опис технології виготовлення головного модуля керування.....	59
3.7 Висновки.....	62
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....	64
Додаток А. Лістинг програми прошивки мікроконтролера.....	71
Додаток Б. Копії графічної частини .....	79

КвРК1.170289.17.02.19 ПЗ				
Зм.	Арк.	Назва докум.	Підпис	Дата
Виконав		Голстова М.І.		
Перевір.		Чешун В.М.		
Н.контр.		Муляр І.В.		
Затвер.		Кльон Ю.П.		
Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями - Пояснювальна записка				
			Літера	Аркуш
			ХНУ. КІ-17-2	

## ВСТУП

Життя людства в сучасному світі вже неможливо уявити без застосування світлодіодних технологій. Світлодіоди сьогодні стали одним з найбільш поширених і використовуваних джерел світла як для промислових, так і для побутових потреб [1, 2, 3].

Світлодіод - напівпровідниковий прилад, що має один електричний перехід, а він перетворює електричну енергію в промені видимого світлового потоку. Явище було відкрито Генрі Джозефом Раундом ще в 1907 році. Перші експерименти з випромінюванням світла були поставлені радянським фізиком-вченим О.В. Лосєвим. Йому в 1929 році вдалося отримати робочий аналог світлодіодів [3].

Перші сучасні світлодіоди були отримані на початку шістдесятих років минулого сторіччя. Вони мали малопотужне червоне свічення і застосовувалися в якості індикаторів включення різних електричних приладів. У дев'яностих роках минулого сторіччя почали випускатися кольорові світлодіоди: сині, жовті, зелені, білі. Їх майже одночасно стали випускати у великих масштабах багато компаній.

Сучасні світлодіоди активно застосовуються в різних сферах для освітлення приміщень (житлових, виробничих, адміністративних) і вулиць, реклами тощо. В останні роки сфери застосування світлодіодів пристойно розростаються і оновлюються.

Слід відзначити той факт, що навіть автопромисловість без світлодіодів вже не обходиться. Якщо раніше світлодіоди використовувалися більшістю як індикатори електричних приладів, то сьогодні світлодіоди є повсюди: на дорожніх знаках з сянням, в світлофорах, на панелі приладів автомобіля, в сигнальних і габаритних ліхтарях тощо.

Широкомасштабне застосування світлодіодів як джерел світла можна пояснити наявними технологічними досягненнями в галузі розробки потужних світлодіодів, через що кожен рік таке освітлення витискає звичні застарілі

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						3
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

джерела освітлення (лампи розжарювання спіральні, галогенні лампи розжарювання, люмінесцентні лампи тощо) [4,5].

Світлодіоди застосовуються в різноманітних застосуваннях:

- освітлення побутових приміщень;
- освітлення на промислових і виробничих приміщень;
- освітлення робочих місць;
- освітлення під'їздів будинків і прибудинкових територій;
- освітлення прилавків і вітрин магазинів;
- подання реклами тощо.

Світлодіоди, що застосовуються як елементи світла, сьогодні є потужними LED-діодами, що мають позитивні характеристики за багатьма параметрами [2]:

- потужний світловий потік;
- висока надійність експлуатації;
- відмінна якість передачі кольору;
- висока світлова віддача.

Через це світлодіоди часто перевершують за якістю звичні людству джерела світла.

Використання світлодіодів дозволяє значно зменшити витрати електричної енергії. Це зумовлює два основних фактори щодо застосування світлодіодів [5,6]:

- відсутність потреби частого обслуговування;
- економія електроенергії.

Одне із основних застосувань світлодіодів – створення інформаційних та рекламних панелей [7]. Дослідження ринку пропозицій інформаційних та рекламних панелей, побудованих на базі світлодіодних технологій, вказує на наявність прикрої тенденції – на ринку є різноманітні пропозиції закордонних виробників, недоліком яких є висока ціна. Пропозиції інформаційних та рекламних панелей вітчизняного виробництва майже відсутні.

Це зумовлює актуальність теми кваліфікаційної роботи.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

# 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

## 1.1 Світлодіодні технології – сучасний стан

Сьогоднішній світ неможливо собі уявити без штучних джерел світла. Великі мегаполіси і найвіддаленіші куточки земної кулі освітлюються всілякими електричними джерелами світла. Однак, безперервний розвиток технологій призводить до того, що традиційне джерело електричного освітлення - лампа накаливання - впевнено поступається лідируючі позиції сучасним технологічним і економічним джерелам електричного світла, серед яких, безумовно, беззастережно лідирують світлодіоди [1, 2, 3].

Світлодіоди для людства стали одним з найбільш поширених джерел світла для промислових і побутових потреб. Цей напівпровідниковий прилад має один електричний перехід, він перетворює електроенергію в енергію видимого світлового випромінювання. Явище відкрито Генрі Джозефом Раундом в 1907 році. Перші експерименти були поставлені радянським фізиком-експериментатором О.В. Лосєвим, якому в 1929 році вдалося отримати робочий прототип сучасного світлодіода [3].

Перші сучасні світлодіоди (СД - світлодіод, СВД - світловипромінювальний діод, LED - led emitting diod) були створені на початку шістдесятих років. У них було слабе червоне свічення, їх застосовували в якості індикаторів включення в самих різних приладах. У 90-х з'явилися сині, жовті, зелені і білі світлодіоди. Їх стали випускати в промислових масштабах багато компаній. Сьогодні LED-діоди застосовуються повсюдно: у світлофорах, лампочках, автомобілях, рекламі тощо.

Світлодіод - це напівпровідниковий прилад, що випромінює фотони певної частоти при пропущенні через нього електричного струму [2].

Часто термін «світлодіод» замінюється англійською аббревіатурою LED від «led emitting diod» - світловипромінювальний діод.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

Ефект випускання фотонів досягається завдяки наявності в цих приладах електронно-діркового переходу, рекомбінація електронів і дірок в якому супроводжується переходом електронів з одного енергетичного рівня на інший, в результаті чого надлишок енергії вивільняється у вигляді вільного фотонного випромінювання.

Вперше подібне явище було виявлено в далекому 1907 році англійським дослідником Генрі Раундом. Пізніше, незалежно від нього, радянський вчений Олег Лосєв в 1923 році також зафіксував електролюмінесценцію в точці контакту карбїду кремнію і сталі під впливом електричного струму і навіть зміг запатентувати свій винахід під назвою «Світлове реле» в 1927 році. Але, як часто буває, відкриття не було належним чином оцінено сучасниками і до появи світлодіодів залишалися десятиліття [2, 3].

Технологія створення інфрачервоних світлодіодів була освоєна в США лише в 1961 році, а перший придатний для застосування у видимому діапазоні спектру (червоний) світлодіод був створений в 1962 році Ніком Холоньяк. Пізніші дослідження призвели до створення в 1971 році синього світлодіода, а в 1972 році був створений перший жовтий світлодіод і розроблені методи десятикратного збільшення яскравості червоних світлодіодів.

Проте, не дивлячись на очевидний прогрес в розвитку світлодіодної техніки, світлодіоди залишалися надмірно дорогими аж до кінця 60-х років ХХ сторіччя. Їх промислове виробництво і застосування починається лише в 70-х роках ХХ сторіччя, а виробництво дешевих синіх світлодіодів почалося після 1990 року, коли японським ученим вдалося критично удосконалити технологію їх створення.

Будучи якісно новими джерелами електромагнітного випромінювання, світлодіоди мають ряд істотних переваг перед своїми попередниками, що сприяє їх широкому впровадженню в різних областях застосування.

Серед переваг світлодіодів необхідно виділити наступні їх якості і характеристики.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						6
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Відсутність в LED світлодіодах чутливих до механічних впливів конструктивних елементів (таких, наприклад, як нитка розжарення) визначає їх підвищену вібраційну і механічну стійкість до несприятливих впливів під час виготовлення, транспортування, монтажу та експлуатації.

Вкрай ефективно перетворення світлодіодами електричної енергії в світло визначає вкрай високий коефіцієнт їх світловий віддачі. Натрієві газорозрядні і металогалогенні лампи, що були багато десятиліть безперечними лідерами на ринку за показником світловий віддачі, в даний час втратили свої лідируючі позиції через появу не менш ефективних світлодіодів. Так, якщо показник світлової віддачі у натрієвих газорозрядних ламп становить близько 150 лм на Вт споживаної потужності, то у найсучасніших світлодіодів він досяг 146 лм на Вт і продовжує підвищуватися разом з розвитком технологій і застосуванням нових конструкторських рішень [4, 5].

Термін експлуатації світлодіодів складає від 30-100 тисяч годин, що значно перевищує показники джерел світла, виготовлених за іншими технологіями. Недоліком світлодіодів є те, що при тривалій експлуатації або неефективному відведенні тепла їх кристали схильні до так званої деградації, яка призводить до плавного зниження яскравості випромінювання.

Істотним плюсом світлодіодів є незалежність тривалості їх служби від кількості ітерацій включення-виключення. Цим вони вигідно відрізняються від інших світловипромінюючих пристроїв (наприклад, газорозрядних ламп і ламп розжарювання), чутливих до кількості дій включення-виключення.

Випромінюванню світлодіодів загалом властива спектральна чистота, в той час як в інших пристроях вона досягається за рахунок використання різних світлофільтрів.

Екологічна безпека LED обумовлена тим, що в їх виробництві не використовуються небезпечні елементи та з'єднання (ртуть, фосфор, галогеніди металів). Також в спектрі їх випромінювання відсутній ультрафіолет, що усуває необхідність створення захисту від нього [6].

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

Світлодіоди безпечні в експлуатації, тому що вони живляться відносно низькими напругами і, завдяки високій світловіддачі, рідко нагріваються вище 50-60 °С

Важливим фактором, що сприяє широкому застосуванню світлодіодів, є відсутність інерційності їх включення: максимальна яскравість випромінювання досягається відразу після включення, в той час як у енергозберігаючих люмінесцентних ламп час включення коливається від 1 секунди до 1 хвилини, а вихід на стовідсоткову яскравість відбувається протягом 3-10 хвилин після початку роботи (в залежності від температури навколишнього середовища і особливостей лампи) [6,7].

Практично нульова чутливість світлодіодів до низьких і ультранизьких температур дозволяє використовувати їх поза приміщеннями в країнах з суворим кліматом. У той же час, як вже зазначалося, світлодіоди (як і будь-які інші напівпровідникові прилади) чутливі до високих температур. У зв'язку з цим при монтажі LED пристроїв завжди необхідно приділяти особливу увагу наявності достатнього рівня відведення тепла.

Широке варіювання кута випромінювання у різних видів світлодіодів (від 15° до 180°) дозволяє вирішувати різні конструкторські та технологічні завдання при створенні пристроїв з їх використанням.

Наявність широкого спектра білих світлодіодів (білий теплий, білий денний, білий холодний) дає можливість використовувати різні їх типи для вирішення різних завдань в залежності від конкретної ситуації і необхідності отримання того чи іншого ефекту від освітлення.

До переваг сучасних світлодіодів відноситься також відносно низька вартість світлодіодів (особливо індикаторних) та високі показники коефіцієнта передачі кольору.

Потужні і сучасні світлодіоди зараз активно застосовуються в великій кількості сфер, починаючи з освітлення житлових приміщень, виробничих та адміністративних і закінчуючи архітектурним дизайнерським підсвічуванням.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						8
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Протягом останніх років область застосування світлодіодів пристойно розширюється. Якщо раніше світлодіоди зводилися до індикаторів електронних приладів, то сьогодні, де їх тільки не побачиш: на дорожніх знаках, в світлофорах, на приладовій панелі машин тощо. Відзначимо той факт, що автопромисловість без світлодіодів вже не обходиться, їх дуже активно впроваджують в сигнальні вогні гальмування, габаритні ліхтарі, фари тощо.

Широку сферу застосування світлодіодів можна легко пояснити технологічними досягненнями в розробці потужних діодів, завдяки чому з кожним роком таке освітлення все впевненіше витісняє вже звичні, але порядком застарілі джерела освітлення, такі як, лампи розжарювання, галогенні лампи розжарювання, компактні люмінесцентні лампи тощо [4, 8].

Світлодіоди, які використовують для інформаційних світлодіодних панелей теж є потужними і ефективними елементами світла за багатьма параметрами, а саме:

- світловий потік;
- надійність в експлуатації;
- відмінний індекс передачі кольору;
- світлова віддача тощо.

Через це світлодіоди абсолютно не поступаються і часом перевершують звичні для нас джерела світла.

Якщо порівнювати з іншими лампами як елементами інформаційних панелей, то головні переваги світлодіодів - це термін служби з номіналом до 100000 годин, а також направлене випромінювання. Світловипромінюючі діоди не містять ртуті, як газорозрядні або люмінесцентні лампочки, що значно полегшує проблему утилізації.

Час виходу світлового потоку на максимальне значення досягається відразу після включення живлення.

Використання світлодіодів в світлодіодних панелях допомагає значно зменшити витрати на електроенергію. Саме тому важливо і потрібно розглядати два найосновніших, що є найістотнішими факторами для застосування

світлодіодів. Такими факторами є відсутність потреби обслуговування приладів і економія електроенергії. З використанням світлодіодів замість застарілих лампочок розжарювання економія на електроенергію складе 95%, а замість люмінесцентних близько 50%.

## 1.2 Світлодіодні панелі як об'єкт управління

Аналіз існуючих рішень за завданням розробки мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями розпочнемо з огляду характеристик світлодіодних панелей (екранів, табло тощо).

Світлодіодна панель (екран, табло тощо) - пристрій відображення візуальної інформації, зображення на поверхні якого формується електронним способом. Найбільший інтерес представляють пристрої, які дозволяють оперативно змінювати зображення. В даний час, у зв'язку з технологічним проривом у виготовленні світлодіодів, наявністю високопродуктивних електронних комплектуючих, активно розвивається виробництво яскравих, економічних і динамічних світлодіодних інформаційних табло [7, 9].

Графічні екрани, повнокольорові або одноколірні, світлодіодні дисплеї для символів і графіки - найбільш універсальні пристрої [9,10, 11]. На таких екранах можна показувати картинки, відео або текст, від статичних і до анімаційного або до реального відео. Випускаються світлодіодні графічні панелі з різним дозволом, яскравістю, кольоровістю, у вуличному виконанні і у виконанні для приміщень. Графічні інформаційні табло встановлюються на вулицях міст, в торгових центрах, на спортивних стадіонах - всюди де потрібно показати великій кількості людей текст або рекламу. Екрани можуть бути виконані в одноколірному, двоколірному і кольоровому виконанні.

Електронне табло типу динамічний рядок відображає текст і графіку з різними ефектами (рисунок 1.1). Бувають динамічні рядки різного розміру, одноколірні і багатоколірні, для вулиці і приміщень [10].

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						10
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 - Електронне табло типу динамічний рядок

Динамічний рядок для роботи не вимагає постійного підключення до комп'ютера. Завантаження інформації проводиться різним способом:

- з персонального комп'ютера через COM або USB порт;
- з клавіатури, підключеної безпосередньо до табло;
- з флешки або карти пам'яті (SD тощо), з заздалегідь завантаженою інформацією;
- за допомогою бездротової мережі WI-FI;
- по мережі Ethernet;
- за допомогою мережі GSM (GPRS);
- за допомогою коротких текстових повідомлень (SMS) з телефону.

Популярне застосування світлодіодних панелей - електронне табло-годинник.

Нарис цифр таких табло може бути:

– сегментним, як на наручних годинниках (цифра складається з семи рисок– сегментів). Такі цифри добре читаються завдяки звичного вигляду. Табло з сегментними символами призначене для виведення в основному цифр і деяких букв.

– матричним, коли цифра складається з великої кількості елементів, розташованих рівномірно по горизонталі і вертикалі. Найбільш часто для матричної цифри використовується 35 точок - п'ять вертикальних колонок по сім

точок в колонці. Табло з матричними символами може застосовуватися для виведення як цифр, так і букв. Цифри більш такого табло схожі на друковані символи, мають більш округлу форму.

Годинники можуть бути суміщені з термометром і показувати час і температуру в режимі зміни інформації (рисунок 1.2) [11].



Рисунок 1.2 - Електронне табло спеціалізоване під годинник і показник температури

Більш складні системи використовуються для інформування населення про поточні час, температуру, тиск, вологість повітря, рівень радіації тощо. Система часу в такому випадку складається з одного або декількох електронних табло, контролера управління і набору датчиків.

Вбудована програма дозволяє перевести електронний годинник в режим табло зворотного відліку часу або таймер. Управління електронним таймером проводиться за допомогою кнопок, інфрачервоного пульта, контактних і безконтактних датчиків або за допомогою комп'ютера.

Таймери часто використовуються при проведенні спортивних змагань. Наприклад, головне спортивне табло завжди містить таймер часу періоду, в деяких видах спорту, наприклад в баскетболі, застосовуються таймери часу володіння м'ячем (табло часу атаки).

Символьне табло призначене для відображення букв і цифр. Особливість таких виробів - поділ екрану на рядки і символні позиції. Такий поділ зручний

для сприйняття інформації і економить кошти за рахунок відсутності в невикористовуваних областях елементів індикації. Застосовується для виведення розкладу на залізничних і автовокзалах, в аеропортах, для багаторядковъ інформації, а також - табло валют. Символьні дисплеї використовуються для організації торгів, в системі електронної черги. Символьні екрани встановлюються в ігрових залах, в автотранспорті та на підприємствах.

Символьні інформаційні екрани в поєднанні з графічними дисплеями використовуються для оснащення спортивних споруд, спортивних майданчиків і залів для супроводу різних спортивних змагань.

Перелічені варіанти реалізації світлодіодних панелей є вузькоспеціалізованими, тому для більшої універсальності часто використовують матричні світлодіодні панелі або екрани.

Світлодіодна матрична панель-екран - це найефективніший спосіб донесення інформації до споживача на сьогоднішній день. Використовуються в торгових центрах, спортивних і концертних залах, театрах, на вокзалах і аеропортах, телестудіях. Широке застосування отримали в вуличному використанні, в якості реклами, дорожніх знаків, інформаційних табло. На сьогодні можливе створення світлодіодних екранів будь-якого розміру, з різним кроком пікселя, інтер'єрних і вуличних варіантів.

Основні переваги світлодіодних матричних панелей [2, 9, 10]:

- відображення будь-візуальної інформації (відео, текст, картинки, графіка, таблиці);
- висока яскравість і контрастність дозволяють використовувати світлодіодний екран при яскравому сонячному освітленні;
- вуличне застосування завдяки стабільності роботи в широких діапазонах температур від - 60 до + 60 градусів і підвищеного ступеня захисту від зовнішніх впливів;
- модульна структура і допоміжні пристрої дозволяють отримати екран будь-якого розміру, з будь-яким співвідношенням сторін;

– висока надійність і ремонтпридатність, термін служби світлодіодів до 100 000 годин;

– висока якість;

– різні інтерфейси управління: LAN (Ethernet), Оптичне волокно, Wi-Fi, USB, HDMI, DVI тощо.

Світлодіодна матрична панель не потребує додаткових витратних матеріалів та робочої сили на створення нової реклами, в порівнянні з рекламними щитами і банерами.

Завдяки всім перевагам, світлодіодні матричні панелі набули широкого застосування у всіх областях, де використовуються засоби відображення візуальної інформації.

Приклад матричної панелі - світлодіодна матриця Politex [12] наведено на рисунку 1.3 .

Технічні параметри світлодіодної матричної панелі Politex:

- світлодіоди CREE (США);
  - регулювання яскравості автоматичне або ручне;
  - кут випромінювання: 100 ° в горизонталі, 40 ° у вертикалі;
  - можлива корекція зображення - зменшення шумів, поліпшення зображення, компенсація руху, коректування хроматичних координат;
  - статичний режим роботи;
  - частота регенерації матриці > 120 Гц;
- джерело опису зображення - комп'ютер

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		14



Рисунок 1.3 - Екран світлодіодної матричної панелі Politex

Фізичні параметри матриця Politex:

- розміри модуля 512x512x150 мм;
- стандарт виконання IP65;
- похибки виготовлення (нерівності)  $< \pm 2$ мм;
- відстані між модулями  $< 2$ мм;
- час роботи  $> 100\ 000$  годин;
- Темні пікселі  $< 2/10000$  (2 світлодіоди на 10000 годин);
- напруга живлення  $380\text{В} \pm 10\%$ , 50Гц;
- час роботи без перерв  $> 48$  годин;
- робоча температура  $-40\ ^\circ\text{C} \dots +70\ ^\circ\text{C}$ ;
- вологість  $15\% \dots 95\% \text{RH}$ ;
- розміри повної матриці  $4.096 \times 2.56 = 10.49\ \text{м}^2$ ;
- розмір в пікселях  $256 \times 160 = 40960$ ;
- кількість модулів на екран  $8 \times 5 = 40$ .

Оптичні характеристики світлодіодної матричної панелі Politex:

- форма пікселя, (мм) - квадрат, 11x11;
- крок пікселя, (мм) 16;
- формат модуля 16x8 пікселів;

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ

Арк.

15

- вид пікселів два червоних, один зелений і один синій;
- кількість пікселів на м<sup>2</sup> 3906;
- яскравість  $\geq 6000$  кд/м<sup>2</sup>;
- рекомендована відстань огляду 15-200 м (картинка чітка на прямому світлі сонця).

Світлодіодний екран формується з окремих модулів, що збираються в панель потрібних розмірів.

Схема комутації модулів наведена на рисунку 1.4.

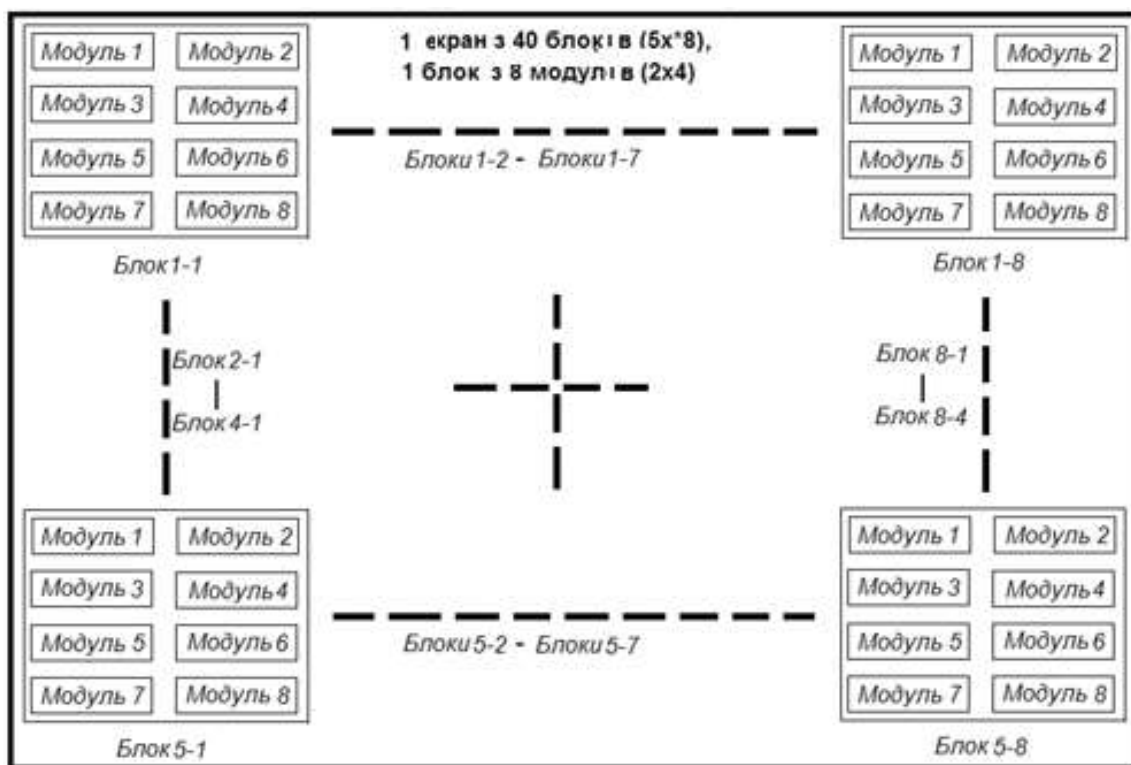


Рисунок 1.4 – Схема комутації модулів матриці

На рисунку 1.5 показано вигляд панелі зі сторони комутаційних з'єднань (тильний вигляд).



Рисунок 1.5 – Тильний вигляд комутаційних з'єднань панелей

### 1.3 Контролери світлодіодних матричних панелей

Управління, точніше підготовка, завантаження інформації на світлодіодний екран, формування зображення - завдання, яке виконує контролер матриці і програмне забезпечення [12, 13, 14].

Залежно від фізичних розмірів табло, його розподільної здатності і кольоровості, а також режиму роботи (матричний екран, динамічний рядок, анімаційний екран), на екран встановлюється або один контролер, або комплект контролерів. Кожен контролер містить вбудовану програму і виконує певну функцію (формує зображення на модулях табло, ділить зображення на фрагменти, роздає інформацію, коригує колір і яскравість тощо).

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ

Арк.

17

Комплект контролерів і їх конфігурація підбирається для кожної матричної панелі індивідуально.

Для управління матрицею з допомогою програмного забезпечення замовника розробляється контролер світлодіодного екрана з певним протоколом, що дозволяє замовнику самостійно або з допомогою інтегрувати табло в свою інформаційну систему [12].

Для створення, обробки і передачі на світлодіодний екран зображення, як правило, використовується персональний комп'ютер. Деякі контролери мають вбудовану пам'ять, здатну зберігати весь обсяг інформації, деякі табло мають для цього гніздо флешки або карти пам'яті (SD тощо). Для таких табло комп'ютер потрібен тільки для підготовки зображення. Є матричні екрани з постійним підключенням до комп'ютерів. В цьому випадку комп'ютер грає роль головного контролера табло і підключається до модулів табло за допомогою локальної мережі. Програма управління графічним табло дозволяє практично будь-який відеофайл конвертувати для відображення на табло. При цьому враховується розподільча здатність табло, його кольоровість. Проводиться корекція кольору, яскравості, додається необхідний текст.

Контролер - це основа управління світлодіодним екраном [14]. Він впливає на надійність і стабільність роботи, якість зображення, запобігає небажаним ефектам (руйнуванню картини) і він дозволяє управляти екраном з великих відстаней.

Пропонуються комплекти для збірки світлодіодних екранів з двома типами систем управління - синхронною і асинхронною [14].

Синхронна система управління дозволяє передавати зображення на екран безпосередньо з відеовиходу комп'ютера, також допускає корекцію яскравості по пікселях як вручну, так і з використанням фотоапарата з високою роздільною здатністю.

Асинхронна система управління має вбудовану пам'ять і не вимагає наявності комп'ютера поруч з екраном. У комплект поставки входять джерела живлення для екрану.

Синхронна система управління світлодіодним екраном складається з однієї передавальної карти і декількох карт приймальних. Передавальна карта встановлюється в комп'ютер, приймальні - в модулі екрану. Між собою карти з'єднуються, наприклад, UTP-кабелем.

Передавальна карта з'єднується з виходами DVI і COM-портів комп'ютера. В роз'єми приймаючої карти встановлюється хаб-коммутаційна плата, від якої йдуть сигнальні шлейфи до матриць. Всі сполучні кабелі, інструкція з підключення та налаштування поставляються, як правило, в комплекті з екраном.

Перевага синхронної системи управління полягає в тому, що для зберігання відеоінформації використовується пам'ять комп'ютера. Також можливе введення відеоінформації з зовнішніх пристроїв - плати відеозахоплення, ТВ-тюнера, відеокамери тощо. Найцікавішою особливістю синхронної системи є можливість коригування яскравості пікселів на екрані за допомогою фотоапарата. Ця можливість, зокрема, детально описана в інструкції до керуючої програми LedStudio.

Передавальна карта синхронної системи управління представлена на рисунку 1.6, приймальна карта - на рисунку 1.7.

Асинхронна система управління складається з одного або декількох (в залежності від розміру матриці) контролерів типу VX-5A2 або UF-T01B. Контролер UF-T01B може використовуватися для управління RGB екранами, VX-5U2 застосовується для управління монохромними екранами.

Передавальна карта асинхронної системи управління представлена на рисунку 1.8, приймальна карта - на рисунку 1.9.



Рисунок 1.6 – Передавальна карта синхронної системи управління



Рисунок 1.7 – Передавальна карта синхронної системи управління

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ

Арк.

20

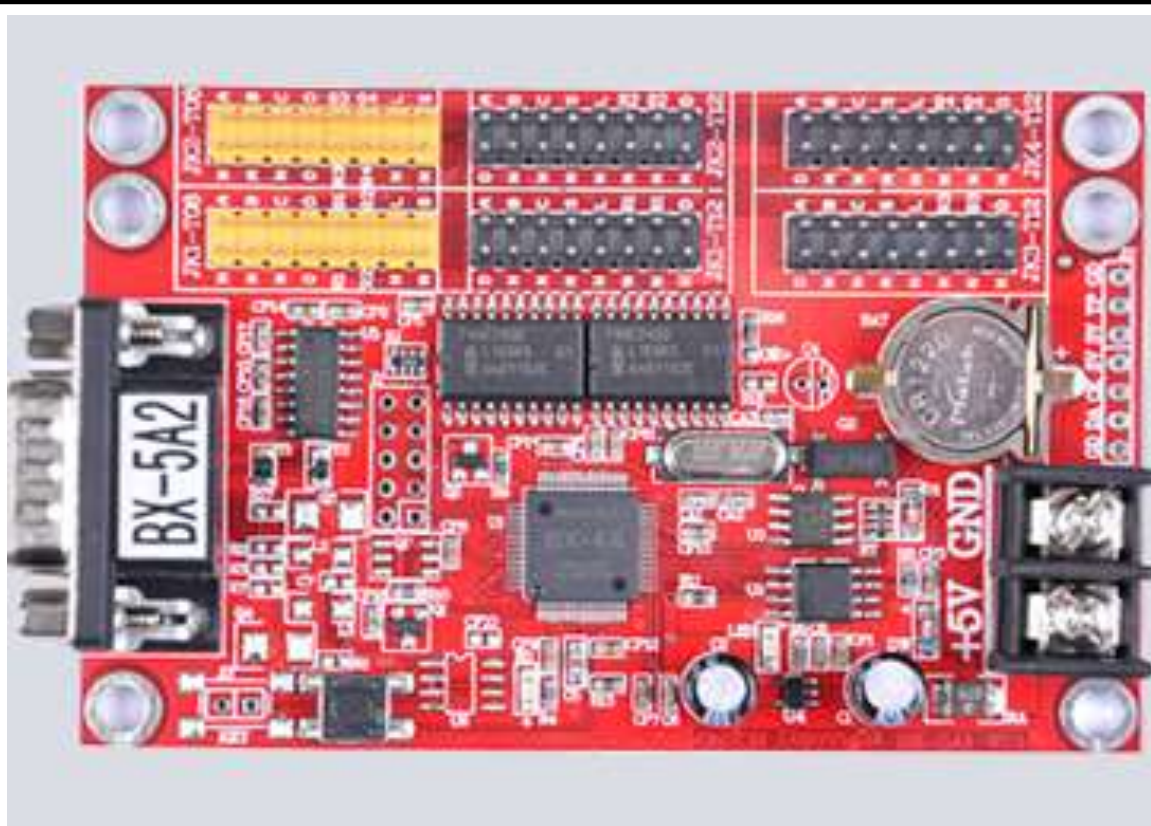


Рисунок 1.8 – Передавальна карта синхронної системи управління

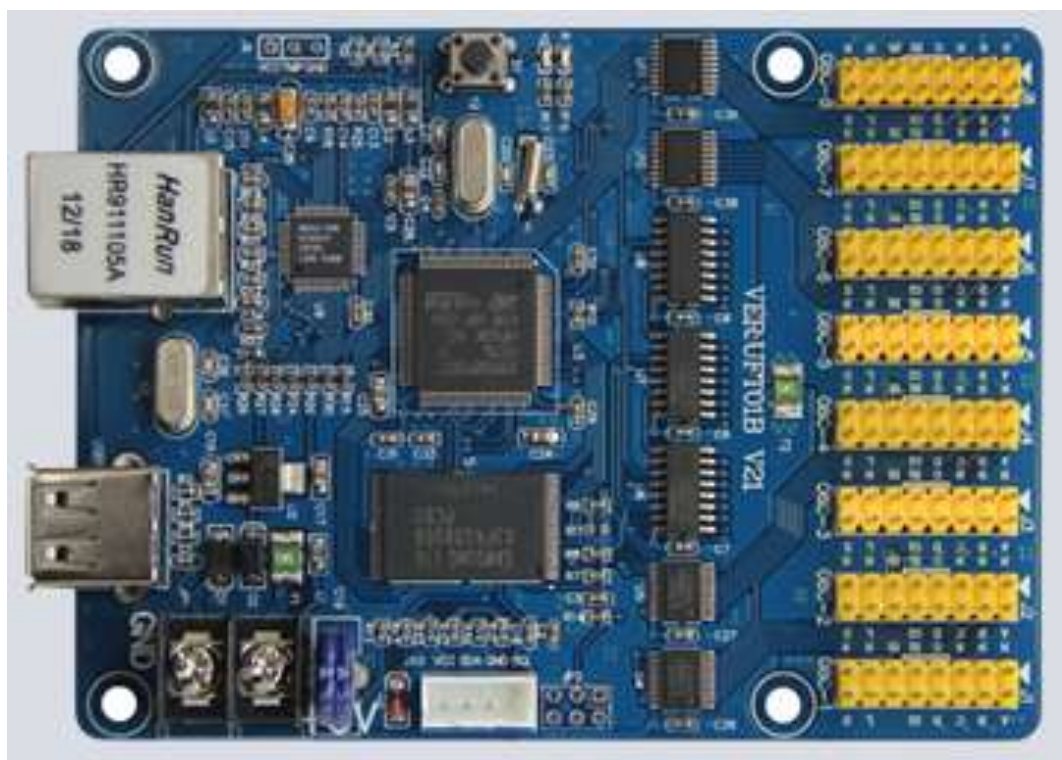


Рисунок 1.9 – Передавальна карта синхронної системи управління

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ

Арк.

21

Контролер ВХ-5А2 [13] налаштується і функціонує аналогічно, тільки підключається до комп'ютера через інтерфейс RS-232 і при налаштуванні використовується інше програмне забезпечення.

UF-T01В підключається до комп'ютера за допомогою UTP кабелю, через який відбувається передача даних з комп'ютера. Після того, як контролер запрограмований, керуючий комп'ютер можна відключати, і екран працює автономно за заданою програмою.

Існують одноплатні контролери світлодіодних панелей. Прикладом може бути модель ELX.GRA-C (рисунок 1.10).

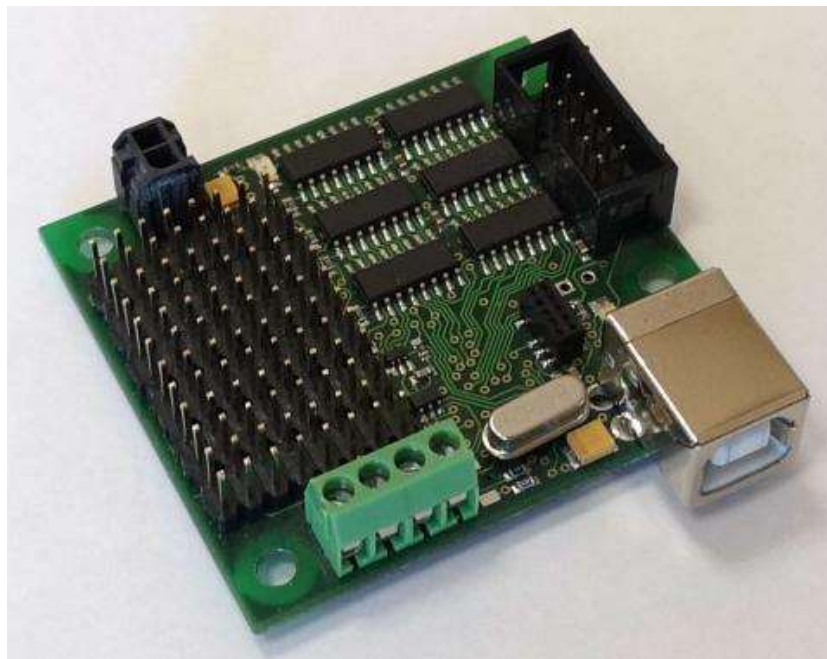


Рисунок 1.10 – Контролер ELX.GRA-C

ELX.GRA-C - контролер для управління поширеними типами світлодіодних модулів табло з інтерфейсами RS-485, USB і Ethernet для управління модулями табло з роз'ємами HUB08, HUB12 і HUB75 (HUB75E). Контролер формує зображення на декількох матрицях табло, в екрані можна встановити один або кілька таких контролерів. Особливості контролера:

- інтерфейс RS-485, USB, Ethernet (через міст ELX.EPort);
- два роз'єми для підключення матриць типу HUB08, HUB12 або HUB75 (HUB75E);

- до 6 ліній даних, до 4 ліній адреси (скан 1/16);
- I2C - підключення зовнішнього датчика температури;
- живлення 4 ... 6 В 0.3 Вт;
- малі габарити і низька вартість.

Можливості програмного забезпечення:

- формування зображення на площі від 192 x 64 (кольоровий режим) до 1024 x 32 (монохромний режим);
- формування на табло повнокольорової картинки з частотою оновлення понад 100 Гц і частотою кадрів до 10 Гц;
- 64 чистих кольори і TrueColor 24 біт в режимі dithering;
- виведення у вікнах або на всій керованій області тексту різним шрифтом, кольором, динамічного рядка, рамки тощо;
- підтримка протоколів ЕК7 і ЕК9;
- утиліта для роботи в режимі командного рядка і у віконному режимі для тестування, налаштування, формування вікон і нарізки зображення (для управління табло з декількома контролерами).

Новий контролер дає можливість виготовити табло з індивідуальним функціоналом:

- табло для індикації параметрів виробничих процесів;
- табло для АЗС (покажчики вартості палива на авто-заправних станціях), в тому числі з централізованої завантаженням;
- табло курсів валюти з індивідуальним дизайном, в тому числі з автоматичним оновленням по мережі;
- годинник-термометр з високою точністю ходу і роботою від зовнішніх годинників;
- табло викликів відвідувачів в системі електронної черги;
- спортивні таймери, табло для різних видів спорту.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ

Арк.

23

## 1.5 Висновки і постановка задачі

З проведеного огляду сучасного стану розвитку світлодіодних технологій та існуючих рішень аналогів і прототипів проектованої мікроконтролерної системи можна зробити наступні висновки:

- світлодіодна матрична панель - це найефективніший спосіб донесення інформації до споживача на сьогоднішній день;
- допустиме відображення будь-візуальної інформації (відео, текст, картинки, графіка, таблиці);
- характерна висока яскравість і контрастність дозволяють використовувати світлодіодний екран при яскравому сонячному освітленні;
- модульна структура і допоміжні пристрої дозволяють отримати екран будь-якого розміру, з будь-яким співвідношенням сторін;
- висока надійність і ремонтпридатність, термін служби світлодіодів до 100 000 годин;
- можливі різні інтерфейси управління: LAN (Ethernet), оптоволокно, Wi-Fi, USB, HDMI, DVI тощо.

Світлодіодна матрична панель не потребує додаткових витратних матеріалів та робочої сили на створення нової реклами, в порівнянні з рекламними щитами і банерами.

Завдяки всім перевагам, світлодіодні матричні панелі набули широкого застосування у всіх областях, де використовуються засоби відображення візуальної інформації.

В той же час, здебільшого світлодіодні матричні панелі та системи керування ними є виробами закордонного виробництва, тому актуальними залишаються авторські розробки аналогів з орієнтацією на вітчизняного виробника, прикладом якої має стати розробка мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями за завданням моєї кваліфікаційної роботи.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

## 2 ОБГРУНТУВАННЯ БАЗОВИХ ПОЛОЖЕНЬ ЩОДО ПРОЄКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МАТРИЧНИМИ СВІТЛОДІОДНИМИ ПАНЕЛЯМИ

### 2.1 Обґрунтування актуальності задачі проєктування системи

Електронні матричні панелі або LED-екрани - це назва технології трансляції відео-контенту за допомогою світлодіодів, об'єднаних в матриці або кластери великих розмірів. Вони широко відомі майстрам внутрішньої і зовнішньої реклами, так як часто використовуються для створення вітрин, вивісок та інших рекламних поверхонь [1-5]. Але це - далеко не всі сфери використання світлодіодних екранів.

В їх основі першочергово лежить модульна конструкція [12, 13]. Площа світлодіодного екрану ніяк не впливає на якість місця з'єднання модульних частин. Монтується абсолютно цілісна, на перший погляд, конструкція, зі світлодіодних модулів. Зазвичай для зовнішньої реклами він фіксується несучої металоконструкцією, герметичним корпусом, панеллю індикаторів. Герметичний корпус світлодіодного екрана складається з:

- світлодіодного полотна;
- контролера;
- електроніки;
- блоку (блоків) живлення;
- внутрішнього вентилятора.

Корпус має свій рівень захисту від погодних умов, температурної стійкості тощо.

Зазвичай світлодіодні панелі спокійно переживають умови від -60 до +60 за Цельсієм, з рівномірним світінням і швидкістю передачі даних.

Використання світлодіодного екрана всередині приміщень допомагає створити безшовну відео стіну з відмінними характеристиками яскравості при

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		25

технічному довголіття (до 10 років безперервної роботи з умовою можливого потемніння світлодіодів до 50%), з ощадливим енергоспоживанням.

Електронні матричні панелі створені для яскравого подання інформації, а якість самого зображення визначається тим, наскільки велику площу займає сам екран і тим, скільки світлодіодів формують візуальну одиницю зображення - піксель. Від одного до декількох десятків світлодіодів можуть передавати одну точку на екрані. Зрозуміло, в цій характеристиці - чим більше, тим краще у співвідношенні до площі всього екрану. Кількість світлодіодів на піксель також визначає загальне енергоспоживання. Загалом, світлодіодні екрани більше споживають днем, де потрібно змагатися з яскравістю сонячного світла, а ввечері навіть в економічному режимі виглядають дуже яскраво. І оскільки будь-який пристрій має свої панелі контролю всіх цих показників, можна з легкістю контролювати контент і показники світлодіодного екрана.

Електронні панелі класифікуються за багатьма показниками, починаючи від сфери застосування, і закінчуючи типом модуля, що з'єднує окремі світлодіоди в цілісну систему [1, 13].

Світлодіодні LED-екрани зовнішньої установки - сюди відносяться стаціонарні екрани, медіа-фасади, відео-вивіски, рекламні установки на даху і інші зовнішні поверхні з захисним корпусом.

Світлодіодні LED-екрани внутрішньої установки – використовують торгові центри, великі концертні зали, кіно, заклади громадського харчування, відпочинку та розваги, де формат зображення дійсно має значення. У цих пристроїв інший рівень захисту і тип вентилятора, але це ніяк не впливає на термін їх служби.

Світлодіодні LED-відеоборди - великі світлодіодні екрани, головне завдання яких полягає в трансляції відеоконтенту на великі площі з висоти або іншого зручного для глядача положення. Невеликі похибки зображення, що виникають при роботі світлодіодного екрана, абсолютно непомітні. Також цей тип включає в себе екрани великих відкритих спортивних арен.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		26

Світлодіодні медіафасади - найбільш використовувані в рекламних цілях. Характеризуються напівпрозорою конструкцією, що кріпиться без зазору до стіни або іншої поверхні разом зі спеціальним блоком живлення і вентилятором охолодження світлодіодів. Завдяки своєму естетичному вигляду, можуть використовуватися для покриття великих площ фасаду будівлі, створюючи безліч варіантів для подання відеоконтенту.

Гнучкі, об'ємні і авторські світлодіодні екрани - їх використовують для декору або спеціальних замовлень під потреби творчих проектів.

Зазвичай все програмне забезпечення, необхідне для активного користування екраном, поставляється з ним разом і не викликає особливих труднощів при експлуатації. Доступне програмне забезпечення для будь-яких операційних систем, під будь-які пристрої. Так, реально контролювати світлодіодний екран зі смартфона.

Можна виділити наступні основні переваги світлодіодних панелей в ситуаційних і диспетчерських центрах [3, 15, 16]:

- розміри і дозвіл екрана, які повинні забезпечувати виведення максимального обсягу необхідної інформації;
- великий кут огляду, що дозволяє диспетчерам або операторам бачити всю необхідну інформацію зі своїх робочих місць;
- можливість безперервної роботи протягом тривалого часу (як правило, 24 години на добу 365 днів у році);
- мінімальні терміни усунення несправностей;
- можливість виведення інформації у багатьох вікнах, причому вікна повинні бути мобільні в рамках всього екрану і допускати перекриття;
- комплектація програмно-апаратними засобами, що дозволяють приймати інформацію від різних джерел (датчиків, джерел відеосигналів, комп'ютерів), можливість роботи в комп'ютерних мережах;
- масштабованість і можливість оперативної модернізації;
- мінімальні вимоги до обслуговування в поєднанні зі зручністю проведення регламентних робіт.

Основний виробник і постачальник світлодіодних панелей сьогодні – Китай.

Світлодіодні панелі, що випускаються в Китаї, мають невисоку ціну, однак працюють лише з контролерами, що поставляються в комплекті.

Ці контролери мають одну істотну особливість - вони працюють тільки з унікальним програмним забезпеченням, таким як LedStudio. Виробник табло, а потім і користувач світлодіодного екрану обмежений тими можливостями, які закладені в цей контролер і програму.

В результаті, застосування таких світлодіодних матричних панелей обмежене в основному рекламною областю (біжучий рядок) і відеоекранами (повнокольорові світлодіодні телевізори). В інших випадках, розробники стикаються з труднощами у виборі контролера.

Отже, дослідження пропозицій ринку контролерів світлодіодних панелей, дозволяє дійти висновку - ринок заповнений самими різноманітними пропозиціями імпортного виробництва виробників, характерною вадою яких є висока ціна і мала універсальність. Пропозиції відповідної продукції вітчизняного виробника майже відсутні.

Це зумовлює актуальність поставленої в кваліфікаційній роботі задачі – розробки мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

## 2.2 Визначення загальних принципів вимог щодо організації системи

Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями – електронна система з мікроконтролерним керуванням, орієнтована на керування світлодіодними матричними панелями монохромного типу.

Вибір матричних панелей монохромного типу зумовлений вимогами завдання кваліфікаційної роботи і орієнтацією на сегмент ринку з невисокою ціновою політикою щодо матричних світлодіодних панелей.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		28

Стосовно структурно-функціональних рішень в проектуванні мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відзначимо доцільність використання при її проектуванні виявленого при огляді існуючих рішень традиційного підходу з модульною організацією світлодіодної панелі.

Використання модульної організації світлодіодних панелей дасть наступні переваги:

- можливість формування світлодіодних матричних панелей різноманітних розмірів;
- можливість гнучкої реорганізації світлодіодних панелей;
- можливість нарощування світлодіодних панелей;
- можливість створення нетрадиційної форми.

Орієнтація на нарощування світлодіодних матричних панелей і модульну їх організацію зумовлює специфічну вимог до блоку керування роботою проектованої мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями:

- головний модуль керування роботою проектованої мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями повинен бути реалізований як окремий модуль зазначеної системи;

- головний модуль керування роботою проектованої мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями повинен бути орієнтований на роботу з різною кількістю модулів матричної світлодіодної панелі (безпосередньо або із застосуванням засобів реплікації та підсилення сигналів).

І ще одне організаційне рішення щодо розробки мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями – визначення способу (джерела) генерування зображення.

Традиційним способом генерування зображення для відображення матричними світлодіодними панелями є використання комп'ютера зі спеціалізованим програмним забезпеченням. Цей спосіб залишається

оптимальним і для розробки мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями

Завантаження інформації до модуля керування роботою системи управління матричними світлодіодними панелями проводиться різним способом:

- з персонального комп'ютера через COM або USB порт;
- з клавіатури, підключеної безпосередньо до модуля керування роботою системи управління;
- з флешки або карти пам'яті (SD тощо) з заздалегідь завантаженою інформацією;
- за допомогою бездротової мережі WI-FI;
- по мережі Ethernet;
- за допомогою мережі GSM (GPRS);
- за допомогою SMS з телефону.

В нашому варіанті для розробки мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями найбільш актуальним є варіант завантаження інформації до модуля керування роботою системи управління матричними світлодіодними панелями з персонального комп'ютера через USB порт, тому зупинимось на ньому.

Далі перейдемо до визначення вимог щодо принципів організації і функціонування вузлів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

### 2.3 Функційні і структурні вимоги

З попереднього аналізу можна зробити висновок щодо призначення головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями - реалізація керуючих функцій в роботі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями:

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						30
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

– забезпечення зв'язку з керуючою обчислювальною системою (комп'ютером)

– виконання функцій управління виведенням даних на модульні матричні світлодіодні панелі.

Світлодіодні матричні модулі-панелі є матричними структурами з світлодіодів.

Кожен світлодіодний модуль-панель утворюється з множини світлодіодів.

Як правило, модулі є прямокутними або квадратними.

Найбільш доцільна організація модулів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями є симетричною (квадрат) з організацією 16 на 16 світлодіодів. Подібні світлодіодні модулі можуть нарощуватися до отримання екрану -панелі потрібного формату та розмірів. Окрім світлодіодів до світлодіодного модуля-панелі повинні входити допоміжні елементи, необхідні в роботі модуля мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

Далі визначимо необхідні складові головного модуля керування в схемі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями та їх призначення.

Згідно із завданням, основою мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями є мікроконтролер – головний елемент, орієнтований на виконання функцій керування роботою всіх інших підсистем і блоків мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями та керування взаємодією пристрою з комп'ютером. Завданням визначено тип мікроконтролера – ATMEGA16-16PU/

Мікроконтролер ATMEGA16-16PU - 8-розрядний AVR-мікроконтролер з внутрішньою системною. програмованою флеш-пам'яттю ємністю 16 кбайт. Має продуктивність до 16 млн. операцій в секунду при тактовій частоті 16 МГц. Напруга живлення є типовою для більшості цифрових мікросхем 4,5-5,5 В. Максимальна тактова частота: 16 МГц. Корпус: PDIP-40. Діапазон робочих температур: від -40 до +85 ° С.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						31
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Загалом - мікроконтролер ATMEGA16-16PU є досить універсальним, достатньо потужним для вирішення поставленої задачі керування роботою проектованої мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, недорогим і широко розповсюдженим інтегральним процесорним елементом [17].

До недоліків мікроконтролера ATMEGA16-16PU слід віднести відсутність інтерфейсу спряження з сучасними портами комп'ютера, зокрема, з обраним нами способом комутації до USB-порту комп'ютера.

Для забезпечення можливості підключення мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями до USB-порту комп'ютера з метою налаштування-програмування на вивід потрібного зображення потрібен адаптер підключення системи до комп'ютера. Згідно із раніше обраним способом комутації адаптер підключення системи до комп'ютера повинен виконувати погодження інтерфейсів USB-порту комп'ютера та вбудованого послідовного інтерфейсу USART мікроконтролера.

В своїй роботі мікроконтролер ATMEGA16-16PU потребує операцій (сигналів) ініціалізації і синхронізації.

Для запуску системи в роботу шляхом формування стартового сигналу ініціалізації мікроконтролера при поданні живлення на схеми мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелям потрібно ввести в систему блок ініціалізації.

Для формування стабільної синхронізуючої частоти, потрібної для роботи керуючого мікроконтролера, потрібно ввести в систему також блок синхронізації.

Як зазначалося в проведеному аналізі, найбільш раціональними за ціною є світлодіодні матричні панелі з динамічною регенерацією зображення. Для організації динамічної регенерації зображення введемо до складу мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями регістр динамічної ініціалізації векторів - призначений для формування сигналу вибірки одно

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						32
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Керувати роботою всіх вузлів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями має мікроконтролер, але сигнали з його виходів є малопотужними, тому в роботі керуючого модулі потрібно застосувати підсилювачі сигналів..

Підсилювач сигналів вибірки - для підсилення сигналів вибірки з регістру динамічної ініціалізації векторів для передачі на модуль.

Підсилювач сигналів даних - для підсилення сигналів векторів даних, що подаються з мікроконтролера на обраний стовпець світлодіодів для формування ним лінійного фрагмента зображення.

Підсилювач сигналів адреси - для підсилення сигналів, що подаються з мікроконтролера для адресації з метою вибору модуля екрана, на який надсилається вектор зображення.

Складові світлодіодних модулів-панелей в схемі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями можна задати наступним переліком і призначенням:

Світлодіодний модуль-матриця – матриця з 256 світлодіодів, поєднаних в модуль квадратної форми з організацією 16 на 16 світлодіодів.

Блок (перемикачі) встановлення базової адреси для настроювання власної адреси кожному світлодіодному модулю-панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, що не матиме аналогів в інших модулях.

Дешифратор адреси - для активізації на прийом даних регістра кодів векторів зображення при отриманні від мікроконтролера адреси, що співпадає з базовою адресою відповідного світлодіодного модуля-панелі;

Регістр кодів векторів зображення для зберігання двійкового коду вектора зображення, що надходить від мікроконтролера для засвічування світлодіодів певного стовпця в модулі відповідно до потреб формування зображення;

Керуючий драйвер вибірки для активізації стовпця світлодіодів в світлодіодному модулі-панелі згідно отриманого керуючого коду з регістра динамічної ініціалізації векторів вибірки для засвічування ним вектора

зображення відповідно до двійкового вектора, що надходить з регістра кодів векторів зображення.

В якості керуючого драйвера використаємо мікросхему силового драйвера світлодіодних панелей ULN2803, що передбачає максимальний струм виходу 500 мА. Цього струму достатньо для обслуговування і динамічної регенерації світлодіодів на панелі модуля обраної квадратної форми з організацією 16 на 16 світлодіодів.

## 2.4 Висновки

В другому розділі кваліфікаційної роботи за темою розробки мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями доведено актуальність теми роботи і проведено аналіз функційних вимог щодо можливостей проектованої системи, що надало змогу сформулювати вимоги щодо структурної будови мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями та складу і призначення її структурних складових.

Одержані результати дозволяють зробити перехід до формування і опису комплексу схем електричних мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		34

### 3 РЕАЛІЗАЦІЯ МІКРОКОТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ

#### 3.1 Опис схеми електричної структурної

Електрична структурна схема відображує узагальнений склад структурної будови мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями (рис. 3.1). Електрична структурна схема демонструє утворення мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями з двох різновидів функціональних модулів:

- головного модуля керування (ГМК);
- світлодіодні модулі-панелі (СМП1-СМПN).

Головний модуль керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями складається таких блоків:

- АД - адаптер підключення до комп'ютера;
- МК – мікроконтролер;
- БІ - блок ініціалізації мікроконтролера;
- БС - блок синхронізації мікроконтролера;
- РГДІ - реєстр динамічної ініціалізації векторів;
- ПСВ - підсилювач сигналів вибірки;
- ПСД - підсилювач сигналів даних;
- ПСА - підсилювач сигналів адреси.

Світлодіодні модулі-панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями складається таких частин:

- ПВБА - перемикачі встановлення базової адреси;
- ДА - дешифратор адреси;
- РКВЗ - реєстр кодів векторів зображення;
- КДВ - керуючий драйвер вибірки;
- СМ - світлодіодна матриця.

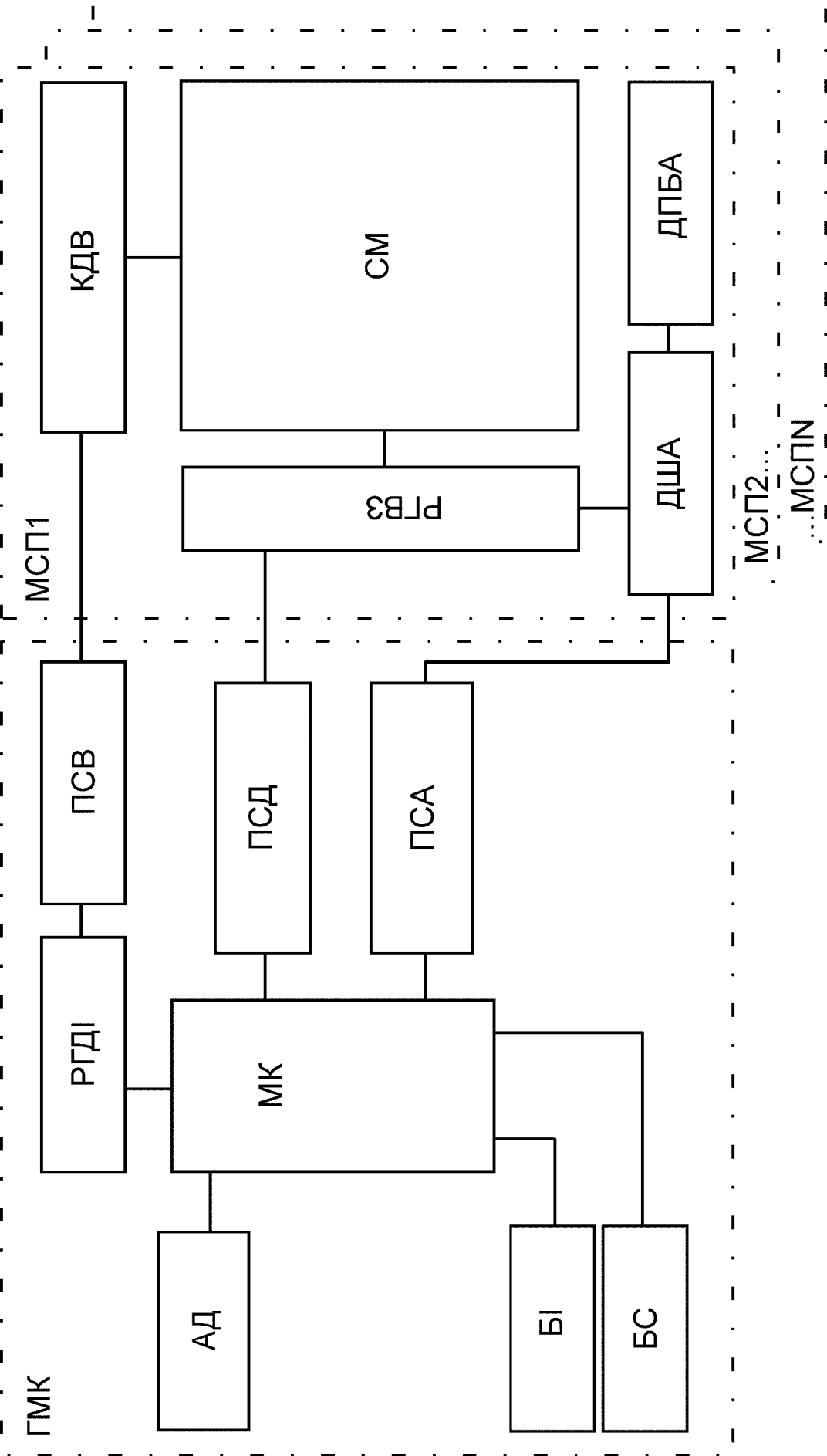


Рисунок 3.1 – Схема електрична структурна

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ

Призначення головного модуля керування полягає в реалізації керуючих функцій в роботі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями:

– забезпечення зв'язку з керуючою обчислювальною системою (комп'ютером)

– виконання функцій управління виведенням даних на матричні світлодіодні панелі, що утворюють прямокутний екран з модулів відображення СМП1-СМПN.

Світлодіодні модулі-панелі є матричними структурами з світлодіодів.

Кожен світлодіодний модуль-панель утворюється з 256 світлодіодів, що утворюють квадрат з організацією 16 на 16 світлодіодів. Світлодіодні модулі-панелі можуть нарощуватися до отримання екрану потрібного формату та розмірів. Окрім світлодіодів до світлодіодного модуля-панелі входять допоміжні елементи, необхідні в роботі модуля мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

Складові головного модуля керування в схемі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями мають наступне призначення:

- адаптер підключення до комп'ютера включений до схеми для забезпечення можливості підключення мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями до USB-порту комп'ютера з метою налаштування-програмування на вивід потрібного зображення, тобто, він виконує погодження інтерфейсу USB-порту комп'ютера та вбудованого послідовного інтерфейсу UART мікроконтролера;

- мікроконтролер – головний елемент мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, орієнтований на виконання функцій керування роботою всіх інших підсистем і блоків мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями та керування взаємодією пристрою з комп'ютером через адаптер підключення до комп'ютера;

- блок ініціалізації призначений для запуску системи в роботу шляхом формування стартового сигналу ініціалізації мікроконтролера при поданні

живлення на схемі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями;

- блок синхронізації включено до схеми пристрою для формування стабільної синхронізуючої частоти, потрібної для роботи керуючого мікроконтролера;

- реєстр динамічної ініціалізації векторів призначений для формування сигналу вибірки одного стовпця в матриці світлодіодів, на який буде подаватися вектор зображення. Активізація стовпця в матриці світлодіодів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями реалізується по чергово циклічним переміщенням в восьмирозрядному двійковому кодї одного активного рівня сигналу;

- підсилювач сигналів вибірки не виконує операцій перетворення сигналів, а лише підсилює сигнали вибірки з реєстру динамічної ініціалізації векторів для передачі на модулі матричної панелі індикації;

- підсилювач сигналів даних також не виконує операцій перетворення сигналів, а лише підсилює сигнали векторів даних, що подаються з мікроконтролера на обраний стовпець світлодіодів для формування ним лінійного фрагмента зображення;

- підсилювач сигналів адреси також не виконує операцій перетворення сигналів, а лише підсилює сигнали, що подаються з мікроконтролера для адресації з метою вибору модуля екрана, на який надсилається вектор зображення.

Складові світлодіодних модулів-панелей в схемі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями мають наступне призначення:

- світлодіодна матриця – матриця з 256 світлодіодів, поєднаних в модуль квадратної форми з організацією 16 на 16 світлодіодів;

- перемикачі встановлення базової адреси призначені для настроювання власної адреси кожному світлодіодному модулю-панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, що не матиме аналогів в інших модулях;

- дешифратор адреси призначений для активізації на прийом даних регістра кодів векторів зображення при отриманні від мікроконтролера адреси, що співпадає з базовою адресою відповідного світлодіодного модуля-панелі;

- регістр кодів векторів зображення призначений для зберігання двійкового коду вектора зображення, що надходить від мікроконтролера для засвічування світлодіодів певного стовпця в модулі відповідно до потреб формування зображення;

- керуючий драйвер вибірки призначений для активізації стовпця світлодіодів в світлодіодному модулі-панелі згідно отриманого керуючого коду з регістра динамічної ініціалізації векторів вибірки для засвічування ним вектора зображення відповідно до двійкового вектора, що надходить з регістра кодів векторів зображення.

### 3.2 Опис схеми електричної функційної

Електрична функційна схема (рис 3.2) розроблена для демонстрації принципів функціонування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

В роботі проектованої мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями можна відокремити 3 режими:

- ініціалізація з переходом в початкове налагодження на робочий режим схем мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями;

- запис в пам'ять мікроконтролера двійкових кодів векторів опису зображення з комп'ютера;

- динамічне виведення зображення на світлодіодні індикатори (на екран).

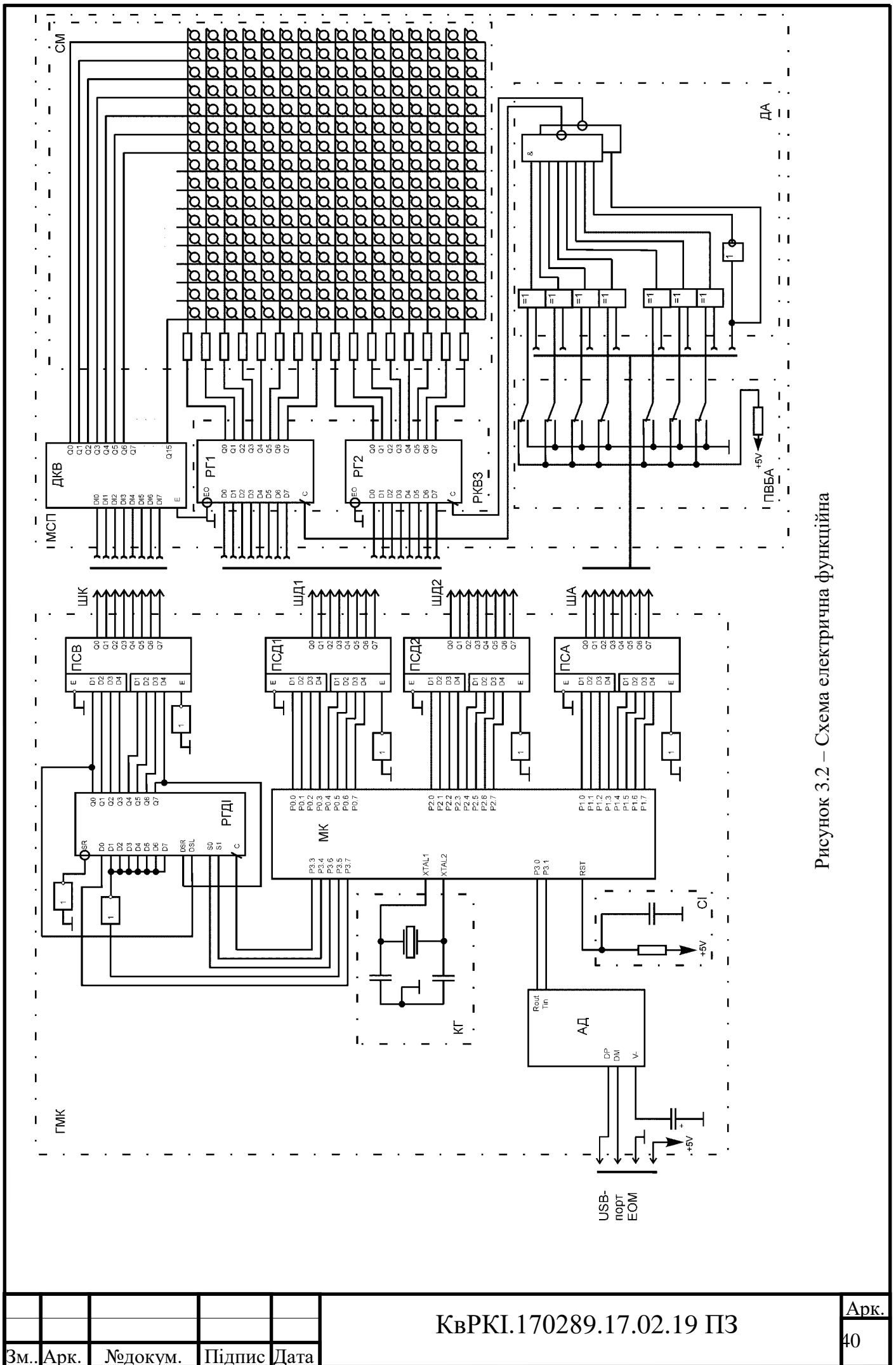


Рисунок 3.2 – Схема електрична функційна

Процеси ініціалізації, початкового налагодження схем мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями реалізуються одразу після подання живлення.

Першочергово виконується ініціалізація мікроконтролера.

Ініціалізація мікроконтролера виконується одразу після подання живлення апаратно. З появою напруги живлення блок ініціалізації мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, який підключено до виводу ініціалізації мікроконтролера RST, певний час утримує на цьому виводі низький рівень напруги (тобто, логічний нуль) на час зарядки конденсатора. При цьому усі внутрішні схеми мікроконтролера переводяться в початковий стан підготовки до роботи.

Після накопичення заряду конденсатора на виводі ініціалізації мікроконтролера формується вже високий рівень (логічна одиниця) - мікроконтролер стартує і виконує самонастроювання згідно із записаною в його ПЗП програмою.

З метою стабільнішої роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями в схемі використано зовнішній спосіб синхронізації із застосуванням блоку синхронізації, побудованого на основі кварцового резонатора. Блок синхронізації підключено до виводів синхронізації мікроконтролера XTAL1 і XTAL2 (традиційний варіант реалізації зовнішньої синхронізації).

Процедура початкового настроювання мікроконтролера передбачає виконання операцій щодо встановлення режимів роботи його вузлів:

- портів вводу/виводу;
- приймача UART;
- таймера-лічильника 1;
- глобальних переривань.

Після описаної процедури настроювання мікроконтролер стає керуючим елементом і реалізує настроювання інших блоків мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями. Для погашення світлодіодів в

усіх модулях панелей індикації мікроконтролер заносить до реєстра динамічної ініціалізації векторів нулі – світлодіоди згасають в усіх модулях.

Після настроювання вузлів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями пристрій переходить в режим запису даних зображення з комп'ютера.

З урахування того, що використаний мікроконтролер не має засобів безпосередньої комутації до сучасних портів комп'ютера, в складі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями використано адаптер, який узгоджує інтерфейси обміну даними комп'ютера USB і мікроконтролера UART.

Через адаптер з комп'ютера в пам'ять мікроконтролера передається опис зображення у вигляді масиву двійкових векторів по 16 розрядів, які разом при правильній передачі на модулі світлодіодної панелі дають формування потрібного зображення. Внутрішньої пам'яті мікроконтролера достатньо для зберігання всіх векторів зображення та службової інформації (настроек режиму роботи), тому вводити до схеми додаткову пам'ять не потрібно.

Далі розглянемо робочий режим мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

В ньому відбувається формування відображення зображення на модулях світлодіодної панелі. Виведення зображення повторюється циклічно в динамічному режимі (періодично виконується регенерація (відновлення) за правилами динамічного формування зображення зображення незалежно від наявності змін в ньому).

Після запису масиву даних до пам'яті мікроконтролера починається подача керуючих сигналів на модулі світлодіодної панелі, а також відбуваєть передача даних на них.

Кожен модуль світлодіодної панелі – квадратний блок з організацією 16 на 16 світлодіодів. У вертикальному напрямку лінійки з 16 світлодіодів підключені до силового драйвера світлодіодних панелей ULN2803, що передбачає максимальний струм виходу 500 мА. У горизонтальному напрямку світлодіоди

керуються з двох регістрів РГ1 і РГ2 по вісім розрядів, що разом працюють як регістр вектора зображення на 16 розрядів.

Модулі світлодіодної панелі оновлюють зображення динамічно, період регенерації зображення світлодіодів 1/16 (за повний період оновлення зображення світлодіоди світяться 1/16 частину часу). На модулі світлодіодної панелі одночасно світиться тільки один стовпець світлодіодів. Оскільки вектори переключаються з частотою, що багатократно 25Гц, око людини сприймає зображення як стабільне.

Для транспортування вектора зображення на певний модуль світлодіодної панелі мікроконтролер на виводи порту 0 і порту 2 встановлює по чергово два байти одного вектора. Активізація потрібного модуля світлодіодної панелі виконується поданням значення адреси мікроконтролером через порт 1 (для безпомилкової адресації на етапі зборки панелі з модулів кожному модулю з перемикачами базової адреси повинна бути встановлена індивідуальна адреса). Перелічені сигнали з мікроконтролера передаються через підсилювачі сигналів даних (ПСД1-ПСД2) і адреси (ПСА) одночасно подаються на всі модулі світлодіодної панелі, але фіксація вектора реалізується лише в одному модулі світлодіодної панелі за значенням адреси, заданої на шині адреси.

Вектор зображення з 16 розрядів записується до регістру кодів векторів зображення адресованого модуля світлодіодної панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями. Регістр кодів векторів зображення формується з двох регістрів пам'яті на 8 розрядів. В кожен з цих регістрів записується байт по черзі (оскільки розрядність шини даних для передачі даних з головного модуля керування на модулі світлодіодної панелі вісім біт). Регістр в складі регістру кодів векторів зображення для запису байту опису визначається молодшим розрядом адреси.

Так реалізується запис векторів окремо в регістри кожного модуля світлодіодної панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, після чого робиться одночасне засвічування векторів-стовпців світлодіодів модулів світлодіодної панелі. Для цього в регістрі

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		43

динамічної ініціалізації векторів фіксується двійковий унарний код (7 нулів та одна 1), позиція одиниці вказує позицію засмічуваного стовпця світлодіодів на модулях світлодіодної панелі.

З реєстра динамічної ініціалізації векторів керуючий код йде на підсилювач сигналів вибірки, а потім на керуючий драйвер вибірки модулів світлодіодної панелі. З виходів драйвера сигнал активізації вектора-стовпця в кожному модулі одночасно йде на стовпець з 16 світлодіодів. Цей стовпець засвічується згідно вектора коду, записаного до реєстра кодів векторів зображення.

Ця операція повторюється по чергово для всіх 16 стовпців модулів світлодіодної панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями (спочатку стовпець 1 всіх модулів, потім для стовпця 2 всіх модулів тощо). Після проходження всіх стовпців цикл повторюється. При переході до наступного циклу зображення може змінюватися на інше або лишатися попереднім.

### 3.3 Опис алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями

Блок-схема (рис. 3.3) алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями сформована відповідно до наданого опису принципів роботи функційної електричної схеми.

В алгоритмі відображено 17 вершин, що відповідають основним робочим операціям мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

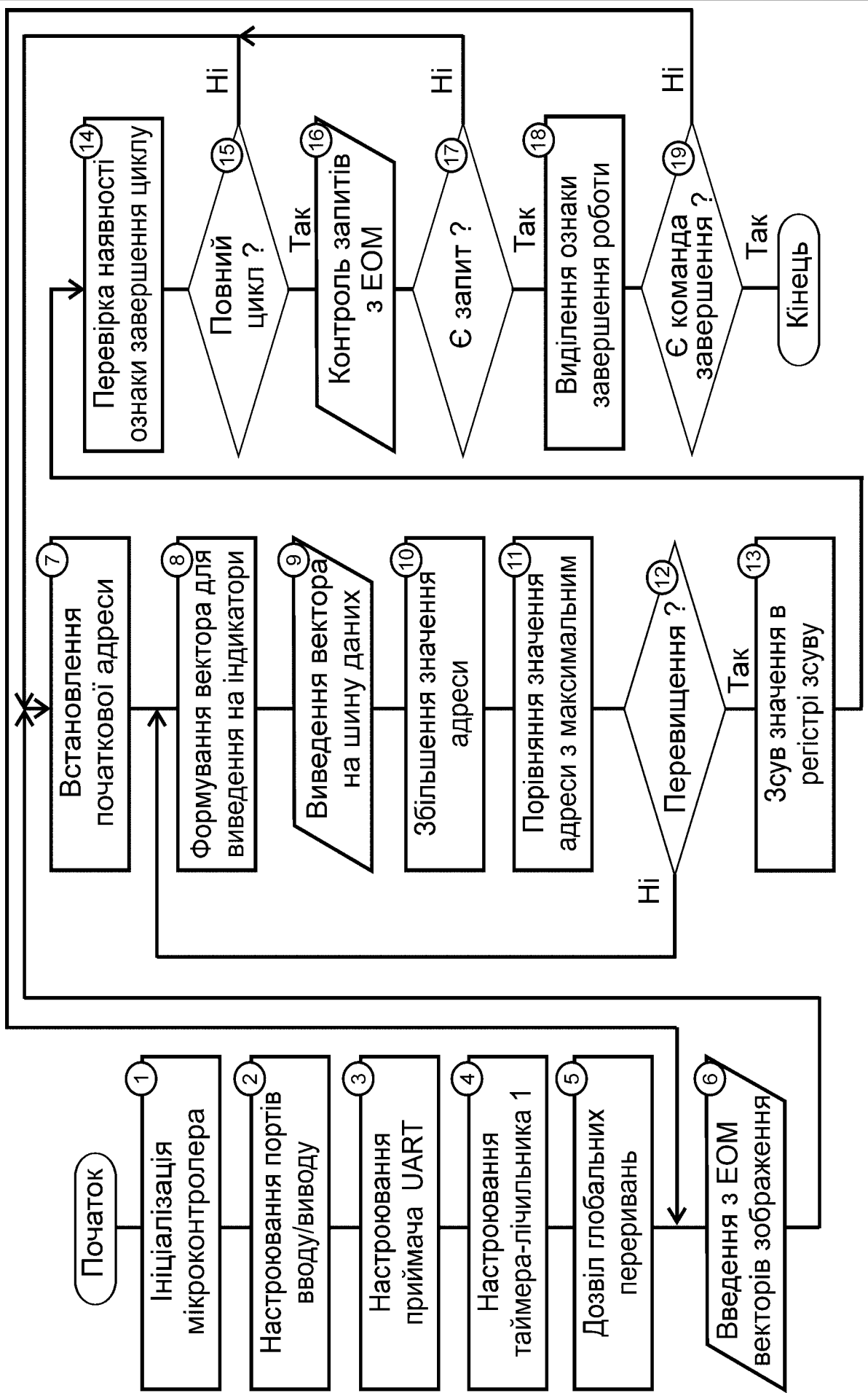


Рисунок 3.3 - Алгоритм роботи контролера

Вершина 1 блок-схеми алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідає етапу ініціалізації мікроконтролера, що виконується одразу після подання живлення апаратно. З появою напруги живлення блок ініціалізації мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями певний час утримує на виводі ініціалізації мікроконтролера низький рівень напруги. При цьому усі внутрішні схеми мікроконтролера переводяться в початковий стан підготовки до роботи.

Вершини 2-5 блок-схеми алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідають процедурам початкового настроювання мікроконтролера і передбачають виконання операцій щодо встановлення режимів роботи його вузлів:

- вершина 2 – настроювання портів вводу/виводу мікроконтролера;
- вершина 3 – настроювання приймача UART мікроконтролера;
- вершина 4 – настроювання таймера-лічильника 1 мікроконтролера;
- вершина 5 – дозвіл глобальних переривань мікроконтролера.

Вершина 6 блок-схеми алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідає етапу запису даних векторів опису зображення з комп'ютера. Через адаптер з комп'ютера в пам'ять мікроконтролера передається опис зображення у вигляді масиву двійкових векторів по 16 розрядів, які разом при правильній передачі на модулі світлодіодної панелі дають формування потрібного зображення. Внутрішньої пам'яті мікроконтролера достатньо для зберігання всіх векторів зображення та службової інформації (настройок режиму роботи), тому вводити до схеми додаткову пам'ять не потрібно.

Далі в алгоритмі представлено робочий режим мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

Вершина 7 блок-схеми алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідає етапу встановлення початкової адреси для активізації першого модуля світлодіодної панелі. Активізація модуля світлодіодної панелі виконується поданням значення адреси

мікроконтролером на всі модулі, але запис відбудеться лише до модуля, значення адреси якого співпаде зі встановленим.

Вершини 8-9 блок-схеми алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідають етапу формування вектора і запису його до регістру кодів векторів зображення векторів адресованого модуля світлодіодної панелі. Для транспортування вектора зображення на певний модуль світлодіодної панелі мікроконтролер на виводи порту 0 і порту 2 встановлює по чергово два байти одного вектора. Сигнали з мікроконтролера передаються через підсилювачі сигналів даних і адреси одночасно подаються на всі модулі світлодіодної панелі, але фіксація вектора реалізується лише в одному модулі за значенням адреси, заданої мікроконтролером на шині адреси.

Вершина 10 блок-схеми алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідає етапу збільшення адреси для переходу до наступного адресованого модуля світлодіодної панелі системи.

Вершини 11-12 блок-схеми алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідають за контроль коректності сформованого значення адреси, щоб воно не перевищило кількість наявних адресованих модулів. Якщо значення адреси відповідає наявному в системі модулю світлодіодної панелі, то виконується перехід до вершини 8 для запису вектора даних до цього модуля.

Якщо значення адреси виходить за межі адрес наявних в системі модулів світлодіодної панелі, то виконується перехід до вершини 13 для переходу до запису векторів даних наступного стовпчика усіх модулів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

Ця операція процедура повторюється по чергово для всіх 16 стовпців модулів світлодіодної панелі (спочатку стовпець 1 всіх модулів, потім для стовпця 2 всіх модулів тощо). Після проходження всіх стовпців цикл повторюється.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						47
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Вершини 14-15 блок-схеми алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідають перевірці завершеності циклу і, якщо цикл для всіх 16 стовпців модулів світлодіодної панелі завершено, то у вершинах 16-19 перевіряється наявність звернень з комп'ютера до пристрою. Якщо звернення зафіксоване – аналізується наявність команди завершити роботу. Якщо ознаки роботи немає, то звернення класифікується як звернення для оновлення зображення і відбувається перехід до вершини 6 з метою завантаження нового опису зображення.

Якщо звернення з комп'ютера до пристрою немає, то формування зображення повністю повторюється – відбувається його регенерація.

Якщо ознака завершення поточного сеансу виведення зображення наявна, мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями припиняє роботу і очікує введення нового зображення з комп'ютера.

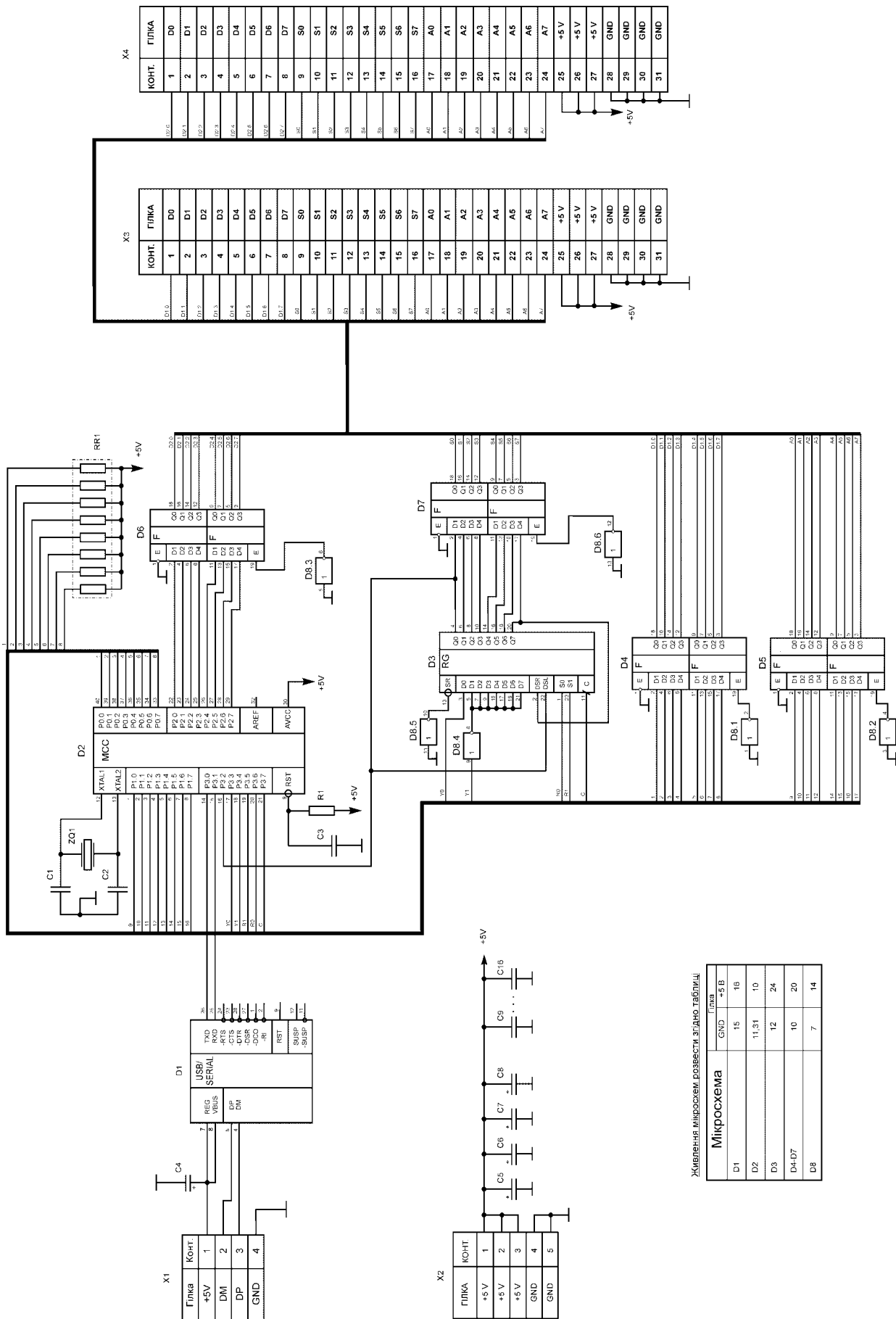
### 3.4 Опис схеми електричної принципової

Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями побудована за модульним принципом і, в загальному представленні, утворюється з 2 підсистем-модулів:

- головний модуль керування;
- керований модуль світлодіодної панелі.

Схеми електричні принципові обох модулів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями розглянемо по черзі.

Аналіз принципів рішень розпочнемо зі схеми головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями (рис. 3.4).



КОНТ.	ПІЛКА
1	D0
2	D1
3	D2
4	D3
5	D4
6	D5
7	D6
8	D7
9	S0
10	S1
11	S2
12	S3
13	S4
14	S5
15	S6
16	S7
17	A0
18	A1
19	A2
20	A3
21	A4
22	A5
23	A6
24	A7
25	+5V
26	+5V
27	+5V
28	GND
29	GND
30	GND
31	GND

КОНТ.	ПІЛКА
1	D0
2	D1
3	D2
4	D3
5	D4
6	D5
7	D6
8	D7
9	S0
10	S1
11	S2
12	S3
13	S4
14	S5
15	S6
16	S7
17	A0
18	A1
19	A2
20	A3
21	A4
22	A5
23	A6
24	A7
25	+5V
26	+5V
27	+5V
28	GND
29	GND
30	GND
31	GND

КОНТ.	ПІЛКА
1	D0
2	D1
3	D2
4	D3
5	D4
6	D5
7	D6
8	D7
9	S0
10	S1
11	S2
12	S3
13	S4
14	S5
15	S6
16	S7
17	A0
18	A1
19	A2
20	A3
21	A4
22	A5
23	A6
24	A7
25	+5V
26	+5V
27	+5V
28	GND
29	GND
30	GND
31	GND

ПІЛКА	КОНТ.
+5V	1
+5V	2
+5V	3
GND	4
GND	5

Живлення мікросхем розв'язати згідно таблиці

Мікросхема	ПІЛКА
D1	GND +5V
D2	15 16
D3	11,31 10
D4-D7	12 24
D8	10 20
	7 14

Рисунок 3.4 - Схема електрична принципова головного модуля керування

Напруга живлення на головний модуль керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями може надходити трьома способами:

- при тестуванні справності модулів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями напруга живлення в систему йде через з'єднувач X1 (з допомогою USB-шлейфа) з блоку живлення комп'ютера. Потужність споживання модуля керування та 1-2 модулів панелі індикації досить мала і не перенавантажує блок живлення сучасного комп'ютера;

- при тестуванні справності головного модуля керування без застосування комп'ютера живлення в систему йде через з'єднувач X2 з додаткового блоку живлення;

- оскільки живлення в режимі експлуатації мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями з десятками модулів панелей індикації характеризується значним споживанням - використовується потужне джерело живлення, напруга живлення якого на керуючий модуль надходить через з'єднувачі X3-X4. Основний елемент головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями – мікросхема мікроконтролера D2. Для роботи мікроконтролера D2 до схеми введено два допоміжних блоки: блок ініціалізації і блок синхронізації.

Блок ініціалізації - поєднання конденсатора C3 з резистором R1. Конденсатор C3 з резистором R1 формує нетривалий сигнал ініціалізації, що забезпечує переведення мікроконтролера мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями в початковий стан. Конденсатор C3 з резистором R1 підключено до виводу ініціалізації RST мікроконтролера D2, в процесі зарядки конденсатора C3 певний час утримує на цьому виводі низький рівень напруги (тобто, логічний нуль) на час зарядки конденсатора. При цьому усі внутрішні схеми мікроконтролера D2 переводяться в початковий стан підготовки до роботи. Після накопичення заряду конденсатора на виводі ініціалізації мікроконтролера D2 формується вже високий рівень (логічна

одиниця) - мікроконтролер D2 стартує і виконує самонастроювання згідно із записаною в його ПЗП програмою.

З метою стабільнішої роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями в схемі використано зовнішній спосіб синхронізації із застосуванням блоку синхронізації, побудованого на основі кварцового резонатора ZQ1 і конденсаторів C1-C2. Блок синхронізації з кварцового резонатора ZQ1 і конденсаторів C1-C2 підключено до виводів синхронізації XTAL1 і XTAL2 мікроконтролера D2 (традиційний варіант реалізації зовнішньої синхронізації). З допомогою кварцового резонатора ZQ1 і конденсаторів C1-C2 генерується частота, що синхронізує хід операцій в мікроконтролері D2.

Процедура початкового настроювання мікроконтролера D2 передбачає виконання операцій щодо встановлення режимів роботи його вузлів:

- портів вводу/виводу;
- приймача UART;
- таймера-лічильника 1;
- глобальних переривань.

Після описаної процедури настроювання мікроконтролер D2 стає керуючим елементом і реалізує настроювання інших блоків мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

Після настроювання вузлів мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями пристрій переходить в режим запису даних векторів зображення з комп'ютера.

З урахування того, що використаний мікроконтролер D2 не має засобів безпосередньої комутації до сучасних портів комп'ютера, в складі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями використано адаптер D1, який узгоджує інтерфейси обміну даними комп'ютера USB і мікроконтролера UART.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						51
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Спряження мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями з USB-портом комп'ютера виконується через з'єднувач X1.

Через адаптер D1 з комп'ютера до пам'яті мікроконтролера записуються вектори даних опису зображення масивом двійкових векторів з 16 розрядів кожен, які разом при правильній передачі на модулі світлодіодної панелі дають формування потрібного зображення. Внутрішньої пам'яті мікроконтролера достатньо для зберігання всіх векторів зображення та службової інформації (настроек режиму роботи), тому вводити до схеми додаткову пам'ять не потрібно.

Адаптер D1 приєднано до контактів P3.0 та P3.1 мікроконтролера D2 – це традиційне підключення. Контакти P3.0 та P3.1 мікроконтролера D2 - виводи вбудованої схеми UART інтерфейсу RS232 мікроконтролера. До мікросхеми адаптера D1 за типовою схемою підключено стабілізуючий конденсатор C4.

Після запису масиву даних до пам'яті мікроконтролера D2 починається подача керуючих сигналів на модулі світлодіодної панелі, а також відбувається передача даних на них.

Для погашення світлодіодів в усіх модулях панелей індикації мікроконтролер D2 заносить до регістра динамічної ініціалізації векторів нулі – світлодіоди згасають в усіх модулях.

Виводи портів мікроконтролера в процесі подачі сигналів на модулі світлодіодної панелі використовуються так:

- P0.0-P0.7 (порт 0) – шина даних 1. За рекомендаціями виробника мікроконтролера до контактів P0.0-P0.7 підключено резисторну матрицю RR1з восьми резисторів;
- P2.0-P2.7 (порт 2) – шина даних 2;
- P1.0-P1.7 (порт 1) – шина адреси;
- P3.2-P3.7 (порт 3) – шина керування регістром зсуву D3 та зовнішніми пристроями.

Мікросхема регістра динамічної ініціалізації векторів D3 - регістр зсуву, в якому мікроконтролером фіксується один активний (логічна одиниця) та 7 неактивних (логічні нулі) рівнів логічних сигналів. Місцезнаходження одиниці в регістрі динамічної ініціалізації векторів D3 задає номер стовпця в модулях індикації, куди з регістра даних виводиться код опису зображення. Циклічним зсувом одиниці в регістрі динамічної ініціалізації векторів D3 забезпечується почергова активізація всіх стовпців світлодіодів модулів індикації почергово (в регістрі динамічної ініціалізації векторів D3 формуються при зсуві коди: 10000000 – активізується перший стовпець світлодіодів; 01000000 – другий; 00100000 – третій; ...; 00100000 – останній).

Буферний елемент D7 підсилює сигнали з регістра D3 для передачі на модулі панелей індикації. Для блокування переходу буферного елемента D7 у високоімпедансний Z-стан на контакти E буферного елемента D7 дається сигнал активізації виводів. Так як секція 2 буферного елемента D7 має рівень керуючого сигналу для виведення виходів із високоімпедансного стану відповідає рівню логічної 1, для її формування використано інвертор D8.6.

Формувач першої шини даних - буферний елемент D4. Буферний елемент D6 приєднано до контактів P0.0-P0.7 мікроконтролера D2, він підсилює формовані мікроконтролером сигнали для передачі даних на другу групу модулів панелей індикації через з'єднувач X3. Так як секція 2 буферного елемента D4 має рівень керуючого сигналу для виведення виходів із високоімпедансного стану відповідає рівню логічної 1, для її формування використано інвертор D8.1.

Формувач другої шини даних - буферний елемент D6. Буферний елемент D6 приєднано до контактів P2.0-P2.7 мікроконтролера D2, він підсилює формовані мікроконтролером сигнали для передачі даних на другу групу модулів панелей індикації через з'єднувач X4. Так як секція 2 буферного елемента D6 має рівень керуючого сигналу для виведення виходів із високоімпедансного стану відповідає рівню логічної 1, для її формування використано інвертор D8.3.

Приєднання модулів індикації світлодіодної панелі до головного модуля керування відбуваються з'єднувачами X3-X4. До кожного з цих з'єднувачів може

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
						53
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

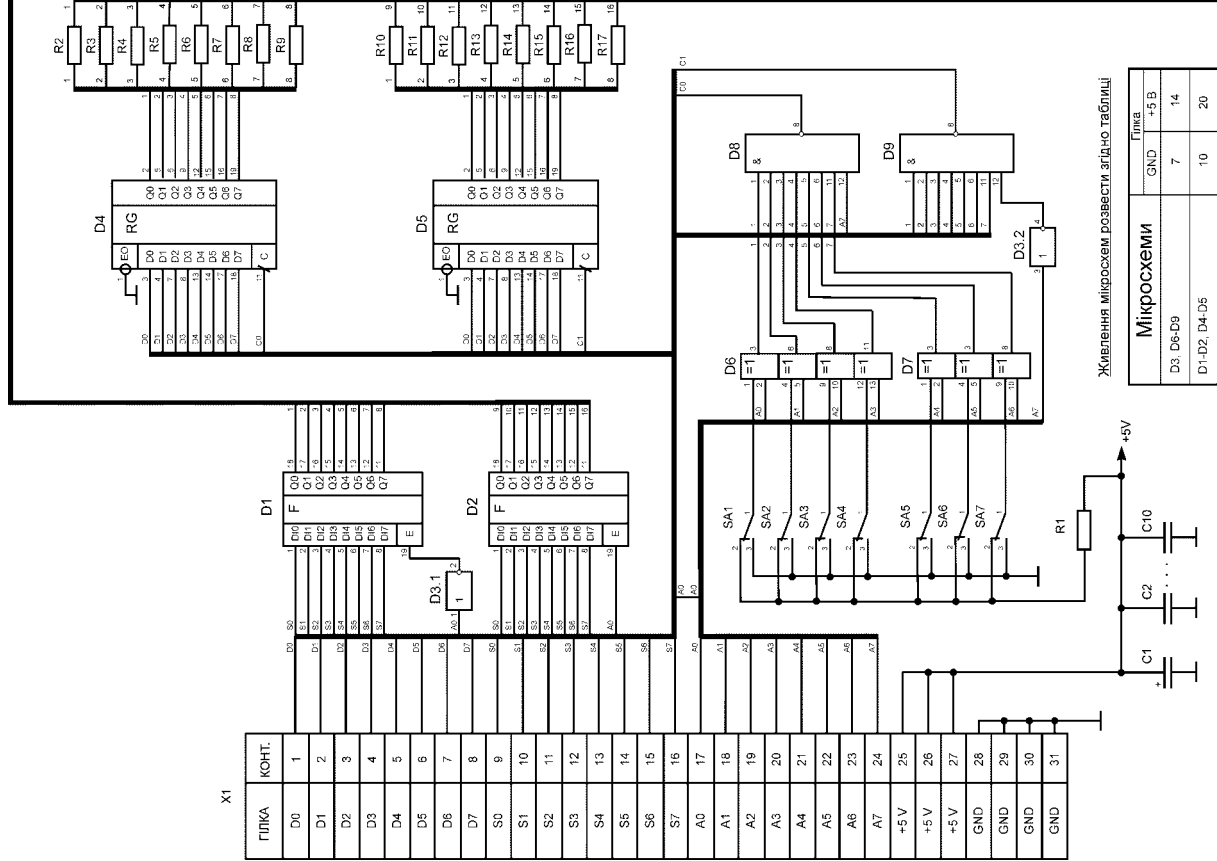
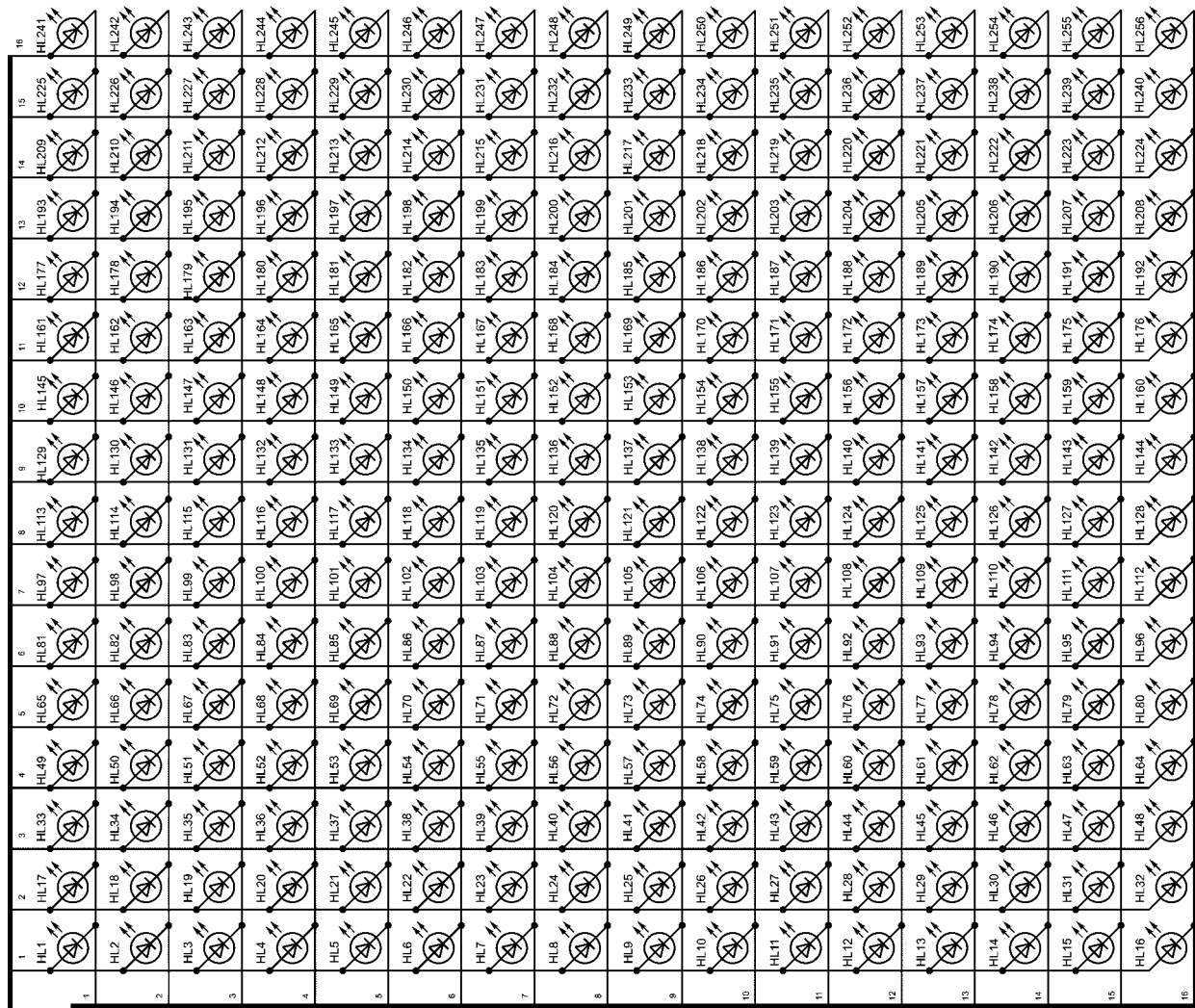
бути підключено напряму по 1 модулю панелей індикації мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями в режимі тестування справності модулів або 1-128 модулів на кожен з'єднувач Х3-Х4 (з використанням плат розширення, які розмножують-підсилюють сигнали з шин не змінюючи їх значень і нарощують число з'єднувачів підключення модулів панелі індикації)..

Підсилювач сигналів адреси - буферний елемент D5. Буферний елемент D5 підключається до контактів P1.0-P1.7 мікроконтролера D2, формує шину адреси (підсилює формовані мікроконтролером сигнали адресації) для подачі їх на лінії адреси всіх модулів панелі індикації зі з'єднувачів Х3-Х4. Так як секція 2 буферного елемента D5 має рівень керуючого сигналу для виведення виходів із високоімпедансного стану відповідає рівню логічної 1, для її формування використано інвертор D8.2.

Конденсатори C5-C16 - фільтри придушення імпульсів перешкод в лініях живлення. Конденсатори C5-C8 електrolітичні, встановлюються поряд із з'єднувачами, конденсатори C9-C16 – керамічні, встановлюються поряд із мікросхемами.

Схема електрична принципова модуля індикації мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями на рис. 3.5.

Кожен модуль світлодіодної панелі – квадратний блок з організацією 16 на 16 світлодіодів - 256 світлодіодів HL1-HL256 . У вертикальному напрямку лінійки з 16 світлодіодів підключені до двох мікросхем D1-D2 силових драйверів світлодіодних панелей ULN2803, що передбачають максимальний струм виходу 500 мА. У горизонтальному напрямку світлодіоди керуються з двох регістрів PГ1 і PГ2 по вісім розрядів, що разом працюють як регістр вектора зображення на 16 розрядів.



ПЛАКА	КОНТ.
D0	1
D1	2
D2	3
D3	4
D4	5
D5	6
D6	7
D7	8
S0	9
S1	10
S2	11
S3	12
S4	13
S5	14
S6	15
S7	16
A0	17
A1	18
A2	19
A3	20
A4	21
A5	22
A6	23
A7	24
+5V	25
+5V	26
+5V	27
GND	28
GND	29
GND	30
GND	31

Живлення мікросхеми розв'язано згідно таблиці:

Мікросхеми	Питання
D3, D6-D9	+5 В
D1-D2, D4-D5	7 14
	10 20

Рисунок 3.5 - Схеми електрична принципова модуля індикації

Горизонтально світлодіоди керуються із застосуванням восьмирозрядних регістрів даних D4-D5. В регістрах даних D4-D5 зберігаються значення вектора даних опису зображення, який в поточний час дає засвічування/гасіння вектора-стовпця з 16 світлодіодів модуля світлодіодної панелі. До регістрів D4-D5 по чергово записуються дані для всіх 16 векторів модуля панелі індикації (спочатку для HL1-HL16, далі для HL17-HL32 тощо).

Резистори R2-R17 регулюють струм на світлодіоди, оскільки мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями працює на напрузі +5 В, а світлодіоди - 2,9-3,5 В.

Підключення модулів індикації до головного модуля керування виконується з'єднувачем X1 модулів індикації.

Модулі світлодіодної панелі оновлюють зображення динамічно, період регенерації зображення світлодіодів 1/16 (за повний період оновлення зображення світлодіоди світяться 1/16 частину часу). На модулі світлодіодної панелі одночасно світиться тільки один стовпець світлодіодів. Оскільки вектори переключаються з частотою, що багатократно 25Гц, око людини сприймає зображення як стабільне. Для транспортування вектора зображення на певний модуль світлодіодної панелі мікроконтролер D2 на виводи порту 0 і порту 2 встановлює по чергово два байти одного вектора. Активізація потрібного модуля світлодіодної панелі виконується поданням значення адреси мікроконтролером через порт 1 (для безпомилкової адресації на етапі зборки панелі з модулів кожному модулю з перемикачами базової адреси повинна бути встановлена індивідуальна адреса). Перелічені сигнали з мікроконтролера передаються через підсилювачі сигналів даних D4/D6 і адреси D7 одночасно на всі модулі світлодіодної панелі, але фіксація вектора реалізується лише в одному модулі за значенням адреси, заданої мікроконтролером на шині адреси.

Вектор зображення з 16 розрядів записується до регістру кодів векторів зображення векторів D4-D5 адресованого модуля світлодіодної панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями. Регістр кодів векторів зображення формується з двох регістрів пам'яті на 8

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		56

розрядів. В кожен з цих регістрів записується байт по черзі (оскільки розрядність шини даних для передачі даних з головного модуля керування на модулі світлодіодної панелі вісім біт). Регістр D4 або D5 в складі регістру кодів векторів зображення для запису байту визначається молодшим розрядом адреси.

Так реалізується запис векторів окремо в регістри кожного модуля світлодіодної панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, після чого робиться одночасне засвічування векторів-стовпців світлодіодів модулів світлодіодної панелі. Для цього в регістрі динамічної ініціалізації векторів фіксується двійковий унарний код (7 нулів та одна 1), позиція одиниці вказує позицію засмічуваного стовпця світлодіодів на модулях світлодіодної панелі.

З регістра динамічної ініціалізації векторів керуючий код йде на підсилювач сигналів вибірки, а потім на керуючий драйвер вибірки модулів світлодіодної панелі. З виходів драйвера сигнал активізації вектора-стовпця в кожному модулі одночасно йде на стовпець з 16 світлодіодів. Цей стовпець засвічується згідно вектора коду, записаного до регістра кодів векторів зображення. Ця операція повторюється по чергово для всіх 16 стовпців модулів світлодіодної панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями (спочатку стовпець 1 всіх модулів, потім для стовпця 2 всіх модулів тощо). Після проходження всіх стовпців цикл повторюється. При переході до наступного циклу зображення може змінюватися на інше або лишатися попереднім.

Модуль панелі індикації може підключатись до з'єднувача X3 або X4 головного модуля керування напругу (наприклад, для тестування), або через засоби підсилення і дублювання сигналів в режимі експлуатації мікроконтролерної системи з багатомодульним екраном.

Конденсатори C1-C10 - фільтри придушення імпульсів перешкод в лініях живлення матричного модуля світлодіодної індикації. Конденсатори C10 електrolітичного типу, встановлюються поряд із з'єднувачем, конденсатори C2-C10 – керамічні, встановлюються поряд із мікросхемами.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		57

Для визначення адреси, за якою буде спрацьовувати певний модуль панелі індикації, використовуються перемикачі базової адреси - SA1-SA7. Резистор R1 забезпечує формування на контакті 2 кожного перемикача SA1-SA7 рівня 1, а на заземленому контакті кожного перемикача встановлено рівень логічного нуля. Настроюванням перемикачів можна задати адресу модуля індикації від 0000000 до 1111111 – всього 128 значень.

Порівняння адреси з шини із встановленим на перемикачах SA1-SA7 значенням робиться дешифратором адреси – його утворюють елементи мікросхем D6-D9. При фіксуванні ідентичності цих значень та за наявності при цьому рівня 1 на лінії адреси A7 елемент D8 сформує сигнал фіксації даних з шини даних до мікросхеми регістра D4 модуля індикації, що адресується. а за 0 на лінії адреси A7 елемент D8 сформує сигнал фіксації з шини даних до регістра D5.

### 3.5 Розрахунки параметрів енергоспоживання системи

Потужність споживання мікроконтролерної системи – сумарне споживання електричної енергії всіх її складових.

Таблиця 3.1 – Розрахунок споживаної потужності модуля керування

Елемент	Кількість	I <sub>спож</sub> , мА	U <sub>ж</sub> , В	P <sub>спож</sub> , мВт
D1 : CP2101	1	14	5	70
D2 : ATMEGA16	1	4	5	20
D3 : SN74ALS198	1	8	5	40
D4-D7 : SN74ALS241	4	14	5	280
D8 : SN74ALS04	1	5	5	25
Разом				435

Таким чином, споживана потужність модуля керування: P=435мВт±0,5Вт.

За споживаною потужністю модуля керування визначаємо максимальний споживаний струм для нього:

$$I_{\max} = P_{\max} / U = 0.5 \text{ Вт} / 5 \text{ В} = 0.1 \text{ А}$$

Таблиця 5.2 – Розрахунок споживаної потужності модуля екрану

Елемент	Кількість	$I_{\text{спож}}$ , мА	$U_{\text{ж}}$ , В	$P_{\text{спож}}$ , мВт
D1-D2 : ULN2803	2	24	5	240
D3 : SN74ALS04	1	5	5	25
D4-D5 : 74НСТ374D	2	2.2	5	22
D6-D7 : SN74ALS86	2	1.8	5	18
D8-D9 : SN74ALS30	2	0.8	5	8
HL1-HL256 : GNL-5464	256	3	3,5	2688
Разом				3001

За споживаною потужністю модуля світлодіодної матричної панелі визначаємо максимальний споживаний струм для нього.

$$I_{\max} = 3 \text{ Вт} / 5 \text{ В} = 0.6 \text{ А}$$

### 3.6 Опис технології виготовлення головного модуля керування

Для виготовлення головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями в рамках кваліфікаційної роботи розроблено комплект документації на друковану плату.

Розміщення елементів (складальне креслення) на друкованій платі і трасування провідників виконане із застосуванням системи автоматизованого проектування друкованих плат Altium Designer.

На рисунку 3.6 приведені складальні креслення головного керуючого модуля мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

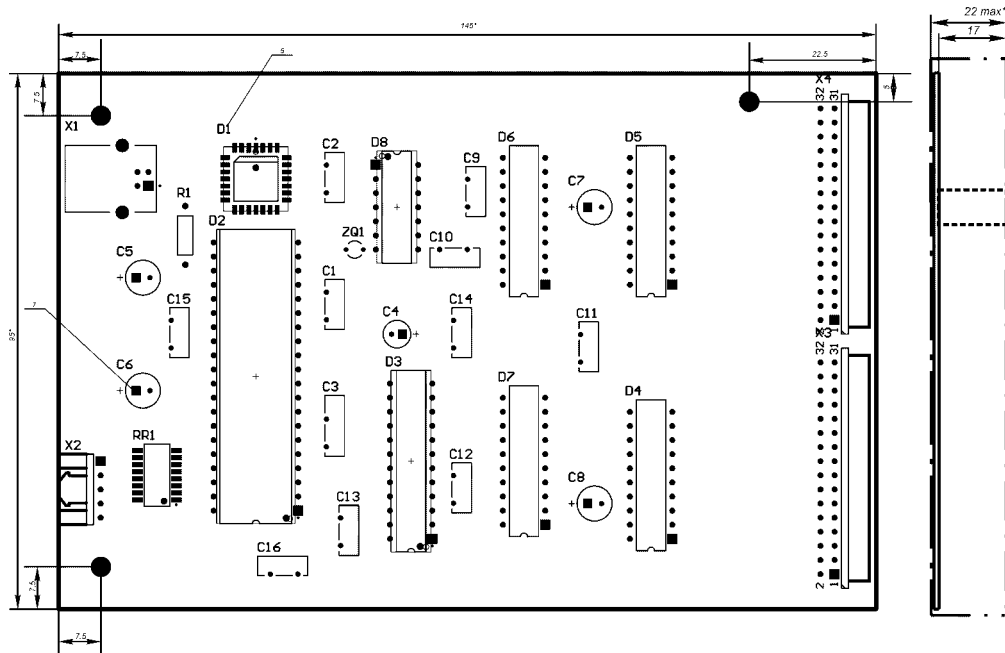


Рисунок 3.6 – Складальні креслення головного керуючого модуля мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями

Позначення елементів на складальному кресленні головного керуючого модуля мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями відповідають схемі електричній принциповій КвРКІ.170289.02.19 ЕЗ. Маркування плюса конденсаторів та діодів показано умовно.

На рисунку 3.7 приведено двосторонню розводку друкованої плати керуючого модуля мікроконтролерної системи.

					КвРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

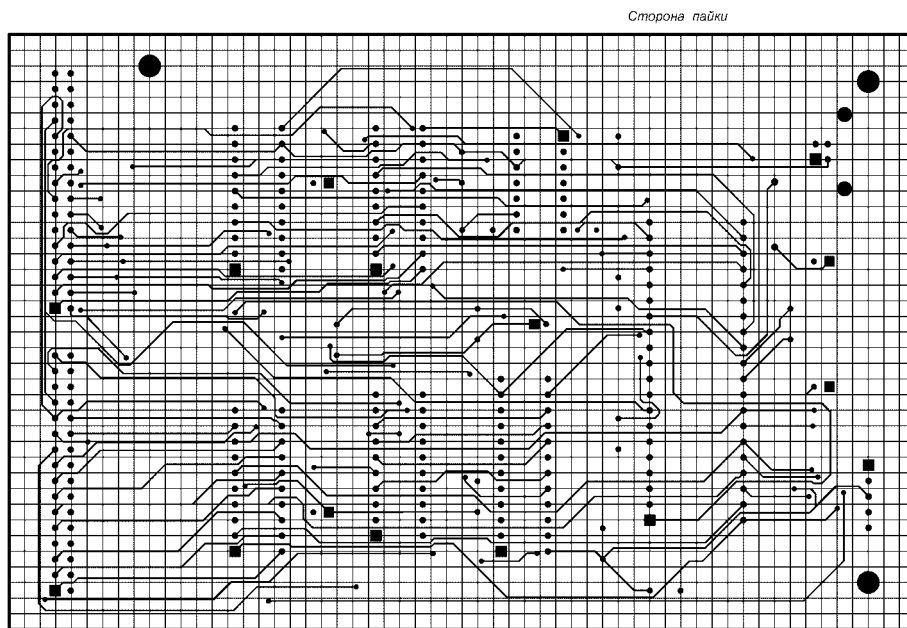
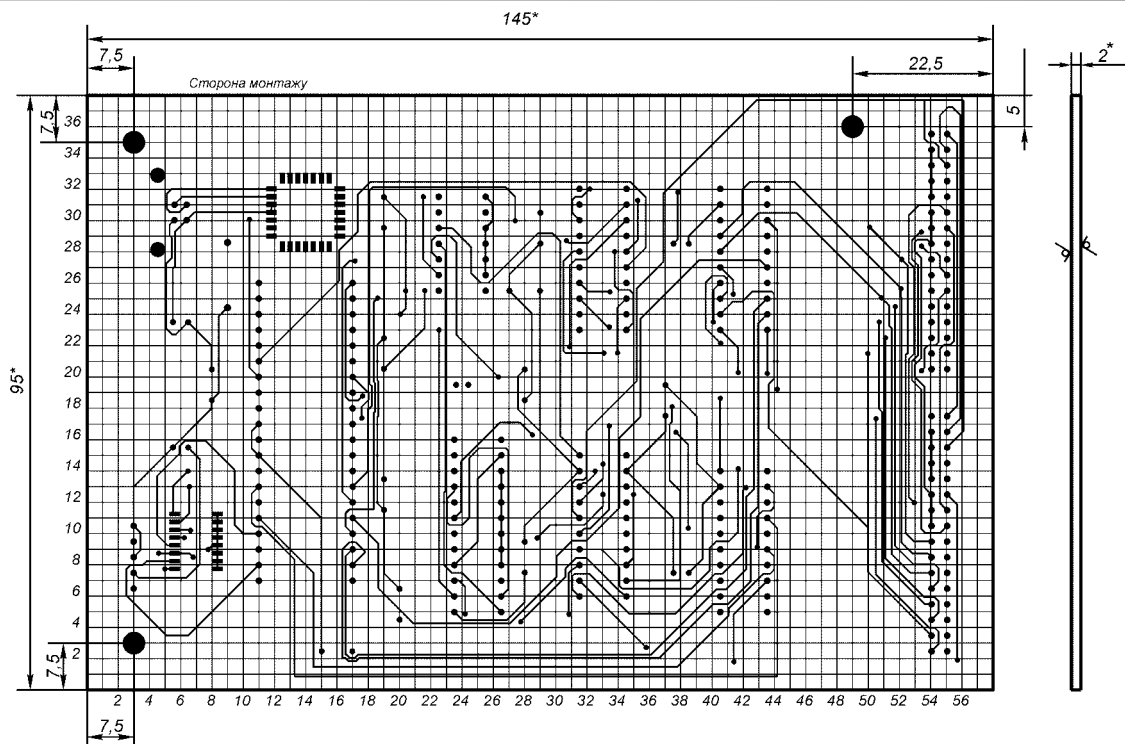


Рисунок 3.7 – Друкована плата головного керуючого модуля мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями (двостороннє трасування провідників)

Друковану плату рекомендовано виготовляти з двосторонньо фольгованого міддю склотекстоліту СТЕФ-1 S, при виготовленні головного керуючого модуля мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями рекомендовані умови:

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

1. Встановлення елементів виконувати по варіанту 1а ОСТ4.010.031-89.
- Крок координатної сітки 2,5мм;
3. Припій ПОС 61 ГОСТ 21930-78;
  4. Клей ЛН ОСТ 4ГО.029.205;
  5. Довжина виступаючих виводів за плату 0,5...1,5мм;
  6. Плату з обох боків покривають лаком УФ-231.Т1.5 ГОСТ 1574-78.
- Попадання лаку в зону отворів не допускається. Замінник лаку: ЕП-730.Т1.4.

### 3.7 Висновки

В третьому розділі кваліфікаційної роботи наведено комплект описової документації щодо реалізації мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, а саме:

- опис схеми електричної структурної мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями;
- опис схеми електричної функційної мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями;
- опис алгоритму роботи мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями;
- опис схеми електричної принципової головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями;
- опис схеми електричної принципової головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями;
- опис технології виготовлення головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

Також в третьому розділі кваліфікаційної роботи наведено розрахунки параметрів енергоспоживання модулів розробленої мікроконтролерної системи.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено комплект технічної документації для виготовлення мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

Роботи виконані у відповідності із завданням кваліфікаційної роботи.

Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями має такі властивості:

- керуючий мікроконтролер ATMEGA16-16PU;
- організація світлодіодних панелей - модульна нарощувана;
- тип матриці – монохромна світлодіодна;
- організація модуля індикації панелі – квадратний 16\*16 світлодіодів;
- налаштування – з ПК через USB-порт;
- споживана потужність головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями 0,5 Вт;
- максимальний споживаний струм головного модуля керування мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями 0.1 А;
- споживана потужність модуля світлодіодної матричної панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями 3,0 Вт.
- максимальний споживаний струм модуля світлодіодної матричної панелі мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями 0.6 А.

Всі перелічені характеристики відповідають вимогам задання кваліфікаційної роботи, що свідчить про його виконання.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Белякова І. В., Ларіна К. І. Сучасні технології в освітленні скверів, парків, зелених насаджень *Актуальні задачі сучасних технологій*: збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 25-26 листопада 2015 року. Тернопіль: ТНТУ, 2015. Том 2. С. 87-88.

2. Ареф'єва Т. О., Опришкіна М. І. Світлодіодне освітлення – шлях до енергозбереження. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health* : тези доп. 26-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2018, 16-18 травня 2018 р.: у 4 ч. Харків : НТУ "ХП", 2018. Ч. 2. С. 4.

3. Використання світлодіодних ламп у декоративному освітленні приміщень / Ірина Белякова та інші. *Lighting and power engineering: history, problems and perspectives*: Materials 6th International Scientific Conference, 30 січня - 02 лютого 2018 року. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. С. 24–25.

4. Гуда Т. С. Аналіз переваг та недоліків використання світлодіодних та люмінесцентних ламп. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2017. № 1. С. 84–88.

5. Белякова І. В., Шупарський С. О. Енергоефективне вуличне освітлення. *Актуальні задачі сучасних технологій*: збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 16-17 листопада 2017 року. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 132–133.

6. Фелоненко Д. Вплив світлодіодних ламп на здоров'я людини. *Lighting and power engineering: history, problems and perspectives*: Materials 6th International Scientific Conference, 30 січня-02 лютого 2018 року. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. С. 120–121.

7. Ющишин М. В., Белякова І. В. Джерела випромінювання для архітектурно-декоративного освітлення. *Актуальні задачі сучасних технологій*: збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 16-17 листопада 2017 року. Тернопіль. : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 134–135.

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		64

8. Дослідження частотних характеристик світлодіодних модулів / Олег Шкодзінський та інші. *Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій*: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 19–21 травня 2015 року. Тернопіль: ТНТУ, 2015. С. 177.

9. Тарасенко М. Г., Козак К. М. Комплексний підхід щодо визначення енергоефективності джерел світла. *Світлотехніка та електроенергетика*. 2013. №1. С. 27-36.

10. Левковський, О.В., Коваль В.В. Світлодіодна стрічка. RGB–стрічка *Перший крок у науку*: матеріали VII студентської конференції, м. Суми, 20 грудня 2015 р. Відп. за вип. М.Б. Оприско. Суми: СумДУ, 2015. С. 54.

11. Soroka K., Kharchenko V., Shpika M. Vehicle lighting equipment and control methods for an adaptive front-lighting system. *Світлотехніка та електроенергетика*. 2018. № 2. С. 63-67.

12. Медвідь В., Беякова І., Пісьціо В. Огляд і аналіз програм для розміщення світлодіодних модулів в конструкціях зовнішньої реклами Матеріали XXI наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 16-17 травня 2019 року. Тернопіль: ТНТУ, 2019. С. 121–122.

13. Безугла, Я. В. Автоматична система керування освітленням / Безугла Я. В., Тугай С. Б. // Перспективні напрямки сучасної електроніки : матеріали XIII науково-практичної конференції (4 квітня 2019 р., м. Київ) / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФЕЛ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 95–99.

14. Юффе К. І., Черкашина О. Л. Конспект лекцій з дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями» (для магістрів денної і заочної форм навчання спеціальності 141–Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (спеціалізація «Світлотехніка і джерела світла»)). Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 57 с.

15. Досвід експлуатації світлодіодних модулів. Медвідь В. та ін. Матеріали XX наукової конференції Тернопільського національного технічного

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

університету імені Івана Пулюя 17-18 травня 2017 року. Тернопіль: ТНТУ ім Івана Пулюя. С 165-166.

16. Медвідь В., Белякова І., Пісьціо В. Розрахунок світлодіодних елементів освітлення для носіїв зовнішньої реклами. *Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій*: Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції, 20-21 червня 2019 року. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2019. С. 321–324.

17. Медвідь В.Р., Пісьціо В.П. Методичні вказівки до лабораторної роботи №9 “Програмування мікроконтролерів AVR з використанням програмного симулятора AVR Simulator IDE ” з курсу “Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації”. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. 21 с.

18. Куликов Д.Д., Соболев С. Ф., «Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 9. Системы проектирования технологических процессов электронных приборов. Учебно-методическое пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2012. 80 с.

19. Обучающий курс по Altium Designer URL:<https://www.pinterest.ru/pin/408420259954526326/> (дата звернення: 15.03.2021).

20. Документація Altium Designer URL:<https://www.altium.com/ru/documentation/altium-designer?version=19.1> (дата звернення: 15.03.2021).

					КВРКІ.170289.17.02.19 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		66

## ДОДАТОК А (обов'язковий)

### Лістинг програми прошивки мікроконтролера

; програма на мові Assembler

; етап 1 - ініціалізація мікроконтролера

```
P0 EQU 80H ; синхронізація ліній портів с адресою в пам'яті програм
P1 EQU 90H
P2 EQU 0A0H
P3 EQU 0B0H
P4 EQU 0C0H
B EQU 0F0H
B2 EQU 0F2H
B3 EQU 0F3H
B4 EQU 0F4H
B5 EQU 0F5H
B6 EQU 0F6H
B7 EQU 0F7H
P00 EQU 080h
P01 EQU 081h
P02 EQU 082h
P03 EQU 083h
P04 EQU 084h
P05 EQU 085h
P06 EQU 086h
P07 EQU 087h
P10 EQU 090h
P11 EQU 091h
P12 EQU 092h
P13 EQU 093h
P14 EQU 094h
P15 EQU 095h
P16 EQU 096h
P17 EQU 097h
P20 EQU 0A0h
P21 EQU 0A1h
P22 EQU 0A2h
P23 EQU 0A3h
P24 EQU 0A4h
P25 EQU 0A5h
P26 EQU 0A6h
P27 EQU 0A7h
P30 EQU 0B0h
P31 EQU 0B1h
P32 EQU 0B2h
P33 EQU 0B3h
P34 EQU 0B4h
P35 EQU 0B5h
P36 EQU 0B6h
P37 EQU 0B7h
P40 EQU 0C0h
P41 EQU 0C1h
P42 EQU 0C2h
P43 EQU 0C3h
P44 EQU 0C4h ; Вхід на P3.2 (int0)
    ajmp main
    org 0bh
    acall term
    reti

    org 30h ;
    org 30h ; Визначення базових значень
```

```

DB 3Fh, 06h, 5Bh, 4Fh, 66h, 6Dh, 7Dh, 07h ; 00h-07h 01234567
DB 7Fh, 6Fh, 77h, 7Ch, 39h, 5Eh, 79h, 71h ; 08h-0Fh 89AbCdeF
DB BFh, 86h, DBh, CFh, E6h, EDh, FDh, 87h ; 10h-17h 01234567.
DB FFh, EFh, F7h, FCh, B9h, DEh, F9h, F1h ; 18h-1Fh 89AbCdeF.
DB 00h, 80h, 37h, 40h, 3Eh, 08h, 5Ch, 74h ; 20h-27h .П-U_oh
DB 38h, 76h, 31h, 0Fh, 36h, 09h, 49h, 00h ; 28h-2Fh LHF]

```

main:

```

mov r3,#80h
mov r0,00h
mov r4,#00h
mov r5,#00h
mov r6,#03h
mov r7,#03h
mov 81h,#08h

```

r\_zero:

```

mov @r0,#0
inc r0
djnz r3,r_zero
mov p1,#FFh
mov tmod,#11h
mov t10,#8
mov th0,#248
setb tcon.4
setb ie.1
setb ie.7
mov r2,#01h
mov r1,#7Bh
mov 7Ah,#0
mov 30h,#0 ;швидкість=0
mov 31h,#8 ;адреса
mov 32h,#8 ;адреса 2
mov 33h,#1 ;канал
mov r1,#30h

mov 6Dh,#00111100b ;проба
acall wr_vol
mov 6Dh,#01100111b ; вектор 1
acall wr_vol
mov 6Dh,#01110111b ; вектор 2
acall wr_vol
mov 6Dh,#10000000b ;вих 1
acall wr_vol
mov 6Dh,#10100000b ;вих 2
acall wr_vol
mov 6Dh,#01000000b ;комутація
acall wr_vol

```

aaa:

```

mov 7Ah, #2h ;вивід
mov 25h, #63
mov 71h, #24h
mov 72h, #0h
mov 73h, #0h
clr 25h

```

main2:

```

mov r4,#100
d22: mov r5,#255
d23: jnb p3.3,aa2
djnz r5,d23
djnz r4,d22
setb 25h

```

```

        mov r3,#16
d01:    mov r4,#255
d02:    mov r5,#255
d03:    jnb p3.3,aa2
        djnz r5,d03
        djnz r4,d02
        djnz r3,d01
        mov 7Ah,#02h
main3:  mov r3,#20
d11:    mov r4,#255
d12:    mov r5,#255
d13:    jnb p3.3,aa2
        djnz r5,d13
        djnz r4,d12
        djnz r3,d11
        mov 7Ah,#02h
        mov r1,#30h
        mov 71h,#24h
        mov 25h,#63
        mov 26h,#0
        mov a,@r1
        mov b,#10
        div AB
        mov 72h,a
        mov 73h,b
        sjmp main3
aa2:
        acall main1
        clr tcon.7
        mov t11,#1
        mov th1,#1
        setb tcon.6
aa1:
        mov a,#1Fh                ; + ;1Fh для экрану
        cjne A,20h,voll
        mov a,22h
        cjne a,#95h,voll          ;95h для экрану
        mov 7Ah,#0h ;яркость
vinc:   mov a,@r1
        cjne a,25h,voll1
        sjmp voll
voll1:  inc @r1
        acall wr_reg
        mov a,@r1
        mov b,#10
        div AB
        mov 72h,a
        mov 73h,b
        setb 27h
        setb 26h
        clr 25h
voll:   mov a,#1Fh                ; - ;1Fh для экрану
        cjne A,20h,m1
        mov a,22h
        cjne a,#B5h,vol2         ;B5h для экрану
        mov 7Ah,#0h ;яркость
vdec:   mov a,@r1
        cjne a,26h,vol21
        sjmp vol2
vol21:  dec @r1
        acall wr_reg
        cjne r1,#30h,vol22
        dec @r1
        dec @r1
        mov a,@r1

```

```

        jnb ACC.7,vol23
        mov 30h,#0
vol23:
vol22:
        mov a,@r1
        mov b,#10
        div AB
        mov 72h,a
        mov 73h,b
        clr 27h
        setb 26h
        clr 25h
vol2:
        mov a,#1Fh ; 1Fh для екрану
        cjne A,20h,m1
        mov a,22h
        cjne a,#CFh,vol3 ; CFh для екрану
        mov 7Ah, #0h ; яркость
        cjne r1,#33h,vol31
        mov r1,#2Fh
vol31:
        inc r1
        cjne r1,#30h,vol32
        mov 71h,#24h
        mov 25h,#63
        mov 26h,#0
vol32:
        cjne r1,#31h,vol33
        mov 71h,#28h
        mov 25h,#16
        mov 26h,#1
vol33:
        cjne r1,#32h,vol34
        mov 71h,#29h
        mov 25h,#16
        mov 26h,#1
vol34:
        cjne r1,#33h,vol35
        mov 71h,#2Eh
        mov 25h,#3
        mov 26h,#1
vol35:
        mov a,@r1
        mov b,#10
        div AB
        mov 72h,a
        mov 73h,b
        clr 25h
        clr 26h
vol3:
m1:
        jnb tcon.7,m1
        mov a,#05
        cjne A,20h,m2
        jnb 25h,m2
        mov 20h,#FEh
        jnb 26h,m2
        jnb 27h,vinc1
        jnb 27h,vdecl1
vinc1:
        ajmp vinc
vdecl1:
        ajmp vdec
wr_reg:
        cjne r1,#30h,wr_01 ;переміщення
        mov a,@r1
        cpl a
        anl a,#00111111b
wr_01:
        cjne r1,#31h,wr_02 ;вниз
        mov a,@r1

```

```

        subb a,#8
dec a
cpl a
        anl a,#01101111b
        orl a,#01100000b
wr_02:
        cjne r1,#32h,wr_03 ;вверх
        mov a,@r1
dec a
        jnb ACC.3,wr_021
        cpl a
        setb ACC.3
wr_021:
        anl a,#01111111b
        orl a,#01110000b
wr_03:
        cjne r1,#33h,wr_04 ;комутація
        mov a,@r1
dec a
        jnb ACC.3,wr_031
        cpl a
        setb ACC.3
wr_031:
        anl a,#01000011b
        orl a,#01000000b
wr_04:
        mov 6Dh,a
        acall wr_vol
        ret

m2:
        ajmp main2

; інформація з ПЗП
мікроконтролера
main1:
        ;jb p3.3,*           ;повернення 20h,21h,22h,23h
        clr ie.7           ;заборона переривань
        mov p1,#FFh
        mov r3,#88         ;20h=5 - повтор, 20h=6 - збой
st90:
        jb p3.3,err
        acall delay_50
        djnz r3,st90
        mov r3,#4
st901:
        jb p3.3,st45
        acall delay_50
        djnz r3,st901
        sjmp main1

st45:
        mov r3,#43
st452:
        jnb p3.3,repeat
        acall delay_50
        djnz r3,st452
        mov r3,#4
st451:
        jnb p3.3,bbb
        acall delay_50
        djnz r3,st451

bbb:
        ; пройшов старт
        mov r0,#20h
        mov r5,#4
bbb5:
        mov r4,#8
bbb4:
        mov r3,#7
bbb2:
        jb p3.3,bbb1
        acall delay_50
        djnz r3,bbb2     ; чекаємо 0 7мс
bbb1:
        mov r3,#9
bbb3:
        acall delay_50

```

```

        djnz r3,bbb3
        mov c,p3.3
        cpl c
        rlc A
        jnb p3.3,bbb6
        mov r3,#18
bbb7:   jb p3.3,bbb8
        acall delay_50
        djnz r3,bbb7       ; чекаємо 0 18мс
        mov r3,#7
bbb8:   jnb p3.3,bbb6
        acall delay_50
        djnz r3,bbb8       ; чекаємо 1 7мс
bbb6:
        djnz r4,bbb4
        mov @r0,a
        inc r0
        djnz r5,bbb5
        setb ie.7
        ret
repeat: mov 20h,#05
        setb ie.7
        ret
err:    mov 20h,#06
        setb ie.7
        ret

        ; Затримка 100 мкс
delay_50:
        clr tcon.7
        mov tl1,#160
        mov th1,#255
        setb tcon.6
        acall term
        jnb tcon.7,*
        ret

wr_vol:                ; Робота з USB
                        ; 6Dh - дані
        clr ie.7       ;заборона переривань
vwrack: setb p3.4
        jnb p3.4,*
        setb p3.5
        jnb p3.5,*
        acall eedel
        clr p3.5       ; start
        acall eedel
        clr p3.4
        acall eedel
        mov a,#10001000b
        mov r6,#8
vwreel: rlc a
        mov p3.5,c
        acall eedel
        setb p3.4
        jnb p3.4,*
        acall eedel
        clr p3.4
        acall eedel
        djnz r6,vwreel
        setb p3.5
        acall eedel
        setb p3.4

```

```

    jnb p3.4,*
    acall eedel
    jnb p3.5,* ;vwrack
    ;mov r6,#2
    ;sjmp wree3
vwree2:  clr p3.4
    acall eedel
    mov a,6Dh           ; адреса
    mov r6,#8
vwree4:  rlc a
    mov p3.5,c
    acall eedel
    setb p3.4
    jnb p3.4,*
    clr p3.4
    acall eedel
    djnz r6,vwree4
    setb p3.5
    acall eedel
    setb p3.4
    jnb p3.4,*
    acall eedel
    jnb p3.5,vwree5
    sjmp * ;vwree3
vwree5:  clr p3.4
    acall eedel

    acall eedel
    setb p3.4
    jnb p3.4,*
    acall eedel
    setb p3.5
    jnb p3.5,*
    setb ie.7
    ret           ; кінець запису даних

eedel:  nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    ret

; обробка переривання T0, вектор 0Bh
; відеоRAM-70h...7Fh, R3 (bank3) адр. 1Bh-код
; bank3-r7-Нкроку, Знаковивід на адресу 400h (ROM

term:
    push acc
    push psw
    push dpl
    push dph
    setb psw.3
    setb psw.4 ; Bank 3
    mov th0,#250 ; наступне переривання таймера через 610мкс (FFFF-
FE00)
    setb tcon.4
    mov p1,#FFh           ;початок

```

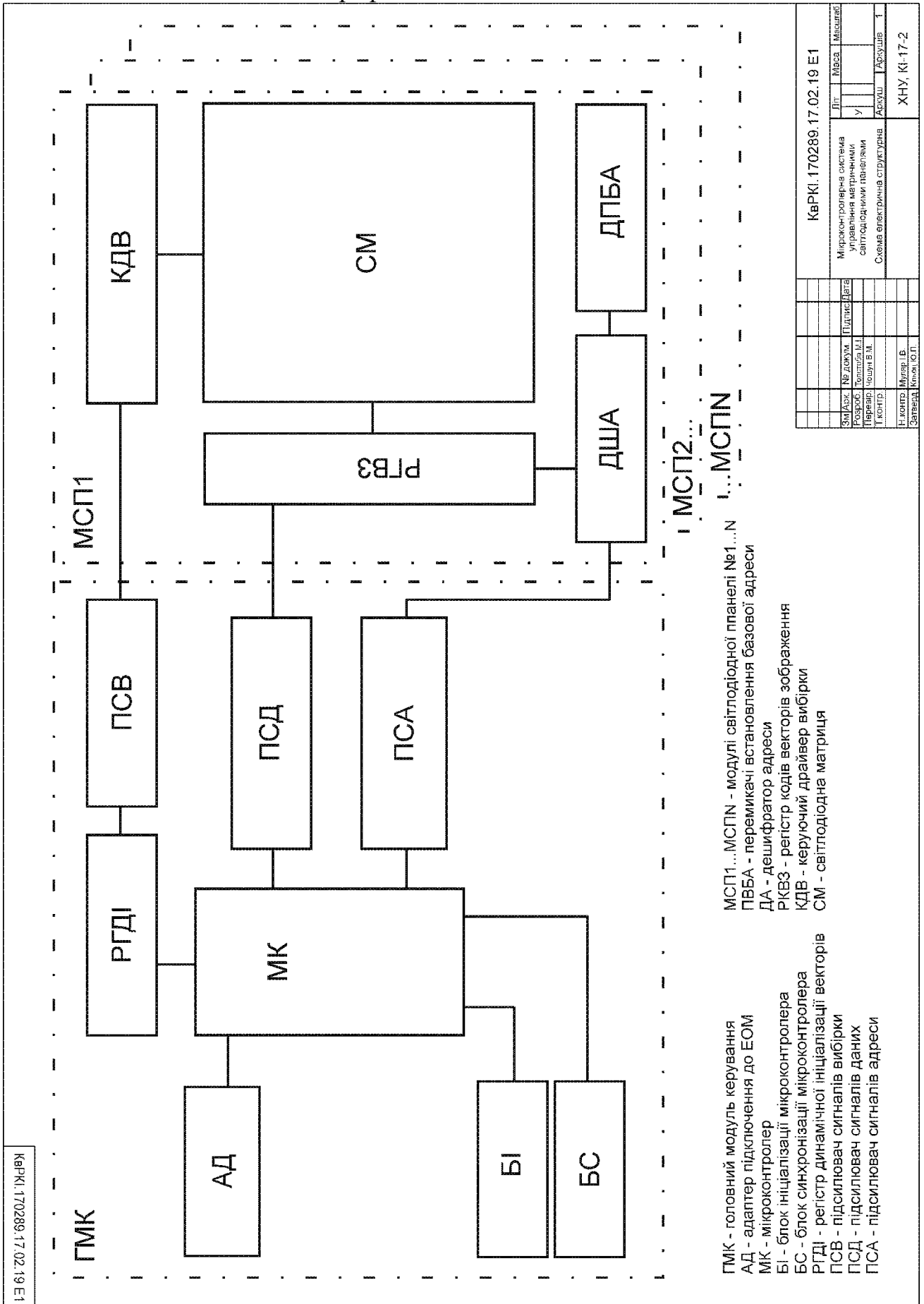
```

        mov a,p3
        anl a,#11111000b
        orl a,r7
        mov p3,a

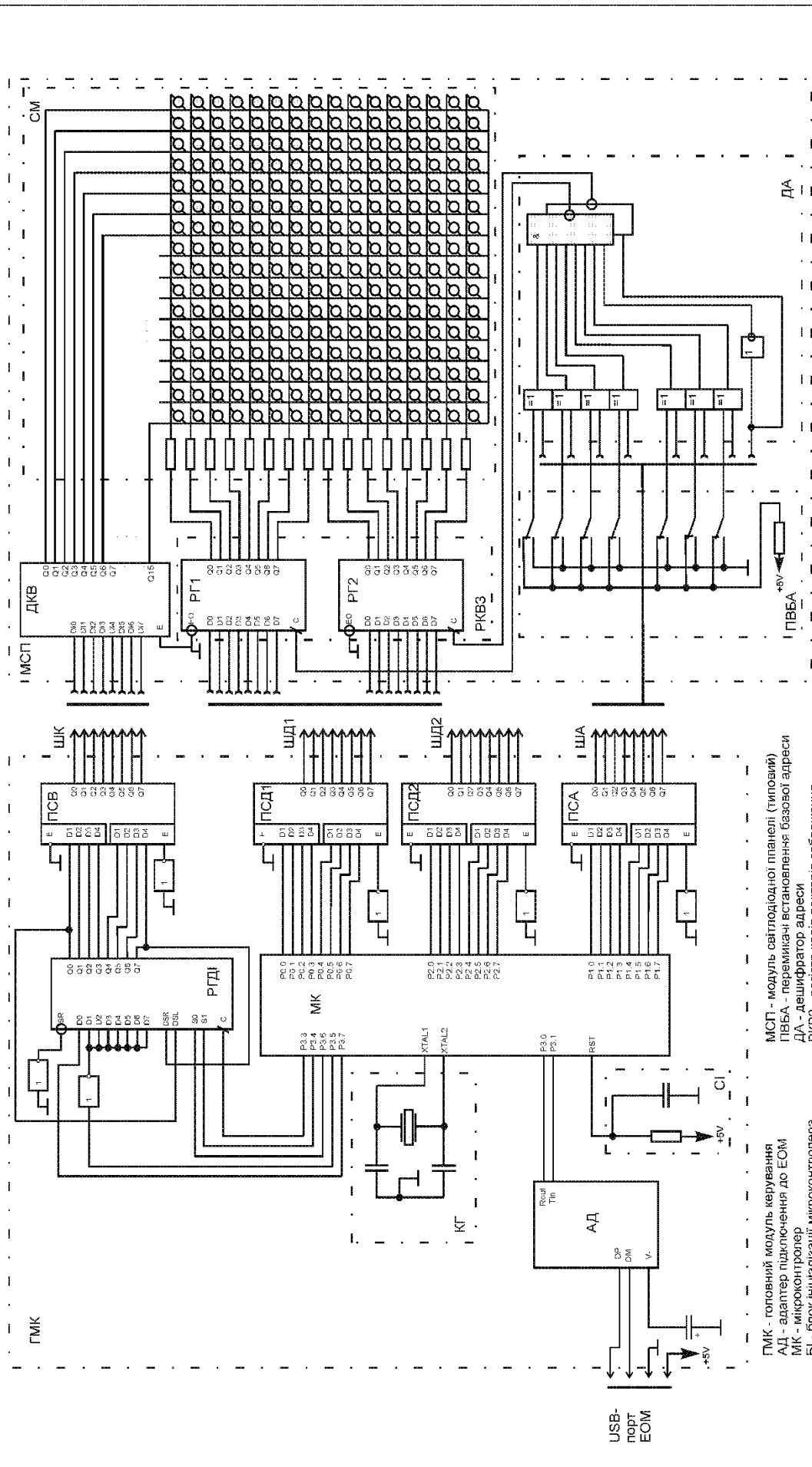
        cjne r6,#0,t_02
        cjne r7,#11111110b,t_01
t_03:
        mov a,7Ah
        anl a,#00000011b
        mov r6,a
        sjmp t_01
t_02:
        mov p1,#FFh
        cjne r7,#11111110b,t_00
        dec r6
        sjmp t_00
t_01:
        mov a, @r0
        mov dptr, #0030h
        movc a, @a+dptr
        cpl a
        mov p1,a
t_00:
        mov a,r7
        rl a
        mov r7,a
        jb acc.3,term_5
        mov r7,#11111110b      ; Нкроку (r7)=0 > переустановка
        mov r0,#70h
        mov 1Bh, r5
        mov r5, #0
                                   ; кінець
term_5:    inc r0
        mov a,7Ah
        jnb acc.2,t_04
        mov p1,#FFh
t_04:    pop dph
        pop dpl
        pop psw
        pop acc
        ret
        nop
        nop
        nop
        nop
        nop
eee:    end

```

# ДОДАТОК Б (обов'язковий) Копії графічної частини

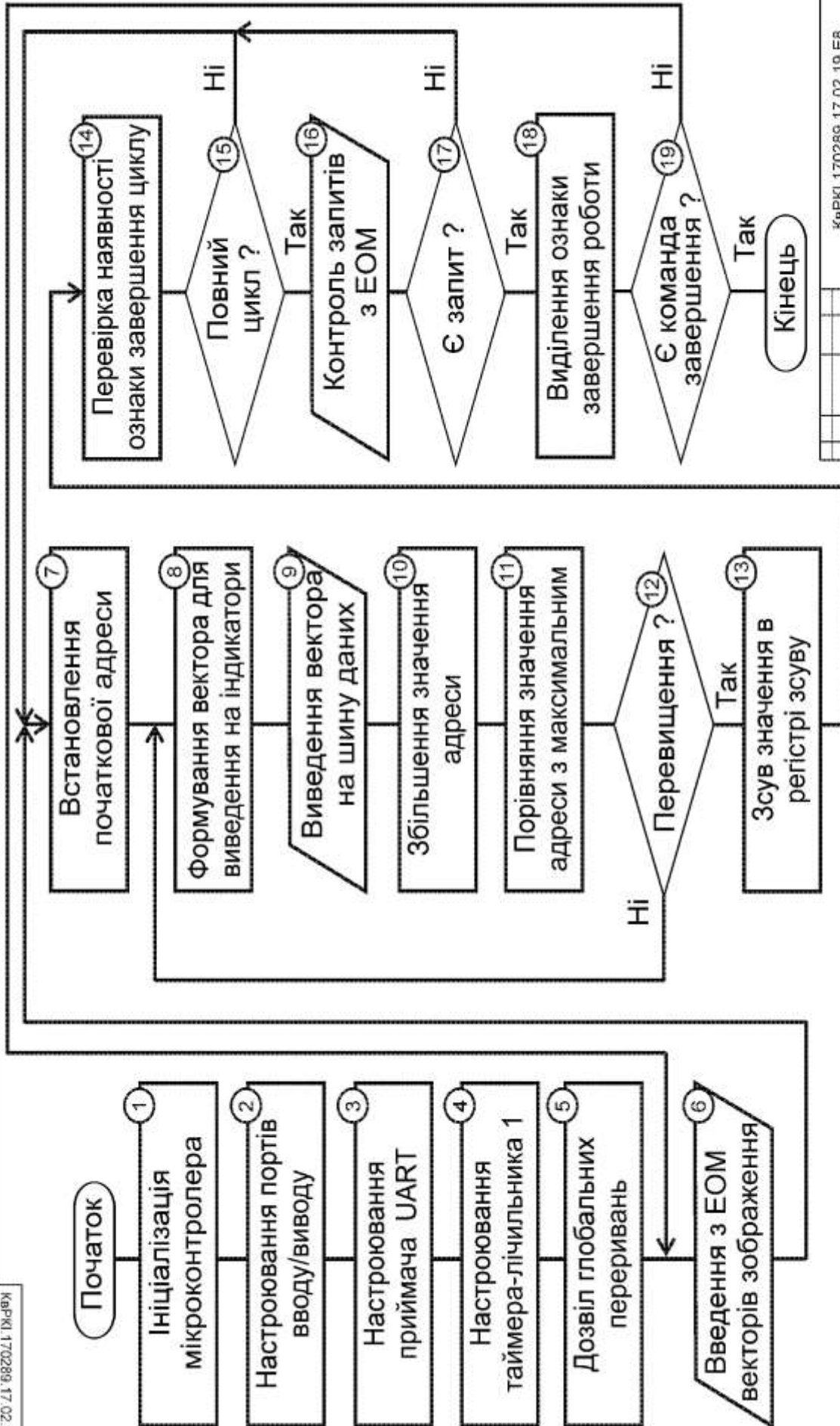


КВРКІ.170289.17.02.19.E2



- ГМК - головний модуль керування
- АД - адаптер підключення до ЕОМ
- МК - мікроконтролер
- БІ - блок ініціалізації мікроконтролера
- РГДІ - реєстр динамічної ініціалізації векторів
- ПСВ - підсилювач сигналів вибірки
- ПСД1-ПСД2 - підсилювачі сигналів даних
- ПСА - підсилювач сигналів адреси
- МСП - модуль світлодіодної панелі (типовий)
- ПБВА - перемикачі встановлення базової адреси
- ДА - дешифратор адреси
- РКВ3 - реєстр кодів векторів зображення (шістнадцятиризоврядний реєстр з двох восьмиризоврядних реєстрів РГ1 і РГ2)
- КДВ - керуючий драйвер вибірки
- СМ - світлодіодна матриця
- ШК - шина керуючих сигналів
- ШД1 - шина даних першої групи модулів
- ШД2 - шина даних другої групи модулів
- ША - шина адресних сигналів

КВРКІ.170289.17.02.19.E2		Літ.	Масш.	Масштаб
Зм.Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Технічна М.І.			
Перевір.	Чесний В.М.			
Т.контр.				
Н.контр.	Милар І.В.			
Затверд.	Клюш Ю.П.			
Мікроконтролерна система управління метричними світлодіодними панелями				Діт.
Схема електрична функційна				Аркуш.
				1
				ХНУ, КІ-17-2







КвРКІ.170289.17.02.19 Е8		Ін	Місяц	Машин
Мікроконтролер	Мікроконтролер	№	Дата	Місяц
Управління	Управління	№	Дата	Місяц
Світлодіодні	Світлодіодні	№	Дата	Місяц
Алгоритми роботи	Алгоритми роботи	№	Дата	Місяц
ХНУ, КІ-17-2				






Поз. позн.	Найменування	Кільк.	Примітка
<u>Конденсатори</u>			
C1-C2	X7R0805 20p	2	
C3	X7R0805 0.1 mk	1	
C4	SR-10 1 mk 7V	1	Електролітичний
C5-C8	SR-10 100 mk 16V	4	Електролітичний
C9-C16	X7R0805 0.68 mk	8	
<u>Мікросхеми</u>			
D1	CP2101	1	Адаптер USB
D2	ATMega16-16pu	1	Мікроконтролер
D3	SN74ALS198	1	Регістр зсуву
D4-D7	SN74ALS241	4	Підсилювач
D8	SN74ALS04	1	Логіка-інвертори
<u>Резистори</u>			
R1	CRF0805 10кОм 0.1 Вт	1	
<u>Резисторна матриця</u>			
RR1	TC100 10 kOhm 2 % 0,2 W 100 V	1	
<u>Роз'єми</u>			
X1	USBB-1J	1	Розетка USB
X2	CWF-3R	1	Вилка - 5 контактів
X3-X4	DIN41612R	2	Розетка - 32 контакти
<u>Кварцовий резонатор</u>			
ZQ1	MSC 10 МГц	1	

КВРКІ.170289.17.02.19 ПЕЗ

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Толстога М.І.			Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями - керуючий модуль	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Чешун В.М.				н	1	1
Н. контр.		Муляр І.В.				Перелік елементів		
Затвер.		Кльоц Ю.П.			ХНУ, КІ-17-2			

Поз. позн.	Найменування	Кільк.	Примітка
<u>Конденсатори</u>			
C1	SR-10 100 mk 16V	1	Електролітичний
C2-C10	X7R0805 0.68 mk	9	
<u>Мікросхеми</u>			
D1-D2	ULN2803	2	8-канальний ключ Дарлінгтона
D3	SN74ALS04	1	Логіка-інвертори
D4-D5	74HCT374D	2	Регістр пам'яті
D6-D7	SN74ALS86	2	Логіка-«Викл.АБО»
D8-D9	SN74ALS30	2	Логіка-«8I-HE»
<u>Світлодіоди</u>			
HL1-HL256	GNL-5464PGD	256	
<u>Резистори</u>			
R1	CRF0805 5кОм 0.1 Вт	1	
R2-R17	1206-100-J-0.25 100 Ом	16	
<u>Перемикачі</u>			
SA1-SA7	GRY-150-1	7	
<u>Роз'єми</u>			
X1	DIN41612	1	Вилка - 32 контакти

КвРКІ.170289.17.02.19 ПЕЗ				
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Толстоба М.І.		
Перевір.		Чещун В.М.		
Н. контр.		Муляр І.В.		
Затвер.		Кльоц Ю.Я.		
Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями – модуль світлодіодної панелі				
Перелік елементів				
Літера	Аркуш	Аркушів		
н	1	1		
ХНУ, КІ-17-2				

## Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальное совпадение с одним документом 0.0%**

Словари проверки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Ошибок в документах: 14%

ID: 93339 Название: Мiкроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями Добавлено в БД: 2021-06-11 Авторы: М. І. Толстоба Руководители: В.М.Чешун Консультанты: Оponentы:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	82977	572	243 (0%)	5 (1%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

User name:  
**Кафедра кибербезпеки**

Check ID:  
**1008270744**

Check date:  
**11.06.2021 12:47:36 EEST**

Check type:  
**Doc vs Internet**

Report date:  
**11.06.2021 12:48:44 EEST**

User ID:  
**100005590**

File name: **05\_Кв работа Толстоба\_пл**

Page count: **66** Word count: **12169** Character count: **97710** File size: **2.81 MB** File ID: **1008341119**

## 6.23% Matches

Highest match: 5.97% with Internet source ([https://studopedia.net/1\\_48106\\_rozrahunok-zagalnogo-obsyagu-robit-po-stoa.html](https://studopedia.net/1_48106_rozrahunok-zagalnogo-obsyagu-robit-po-stoa.html))

6.23% Internet sources

4

Page 68

No Library search was conducted

## 0% Quotes

Exclusion of quotes is off

Exclusion of references is off

## 0% Exclusions

No exclusions

## Modifind

Text modifications detected. Find more details in the online report.

Replaced characters

2

Завідувачу кафедри КБКСМ  
к.т.н., доц. Кльоцу Ю.П.  
Толстоби Микити Ігоровича

ПІБ здобувача вищої освіти

студента ФПКТС, 4 курсу, групи КІ-18-2

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

4.06.2021

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ  
КАФЕДРИ КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями

Автор: Толстоба Микита Ігорович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Чешун Віктор Миколайович, к.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Unicheck складає 93,77%, оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Anti-Plagiarism v-15.257 складає 100%.

Згідно з Положенням про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті (<http://www.khnu.km.ua/root/files/01/10/03/0005.pdf>) така авторська робота, обсяг оригінального тексту у відсотках до загального обсягу матеріалу в якій складає 90-100 %, визнається роботою з високою унікальністю тексту.

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

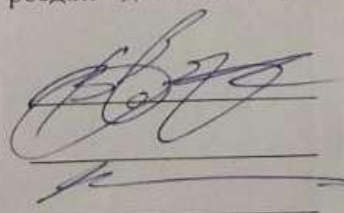
1. Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 6.23%, з яких 5.97% є збігами з одним джерелом, зумовленими наявністю типових полів з стандартизованим текстом в рамках пояснювальної записки.

2. В тексті пояснювальної записки на 68 сторінок тексту виявлено лише 3 збіги у фрагментах речень в оглядовому розділі довжиною до 10-12 слів, які утворюють загальноживані фрази.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КБКСМ



В. М. Чешун

О. С. Савенко

Ю. П. Кльоц

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Дипломник Толстоба Микита Ігорович  
Тема Мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями  
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Обсяг дипломного проекту:

кількість листів креслень 5; кількість сторінок записки 66

1. Короткий зміст ДП та прийнятих рішень В рамках кваліфікаційної роботи розроблена мікроконтролерна система управління матричними світлодіодними панелями. Особливості системи: мікроконтролер ATMEGA16-16PU, організація світлодіодних панелей - модульна нарощувана, тип матриці - монохромна світлодіодна, організація модуля – квадратний 16\*16 світлодіодів, настроювання – з ПК через USB-порт
2. Висновок про відповідність ДП дипломному завданню Дипломний проект у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині даного проекту
3. Характеристика виконання кожного розділу проекту, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому, теоретичному, розділі кваліфікаційної роботи якісно та в повній мірі проведено аналіз існуючих систем-аналогів проєктованої мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, досліджено їх переваги для наслідування та недоліки, яких слід уникати. На підставі огляду існуючих аналогів визначено і обґрунтовано базові принципи будови мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями, розглянуті питання, які мають відношення до теми і завдання роботи. У наступних розділах виконано розробку і надано детальний опис схем електричних пристрою, приведений розрахунок параметрів енергоспоживання за схемою електричною принциповою.
4. Позитивні сторони проекту Кваліфікаційна робота відповідає сучасним вимогам до проєктування мікроконтролерних систем і має практичну цінність, розробку орієнтовано на вітчизняного виробника, для збільшення конкурентоздатності використано недорогої і надійної елементної бази.

5. Негативні сторони проекту Відеутній аналіз особливостей схемних рішень систем аналогічного або подібного призначення з обґрунтуванням вибору певного прототипу для розробки мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту Комплекс технічної документації на розробку виконано відповідно до теми кваліфікаційної роботи з дотриманням вимог діючих державних стандартів та єдиної системи конструкторської документації. В пояснювальній записці докладно описана робота розробленої системи, приведені необхідні розрахунки та обґрунтування, представлений алгоритм роботи. Розроблено електричну структурну, функціональну і принципову схеми вузлів проектованої системи, виконаний розрахунок показників енергоспоживання. Для схеми електричної принципової приведені перелік елементів.

7. Відгук про проект в цілому В загальному кваліфікаційна робота заслуговує схвальних відгуків. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи йдуть у вірній послідовності, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках даної роботи. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу при проектуванні мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

8. Інші зауваження

9. Оцінка дипломного проекту Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що вона заслуговує на оцінку «добре».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)  
к.т.н., доцент кафедри ТМІТ Огневий Олександр Вікторович

« 10 » 06 2021 р.

Огневий (підпис)