

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

**Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»**

**Освітня програма: «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»**

**Група: 4КС-55**

# **Дипломний проект**

**здобувача освіти денної форми навчання  
КС.55.12.000.ДП**

***КУШНІРА  
ДМИТРА ЮРІЙОВИЧА***

**м. Одеса  
2022 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

Група: 4КС-55

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи) на тему:

### Розробка цифрового вимірювального приладу для визначення напруги постійного струму

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 77 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 14 аркушах (слайдах).

Дипломник \_\_\_\_\_ ( Кушнір Д.Ю.)

Керівник \_\_\_\_\_ ( Кривченко А.А. )

#### **Консультанти:**

з економічної частини \_\_\_\_\_ ( Копайгородська Т.Г. )

з охорони праці \_\_\_\_\_ ( Чорновол Н.І. )

з дотримання вимог ЄСКД \_\_\_\_\_ ( Петрашова В.І. )

старший консультант \_\_\_\_\_ ( Скорнякова О.В. )

#### **До захисту допущений**

Голова циклової комісії \_\_\_\_\_ ( Скорнякова О.В. )

Завідувач відділення \_\_\_\_\_ ( Суліма Ю.Ю. )

Захист «    » \_\_\_\_\_ 2022 р.

Протокол ДКК № \_\_\_\_\_

Оцінка ДКК \_\_\_\_\_

Секретар ДКК \_\_\_\_\_

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»**

Відділення \_\_\_\_\_ комп'ютерних систем \_\_\_\_\_ Комісія \_\_\_\_\_ КТ і ПІ \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 123 «Комп'ютерна інженерія» \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Беркань І.В. \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект (роботу)**

Здобувачеві (здобувачці) освіти \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Кушніру Дмитру Юрійовичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) \_\_\_\_\_ Розробка цифрового вимірювального приладу для визначення  
\_\_\_\_\_ напруги постійного струму \_\_\_\_\_

затверджена наказом по коледжу від " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі закінченого проекту (роботи) \_\_\_\_\_

3. Вихідні данні до проекту (роботи) \_\_\_\_\_ 1. Забезпечити вимірювання напруги постійного струму, контроль  
\_\_\_\_\_ виходу напруги за допустимий діапазон, контроль наявності напруги у встановленому діапазоні;

\_\_\_\_\_ 2. Забезпечити межі вимірювання напруги у діапазоні 0,1-99,9 В з можливістю розширення меж;

\_\_\_\_\_ 3. Забезпечити напругу живлення приладу не більше 12 В постійного струму;

\_\_\_\_\_ 4. Забезпечити струм споживання приладу не більше 50 мА;

\_\_\_\_\_ 5. Забезпечити погрішність вимірювання не більше 0,1 В; чутливість вимірювання - 0,1 В.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

\_\_\_\_\_ 1. Огляд цифрових вимірювальних приладів для визначення напруги

\_\_\_\_\_ 2. Розробка схеми приладу та вибір елементної бази

\_\_\_\_\_ 3. Програмування і налаштування приладу

\_\_\_\_\_ 4. Економічна частина

\_\_\_\_\_ 5. Охорона праці

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)

\_\_\_\_\_ 1. Цифровий вимірювальний прилад для визначення напруги. Схема структурна

\_\_\_\_\_ 2. Цифровий вимірювальний прилад для визначення напруги. Схема принципова електрична

\_\_\_\_\_ 3. БСА циклу вимірювань цифрового вимірювального приладу для визначення напруги

\_\_\_\_\_ 4. Схеми та діаграми процесу налаштування цифрового вимірювального приладу для  
\_\_\_\_\_ визначення напруги \_\_\_\_\_

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-3	Кривченко А.А.		
4. Економічна частина	Копайгородська Т.Г.		
5. Охорона праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник Кривченко А.А. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1.	Вступ. Постановка задачі проектування		
2.	Огляд і аналіз промислових електровимірювальних приладів		
3.	Аналіз аматорських схем електровимірювальних приладів		
4.	Огляд мікроконтролерів фірми MICROCHIP		
5.	Вибір мікроконтролера для вимірювального приладу		
6.	Аналіз принципів вимірювання параметрів ел. ланцюга		
7.	Розробка структурної схеми вимірювального приладу		
8.	Розробка принципової електричної схеми приладу		
9.	Аналіз і вибір елементної бази		
10.	Розробка алгоритму вимірювань для мікроконтролера		
11.	Програмування мікроконтролера		
12.	Налаштування приладу		
13.	Складання інструкції з експлуатації приладу		
14.	Випробування приладу та порівняння з еталонами		
15.	Виконання економічних розрахунків проекту		
16.	Розробка заходів з охорони праці та ТБ		

Дипломник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)



# ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Огляд вимірювальних приладів для визначення напруги.....	9
1.1 Види цифрових вольтметрів.....	10
1.1.1 Кодоімпульсні цифрові вольтметри.....	11
1.1.2 Вольтметри з часоімпульсним перетворенням.....	13
1.2 Зразки промислових електровимірювальних приладів.....	15
1.2.1 Вольтметри універсальні цифрові GDM-8145, GDM-8135.....	5
1.2.2 Прецизійні мультиметри Fluke 8845A і Fluke 8846A.....	17
1.2.3 Прецизійні мультиметри Tektronix DMM4020, DMM4040.....	19
1.2.4 Вольтметр АВМ-4306.....	20
1.2.5 Комбінований високочастотний вольтметр АКТАКОМ АВМ-1061...21	
1.3 Аматорські схеми електровимірювальних приладів .....	23
1.3.1 Цифровий вольтметр із світлодіодним індикатором.....	23
1.3.2 Вольтметр із рідкокристалічним індикатором.....	25
1.4 Висновки за розділом.....	27
2 Розробка схеми приладу та вибір елементної бази.....	28
2.1 Аналіз технічного завдання.....	28
2.2 Вибір мікроконтролеру та аналіз його характеристик.....	27
2.2.1 Характеристики PIC-мікроконтролерів.....	30
2.2.2 Опис мікроконтролера PIC16F819.....	30
2.3 Структурна схема цифрового вимірювального приладу для визначення напруги.....	41
2.4 Розрахунок основних параметрів вольтметра.....	44
2.5 Принципова електрична схема цифрового вимірювального приладу для визначення напруги.....	45
2.6 Розрахунок погрішності вимірювального приладу.....	50
3 Програмування і налаштування приладу.....	51
3.1 Схема програматора для вимірювального приладу.....	51

3.2	Розробка алгоритму проведення вимірювань.....	53
3.3	Процес програмування мікроконтролера.....	57
3.4	Налаштування та калібрування вимірювального приладу.....	58
4	Економічна частина.....	66
5	Охорона праці.....	
	Висновки.....	
	Перелік використаних джерел.....	
	ДОДАТОК А. Фрагмент програми для мікроконтролера вимірювального приладу на мові асемблера (MPLAB IDE).....	

## ВСТУП

У суспільстві протягом вивчення ним природи все більше і більше зростає роль різних вимірювань. Відповідно без зупинки збільшується обсяг вимірної інформації – відомості про значення вимірюваних фізичних величин, зростають вимоги до якості і способів її обробки і використання.

Останніми роками з розвитком електроніки ускладняється радіоапаратура. Характерний перехід від окремих радіоапаратів до складних комплексів і систем. Проте створення подібної апаратури ставить перед її розробниками різні проблеми: зниження ваги, об'ємів і габаритів; надійності і довговічності; виробництва і серійності; економічності. Для подолання цих проблем необхідне їх комплексне рішення на загальній технічній базі. Такою базою в даний час є комплексна механізація із застосуванням мікроелектроніки, впровадженням уніфікації і стандартизації. Розробка схеми конструкції і технічної стає єдиним процесом створення апаратури.

У наш час електричні вимірювання і електричні прилади посідають одне з найважливіших місць у житті цивілізованого людства. За частотою застосувань електричні вимірювання поступаються хіба що лише вимірюванням довжини, маси та температури. Електричні вимірювання застосовуються не лише для вимірювань власне електричних величин (напруги, струму, потужності, енергії, опору, частоти, зсуву фаз, ємності та ряду магнітних величин), а і при використанні перетворювачів для вимірювання багатьох неелектричних величин (тиску, температури, швидкості, параметрів вібрації, рівня рідин та сипучих матеріалів, витрати рідин та газоподібних речовин, величин пружних деформацій, відстаней тощо).

Практично організований технічний контроль і випробування сприяють значному підвищенню надійної роботи електронних схем. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають радіотехнічні пристрої, призначені для випробування і контролю, за допомогою яких перевіряється працездатність і придатність до експлуатаційного устаткування і приладів.

						КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Звіт.	Арх.	Наборит.	ГПЗС	Дата			1

Перевагою цифрових приладів є малі похибки вимірювання (0,1 – 0,001%) у широкому діапазоні вимірювальних сигналів, висока швидкість дії (до 500 вимірювань/с), вичітана результатів вимірювань у цифровому вигляді, можливість документальної реєстрації вимірювальної інформації за комп'ютерної техніки для наступного опрацювання. До недоліків варто віднести: складність схем і конструкції, високу вартість, меншу надійність. Ці недоліки можна вважати тимчасовими, оскільки в даний час вони швидко усуваються у зв'язку з розвитком мікроелектронної елементної бази.

Відсутність рухомих частин у цифрових радіовимірювальних приладах дозволила різко підвищити їх надійність і довговічність. Автоматизація процесу вимірювань виконується тепер дуже легко. Надання вимірювальної інформації у цифровому вигляді надає можливість обробки її засобами ПК.

Перехід цифрової обчислювальної техніки на електронну, а потім і на мікроелектронну базу відкриває нові перспективи подальшої автоматизації процесів керування аж до розробки автоматів, наділених штучним інтелектом.

У нашій країні надзвичайно великі потенційні можливості промисловості, ЦР може виробляти електровимірювальні прилади, і значною мірою перевищують потреби країни у цих приладах. Заводи, здатні виробляти засоби електричних вимірювань, є у багатьох містах країни, зокрема у Києві, Львові, Севастополі, Луцьку та ін.

Проте, сучасний інженер, зайнятий у будь-якій галузі промисловості, зобов'язаний уміти підібрати і визначити цифрові імпортні вимірювальні прилади для керування технологічним процесом, контролю якості продукції, зобов'язаний бути в курсі про істотні метрологічні характеристики приладів вимірювань.

У дипломному проекті виконується розробка цифрового вимірювального приладу для визначення напруги постійного струму. Даний прилад може застосовуватися у лабораторіях електрорадіовимірювань промислових підприємств, електротехлабораторіях для налаштування, тестування і калібрування різного типу електронних схем і модулів.

					КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зміст.	Арх.	№ докум.	Год	Дата		8

# 1 ОГЛЯД ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУТИ

У даній главі будуть розглянуті існуючі вимірники напруги, причому в п.1.2 розглянемо промислові зразки електровимірвальних приладів, які є в продажу, а в п.1.3 розглянемо існуючі аматорські прилади, описані в технічній літературі, статтях, на тематичних форумах в мережі Internet.

Не дивлячись на схемні і конструктивні особливості, принципи побудови цифрових приладів однаковий (рис.1.1).

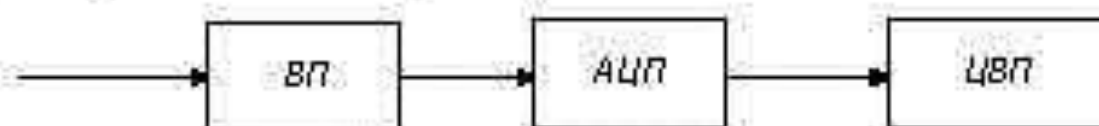


Рисунок 1.1. Узагальнена структурна схема цифрового вимірвального приладу

Вимірювана величина поступає на вхідний пристрій приладу ВП, де відбувається масштабне перетворення. З вхідного пристрою сигнал поступає на аналого-цифровий перетворювач АЦП, де аналоговий сигнал перетворюється у відповідний код, який відображується у вигляді числового значення на цифровому відліковому пристрої ЦВП. Для отримання всіх керувачих сигналів в цифровому приладі передбачений пристрій керування (ПК) (на рис. 1.1 не показано). Вхідний пристрій цифрового приладу внаштовпаний аналогічно електронному приладу, а в деяких конструкціях на його вхід використовується фільтр для виключення перешкод.

Залежно від принципу аналого-цифрового перетворення (АЦП) цифрові вимірвальні прилади розділяють на пристрої прямого перетворення і компенсаційні (з зрівноважувачим перетворенням).

Сучасний інженер, що працює у будь-якій галузі промисловості, повинен уміти вибрати і призначити відповідні пристрої вимірювання для керування технічно логічним процесом, контролю якості продукції, повинен знати про основні метрологічні характеристики засобів вимірювання.

## 1.1 Види цифрових вольтметрів

За видом вимірюваної величини цифрові вольтметри діляться на: вольтметри постійного струму, змінного струму (середньовипрямленого або середньоквадратичного значення), імпульсні вольтметри – для вимірювання параметрів відео- і радіоімпульсних сигналів і універсальні вольтметри, призначені для вимірювання напруги постійного і змінного струму, а також ряду інших електричних і неелектричних величин (опору, температури і інші).

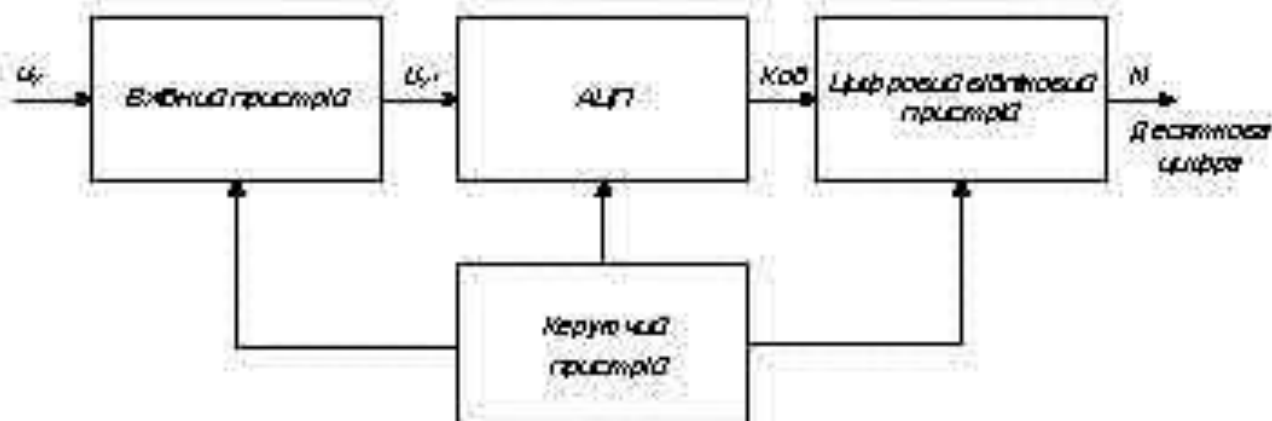


Рисунок 1.2. Спрощена структурна схема цифрового вольтметра

Принцип роботи цифрових вимірювальних приладів заснований на дискретному і цифровому представленні безперервних вимірюваних величин. Спрощена структурна схема цифрового вольтметра наведена на рис. 1.2. Схема складається з вхідного пристрою, АЦП, цифрового відлікового пристрою і керувального пристрою. Вхідний пристрій містить дільник напруги; у вольтметрах змінного струму він вливає також перетворювач змінного струму в постійний. АЦП перетворює аналоговий сигнал в цифровий, який представляється цифровим кодом. Процес аналого-цифрового перетворення складає сутність будь-якого цифрового приладу, у тому числі і вольтметра. Використання в АЦП цифрових вольтметрів двійково-десятькового коду полегшує зворотне перетворення цифрового коду в десяткове число, відбиване цифровим відліковим пристроєм. Цифровий відліковий пристрій вимірювального приладу реєструє вимірювану величину. Керувальний пристрій керує всіма вузлами вольтметра.

Змк.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата

КС 55.12.000.00 ДП ПЗ

Арх.  
10

За типом АЦП цифрові вольтметри можуть бути розділені на чотири основні групи:

- кодоімпульсні (з порозрядним урівнюванням);
- часоімпульсні;
- частотно-імпульсні;
- просторового кодування.

В даний час цифрові вольтметри будуються частіше на основі кодоімпульсного та часоімпульсного перетворень. АЦП вольтметрів перетворюєть сигнал постійного струму в цифровий код, тому і цифрові вольтметри також вважаються приладами постійного струму. Для вимірювання напруги змінного струму на вході вольтметра ставиться перетворювач змінної напруги в постійну напругу, найчастіше це детектор середньоентрализованого значення. Проаналізуємо основні технічні характеристики середньостатистичного цифрового вольтметра постійного струму:

- діапазон вимірювання 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В, 1000 В;
- поріг чутливості (рівень квантування амплітуди напруги або одиниця дискретності) на діапазоні напруги в 100 мВ може бути 1мВ, 100мкВ, 10мкВ;
- кількість знаків (довжина цифрової шкали) – відношення максимальної вимірюваної величини на цьому діапазоні до мінімальної;
- діапазон вимірювання 100 мВ при рівні квантування 10 мкВ відповідає  $10^4$  знакам;
- вхідний опір електричної схеми – дуже високий, зазвичай більше 100 МОм;
- перешкодозахист – оскільки цифрові вольтметри володіють високою чутливістю, дуже важливо забезпечити добрий перешкодозахист.

### 1.1.1 Кодоімпульсні цифрові вольтметри

У кодоімпульсних цифрових вольтметрах (у вольтметрах з порозрядним урівнюванням) реалізується принцип компенсаційного методу вимірювання

					КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		11

напруги. Спрощена структурна схема такого вольтметра представлена на рис.13.

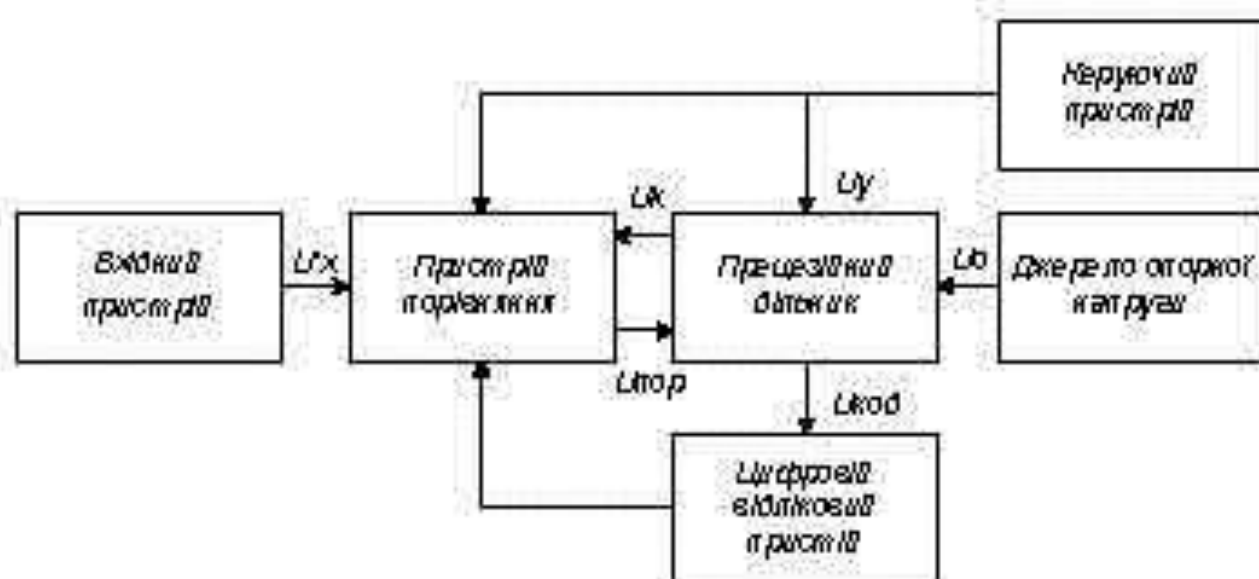


Рисунок 1.3. Спрощена структурна схема кодоімпульсного вольтметра

Вимірювана напруга  $U'x$ , отримана з вхідного пристрою, порівнюється з компенсуючою напругою  $U_k$ , що виробляється прецизійним дільником і джерелом опорної напруги. Компенсуюча напруга має декілька рівнів, квантованих відповідно до двійково-десятикової системи числення. Наприклад, двокозрядний цифровий вольтметр, призначений для вимірювання напруги до 100 В, може включати наступні рівні напруги: 80, 40, 20, 10, 8, 4, 2, 1 В.

Порівняння вимірюваної  $U'x$  і компенсуючої  $U_k$  напруги виконується послідовно по командах керувачого пристрою. Керувачі імпульси  $U_y$  через певні інтервали часу перемикають опори прецизійного дільника таким чином, що на виході дільника послідовно виникають значення напруги: 80, 40, 20, 10, 8, 4, 2, 1 В; одночасно до відповідного виходу прецизійного дільника підключається пристрій порівняння. Якщо  $U_k > U'x$ , то з пристрою порівняння поступає сигнал  $U_{пор}$  на вимикання у дільнику відповідної ланки, так, щоб знати сигнал  $U_k$ . Якщо  $U_k < U'x$ , то сигнал з пристрою порівняння не поступає. Після закінчення процесу порівняння отриманий сигнал  $U_{код}$  положення ключів прецизійного дільника і є тим кодом, який зчитується цифровим вихідним пристроєм.

Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ

Арх.

12

Процес вимірювання напруги в кодоімпульсному приладі нагадує зважування на вагах, тому прилади інколи зазвичай порозрядно-врівноважувачими. Точність кодоімпульсного приладу залежить від стабільності опорної напруги, точності виготовлення дільника, порогу спрацьовування порівнювача пристрою.

Для створення нормальної перешкодозахищеності (60...70 дБ) на виході приладів ставиться перешкодозащадний фільтр. В цілому такий цифровий прилад володіє добрими технічними характеристиками і використовується як лабораторний. Перші цифрові прилади створювалися по методу зважування, але зараз більшого поширення набули прилади часоімпульсного типу.

### 1.1.2. Вольтметри з часоімпульсним перетворенням

У основі принципу дії вольтметра часоімпульсного (часового) типу лежить перетворення за допомогою АЦП вимірюваної напруги в пропорційний інтервал часу, який заповнюється рахунковими імпульсами, що поступають з відомою стабільною частотою дотримання. В результаті такого перетворення дискретний сигнал вимірюваної інформації на виході перетворювача має вид пачки рахункових імпульсів, число яких пропорційно дорівнює вимірюваній напрузі.

Погрібність вимірювань часоімпульсних вольтметрів визначається рядом чинників: погрібність дискретизації вимірюваного сигналу; нестабільність частоти рахункових імпульсів; порогом чутливості схеми порівняння і не лінійність пришкодо дібно і напруги.

Існує декілька схемотехнічних рішень, використовуваних при створенні часоімпульсних вольтметрів. Структурна схема часоімпульсного цифрового вольтметра і часові діаграми, що пояснюють її роботу, представлені на рис. 1.4.

Даний тип вольтметра включає АЦП з проміжним перетворенням вимірюваної напруги в пропорційний інтервал часу. До складу АЦП входять: генератор лінійно змінюваної напруги (ГЛЗН); два пристрої порівняння I і II; тригер Т; логічна схема І; генератор рахункових імпульсів; лічильник імпульсів

					КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ГПЗС	Дата		13

і цифровий відліковий пристрій. Дискретний сигнал вимірюваної інформації на виході перетворювача має вид пачки рахункових імпульсів, число яких  $N$  пропорційно величині вхідної напруги  $U_x$  (тобто  $U'_x$ ).

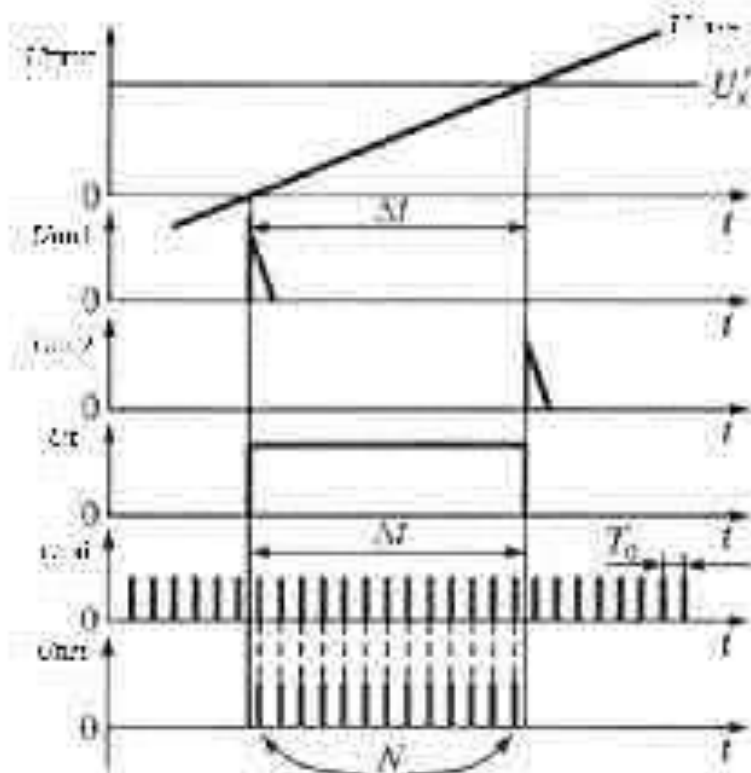
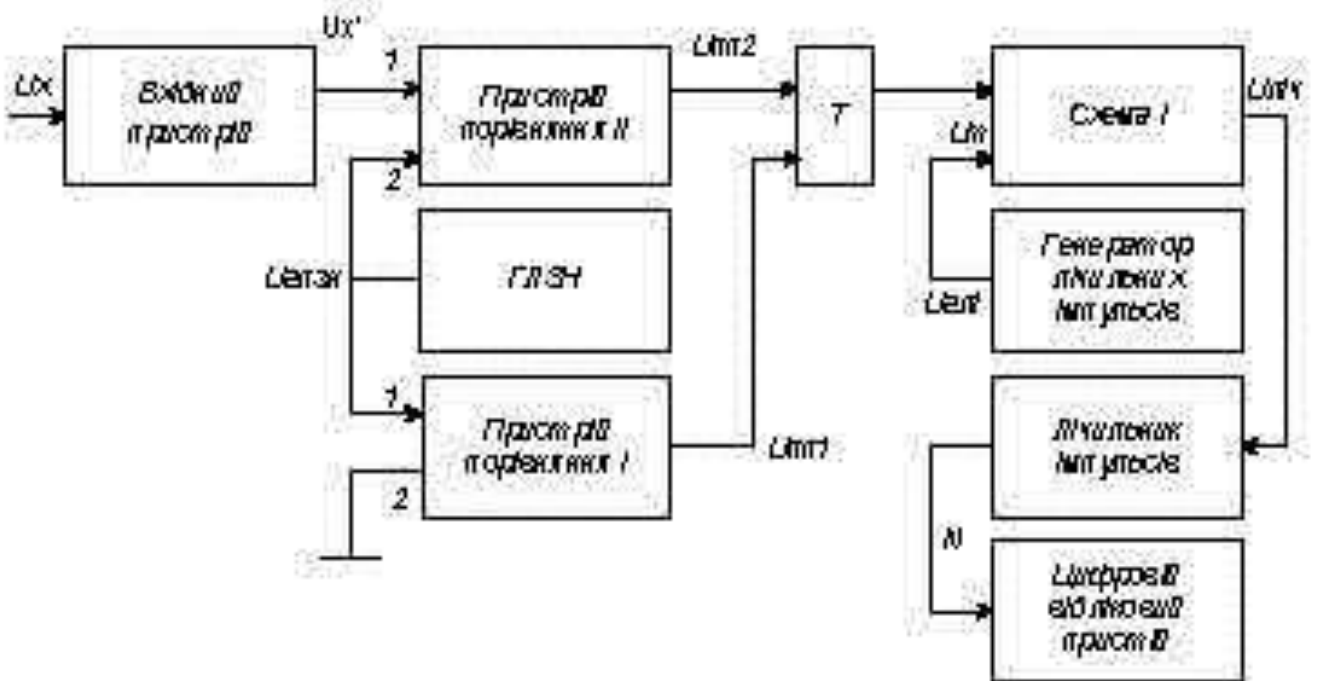


Рисунок 1.4. Цифровий вольтметр з часоімпульсним перетворенням:  
а – структурна схема; б – часові діаграми.

Змк.	Арх.	№ докум.	ГРЗС	Дата

КС 55.12.000.00 ДП ПЗ

Арх.

14

Напруга  $U_{глен}$ , що лінійно змінюється в часі, з ГЛЗН поступає на входи 1 обох пристроїв порівняння. Інший вхід пристрою порівняння I сполучений з корпусом. В мить, коли на вході пристрою порівняння I напруга  $U_{глен} = 0$ , на його виході виникає імпульс  $U_{ус1}$ , уможовнено фіксувчий нульовий рівень вхідного сигналу. Цей імпульс, що подається на одиничний вхід тригера Т, виникає появу позитивної напруги на його виході.

Повертається тригер в початковий стан імпульсом  $U_{ус2}$ , що поступає з виходу пристрою порівняння II. Імпульс  $U_{ус2}$  виникає у момент рівності вимірюваного  $U_x$  і напруги  $U_{глен}$ , що лінійно змінюється. Сформований в результаті на виході тригера імпульс  $U_t$  тривалістю  $t = U_x S$  (тут  $S$  — коефіцієнт перетворення) подається на вхід схеми I, на другий вхід якої поступає сигнал  $U_{глі}$  з генератора лінійних імпульсів, що поступають з частотою  $f_0 = 1/T_0$ . На виході схеми I сигнал  $U_{ліч}$ , з'являється лише за наявності імпульсів  $U_t$  і  $U_{глі}$  на обох її входах, тобто рахункові імпульси проходять через схему I, тоді, коли присутній сигнал на виході тригера. Кількість рахункових імпульсів, що пройшли через схему I становить  $N \cdot \Delta t / T_0$ , підраховується лічильником і відображується на індикаторі цифрового відлікового пристрою приладу. Цикл роботи розглянутого вольтметра періодично повторюється. Повернення ГЛЗН в початковий стан і підготовка схеми до чергового вимірювання здійснюється автоматично. За таким же принципом будуються цифрові вольтметри змінного струму. У них напруга змінного струму заздалегідь випрямляється і подається на пристрій порівняння II.

## 1.2 Зразки промовних електроінструментальних приладів

### 1.2.1 Вольтметри універсальні цифрові GDM-8145, GDM-8135

Вольтметри універсальні цифрові (рис. 1.5) виробництва компанії GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD. призначені для вимірювання постійної/змінної напруги (до 1200 В) і струму (до 20 А), опору (до 20 МОм), вимірювання р-п переходів. Характеристики вольтметрів наведені у табл. 1.1.

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ГТЗС	Дата		15



Рисунок 1.5. Зовнішній вигляд цифрового вольтметра GDM-8145

Таблиця 1.1. Технічні характеристики GDM-8145, GDM-8135

Характеристика	Параметри	Значення
Постійна напруга	Межі вимірювань Роздільна здатність Погрішність вимірювання Вхідний імпеданс	200 мВ / 2 / 20 / 200 / 1200 В 8135: 100 мкВ / 1 / 10 / 100 мВ / 1 В 8145: 10 / 100 мкВ / 1 / 10 / 100 мВ 8135: $\pm(0,1\% + 1 \text{ од. мол. розряду})$ 8145: $\pm(0,03\% + 4 \text{ од. мол. розряду})$ 10 Мом
Змінна напруга	Межі вимірювань Роздільна здатність Робоча область частот Погрішність вимірювання	200 мВ / 2 / 20 / 200 / 1000 В 8135: 100 мкВ / 1 / 10 / 100 мВ / 1 В 8145: 10 / 100 мкВ / 1 / 10 / 100 мВ 40 Гц...40 кГц(8135); 20 Гц...50 кГц(8145) 8135: $\pm(0,5\% + 1 \text{ од. мол. розряду})$ 40 Гц...1 кГц $\pm(1,5\% + 1 \text{ од. мол. розряду})$ , 1...40 кГц 8145: $\pm(0,5\% + 15 \text{ од. мол. розряду})$ , 45 Гц...2 кГц $\pm(1,5\% + 15 \text{ од. мол. розряду})$
Постійний струм	Межі вимірювань Роздільна здатність Погрішність вимірювання	200 мкА / 2 / 20 / 200 / 2000 мА / 20 А 8135: 0,1 / 1 / 10 / 100 мкА / 1 / 10 мА 8145: 10 / 100 нА / 1 / 10 / 100 мкА / 1 мА $\pm(0,2\% + 1 \text{ од. мол. розряду})$ $\pm(0,3,0,5\% + 1 \text{ од. мол. розряду})$ на межі 2000 мА / 20 А
Змінний струм	Межі вимірювань Роздільна здатність Робоча область частот Погрішність вимірювання	200 мкА / 2 / 20 / 200 / 2000 мА / 20 А 8135: 0,1 / 1 / 10 / 100 мкА / 1 / 10 мА 8145: 10 / 100 нА / 1 / 10 / 100 мкА / 1 мА 40 Гц...20 кГц(8135); 20 Гц...20 кГц(8145) $\pm(0,5\% + 1 \text{ од. мол. р.})$ , 40 Гц...2 кГц $\pm(1,2\% + 1 \text{ од. мол. р.})$ , 20 Гц...20 кГц

Змк.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата

КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ

Арх.

16

Функціональні особливості цифрових вольтметрів GDM-8145, GDM-8135:

- Продвін ланцюга (GDM 8135);
- Базова погрешність 0,03% (8145), 0,1% (GDM 8135);
- Вимірювання з врахуванням форми сигналу True RMS (GDM 8145);
- Вимірювання змінного сигналу із зсувом (GDM 8145);
- Діапазон робочих частот до 50 кГц (GDM 8145), 40 кГц (GDM 8135);
- Висока роздільна здатність;
- Цифровий СД-дисплей з індивідуалью 4 розряди (GDM-8145), 3 розряди (GDM-8135);
- Автоматична установка нуля;
- Захист від переповнення і перевантажень.

### 1.2.2 Прецизійні мультиметри Fluke 8845A і Fluke 8846A

Висока точність і універсальність цифрових 6,5-розрядних прецизійних мультиметрів Fluke 8845A і Fluke 8846A дозволяють проводити найскладніші вимірювання в лабораторіях або у складі автоматизованих вимірювальних систем. Моделі мультиметрів Fluke 8845A і Fluke 8846A (рис.16) забезпечують високу продуктивність і багатофункціональність, при цьому залишаючись простими у використанні. Цифрові мультиметри Fluke 8845A і Fluke 8846A забезпечують всі функції, які мають бути присутні в багатофункціональних цифрових мультиметрах, включаючи вимірювання опору, напруги і струму. Основа погрешність 0,0024 при вимірюваннях постійного струму в діапазоні 10 А і широкий діапазон вимірювання опору дає широкую комбінацію можливостей вимірювання. Моделі Fluke 8845A і Fluke 8846A також можна використовувати для вимірювання частоти і періодів часу. Модель Fluke 8846A додатково вимірює температуру і ємність. Вбудовані функції лічильника, вимірника ємності і термометра забезпечують необхідну універсальність приладів. Призначені для користувача можливості приладів розширені функціями графічного дисплея, включаючи режим безплатного реєстратора.

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		17



Рисунок 1.6. Зовнішній вигляд цифрового вольтметра Fluke 8845A

Універсальні мультиметри Fluke 8845A і Fluke 8846A мають високі характеристики міцності і надійності.

Функціональні особливості універсальних мультиметрів Fluke 8845A і Fluke 8846A:

- Роздільна здатність 6,5 розрядів;
- Основна погрешність при вимірюванні постійної напруги до 0,0024%;
- Подвійний дисплей;
- Діапазон вимірювання струму від 100 мкА до 10 А з роздільною здатністю до 100 пА;
- Широкий діапазон вимірювання опору від 10 Ом до 1 ГОм з роздільною здатністю до 10 мкОм;
- Вимірювання опорів по схемі 2 x 4 за допомогою 4 дротів;
- Обидві моделі дозволяють вимірювати частоту і період;
- Модель 8846A вимірює ємність і температуру;
- USB-порт для підключення запам'ятовуючого пристрою (модель 8846A);
- Графічний дисплей;
- Безплатерний реєстратор TrendPlot™, режими статистики і гістограми.

										КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ Серії	ГПЗС	Дата							18

### 1.2.3 Прецизійні мультиметри Tektronix DMM4020, DMM4040



Рисунок 1.7. Зовнішній вигляд цифрового вольтметра Tektronix DMM4020

Високоточні прецизійні цифрові мультиметри Tektronix DMM4020 (5 ½ розряду), Tektronix DMM4040 і Tektronix DMM4050 (6 ½ розряду) призначені як для комплексних вимірів вальних систем, так і для вирішення вимірювальних завдань в улюблених закладах і пропонують відмінні технічні характеристики поряд з багатим набором функцій і аналітичними можливостями (рис.1.7). Характеристики мультиметрів наведені у табл.1.2.

Функціональні можливості цифрових мультиметрів DMM4020, DMM4040:

- вимірювання напруги, опору і струму з високою точністю;
- перевірка діодів і перевірка на обрив;
- вимірювання частоти;
- вимірювання періоду;
- чотирьохкратні вимірювання опору (по схемі 2x4);
- спеціальні вимірювання витоку по постійному струму;

										КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/С	Дата							19

- режим порівняння граничних значень для вимірювань типу «справний/несправний»;
- вимірювання при однократному натисненні на кнопку;
- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- збереження налаштувань і їх прив'язка до кнопок на лицьовій панелі для прискорення процесу проведення вимірювань;
- подвійна система відображення показань на дисплеї;
- збір статистичні результати вимірювань;
- побудова гістограм.

Таблиця 1.2. Технічні характеристики Tektronix DMM4020

Модель	DMM4020		DMM4040	
Розрядність дисплея	5 1/2		6 1/2	
Точність	0,015%		0,0024%	
Вимірювання		Діапазон	Дозвіл	Діапазон
	Напруга	200 мВ...1000 В	10 мкВ	100 мВ...1000 В
	Струм	200 мкА...10 А	1 нА	100 мкА...10 А
	Опір	200 Ом...100 МОм	1 мОм	10 Ом...1 Гом
	Смуга частот	20 Гц...100 кГц		3 Гц...300 кГц
	Частота	20 Гц...1 МГц	1 мГц	3 Гц...1 МГц
	Температура	-		-200...+600°C
	Ємність	-		1 нФ...100 мФ

#### 1.2.4. Вольтметр АVM-4306

Універсальний цифровий вольтметр АVM-4306 (рис. 1.8) призначений для вимірювання напруги і сили постійного і змінного струму, опору і частоти. Вольтметр має змінну розрядність дисплея і дозволяє проводити вимірювання постійної і змінної складених в частотному діапазоні до 100 кГц, дійсного середньоквадратичного значення (True RMS), порівняння результатів вимірювань із заданими значеннями, перевірку діодів і звукову прозвонку ланцюгу, вимірювання в децибелах і так далі. Отримані дані можуть бути передані в персональний комп'ютер по інтерфейсу RS-232 або роздруковані на принтері. Характеристики вольтметра наведені у табл. 1.3.

						КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/С	Дата			20



Рисунок 1.8. Зовнішній вигляд цифрового вольтметра АВМ-4306

Таблиця 1.3. Технічні характеристики вольтметра АВМ-4306

Параметр	Значення
Час прогрівання	не менше 30хв.
Температурний коефіцієнт	0,15 х погрішність/°С (у діапазонах 0...18 °С і 28...50 °С)
Інтерфейс RS-232: швидкість передачі даних, бод довжина послідовності парність біт зупинки відступ режим друку	9600, 4800, 2400, 1200, 600, 300 7 або 8 біт парний/непарний/немає 1-й або 2-й увілк. ланки. увілк. ланки.
Робочі умови експлуатації: температура навколишнього середовища вологість	0...50 °С 0...80%, при температурі 0...28 °С (не більше 75% при вимірюванні опору більше 12 МОм); 0...70%, при температурі 28...35 °С; 0...50%, при температурі 35...50 °С
Умови зберігання	-20...+60 °С при вологості 0...80%
Живлення	100/120/220/240 V ±10%, 50/60 Гц
Споживана потужність	16 ВА

### 1.2.5 Комбінований високочастотний вольтметр АКТАКОМ АВМ-1061

Комбінований цифровий прилад АКТАКОМ АВМ-1061 (рис.1.9) виконує функції трьох вимірювальних пристроїв: високочастотного вольтметра, вимірювача рівня сигналів, вимірювача частоти сигналів в межах до 1,2 ГГц. Частотний діапазон: 9 кГц...1,2 ГГц. Діапазон вимірювання рівня: -47 дБм...+33 дБм (50 Ом). Вбудований частотомір: 6 розрядів, 1 ppm, до 3 ГГц.

										Арх.
										21
Змк.	Арх.	№ докум.	ГТЗС	Дата	КС 55.12.000.00 ДП ПЗ					



Рисунок 1.9. Зовнішній вигляд цифрового вольтметра АКТАКОМ АВМ-1061.

Функціональні особливості вольтметра АКТАКОМ АВМ-1061:

- 3 приладу в 1: високочастотний вольтметр, вимір ват потужності, частотомір;
- Робоча частота до 1,2 ГГц;
- Автоматичний і ручний вибір діапазонів;
- Автоматична установка нуля;
- Дисплей: кольоровий РК QVGA (3,5"), 6 розрядів;
- Інтерфейси: RS-232 і USB;
- Напруга живлення 220 В±10%, частота 50 Гц±5%;

Технічні характеристики цифрового вольтметра:

- Робоча частота: 9 кГц... 1,2 ГГц;
- Діапазон вимірювання: 1 мВсез... 10 Всез (навантаження 50 Ом);
- Вибір діапазону: ручний 4 мВсез / 40 мВсез / 400 мВсез / 4 Всез / 10 Всез, автоматичний;
- Погрешність вимірювання: ±(2%+5 е.р.) на частоті 100 кГц, в діапазоні 10 мВсез... 10 Всез.

					КС 55. 12.000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		22

## 1.3 Аматорські схеми електронірювальних приладів

Любителське конструювання неможливе без вимірювальних приладів, які допоможуть перевірити деталі, змрягти напругу в різних ланцюгах зібраної конструкції, простежити за проходженням сигналу через її каскади. Використання комерційних промислових приладів в цьому випадку не виправдано, а покупка дешевих простих вимірювачів не дозволяє досягти прийнятної точності вимірювань. В цьому випадку найкращим варіантом буде збірка власного вимірювача на основі підібраної в технічній літературі схеми. Розглянемо варіанти любительських конструкцій вимірювачів напруги.

### 1.3.1 Цифровий вольтметр із світлодіодним індикатором

Модульний цифровий вольтметр може використовуватися як пристрій індикації у вимірювальних приладах, для контролю висхідної напруги блоків живлення, а також для спільної роботи з різними електронними перетворювачами. Використовують два типи вольтметрів – із світлодіодним (рис.1.10) та рідкокристалальним індикатором.



Рисунок 1.10. Зовнішній вигляд вольтметра із світлодіодним індикатором

Технічні характеристики вольтметра є такими:

- вимірювана напруга – постійна;
- діапазон вимірювань – 0 ... +199.9 мВ;
- число відліків – 3 в секунду;
- погрешність вимірювань – не гірше 0.2 %;

Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 55.12.000.00 ДП ПЗ

Арх.

23

- живлення вольметра – двополярне ( $\pm 5$  В);
- споживана потужність – не більше 2100 мВт;
- діапазон робочих температур  $+10^{\circ}\text{C} \dots +35^{\circ}\text{C}$ ;
- відносна вологість – до 80 % при  $20^{\circ}\text{C}$ .

Схема електрична принципова модульного вольметра показана на рис. 1.11:

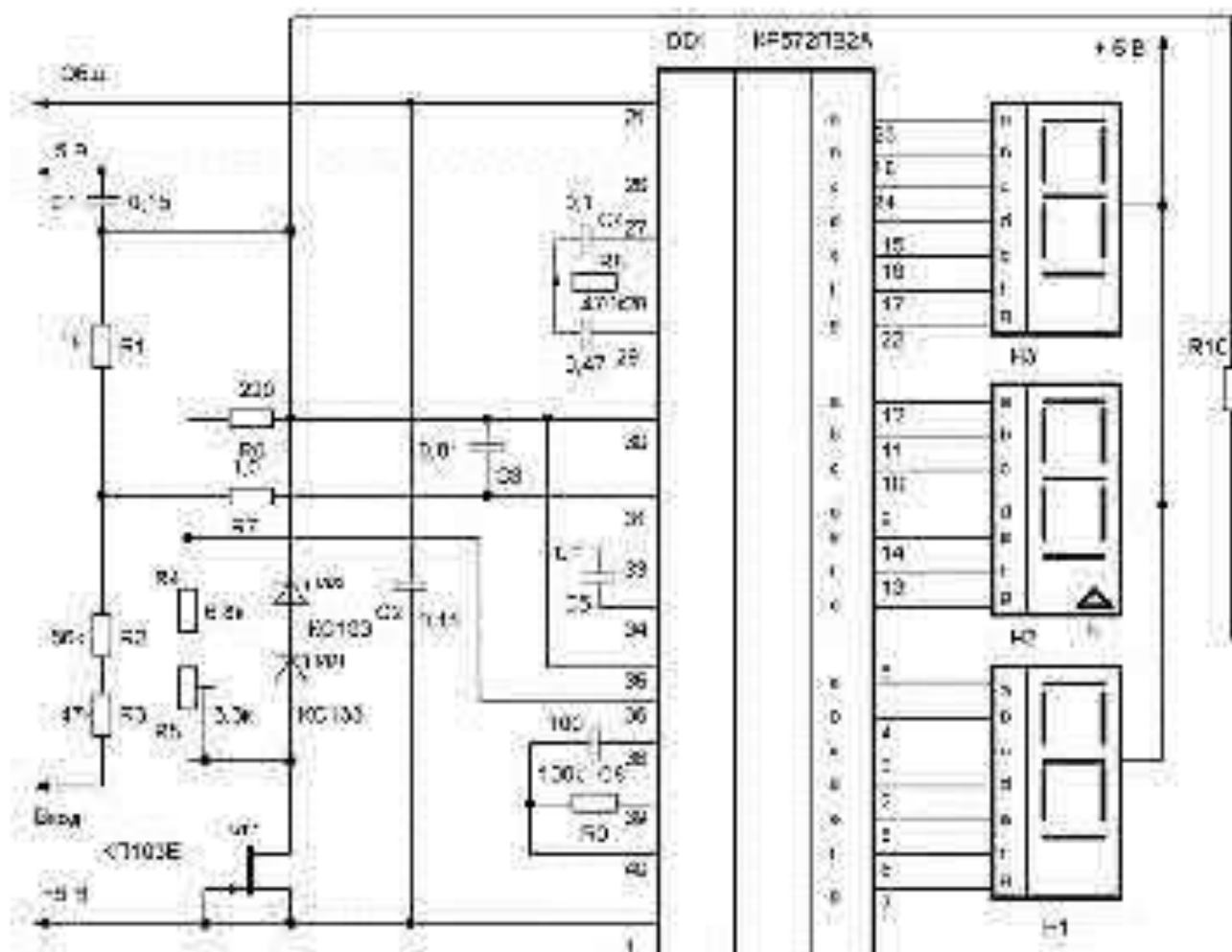


Рисунок 1.11. Принципова схема вольметра із світлодіодним індикатором

Вольметр зібрано за типовою схемою на мікросхемі DA1 KP572ПВ2А (аналог ICL7107), яка виконує функцію аналого-цифрового перетворювача (АЦП) з подвійною інтеграцією, автоматичною корекцією нуля і визначенням полярності вхідного сигналу. До виходу мікросхеми безпосередньо підключається 3,5-декадне цифрове табло з 7-сегментними світлодіодними індикаторами типу АЛС321Б (АЛС324Б). Джерело опорної напруги (ДОН)  $+100$  мВ зібране за схемою резистивного дільника, що підключається

безпосередньо до джерела напруги живлення +5 В, яке повинне мати достатню стабільність. Вимірювана напруга подається на контакти IN+, IN-, потенціал яких може бути довільним в межах діапазону напруги живлення. Вольтметр складається з двох друкованих плат, на одній з яких зібраний АЦП з навісними елементами, а на іншій – цифрове табло. Плати можуть кріпитися одна до одної під необхідним кутом або можуть бути рознесені. З'єднання здійснюється пазилами або за допомогою кабелю.

### 1.3.2. Вольтметр із рідкокристалічним індикатором

Цей прилад (рис. 1.12) призначений для вимірювання ексідної напруги та струму у блоці живлення. Для вимірювання струму використовується спеціальний шунтувальний резистор. Прилад може виміряти та виміряти вентиллятор при досягненні певного струму та напруги. Рівень струму та напруги, при якому вентиллятор вмикається, можна налаштувати за допомогою спеціальної кнопки. Вольтметр побудовано на базі мікроконтролеру ATmega8. Для реалізації рідкокристалічного дисплею застосовано контролер HD44780.



Рисунок 1.12. Зовнішній вигляд вольтметра із рідкокристалічним індикатором

Технічні характеристики вольтметра:

- діапазон вимірюваної напруги 0-30В;
- точність вимірювання напруги 10 мВ;
- точність вимірювання струму 10 мА;
- одностороння друкована плата.

У пристрої передбачено сумісність з іншими LCD-дисплеями на контролері HD44780. Принципова схема вольтметра наведена на рис. 1.13.

					КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ГРЗ/С	Дата		25

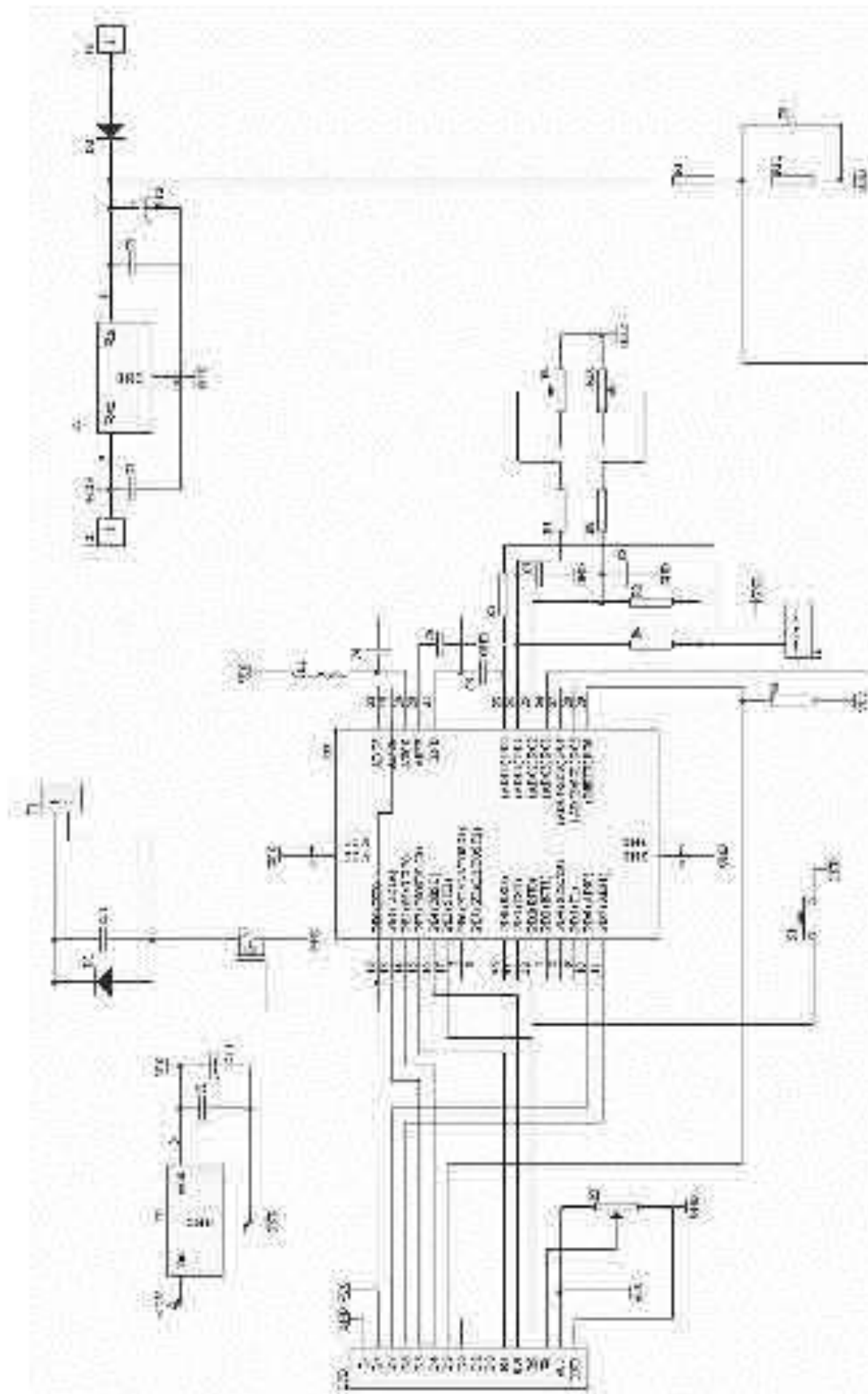


Рисунок 1.13. Принципова схема вольтметра із рідкокристалічним індикатором

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ ворг.	ПЗ/С	Дата		26

При натисканні кнопки налаштування S1 на дисплеї відображається значення шунтувочого резистора. Якщо номінал резистора відомий, треба натиснути кнопку до появи на дисплеї відповідного значення. Якщо номінал резистора невідомий, то необхідно встановити на нього точний мультиметр і підібрати значення резистора доти, доки показання приладу та мультиметра не співпадуть. Після встановлення значення резистора кнопка повинна бути натиснута протягом 5 секунд. Після цього необхідно призначити струм, при якому вентилятор буде вмикатися. Резистор R9 дозволяє виконати налаштування точності у точному піддіапазоні вимірювань.

Для зменшення помилки АЦП діапазон вимірювання розділений на два піддіпазони 0-10V і 10-30V. Для підбору точного значення резистора треба підключити вольтметр до виходу блоку живлення з напругою 9V і змінювати значення резистора доти, доки показники вольтметра та приладу не будуть рівними. Резистор R10 дозволяє виконати налаштування точності у грубому піддіапазоні вимірювань для діапазону вимірювань 10-30V.

## 1.4 Висновки за розділом

Розглянувши варіанти побудови та організації вимірвальних приладів зазначимо, що при вимірюванні напруги зручно користуватися універсальними приладами, що дозволяє досягти деякої уніфікації, економії засобів, отримання результатів одного класу точності. Але універсальні прилади мають і деякі вади, а саме – відносно невисока точність, висока ціна, великі габарити. Зокрема, для використання вольтметра при ремонті та діагностиці електронно-обчислювальної техніки найкраще застосовувати простий цифровий вольтметр, вартість якого буде невисока, габарити – не великі, а точність – достатня.

Після аналізу принципових схем аматорських цифрових вольтметрів можна зазначити, що найкращий варіант побудови цифрового вольтметра – на мікроконтролері, що дозволить значно спростити загальну принципову схему, налаштування та експлуатацію приладу, а також підвищити його економічність та надійність.

					КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/С	Дата		27

## 2 РОЗРОБКА СХЕМИ ПРИЛАДУ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

### 2.1 Аналіз технічного завдання

Відповідно технічному завданню розроблюваній цифровій вимірній вальній прилад має дозволити вимірювати напругу у електричних колах постійного струму з точністю до 0,1В. При цьому конструкція приладу повинна мати мінімальні розміри, масу і енергоспоживання (не більше 50 мА).

Розроблюваній цифровій вольтметр призначений для індикації і контролю напруги постійного струму в діапазоні (згідно технічному завданню) від 0,1 до 99,9 вольт, зокрема для діагностики електронної апаратури, перевірки індикації бортової напруги автомобіля, контролю джерел живлення техніки. Він має дозволити працювати у трьох режимах: індикатор, контроль виходу напруги за допустимий діапазон, контроль наявності напруги у встановленому діапазоні. Контролер має дозволити вести затримку на ввіччання функції автоконтролю з моменту подачі напруги.

Контролер повинен мати функцію калібрування, яка дозволить при живанні вхідного дільника змінити діапазон вимірювань, а також при необхідності відключити індикацію десяткової крапки (для індикації у діапазоні 0 – 999).

Розроблюваній вимірній вальній прилад можливо буде використовувати для індикації змінної напруги, для цього на вхід можна буде підключити екстримал і калібрувати по еталонному приладу. Індикацію буде можливо розширити до 999 вольт (відключити десяткову крапку, встановити зовнішній дільник і калібрувати).

Згідно технічному завданню, а також розглянувши у розділі 1 відомостям про промислові зразки подібних вимірвальних приладів, складено попередню структурну схему приладу, оцінено та промодельовано його електричну принципову схему з урахуванням використання найпоширенішої та дешевої

						КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата			28

елементної бази. При цьому очікуються наступні параметри та можливості розроблюваного пристрою:

- забезпечувати функції цифрового вольтметра;
- мати напругу живлення 7...20В;
- мати струм споживання: менше 30 мА;
- забезпечувати межі вимірювання напруги 0,1...99,9 В;
- мати погрішність вимірювання не більше 0,1 В;
- забезпечувати чутливість при вимірюванні напруги 0,1 В;
- забезпечувати діапазон робочих температур -10...+50° С.

## 2.2 Вибір мікроконтролера та аналіз його характеристик

На основі проведеного під час переддипломної практики огляду сучасних мікроконтролерів обрано мікроконтролер PIC16F819, який користується великою і заслуженою популярністю у конструкторів завдяки не лише добрим технічним параметрам і невеликій ціні, але і простоті в програмуванні і великій кількості описаних в літературі розробок на його основі.

Система команд базового сімейства PIC165x містить лише 33 команди. Всі команди (окрім команд переходу) виконуються за один машинний цикл (або чотири машинні такти) з перекриттям за часом вибірок команд і їх виконання, що дозволяє досягти продуктивності до 5 MIPS при тактовій частоті 20 МГц. Мікроконтролери PIC мають симетричну систему команд, що дозволяє виконувати операції з будь-яким регістром, використовувачи будь-який метод адресації.

Архітектура ОМК PIC заснована на концепції роздільних шин і областей пам'яті для даних і команд (Гарвардська архітектура). Шина і пам'ять даних (ОЗП) має ширину 8 біт, а програмна шина і пам'ять (ПЗП або ППЗП) має ширину 12, 14 або 16 біт залежно від сімейства ОМК. Така концепція забезпечує просту, але потужну систему команд, а двоступеневий конвеєр забезпечує їх одночасну вибірку і виконання. Всі команди складаються з одного

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗП	Дата		29

слова (шириною 12, 14 або 16 біт) і виконуються за один цикл (200 нс при тактовій частоті 20 МГц), окрім команд переходу, які виконуються за два цикли.

### 2.2.1 Характеристика RISC-мікроконтролерів

Мікроконтролери Microchip володіють наступними характеристиками:

- швидка гарвардська RISC-архітектура завантаження та виконання більшості інструкцій протягом одного циклу тактового генератора. При цьому досягається швидкість роботи приблизно 1 MIPS на МГц. Частота тактового генератора багатьох типів мікроконтролерів Microchip може досягати 10...20 МГц. Відсутній внутрішній розподіл частоти;
- програма повинна міститися в електрично перепрограмованій постійній пам'яті програм Flash ROM. Ця пам'ять може бути перепрограмована до 1000 разів;
- система команд мікроконтролерів Microchip спочатку проектувалися з урахуванням особливостей мови програмування високого рівня C++;
- мікроконтролери Microchip мають 32 регістри, всі з яких напряму працюють з АЛП. Це значно зменшує розмір програм. У інших типах мікроконтролерів, наприклад, для здійснення арифметичних дій, необхідно використовувати акумулятор.

Мікроконтролери RISC діляться на чотири основні групи (сімейства):

1. Сімейство простих ОМК (12-розрядні команди) – PIC 12CXX;
2. Базове сімейство (12-розрядні команди) – PIC 16CXX;
3. Розширене сімейство (14-розрядні команди) – PIC 16CXX;
4. Високопродуктивне сімейство (16-розрядні команди) – PIC17CXX.

Система команд всього сімейства сумісна при перенесенні програми із слабкого на потужніший мікроконтролер.

### 2.2.2 Опис мікроконтролера PIC16F819

Мікроконтролери підгрупи PIC16F8x відносяться до сімейства 8-розрядних КМОП-мікроконтролерів групи PIC16Cxx, для яких характерна

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ГПЗС	Дата		30

порівняно низька вартість, повністю статична КМОП-технологія та висока продуктивність. Випускаються у корпусах з 18 та 28 виводами, залежно від типу, з попередньо заданим типом зовнішнього генератора тактових імпульсів – кварцовим резонатором чи RC-ланкою.

Всі мікроконтролери підрули PIC16F8х використовують гарвардську архітектуру з RISC-процесором, які володіють наступними основними властивостями:

- використовують тільки 35 простих команд;
- всі команди виконуються за один цикл (400 нс при частоті 10 МГц), крім команд переходу, які потребують два цикли;
- робоча частота 0 Гц...10 МГц (в даному випадку 4 МГц);
- роздільні шини даних (8 біт) і команд (14 біт);
- 512 × 14 або 1024 × 14 біт пам'яті програм, виконана на постійному запам'ятовувачому пристрої (ПЗП) чи електрично перепрограмованій пам'яті типу „Flash”;
- 15 восьмирозрядних регістрів спеціальних функцій (SFR);
- восьмирівневий апаратний стек;
- пряма, непряма і відносна адресація даних і команд;
- 36 або 68 восьмирозрядних регістрів загального призначення (GPR);
- 64 × 8 біт ПЗП з можливістю електричного перепрограмування (EEPROM) – пам'ять даних з можливістю виконання 1 млн. циклів стирання і перезапису;
- чотири джерела переривань:
  - а) зовнішній вхід RB0/INT1;
  - б) переповнення таймера TMR0;
  - в) зміна сигналів на лінійних портах RB;
  - г) завершення запису даних в пам'ять EEPROM;
- збереження даних в EEPROM на протязі, як мінімум, 40 років.

Основні характеристики мікроконтролера PIC16F84А:

Максимальна частота задавочого генератора, МГц.....4

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змін.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Flash-пам'язь програм, байт.....	1024
Пам'язь даних, байт.....	68
Пам'язь даних в EEPROM, байт.....	64
Таймер.....	TMR0
Число джерел переривань.....	4
Число ліній вводу/виводу.....	13
Діапазон напруги живлення, В.....	2,0 – 6,0
Число виводів, тип корпусу.....	18 DIP

Мікроконтролер підгрупи PIC16F8х володієть розвинутими можливостями вводу/виводу:

- 13 ліній вводу/виводу з індивідуальною установкою напрямку обміну;
- високій вхідній/вихідній струм, достатній для управління, наприклад, світлодіодом;
- максимальний вхідний струм – 25 мА;
- максимальний вихідний струм – 20 мА;
- 8-бітний таймер/лічильник TMR0 з 8-бітним попереднім подільником.

Спеціалізовані мікроконтролерні функції мають наступні властивості:

- автоматичне скидання при включенні (Power-on-Reset);
- таймер включення при скиданні (Power-up Timer);
- таймер запуску генератора (Oscillator Start-up Timer);
- сторожовий (Watchdog) таймер WDT з власним вбудованим генератором, що забезпечує підвищену надійність;
- економний режим Sleep.

Архітектура ґрунтується на концепції роздільних шин та областей пам'язі для даних і для команд (Гарвардська архітектура). Шина даних та пам'язь даних (ОЗП) – мають ширину 8 біт, а програмна шина і програмна пам'язь (ПЗП) – 14 біт. Така концепція забезпечує просту, але ефективну систему команд, розроблену так, що бітові, байтові та регістрові операції працюють з високою швидкістю і з перекриттям за часом вибірок команд та циклів виконання. 14-бітна ширина програмної пам'язі забезпечує вибірку 14-бітної

команди в один цикл. Двоступеневий конвеєр забезпечує одночасну вибірку та виконання команди. Всі команди виконуються за один цикл, крім команд переходу. Програмний лічильник мікроконтролера починає працювати з нульової адреси пам'яті програм.

Таблиця 2.1. Призначення виводів мікроконтролера PIC16F84

Позначення	Тип	Призначення
OSC1	I	Вхід кристала генератора, RC-ланки чи зовнішнього тактового сигналу
OSC2	O	Вивід кристала генератора
MCLR	I/P	Сигнал скидання/вхід напруги програмування. Скидання при низькому рівні
RA0	I/O	Порт А (RA0...RA4) – двонаправлений порт вводу-виводу.
RA1	I/O	
RA2	I/O	
RB0	I/O	Порт В (RB0...RB7) – двонаправлений порт вводу-виводу.
RB1	I/O	
RB2	I/O	Можуть бути запрограмовані в режимі внутрішніх активних навантажень на лінії живлення по всім виводам.
RB3	I/O	
RB4	I/O	
RB5	I/O	
RB6	I/O	Виводи RB4...RB7 можуть бути програмно налагоджені як входи переривань станів на будь-якому із входів
V <sub>dd</sub> (+U)	P	Позитивна напруга живлення
V <sub>ss</sub> (-U)	P	Спільний провід (заземлення)

I – вхід; O – вивід; IO – вхід-вивід; P – живлення.

Мікроконтролер PIC16F819 адресує  $1024 \times 14$  біт пам'яті програм. Вся пам'ять є внутрішньою. Мікроконтролер може прямо або непрямо звертатись до регістрів чи пам'яті даних. Всі регістри спеціальних функцій, включаючи лінійник команд, відображаються в пам'ять даних.

Ортогональна (симетрична) система команд дозволяє виконувати будь-яку команду над будь-яким регістром із використанням довільного методу адресації. Ортогональна архітектура і відсутність спеціальних ввіключень дозволяє зробити програмування мікроконтролерів групи PIC16F8x простим та ефективним.

Мікроконтролер PIC16F819 містить 8-розрядний арифметико-логічний пристрій (АЛП) та робочий регістр W. АЛП представляє собою арифметичний модуль загального призначення і виконує арифметичні та логічні функції над вмістом робочого регістра і будь-якого з регістрів контролера. АЛП може виконувати операції додавання, віднімання, зсуву, логічні операції. Призначення виводів мікроконтролера PIC16F819 приведені в таблиці 2.1.

Структурна схема мікроконтролера PIC16F819 представлена на рис. 2.2. Всі регістри PIC розділяються на дві функціональні групи: спеціальні регістри і регістри загального призначення (РЗП).

Регістри спеціального призначення використовуються для управління функціями мікроконтролера і можуть бути розділені на два набори: регістри базових функцій і регістри периферійних пристроїв. Регістри базових функцій включають регістр-перемикач непрямої адресації (INDF), програмний лінійник (PC), представлений двома регістрами PCL і PCLATH, регістр слова стану (STATUS), регістр-показник непрямої адресації (FSR), робочий регістр (W), регістр переривань (INTCON), а також регістр режимів роботи або конфігурації попереднього дільника і таймера (OPTION).

Регістри периферійних пристроїв включають регістри вводу/виводу (RA-порт A і RB-порт B), регістри даних (EEDATA) і адреси (EEADR) пам'яті даних-констант, регістр таймера-лінійника (TMPO) і регістри управління конфігурацією портів вводу/виводу (TRISA і TRISB).

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		34

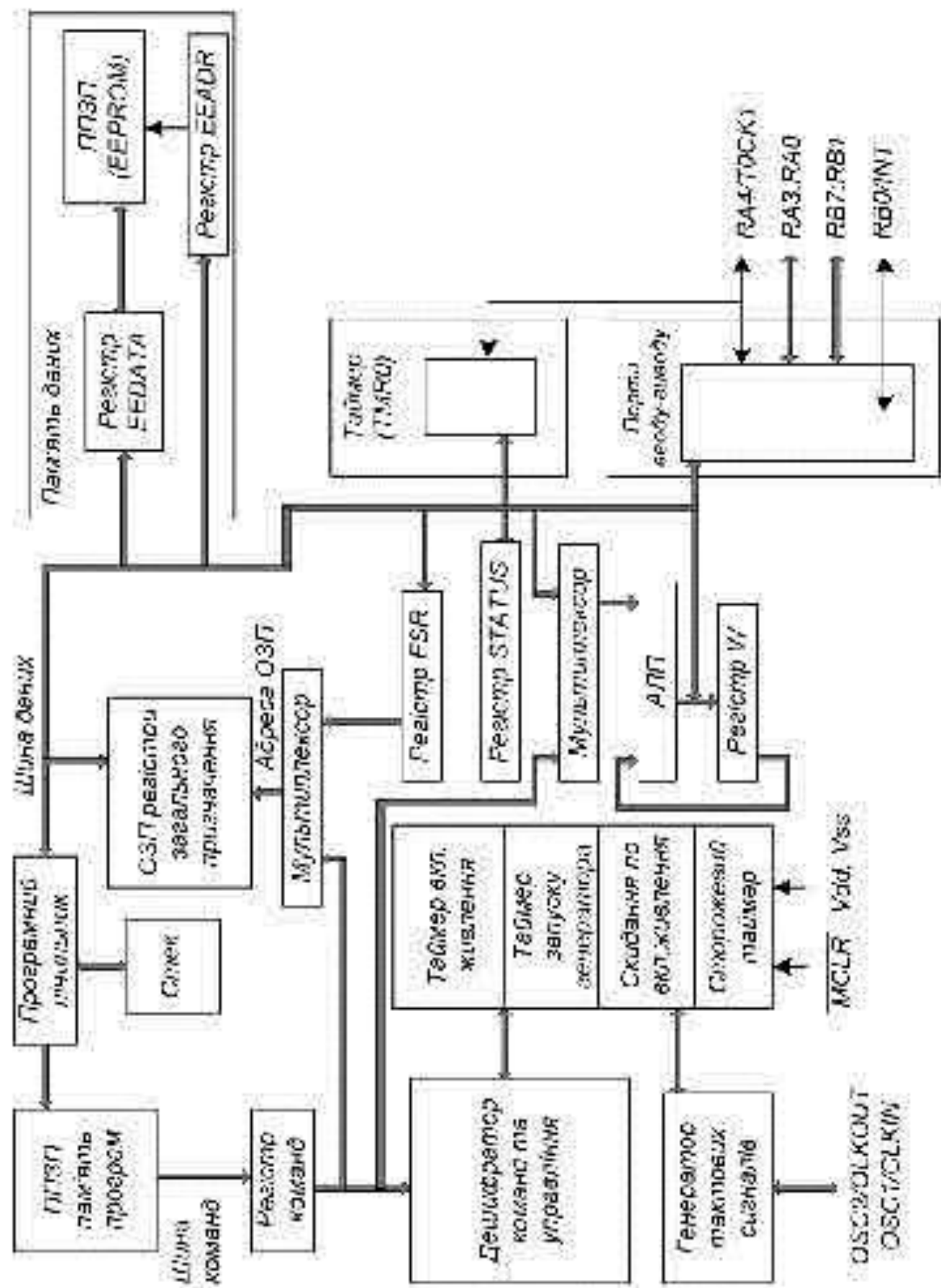


Рисунок 2.2. Структурна схема мікроконтролера PIC16F819

Зм.	Ар.	№ версії	Г/Д/С	Дата

КС 55.12.000.00 ДП ПЗ

Опис спеціальних регістрів наведений у таблиці 2.2. Всі спеціальні регістри також відображаються в пам'яті даних. Регістри загального призначення можуть бути адресовані прямо або побіжно, з використанням регістра-показника непрямой адресації FSR.

Регістри загального призначення є статичним ОЗП, розташованим за адресами 0Ch – 2Fh пам'яті даних. Всього в PIC16F819 можна використовувати 36 комірок ОЗП.

У регістрі статусу (03h) є біти вибору сторінок, які дозволяють звертатися до чотирьох сторінок майбутніх модифікацій цього кристала. Проте для PIC16F819 пам'ять даних існує тільки до адреси 2Fh. Перші 12 адрес використовуються для розміщення регістрів спеціального призначення. Регістри з адресами 0Ch-2Fh можуть бути використані як регістри загального призначення, які є статичним ОЗП. Деякі регістри спеціального призначення продубльовані на обох сторінках, а деякі розташовані на 1 сторінці окремо. Коли встановлена сторінка 1, то звернення до адрес 8Ch- AFh фактично адресує сторінку 0. До регістрів можна адресуватися прямо або побіжно. У обох випадках можна адресувати до 512 регістрів.

Регістр-перемикач непрямой адресації f0 фізично не існує. Він використовує регістр вибору f4 для непрямой вибірки одного з 64 можливих регістрів. Будь-яка команда, що використовує f0, насправді звертається до регістра даних, на який указує f4.

Восьмирозрядний регістр таймера/лічильника TMR0 (RTCC) може бути записаний і лічений як і будь-який інший регістр. TMR0 може збільшуватися по зовнішньому сигналу, що подається на вхід TOSKI (RTCC), або по внутрішній частоті, відповідній частоті команд.

Основне застосування таймера/лічильника – підрахунок числа зовнішніх подій і вимірювання часу. Сигнал від зовнішнього або внутрішнього джерела також може бути заздалегідь поділений за допомогою вбудованого в PIC програмованого восьмирозрядного дільника.

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Зміст.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата		36

Таблиця 2.2. Опис спеціальних регістрів PIC16F819

Адреса	Бит'я	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
Банк 0									
00h	INDF	Використовується значення FSR для доступу до пам'яті даних							
01h	TMR0	8-розрядний таймер/лічильник							
02h	PCL	Молодші 8 розрядів лічильника команд PC							
03h	STATUS2	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
04h	FSR	Регістр непрямої адресації (Вказівник адреси)							
05h	PORTA	-	-	-	RA4/ TOCKI	RA3	RA2	RA1	RA0
06h	PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0/ INT
07h									
08h	EEDATA	Регістр даних ПІЗП/дані-константи							
09h	EEADR	Регістр адреси ПІЗУП/дані-константи							
0Ah	PCLATH	-	-	-	Старші розряди лічильника PC1				
0Eh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
Банк 1									
80h	INDF	Використовується значення FSR для доступу до пам'яті даних							
81h	OPTION	RBPV	INTED	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0
82h	PCL	Молодші 8 розрядів лічильника команд PC							
83h	STATUS2	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
84h	FSR	Регістр непрямої адресації (Вказівник адреси)							
85h	TRISA	-	-	-	Біти управ. ліній портів А				
86h	TRISB	Біти управ. ліній портів В							
87h									
88h	ECON1	-	-	-	EEIF	WRERR	WREN	WR	RD
89h	ECON2	Регістр управління 2 ПІЗП/дані-константи (не фізичний регістр)							
0Ah	PCLATH	-	-	-	Старші розряди лічильника PC1				
0Eh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF

Примітки:

										Арх.
										37
Звіт.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата	КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ					





коефіцієнта розподілу попереднього дільника, активного фронту сигналу для TMR0 і входу переривання. Крім того за допомогою регістра OPTION можуть бути включені резистори навантажень для розрядів порту E, запрограмованих як входи.

Для мікроконтролерів сімейства PIC можливе використання чотирьох типів тактового генератора:

1. XT – кварцовий резонатор;
2. HS – високочастотний кварцовий резонатор;
3. LP – мікрокварцовий резонатор;
4. RC – RC ланцюжок.

Завдання типу використовуваного тактового генератора здійснюється в процесі програмування мікроконтролера. У разі завдання варіантів XT, HS і LP до мікросхеми підключається кварцовий чи керамічний резонатор або зовнішнє джерело тактової частоти, а у разі завдання варіанту RC – резистор і конденсатор. Звичайно, керамічний і, особливо, кварцовий резонатор значно точніше і стабільніше, але якщо висока точність відліку часу не потрібна, використання RC – генератора може зменшити вартість і габарити пристрою.

Кожна команда PIC16F819 є 14-розрядним словом, що містить поле коду операції OPCOD і поле одного або більше операндів, які можуть брати участь в цій команді. Система команд PIC16F819 включає команди роботи з байтами, команди роботи з бітами, команди передачі управління і операції з константами. Для команд роботи з байтами "Y" позначає регістр, з яким виробляється дія, а біт "d" визначає регістр призначення. Якщо "d"=0, результат поміщається в W-регістр, при "d"=1 результат поміщається в регістр "Y", заданий в команді. Для команд роботи з бітами "b" позначає номер біта, що бере участь в команді, а "Y" – регістр в якому цей біт розташований. Для команд управління і операцій з константами "k" позначає 8-ми або 11-бітову константу або ідентифікатор.

						КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/С	Дата			40

## 2.3 Структурна схема цифрового вимірювального приладу для вимірювання напруги

Розглянемо структуру класичного цифрового вольтметра з аналого-цифровим перетворювачем. Структурна схема цифрового вольтметра з подвійною інтеграцією приведена на рис. 2.3. Цикл перетворення складається з двох інтервалів часу  $T_1$  і  $T_2$ .

На початку циклу пристрій управління виробляє прямокутний імпульс каліброваної тривалості  $T_1$ , який подається на електронний перемикач. За час  $T_1$  з вхідного пристрою через електронний перемикач на інтегратор подається вхідна напруга постійного струму. Починається перший такт інтеграції "вгору", при якому вихідна напруга інтегратора зростає по лінійному закону:

$$U_{\text{вих}}(t) = \frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} U_{\text{вх}} \cdot dt; \quad (2.1)$$

де  $U_{\text{вих}}$  – напруга на виході інтегратора, В;

$R$  – опір, Ом;

$C$  – ємність конденсатора, Ф;

$U_{\text{вх}}$  – вхідна напруга, В;

$t_1$  – початковий момент інтеграції (момент появи фронту імпульсу  $T_1$ );

$t_2$  – кінцевий момент інтеграції.

Крутість цієї напруги пропорційна вхідній напрузі  $U_{\text{вх}}$ . У момент  $t_1$  (рис.2.4), коли настало закінчення першого імпульсу, тригер із стану «0» перекидається в стан «1», а електронний перемикач відключає вхідну напругу від інтегратора і до інтегратора підключається джерело опорної напруги.

Напруга на компараторі залишається рівною «1» і починається другий такт інтеграції "вниз", оскільки джерело опорної напруги має протилежну полярність по відношенню до вимірюваної напруги.

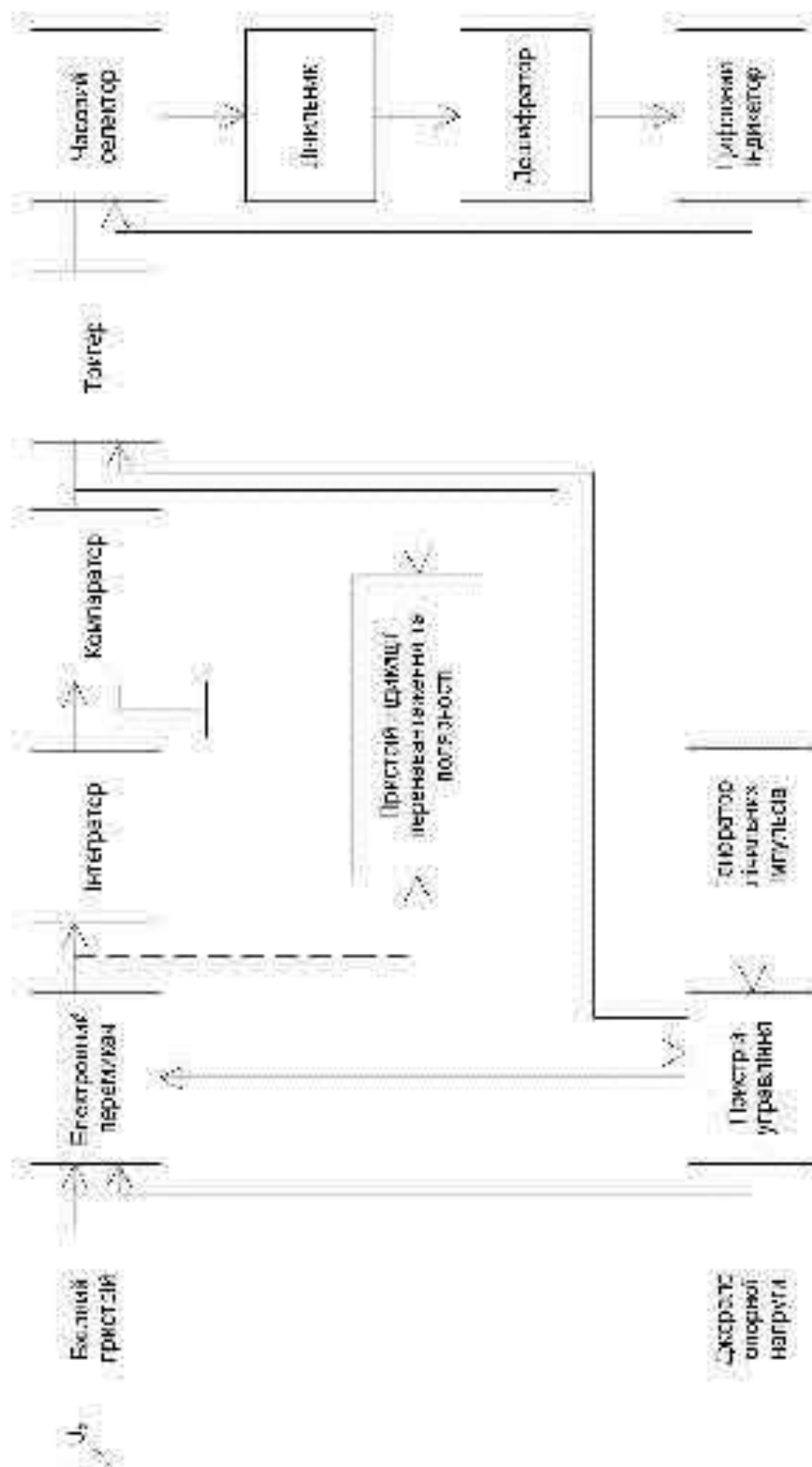


Рисунок 2.3. Структурна схема цифрового вольтметра

Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/С	Дата

КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ

Напрута на виході інтегратора лінійно зростає і у момент  $t_2$ , коли напрута на виході інтегратора буде рівна «0», компаратор перемикається із стану «1» в стан «0». І в цей же момент тригер закривається, тобто на його виході буде стан «0». Під час другого такту, коли тригер відкритий, через нього проходять імпульси високої частоти на часовий селектор, тобто в часовому селекторі імпульс, який приходить з тригера, заповнюється імпульсами високої частоти, що приходять з генератора тактової частоти. Ця кількість імпульсів пропорційна вимірюваній напрузі. Початок наступного циклу задається фронтом імпульсу  $T_1$ .

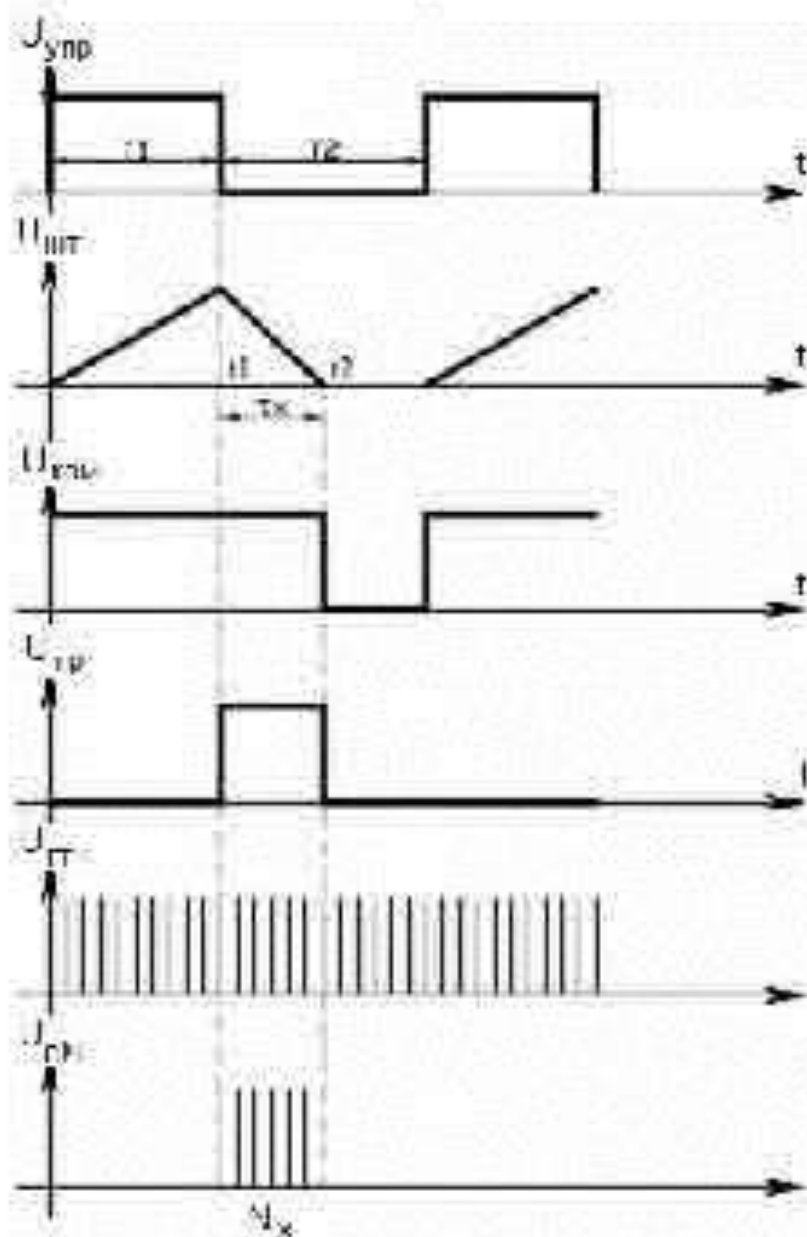


Рисунок 2.4. Графіки, що пояснюють принцип роботи вольметра

Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/С	Дата

КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ

Арх.

43

## 2.4 Розрахунок основних параметрів вольметра

Напряга на виході інтегратора при інтеграції «вгору» в довільний момент часу (початок відліку часу – момент по земі фронту імпульсу тривалістю  $T_1$ ):

$$U_{\text{вих}}(t) = \frac{1}{R \cdot C} \int_0^t U_{\text{вх}} \cdot dt = \frac{U_{\text{вх}} \cdot t}{R \cdot C}; \quad (2.2)$$

де  $RC$  – постійна часу інтегратора;  $t$  – незалежна змінна величина (час).

В кінці інтервалу інтеграції напруга на виході інтегратора:

$$U_{\text{вих}}(t) = \frac{U_{\text{вх}} T_1}{RC};$$

При інтеграції «вниз»:

$$U_{\text{вих}}(t) = U_{\text{вих}}(T_1) - \frac{1}{RC} \int_{T_1}^t U_{\text{оп}} \cdot dt;$$

У момент  $t_1 = T_1 + t_x$  з урахуванням (2.2) маємо:

$$U_{\text{вих}}(t_1) = \frac{U_{\text{вх}} T_1}{RC} - \frac{1}{RC} \int_{T_1}^{T_1+t_x} U_{\text{оп}} \cdot dt = \frac{1}{RC} (U_{\text{вх}} T_1 - U_{\text{оп}} \cdot t_x); \quad (2.3)$$

Оскільки процес інтеграції опорної напруги закінчується коли вихідна напруга інтегратора стає рівною нулю, то, поклавши у формулі (2.3)

$U_{\text{вих}}(t) = 0$ , отримуємо:

$$t_x = \frac{U_{\text{вх}} T_1}{U_{\text{оп}}} \quad (2.4)$$

$$\text{Перепишемо (3.4) у вигляді: } t_x = \frac{U_{\text{вх}} t_1}{U_{\text{оп}}} = \frac{t_1 \cdot U_{\text{вх}}}{U_{\text{оп}}}; \quad (2.5)$$

де  $t_1$  – час управляючого імпульсу.

Оскільки у нашому випадку час вимірювання дорівнює  $0,05 \text{ с}$ , то час першого такту інтеграції дорівнює:  $T_1 = T_2 = \frac{T_1}{2} = 0,025 \text{ с}$ .

Для точнішого розрахунку прийmemo  $T_1 = 0,02 \text{ с}$  (виходячи з того, що в мережі існують переключки і для зменшення вірогідності їх появи  $T_1$  візьmemo кратним періоду коливання ( $f = 50 \text{ Гц}$ ,  $T_1 = 1/f = 0,02 \text{ с}$ ).

Для забезпечення заданої точності вимірювання (0,1%), вхідна напруга повинна вимірюватися з точністю 0,1В. Отже в схемі індивідуї ми використовуємо 3 індикатора. Одному вольту вхідної напруги у нас відповідає  $N_x=10000$  імпульсів. Оскільки максимальний час вимірювання  $T_1=0,02c.$ , то частота лінійних імпульсів, що поступають з генератора, дорівнює:

$$F_c = \frac{N_x}{T_1} = \frac{10000}{0,02} = 500 \text{кГц.}$$

Частоту управляючого імпульсу обчислимо за формулою:

$$F_{\text{нов}} = \frac{1}{2 \cdot T_1} = \frac{1}{2 \cdot 0,02} = 20 \text{Гц.}$$

## 2.5 Принципова електрична схема цифрового вимірювального приладу для визначення напруги

Принципова електрична схема цифрового вольтметра показана на рис. 2.5.

Вимірювана напруга подається на контакт 9. Вимірювана напруга не повинна перевищувати 100 вольт. Для вимірювання напруги використовуватимемо вхід AN0. За допомогою резисторів R20 і R18 конфігуруємо вхідний ланцюг. У якості дільника вхідної напруги використовуватимемо резистори R1 і R2. Співвідношення 20/1 дозволить нам вимірювати постійну напругу до 100 вольт. У якості опорної напруги використовуватимемо напругу стабілізатора живлення контролера.

Живлення подається на контакти 1,2 з'єднувача, контакти 3,4 використовуватимемо для підключення індикатора або виконавчого пристрою.

У обраному нами контролері (див. підрозділ 2.2) вбудованій 10-розрядній АЦП, що означає, що обраний нами діапазон опорної напруги 5 В він «розділить» на 1024 значення. Тобто, якщо на вхід контролера AN0 подавати напругу від 0 до 5 В, то з регістрів АЦП ADRESH і ADRESL зможемо зчитати значення від 0 до 1023. Значить, в нашому випадку вагове значення одного розряду АЦП складе  $5/1024 = 0,0048828125 \text{В.}$

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата		45

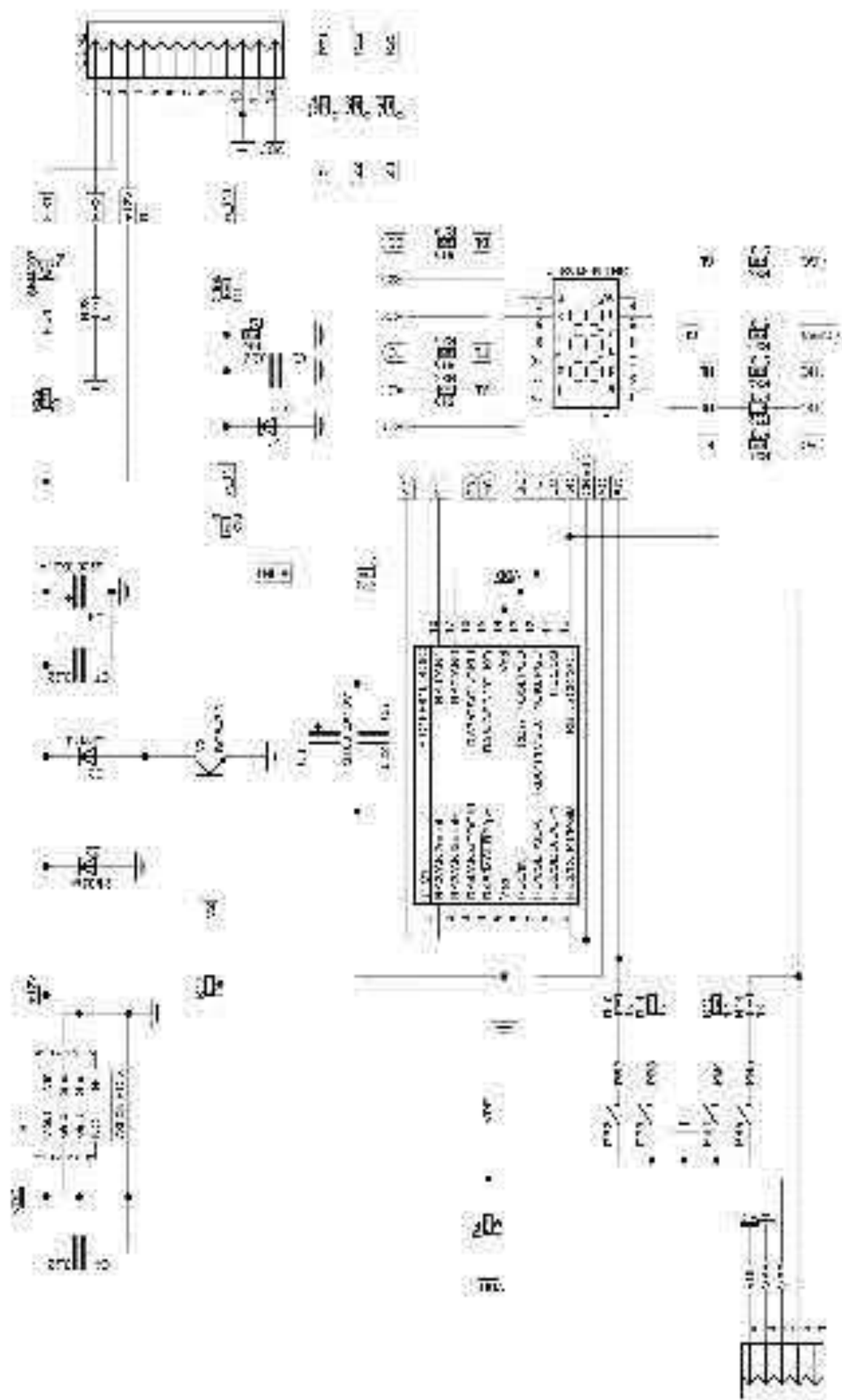


Рисунок 2.5. Схема принципиальная электрическая цифрового вольтметра

№	№	№	№	№
Зачт.	Арх.	№ ворг.	ГПЗС	Дата

КС 55.12.000.00 ДП ПЗ

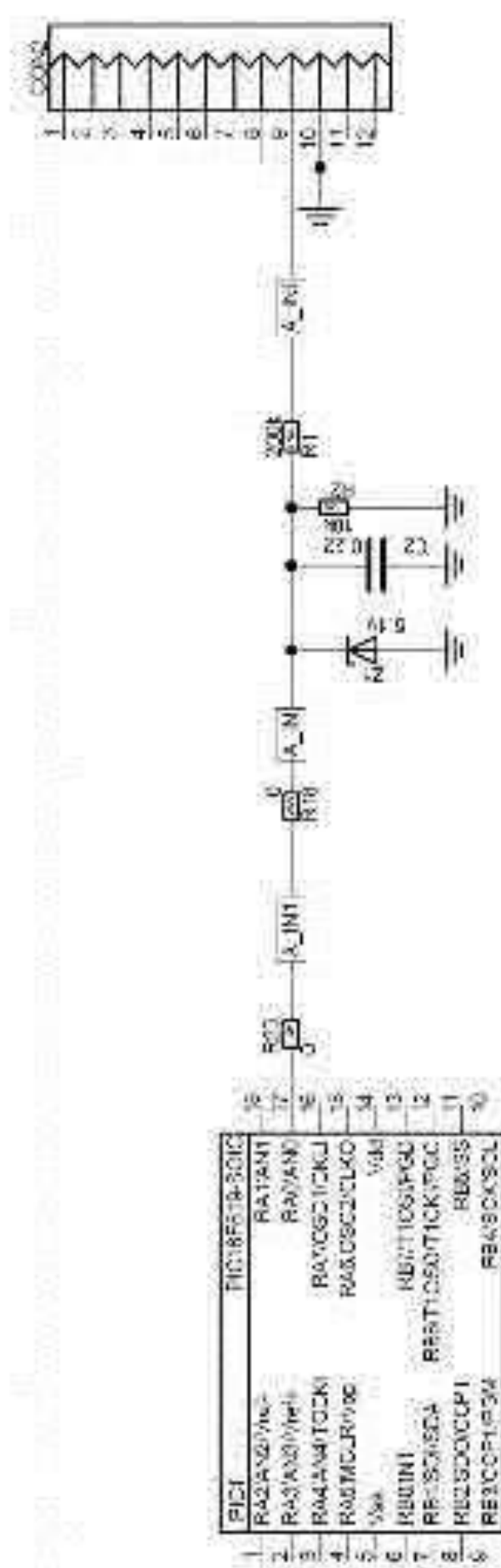


Рисунок 2.6. Входной цепь цифрового вольтметра

Для обчислення напруги необхідно набуте значення АЦП помножити на 0,0048828125. Наприклад, при вимірюванні ми отримали значення 359. Для обчислення напруги нам необхідно  $359 * 0,0048828125 = 1,7529296875 \approx 1,8$  В.

Для вимірювання напруги вище 5 В використовується вхідний дільник на резисторах R1 і R2. Виберемо R2=10 кОм, вхідні панцюги АЦП вимагають, щоб джерело мало опір не нижче 10 кОм. А в цілях зменшення вхідного струму, візьмемо максимальне значення R1 виберемо рівним = 200 кОм для забезпечення необхідного діапазону вхідної напруги. Коефіцієнт ділення  $200/10=20$ . Це означає, що напруга, яка поступає на вхід дільника, буде зменшена на його виході в 20 разів. При максимальній вхідній напрузі на вході контролера 5 В ми зможемо вимірювати напругу  $5*20=100$  В (або для нашого випадку 99,9 В).

Якщо ми вибрали для індикації мінімальне значення 0,1 В, то діапазон відображуваних значень складе від 0,1 до 99,9 В.

Для вимірювання змінної напруги необхідно на вхід додати екстремний діод і змінити вхідний дільник, але в даному проекті створення вольтметра змінного струму розглядуватися не буде.

Для живлення контролера використовується стабілізатор 78L05 з максимальною вхідною напругою до 35 В. Необхідно прийняти заходи по захисту стабілізатора від вищих напруг і від імпульсів зворотної полярності.

Для захисту застосовується панцюг із стабілітрона Z2, резистора R22 і діода D4. Діод захищає від негативної напруги або від неправильного підключення. Резистор призначений для гасіння напруги, яка перевищує напругу стабілізації стабілітрона Z2.

Для формування управляючого сигналу використовуватимемо вивід порту RB0. Цей вивід управлятиме транзистором. У колектор транзистора можна підключити реле (для цього встановимо захисний діод) або світлодіод для сигналізації відхилення напруги від норми або управління зовнішніми пристроями.

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ версії	ГРЧ	Дата		48

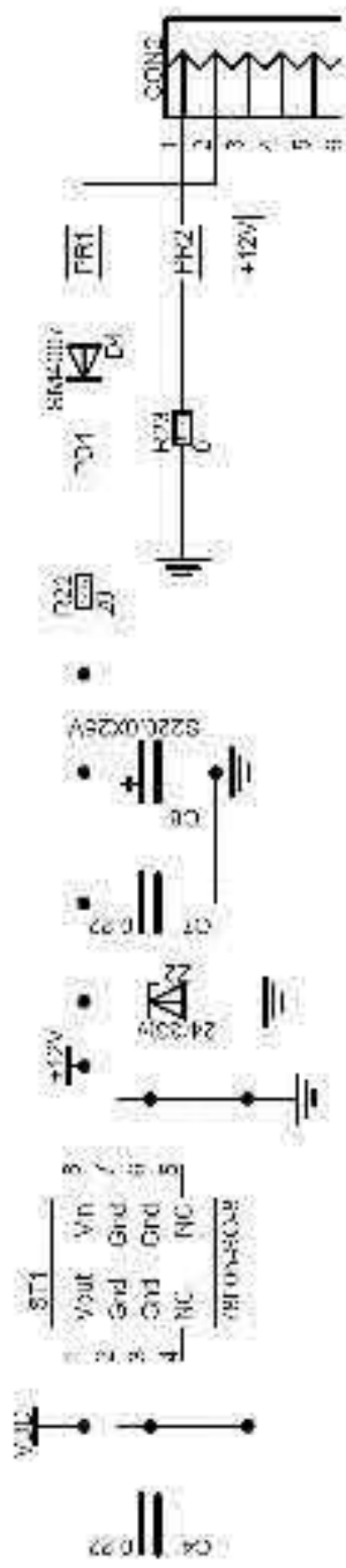


Рисунок 2.7. Схема живлення цифрового вольтметра

## 2.6 Розрахунок погрешності вимірювального приладу

Погрешність дискретності виникає при вимірюванні інтервалу часу, заповненого періодичними імпульсами. Вона виникає унаслідок того, що моменти появи рахункових імпульсів не синхронізовані з фронтом заповненого ними часового інтервалу. У реальній схемі безпосередньо підраховуються лінійні імпульси, а не часові інтервали їх слідування, тому округлення може проводитися як у бік більшого, так і у бік меншого значення, не обов'язково до найближчого цілого. Максимальне значення абсолютної погрешності складає один період дотримання рахункових імпульсів. Так, при частоті  $F_0=500$  кГц період слідування  $t_0=2 \cdot 10^{-4}$  с, тобто максимум абсолютної погрешності складає  $\Delta t_0=5 \cdot 10^{-4}$  с. Повага погрешність вольтметра визначається як корінь з суми погрешностей окремих блоків вольтметра. В даному випадку це: погрешність вхідного дільника напруги, погрешність індикації, погрешність дискретності і погрешність задавчого генератора.

$$\sigma = \sigma_{\text{вх}}^2 + \sigma_{\text{інд}}^2 + \sigma_{\text{диск}}^2 \quad (2.6)$$

Де  $\sigma_{\text{вх}}$  – погрешність вхідного дільника, оскільки в дільнику використовуються прецизійні резистори, то погрешність дільника визначається погрешністю цих резисторів і складає 0,002%;  $\sigma_{\text{інд}}$  – погрешність індикації дорівнює 0,001%;  $\sigma_{\text{диск}}$  – погрешність дискретизації дорівнює 0,0001%;  $\sigma = 0,002 + 0,001 + 0,0001 = 0,0031$ . Отримане значення погрешності не перевищує задане.

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Звіт.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата		50

## 3 ПРОГРАМУВАННЯ І НАЛАШТУВАННЯ ПРИЛАДУ

### 3.1 Схема програматора для вимірювального приладу

Схема програматора JDM, дотрацьованого для внутрішньосхемного програмування, наведена на рис. 3.1. Докладніше про програмування мікроконтролера цифрового вимірювального приладу для визначення напруги постійного струму за допомогою програматора JDM буде розглянуто нижче.

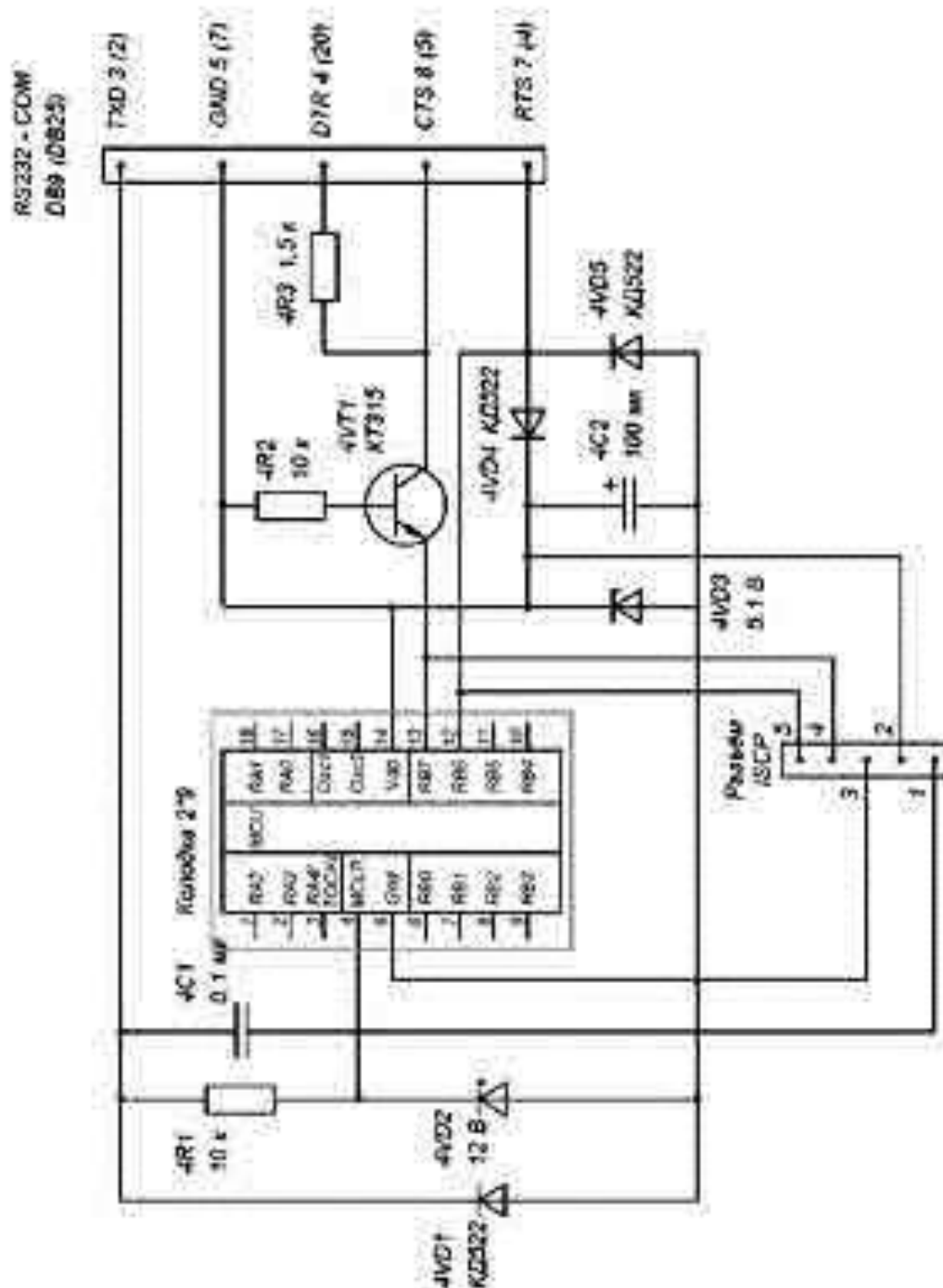


Рисунок 3.1. Схема програматора JDM

Змк.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата

КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ

Арх.

51

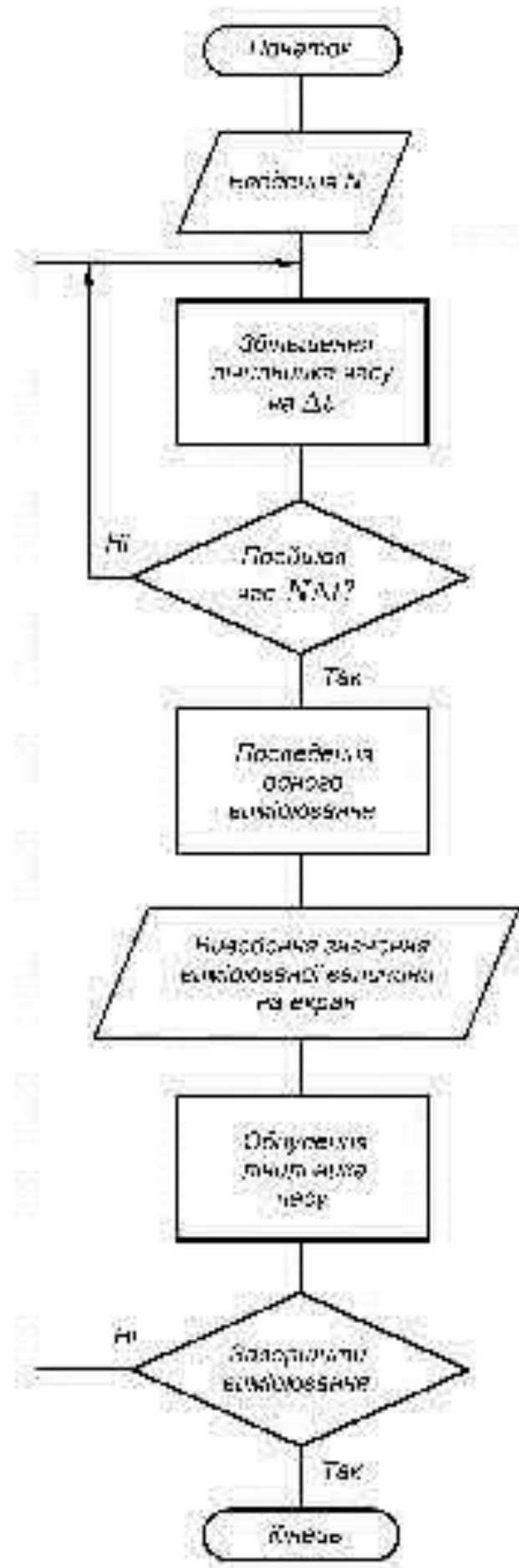


Рисунок 3.2. Блок-схема алгоритму проведення вимірювань

### 3.2 Розробка алгоритму проведення вимірювань

Управління роботою цифрового вимірвального приладу для визначення напруги постійного струму відбувається за допомогою мікроконтролера. Послідовність дій мікроконтролера задає програма, записана у його внутрішній пам'яті. Блок-схема алгоритму проведення вимірювань наведена на рис. 3.2.

Цифровий вимірвальний прилад для визначення напруги починає свою роботу при подачі напруги живлення (рис. 3.3). Після подання живлення відбувається ініціалізація мікроконтролера, дисплея, портів. Перед початком роботи відбувається скидання для очищення даних, що зберігаються у регістрах. Далі відбувається очікування проходження сигналу через нуль. Якщо  $U_{\text{вх}} \neq 0$ , відбувається зведення до квадрату 128 послідовних відліків  $U_{\text{вх}i}$  і запис отриманих значень до масиву  $M1$ . Виконується розгалуження програми: якщо значення у масиві  $M1$  менше 128, то продовжується запис у масив  $M1$  із знаком плюс, а якщо значення у масиві дорівнюють 128, то відбувається очікування проходження сигналу через нуль. Далі відбувається зведення до квадрату 128 послідовних відліків  $U_{\text{вх}i}$  і запис отриманих значень до масиву  $M2$ . Якщо значення у масиві  $M2$  менше 128, то продовжується запис у масив  $M2$  із знаком мінус, а якщо значення у масиві дорівнюють 128, то відбувається очікування проходження сигналу через нуль. Після цього відбувається складання значень двох масивів  $M1+M2$  і знаходження кореня отриманого результату. Виконується ділення на 256 відліків. Далі відбувається скидання даних з індикції та введення отриманого результату на індикатор. Нове опитування пристрою відбувається через 2 секунди з команди "Початок вимірювань" і цей цикл повторюється знову.

Узагальнена блок-схема алгоритму програмування (прошивка) мікроконтролера у вимірвальному приладі для визначення напруги постійного струму наведена на рис. 3.4. Організовано два буфера для приймача і передавача USART. Коли дані приймаються від програматора, спрацьовує переривання і прийнятий байт записується в буфер приймача, потім відбувається витягання і обробка. За таким же принципом влаштований і передавач.

						КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зміст.	Арх.	№ докум.	ПІП/С	Дата			53

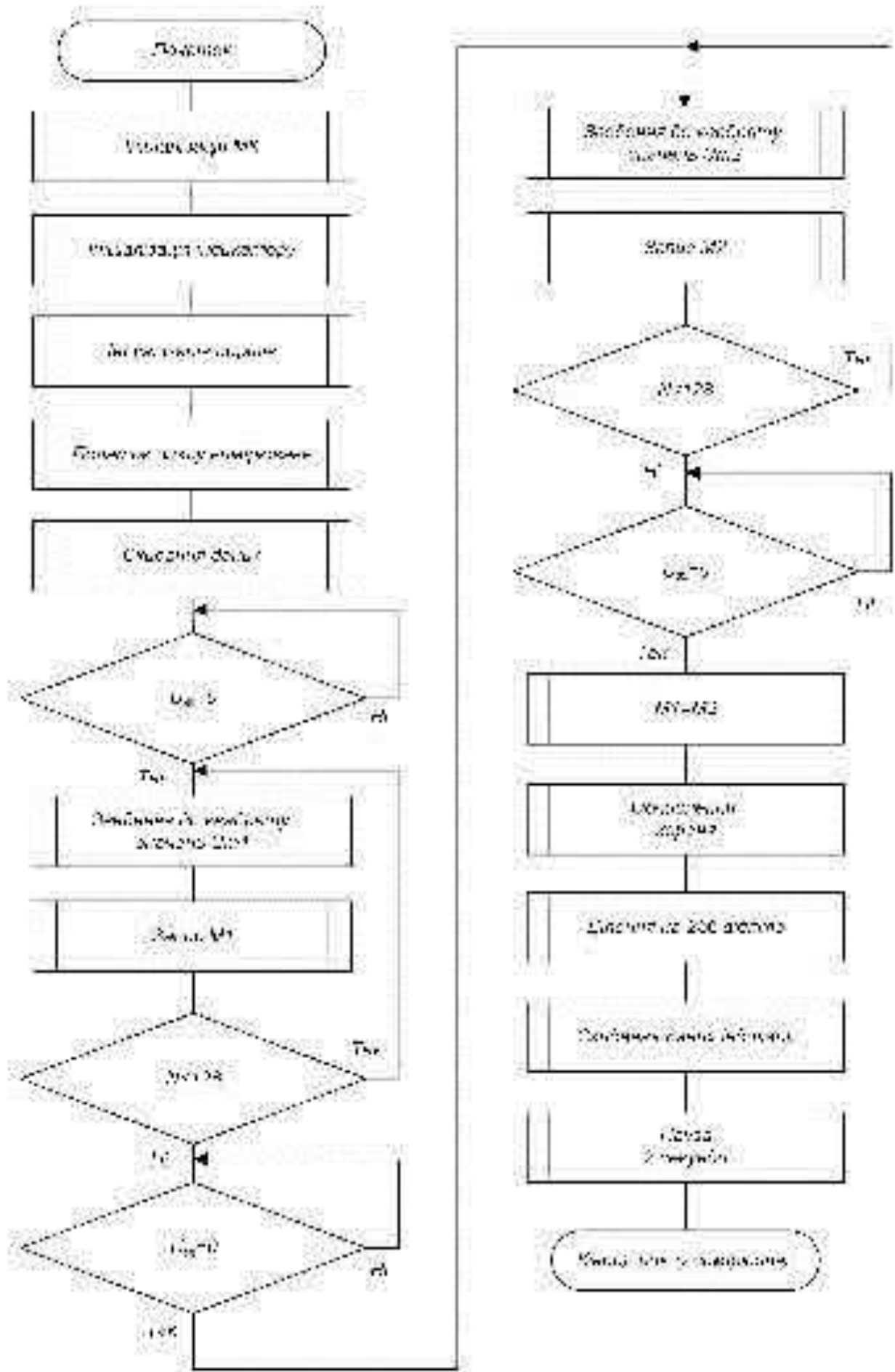


Рисунок 3.3. Блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера пристрою

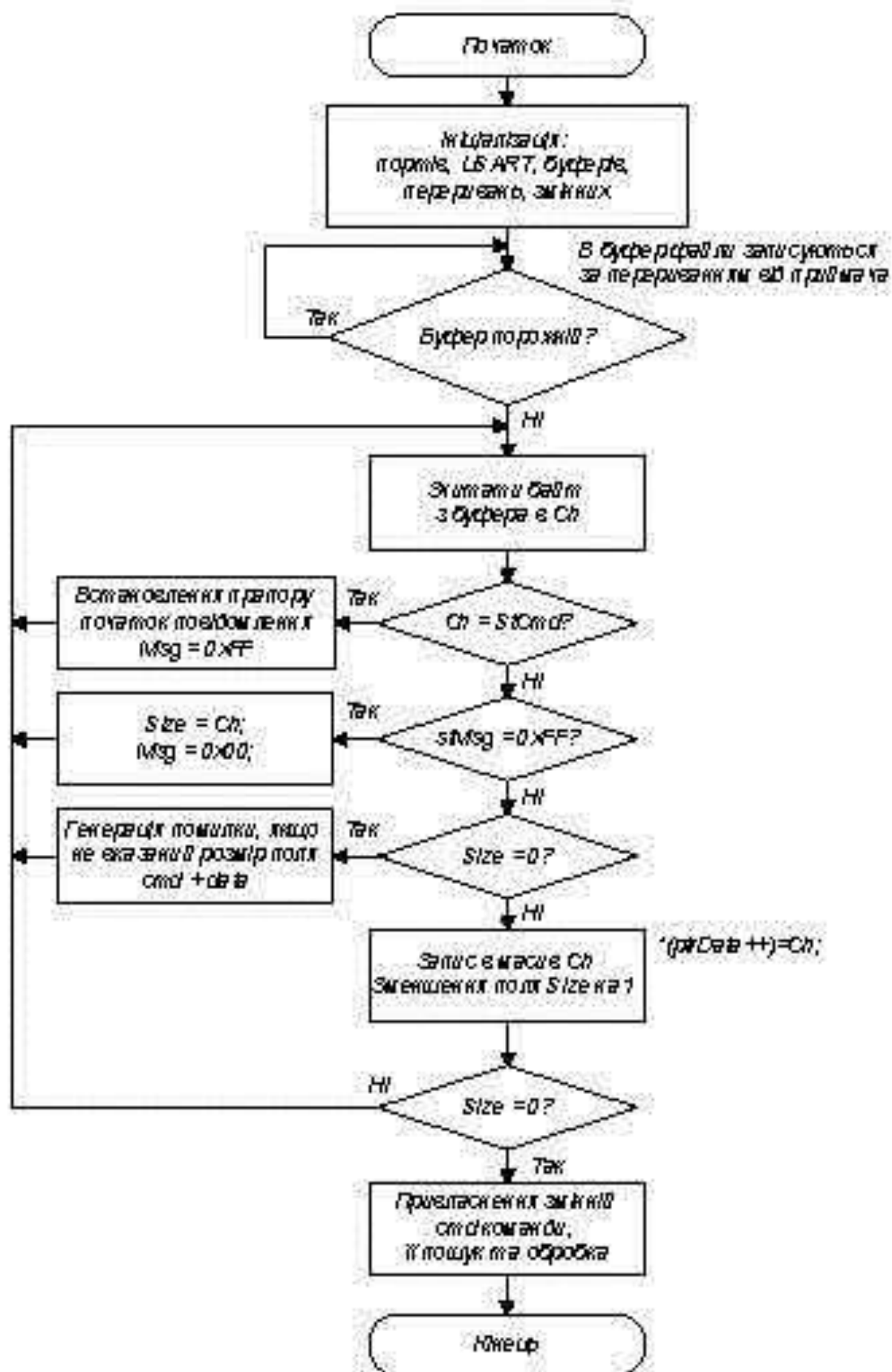


Рисунок 3.4. БСА програмування (процесинг) мікроконтролера приладу

Змк.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата

Перезокидання буфера можливо, якщо завантаження в масив здійснюється швидше, ніж вистягання, тому запуск відбувається по перезокиданню таймера 0. Використання буферів прискорить роботу мікроконтролера, не буде порожніх простой в очікуванні передачі, прийому команди. Алгоритм відправки по відомленню до мікроконтролера представлений на рис 3.5.

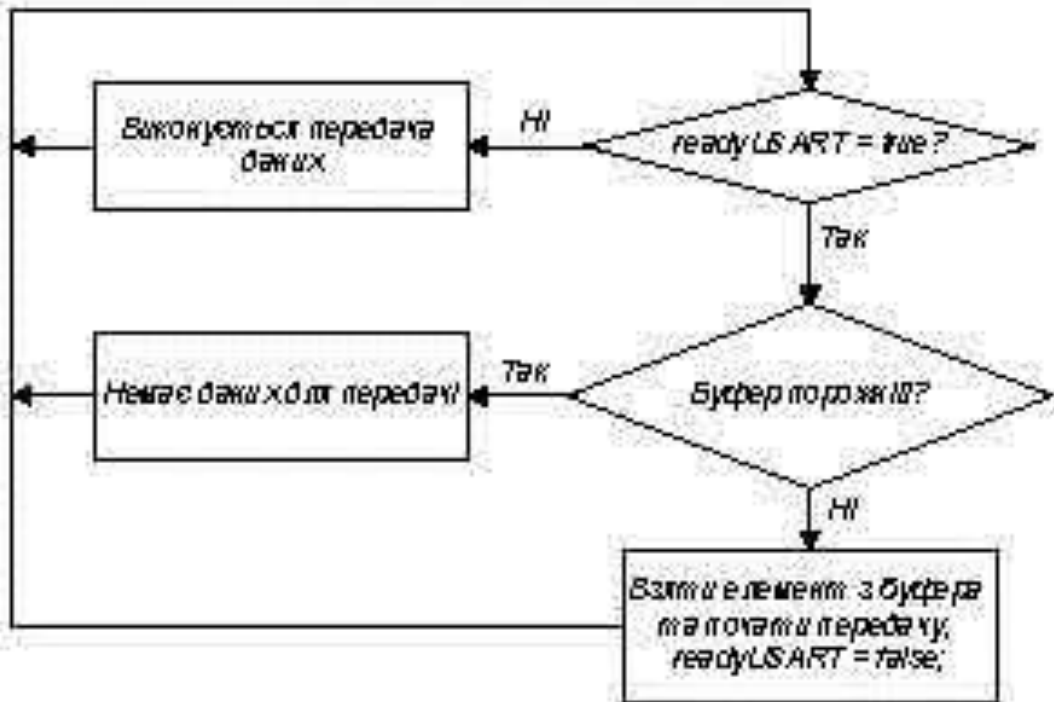


Рисунок 3.5. Фрагмент БСА відправки повідомлення до мікроконтролера

Прапор готовності встановлюється лише тоді, коли нічого передавати. У програмі відбувається періодична перевірка на готовність прапора "readyUSART" і порожнечу буфера. Якщо прапор "readyUSART" встановлений в "0", то відбувається передача даних. У підпрограмі переривання теж виконується перевірка на порожнечу буфера. Якщо він порожній, то передавати нічого і встановлюється прапор "readyUSART" в "1". У основному коді програми виконується перевірка на цей прапор і на порожнечу буфера. Якщо вони не встановлені у "0", то починається передача даних.

Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/СД	Дата



контакту в спільному дротом програмованого пристрою (мікроконтролера),  
накше дані не записуються.

При вмиканні цифрового вимірвального пристрою спрацьовує  
вбудований алгоритм скидання мікросхеми. Значення всіх регістрів  
встановлюється у початковий стан, забороняється обробка переривань. Потім  
починається виконання прошивної програми, текст якої наведено у додатку А.

### 3.4 Налаштування та калібрування вимірвального приладу

Створений цифровий вимірвальний прилад призначений для індикації  
та контролю напруги постійного струму у діапазоні (рекомендованій) від 0,1 до  
99,9 вольт. Він дозволяє працювати у трьох режимах: індикатор, контроль  
виходу напруги за допустимий діапазон, контроль наявності напруги у  
встановленому діапазоні. Контролер дозволяє ввести затримку ввімкнення  
функції автоконтролю з моменту подачі напруги.

Контролер має функцію калібрування, що дозволяє при застосуванні  
вхідного дільника змінити діапазон вимірвань, а також при необхідності  
включити індикацію десяткової точки (для індикації у діапазоні 0 – 999).

Вимірвальний прилад можливо використовувати і для індикації змінної  
напруги. Для цього на вхід підключається випрямляч і калібрується за  
еталонним приладом. Індикацію можна розширити до 999 вольт (відключається  
десяткова точка, встановлюється зовнішній дільник та виконується  
калібрування).

Для живлення пристрою може бути використана напруга постійного  
струму 7...20В. Струм навантаження вхідного ключа не повинен  
перевищувати 30 мА. При вмиканні живлення відбувається діагностика  
вимірвального приладу, при цьому з ПЗП зчитуються налаштування  
користувача і завантажуються у оперативну пам'ять. Виконується контроль  
записаних у ПЗП даних. Після цього контролер готовий до роботи. Якщо при  
діагностиці не виявлено помилок, то починається процес контролю напруги.

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		58


Для налаштування параметрів та керування використовується три кнопки (рис. 3.7).



Рисунок 3.7. Кнопки налаштування параметрів та керування

При одноразовому натисканні клавіші величина збільшується або зменшується на одиницю. При утриманні відбувається автонабір – чим довше утримання клавіші, тим швидше автонабір.

У контролер вимірювального приладу вбудовані такі функції:

 – функція вибору режимів роботи: індикатор, контроль наявності напруги у встановленому діапазоні, контроль виходу напруги за дозволені межі.

функції контролю параметрів:

 – верхній аварійний рівень контролю напруги;

 – нижній аварійний рівень контролю напруги;

 – час затримки сигналу контролю напруги;

Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 55.12.000.00 ДП ПЗ

Арх.

59

**Aou** – час затримки зняття сигналу контролю напруги;

**AL** – режим калібрування вольтметра;

**П** – режим індикації.

Меню налаштування регулятора працює за таким принципом: при

натисканні на клавіші  та  відбувається кругове введення на індикатор функцій регулятора ліворуч та праворуч.

На рис. 3.8 наведено візуальне представлення вибору функцій контролера.

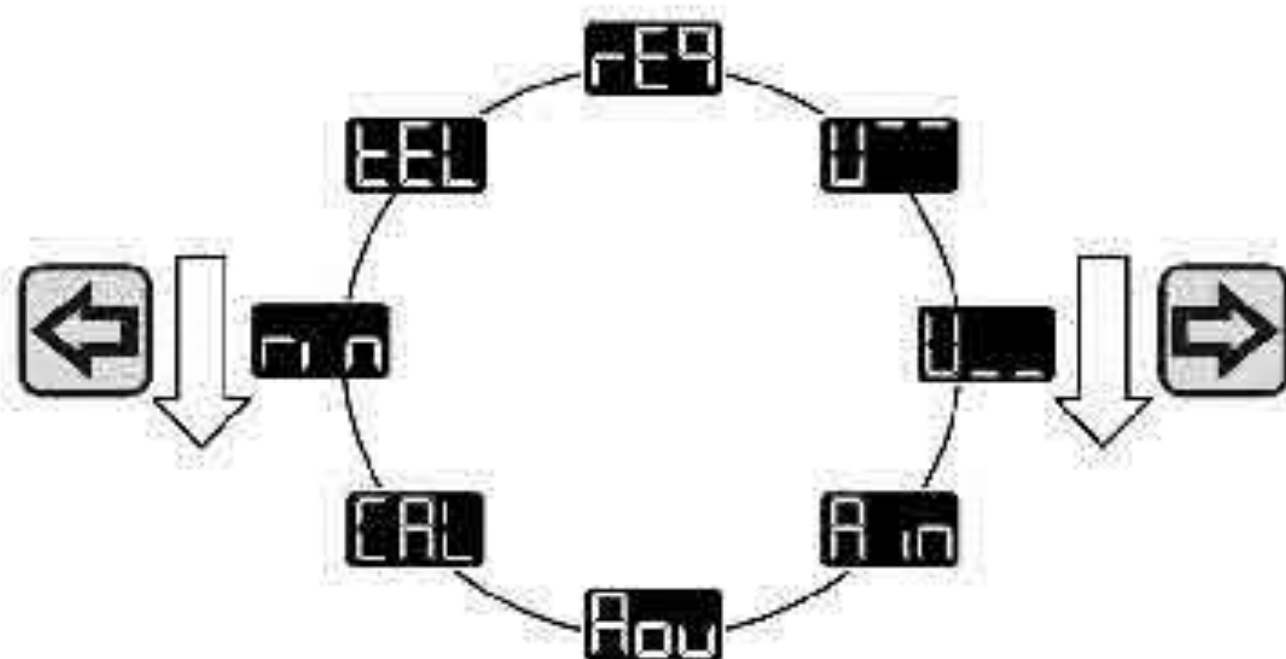






Рисунок 3.8. Вибір функцій контролера вимір вального приладу



Вибір функцій починається з режиму . Для налаштування контролера вимір вального приладу треба вибрати потрібну функцію та натиснути клавішу . На індикаторі з'являється її значення. Далі

Змк.	Арх.	№ докум.	Голов.	Дата

клавішами  та  треба встановити необхідну величину параметра.



Щоб перейти до меню вибору функції треба натиснути клавішу . Для вибору нової функції треба повторити вказані дії. Вихід із меню налаштування відбувається автоматично через 7 секунд.

Для налаштування контролера вимірвального приставу іншим методом треба натиснути клавішу ,

параметра  і покаже стан режиму роботи (наприклад  – режим індикатора напруги). При цьому індикація назви параметра буде

пропущена. Натисненням клавіш  і  можна обрати режим роботи

регулятора. Після ще одного натиснення клавіші  регулятор введе на

індикатор функцію . Після ще одного натиснення клавіші 

на індикаторі з'являться її значення, наприклад .

При наступному натисненні кнопки  буде виведено наступний параметр, а потім його значення. У момент індикації назви функції



клавішами  і  можна обрати функцію та напрямок обертання

Змк.	Арх.	№ докум.	ГРЗС	Дата



КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ

Арх.


62


меню. У момент індикації параметра клавішами  і  можна змінити його значення.

При налаштуванні режиму роботи контролера відображується функція


 При натисненні клавіші  і встановленні


клавішами  і  параметру  вимірвальний прилад буде

налаштований як індикатор напруги; параметру  – при використанні


контролера для формування сигналу напруга «у нормі»; параметру  – для формування сигналу напруга «не у нормі».

При використанні вимірвального приладу для контролю стану напруги необхідно задати рівні контролю напруги, при переході яких формуватиметься необхідний сигнал. Контролер можна запрограмувати так, щоб він замикав


контакт реле, коли напруга буде у нормі , або навпаки контролер




замикатиме реле коли напруга виходить за дозволені межі . При формуванні сигналі управління можна запрограмувати затримки на подачу сигналу та його зняття.

При заданні верхньої контрольної точки напруги відображується



функція . Вона використовується для контролю перевищення порога напруги, визначеної користувачем. Щоб встановити верхню контрольну точку,

треба вибрати функцію , для чого треба двічі натиснути

кнопку  або увійти у режим завдання, обравши її через натискання

кнопки  і . Коли на індикаторі буде повідомлення ,

треба натиснути кнопку  та за допомогою

кнопки  і  встановити потрібну напругу. Неможливо встановити верхній рівень нижче нижнього рівня.

При завданні нижньої контрольної точки напруги відображується функція



. Вона використовується для контролю зниження напруги нижче порога, визначеної користувачем. На діаграмі напруга/час контрольні рівні можна подати наступним чином (рис. 39).

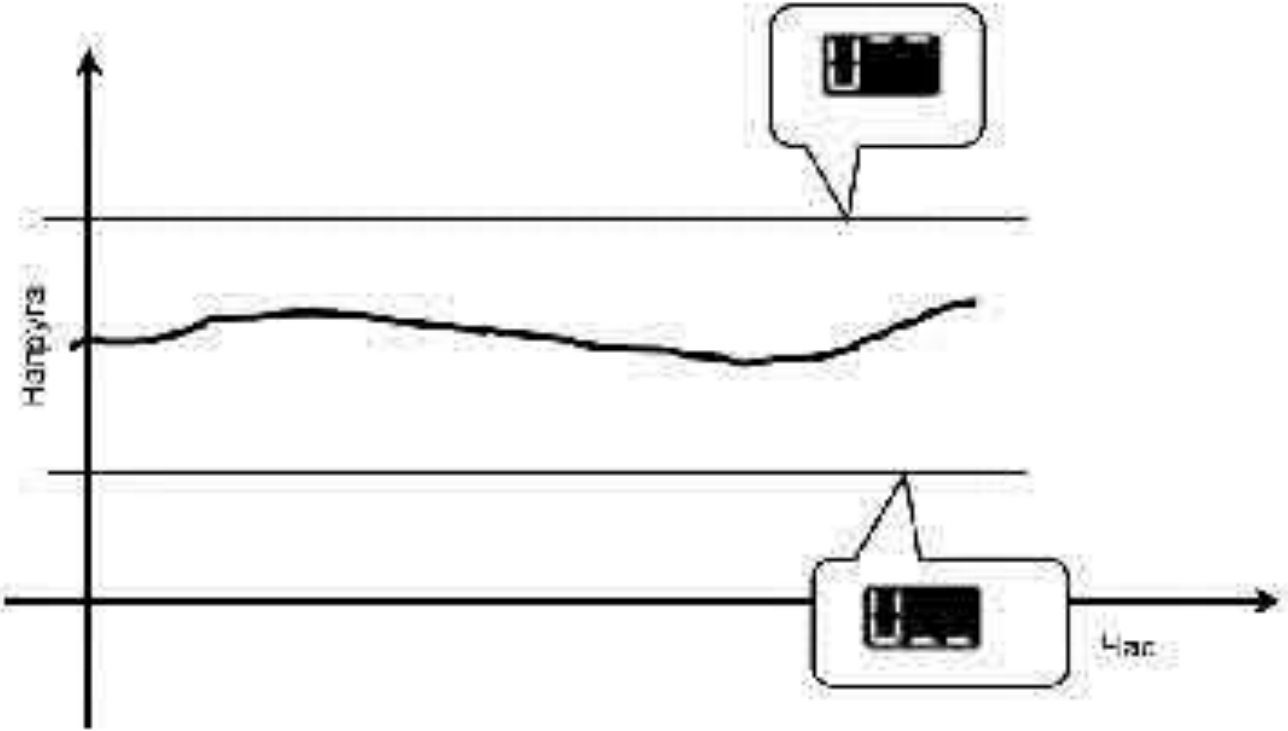




Рисунок 39. Контрольні рівні діаграми напруга/час

Зміст.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 55.12.000.00 ДП ПЗ

Допустимі величини становлять від 0,0 до  –(мінус) 1 вольт.

При заданні затримки на подачу сигналу керування (рис 3.10)

відображується функція . Якщо необхідно сформувавши сигнал «напруга у нормі» існує можливість затримати формування сигналу на час, необхідний для виключення помилкового спрацювання.

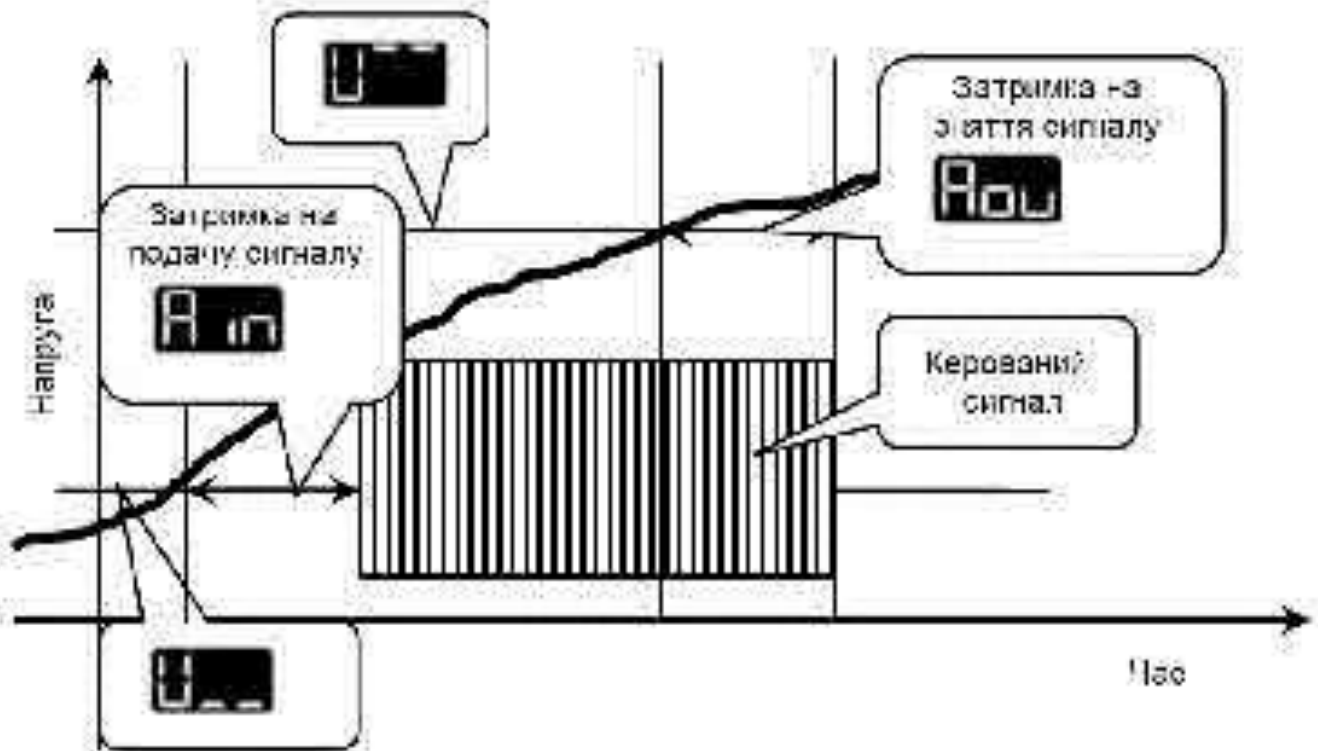


Рисунок 3.10. Затримки на подачу та зняття сигналу керування

Від того, наскільки вірно буде виконано калібрування, залежить точність показань вимірювального приладу. Для цього необхідно виконати три правила:

1. Калібрувати за максимальним значенням вимірюваного діапазону. Тобто при необхідності вимірювання діапазону напруги, наприклад, від 0 до 30 Вольт, необхідно виставити 30 Вольт і за цим рівнем калібрувати вольтметр;

2. Калібрувати треба за вимірювальним приладом більш високого класу точності. При необхідності отримати  $\pm 0,1$  Вольт треба виставити точність до сотих – 30,00;

3. Треба якомога точніше обрати точку зміни індикації.

Змк.	Арх.	№ Вольт.	ГПЗС	Дата

КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ

Арх.

64



## 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Темою даного проекту є розробка пристрою цифрового вольтметра з LED-індикатором для електрорадіоамірівальної лабораторії. Цифровий вольтметр призначений для вимірювання та контролю напруги постійного току в діапазоні 0,07 до 99,9 вольт. Він дозволяє працювати у трьох режимах: індикатор, контроль виходу напруги за допустимий діапазон, контроль навантаження в встановленому діапазоні.

У даному розділі визначається вартісна оцінка розробленого пристрою. Спочатку визначається калькуляція розробленого виробу згрупованим методом через вартість покупних комплектуючих елементів і виробів, для визначення якої складаємо перерахування елементів і виробів на основі відомості специфікації (директивної специфікації) по формі, приведеній в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок відомості покупних комплектуючих елементів

Найменування тип. моделі	Об'єм	Група елемента за ЄАН	Ціна грн	Вартість комплектуючих
Мікросхема 78L05	шт.	1	2,00	2,00
Мікросхема PIC16F88	шт.	1	150,00	150,00
Транзистор BC847C	шт.	1	1,80	1,80
Діоди LS4148	шт.	1	0,50	0,50
Діод SM4007	шт.	1	1,00	1,00
Стабілізатор BV55-C33V	шт.	1	0,75	0,75
Кнопка TACT 120-130	шт.	4	0,70	2,8
Резистор C2-23-0,125-22 Ом	шт.	1	2,00	2,00
Резистор C2-23-0,125-1 Ом	шт.	1	2,00	2,00
Резистор C2-23-0,125-1к Ом	шт.	2	2,00	4,00
Резистор C2-23-0,125-1к Ом	шт.	2	2,00	4,00
Резистор C2-23-0,125-510 Ом	шт.	6	2,00	12,00
Резистор C2-23-0,125-510 Ом	шт.	2	2,00	4,00
Резистор C2-23-0,125-10к Ом	шт.	3	2,00	6,00
Резистор C2-23-0,125-200к Ом	шт.	1	2,00	2,00
Резистор C2-23-0,125-1 Ом	шт.	3	2,00	6,00
Резистор C2-23-0,125-1 Ом	шт.	2	2,00	4,00
Конденсатор K10-17A-0,22 мкФ	шт.	4	6,00	24,00
Конденсатор K50-35-220 мкФ	шт.	1	67,00	67,00
Конденсатор K50-35-100 мкФ	шт.	1	32,00	32,00
Дистанцій EZ056 1-L-0-8-W	шт.	1	9,00	9,00
Загальна вартість покупних комплектуючих елементів				336,85
Тристоронні вироби (5%)				16,84
Всього (Вгр)				353,69

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх. 66
Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/С	Дата		



Оптову ціну виробу визначаємо по формулі:

$$Ц_0 = C_{\text{ст}} + П = 777,85 + 77,79 = 855,64 \text{ грн.}$$

Ціну реалізації виробу встановлюємо з урахуванням ПДВ:

$$Ц_{\text{р}} = Ц_0 + П_{\text{в}},$$

де:  $П_{\text{в}}$  - податкове зобов'язання (ПДВ):

$$П_{\text{в}} = Ц_0 * 0,2 = 855,64 * 0,2 = 171,13 \text{ грн.}$$

Звідси

$$Ц_{\text{р}} = 855,64 + 171,13 = 1026,77 \text{ грн.}$$

Отримана в таблиці 5.2 повна собівартість являє собою витрати виготовлення ( $C_{\text{ст}}$ ) одиниці виробу для даного року виробництва. Запропонуємо прогноз обсягів продажів даного виробу на другій стадії життєвого циклу виробу «Виробництво» з розподілом по роках (прогноз продажів передбачаємо на 4 роки). Характерні зони промислового випуску виробу представлені на рис. 5.1.



Рисунком 5.1 - Характерні зони промислового випуску виробу

В 2017 році обсяг продажів передбачається в розмірі 100 шт. під замовлення. В наступному році прогнозується збільшення обсягу продажів, тому витрати виробництва визначаємо по формулі:

$$C_{тп} = C_{пн} \left( \frac{A_{тп}}{A_{пн}} \right)^{0,23}$$

де:

$A_t$  – обсяг продажів (виробництва) у  $t$ -рік розрахункового періоду, шт;

$A_{t+1}$  – обсяг продажів у  $(t+1)$ -ому році, шт;

0,23 – показник ступеня, що характеризує швидкість росту обсягів виробництва на собівартість продукції.

При відсутності росту обсягів виробництва, тобто якщо обсяг продажів або не змінюється або зменшується в наступному році, витрати виробництва приймаються на рівні попереднього року.

Звідси випливає, що

$$C_{2017} = 777,85 \text{ грн}$$

$$C_{2018} = C_{2017} \cdot (100/300)^{0,23} = 777,85 \cdot (100/300)^{0,23} = 604,17 \text{ грн}$$

$$C_{2019} = C_{2018} = C_{2018} = 604,17 \text{ грн}$$

Плановий прибуток, що включається в оптову ціну підприємства, для наступного року при збільшенні обсягу продажів, визначаємо по формулі:

$$П_{t+1} = C_{t+1} \cdot \frac{P}{100}$$

Звідси

$$П_{2017} = 77,79 \text{ грн}$$

$$П_{2018} = П_{2017} \cdot П_{2018} = 604,17 \cdot 0,1 = 60,42 \text{ грн}$$

Оптову ціну підприємства в наступні роки розрахункового періоду визначаємо по формулі:

$$Ц_{тп,t} = C_{t+1} + П_{t+1}$$

Звідси

$$Ц_{2017} = 855,64 \text{ грн}$$

$$Ц_{2018} = Ц_{2018} = Ц_{2019} = 604,17 + 60,42 = 664,59 \text{ грн}$$

Податкове зобов'язання визначається по формулі

					КС 55. 12.000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Звіт.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		69

$$I_{B...} = I_{\alpha...} \cdot 0.2$$

Звідси:

$$I_{B_{2017}} = 171,13 \text{ грн}$$

$$I_{B_{2018}} = I_{B_{2019}} = I_{B_{2020}} = 664,59 \cdot 0,2 = 132,92 \text{ грн}$$

Ціну реалізації одиниці продукції в наступні роки визначаємо по формулі:

$$I_{r...} = I_{\alpha...} + I_{B...}$$

Звідси:

$$I_{r_{2017}} = 1026,77 \text{ грн}$$

$$I_{r_{2018}} = I_{r_{2019}} = I_{r_{2020}} = 664,59 + 132,92 = 797,51 \text{ грн}$$

Вартісну оцінку результатів за розрахунковий період ( $P_r$ ) визначаємо по формулі:

$$P_r = \sum_{i=1}^n A_i \cdot I_{r_i} \cdot \alpha_i$$

де:  $t_p, t_n$  – відповідно розрахунковий і кінцевий рік розрахункового періоду;

$I_{r_i}$  – ціна реалізації в  $i$ -тій році, грн.;

$A_i$  – обсяг продажів у  $i$ -тій році, грн.;

$\alpha_i$  – коефіцієнт, що включає фактор часу, тобто коефіцієнт приведення рівночасних витрат і результатів до розрахункового року.

Коефіцієнт  $\alpha_i$  визначаємо по формулі:

$$\alpha_i = \beta + E_n \cdot t^{-\gamma}$$

де:  $E_n$  – норматив ефективності капітальних вкладень,  $E_n = 0,1$ ;

$t_p$  – розрахунковий рік розрахункового періоду;

$t_i$  –  $i$ -й рік розрахункового періоду, витрати і результати якого приводяться до розрахункового року.

Вартісну оцінку за розрахунковий період визначаємо по формулі, приведеній в таблиці 5.3.

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Звіт.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Таблиця 5.3. Розрахунок вартісної оцінки результатів

Наименование показателя	Показатель	Пер. виробничого періоду				Всього
		1-й	2-й	3-й	4-й	
Объем продаж, шт	$A_i$	100	300	200	100	700
Цена реализации, грн.	$Ц_{рi}$	1026,77	797,51	797,51	797,51	-
Вартісна оцінка результатів, грн.	$A_i * Ц_{рi}$	102677	239253	159502	79751	-
Коефіцієнт, що враховує фактор часу	$\alpha_i$	0,91	0,83	0,75	0,68	-
Вартісна оцінка результатів з урахуванням фактора часу, грн.	$A_i * Ц_{рi} * \alpha_i$	93436,1	198580	119636,5	54230,68	465873,28

Виробництво дає злигу одержати дохід за 4 роки 825 тис. грн.

Податкове зобов'язання, отримане при реалізації продукції по рокам розрахункового періоду складає

$$ПЗ_{i,t}^* = П_{зi} * A_i$$

$$ПЗ_{2017}^* = 171,13 * 100 = 17113 \text{ грн.}$$

$$ПЗ_{2018}^* = 132,92 * 300 = 39876 \text{ грн.}$$

$$ПЗ_{2019}^* = 132,92 * 200 = 26584 \text{ грн.}$$

$$ПЗ_{2020}^* = 132,92 * 100 = 13292 \text{ грн.}$$

Податковий кредит по рокам розрахункового періоду складає

$$ПК_{i,t}^* = 0,2 * (E_{i,t} + B_{i,t}) * A_i$$

$$ПК_{2017}^* = 0,2 * (114,09 + 353,69) * 100 = 9355,6 \text{ грн.}$$

$$ПК_{2018}^* = 0,2 * (114,09 + 353,69) * 300 = 28066,8 \text{ грн.}$$

$$ПК_{2019}^* = 0,2 * (114,09 + 353,69) * 200 = 18711,2 \text{ грн.}$$

$$ПК_{2020}^* = 0,2 * (114,09 + 353,69) * 100 = 9355,6 \text{ грн.}$$

Податкове зобов'язання, яке належить перерахувати до бюджету визнається по формулі

$$ПДВ^B = ПЗ_{i,t}^* - ПК_{i,t}^*$$

$$ПДВ_{2017}^B = 17113 - 9355,6 = 7757,4 \text{ грн.}$$

$$ПДВ_{2018}^B = 39876 - 28066,8 = 11809,2 \text{ грн.}$$

$$ПДВ_{2019}^B = 26584 - 18711,2 = 7872,8 \text{ грн.}$$

$$ПДВ_{2020}^B = 13292 - 9355,6 = 3936,4 \text{ грн.}$$

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Звіт.	Арх.	№ докум.	ПІП/С	Дата		71

Підсумки розрахунків з ПДВ зведено в таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 - Розрахунок ПЗ і ПК

Найменування показника	Розрахунковий період, рік			
	2017	2018	2019	2020
1 Податкове зобов'язання, оприбутке при реалізації продукції, грн.	17 113	398 76	265 84	13 292
2 Податковий кредит, випущений, грн.	93 55,6	280 66,8	187 11,2	93 55,6
3 Податок на додану вартість, який належить перерахувати до бюджету, грн.	77 57,4	118 09,2	78 72,8	39 36,4

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Звіт.	Арх.	№ докум.	ПІП/С	Дата		72

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Коротка характеристика охорони праці

Вимоги охорони праці встановлюють єдині вимоги до устаткування робочих місць користувачів і працівників, що виконують роботи пов'язані з експлуатацією, монтажем і ремонтом пристроїв захисту абонентської лінії від несанкціонованого доступу. Правила охорони праці при експлуатації пристроїв поширюються на всі підприємства, установи, організації, юридичних і фізичних осіб (які займаються підприємницькою діяльністю з правом найму робочої сили).

Дипломний проект присвячений проектуванню цифрового вольтметра на основі мікроконтролера. У даному розділі розглянемо вплив шкідливих чинників на робочий персонал і користувачів проектованого пристрою і приведемо перелік заходів щодо охорони праці, що зменшують для цих чинників. З цією метою можна скласти наступні рекомендації для організації робочих місць в лабораторіях і промислових, в яких знаходиться і проектований пристрій.

### 6.2 Виробнича, санітарна гігієна праці

Облаштування робочих місць повинне забезпечувати оптимальні параметри мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху, рівень іонізації повітря), а також враховувати наступні небезпечні і шкідливі чинники:

- наявність шуму і вібрації;
- міцне рентгенівське випромінювання;
- електромагнітне випромінювання;
- ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання;
- наявність пилу, озону, оксидів, азоту.

Заходи, пов'язані з організацією заходів щодо забезпечення безпеки і санітарно-гігієнічних вимог до устаткування робочих місць користувачів і

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		73

практичних, - що виконуватимуть роботи, пов'язані з експлуатацією, монтажем і ремонтом проектного пристрою регулюються вимогами ГОСТ 12.2.032-88, ГОСТ 22269-88, ГОСТ 21829-88, ГОСТ 12.1.005-88, СНІП 23-05-95, СНІП 14-4-79, СН 3223-85, ГОСТ 12.3.003-74, ГОСТ 12.3.002-75, ГОСТ 12.1.006-84, ГОСТ 12.1.004-85 і іншими стандартами.

### 6.2.1 Мікроклімат

Системи вентиляції і опалювання в приміщенні лабораторії повинні забезпечувати параметри мікроклімату відповідно до вимоги ГОСТ 12.1.005-88:

- температура 23-25°C,
- вологість 40-60%,
- швидкість вітру в приміщенні 0,1-0,2 м/с

Для підтримки заданих значень температури і вологості в приміщеннях з ВДТ застосовують кондиціонування і вентиляцію. Кондиціонування повітря забезпечує автоматична підтримка параметрів мікроклімату в необхідних межах протягом всіх сезонів року, очищення повітря від пилу і шкідливих речовин, створення невеликого надлишкового тиску в чистих приміщеннях для виключення вступу неочищеного повітря. Інтенсивність вентиляції для приміщень з проектованим пристроєм складає 0,5-1м<sup>3</sup> свіжого повітря в хвилину на кожен квадратний метр підлоги.

### 6.2.2 Освітлення

Освітлення в приміщенні здійснює (природне і штучне). Освітленість поверхні робочого столу знаходиться в межах 300-500 лк, а загальна освітленість не менше 400 лк. Освітленість екрану (у площині екрану) складає 300 лк (у відповідність з СНІП 23-05-95).

Природне освітлення в приміщенні здійснюється у вигляді бічного освітлення. Величина коефіцієнта природної освітленості (КПО) повинно бути не менше 1,5%, що відповідає нормативним рівням по СНІП 2-4-79 "Природне і штучне освітлення. Норми проектування".

					КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ПЗ/ПС	Дата		74

Штучне освітлення в приміщенні здійснюється у вигляді комбінованої системи освітлення з використанням приміщенських джерел світла в світлинських загальному освітленні. Рівні штучної освітленості на робочих місцях в приміщенні відповідає нормативним величинам по СНП 14.4-79.

У приміщенні передбачено аварійне освітлення для продовження роботи і евакуації.

Освітлювальні установки забезпечують рівномірну освітленість за допомогою переважний відбитого або розсіяного світла розподілення, вони не створюють сильних відблисків на клавіатурі і інших частинах пульта, а також на екрані відотерміналу у напрямку очей оператора. Джерела світла по відношенню до робочого місця розташовуються так, щоб виключити попадання в очі прямого світла. Пульсація освітленості використовуваних ламп не перевищує 10%. При природному освітленні застосовується засоби сонцезахисту, що знижують перепади яскравості між природним світлом і світленням екрану.

У полі зору оператора забезпечений відповідний розподіл яскравості. Відношення яскравості екрану до яскравості відзеркалювальної поверхні не перевищує в робочій зоні відношення 3:1.

### 6.2.3 Рівні шуму і вібрації

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях відповідають вимогам "Санітарних норм допустимих рівнів шуму на робочих місцях" (СН 3223-85) і не перевищує гранично допустимих величин.

Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку в лабораторних приміщеннях в приміщеннях, де працюють оператори відотерміналі і інженерно-технічні працівники не повинні перевищувати 50-60 дБ, в разі перевищення використовується шумоізоляційний матеріал на основі хімніо-вспененого поліетилену при температурі від -60°C до +90°C і визначені в ГОСТ 12.1.003-83.

### 6.2.4 Електробезпека

					КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	ГПЗС	Дата		75

## ВИСНОВКИ

В даній роботі була виконана розробка цифрового вимірювального приладу для визначення напруги постійного струму з LED-індикатором.

Даний прилад може застосовуватися у лабораторіях електрорадіовимірювань промислових підприємств та навчальних закладів, електротехнічних лабораторіях для налаштування, тестування і калібрування різного типу електронних схем і модулів.

Розроблений прилад дозволить вимірювати напругу в електричних колах постійного струму з достатньо високою точністю. Розроблений цифровий вольтметр призначений для індикації і контролю напруги постійного струму у діапазоні від 0,1 до 99,9 В. Він дозволяє працювати у трьох режимах: індикатор, контроль виходу напруги за допустимий діапазон, контроль наявності напруги у встановленому діапазоні. Контролер дозволяє ввести затримку на ввічання функції автоконтролю з моменту подачі напруги.

Контролер має функцію калібрування, яка дозволяє при вживанні єдиного дільника змінити діапазон вимірювань, а також при необхідності відключити індикацію десятикової крапки (для індикації у діапазоні 0 – 999).

Розроблений вимірювальний прилад можна буде використовувати і для індикації змінної напруги – для цього на вхід необхідно підключити вистраляч і калібрувати його по еталонному приладу. Індикацію можливо розширити до 999 вольт.

Розроблений цифровий вимірювальний прилад для визначення напруги постійного струму побудований на базі ефективного та економічного PIC-мікроконтролера, має напругу живлення 7...20 В, струм споживання менше 30 мА, погрешність вимірювання не більше 0,1 В. Вольтметр забезпечує чутливість при вимірюванні напруги 0,1 В та діапазон робочих температур -10...+50° С.

Створений пакет конструкторської документації достатній для подальшої реалізації запланованого вимірювального пристрою.

					КС 55.12.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Змк.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		76

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Уилксхерст, Т. Разработка встроенных систем с помощью PIC-микроконтроллеров / Т. Уилксхерст. – СПб.: Корона-Век, 2015. – 544 с.
2. Бирюков С. А. Цифровые устройства на КМОП-интегральных микросхемах. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1996.
3. Келехашвили В. Миниавторный вольтметр на микроконтроллере // Журнал Радио. 2009. №4. стр. 20-22.
4. Яценков В.С. Микроконтроллеры Microchip. Практическое руководство – М.: Горная линия, 2002, 296с., ил.
5. Хрусталева З.А. Электротехнические измерения. -М.: «КноРус», 2009 г.
6. Зайцев С. Цифровые методы время частотных измерений / Сергей Зайцев // Современная электроника. – 2009. – №6. – С.20-23.
7. Мужанин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств: Учебное пособие / Л.Г. Мужанин. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 288 с.
8. Рязков Т.С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника. – М.: Техносфера, 2004. – 376с.
9. Информационно-измерительная техника: Учебник для студ. ВУЗ под ред. Г.Г. Рязнова. – М.: «Академия», 2006. – 512 с.
10. Предко, М. PIC-микроконтроллеры. Архитектура и программирование / М. Предко. - М.: Книга по Требованию, 2009. – 512 с.
11. Алексин, В.А. Микроконтроллеры PIC: основы программирования и моделирования в интерактивных средах MPLAB IDE, mikroC, TINA, Proteus. Практикум / В.А. Алексин. – М.: ГИИТ, 2016. – 248 с.
12. Мазиди, М.А. Микроконтроллеры PIC и встроенные системы. Применение ассемблера и C для PIC18 / М.А. Мазиди, Р.Д. МакКинни, Д. Кусэй; Пер. с англ. В.В. Литвина. – СПб.: КОРОНА-принт, МК-Пресс, 2009. – 784 с.

						КС 55. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Звіт.	Арх.	Набором.	ГПЗС	Дата			77

# ДОДАТОК А. Фрагмент програми для мікроконтролера в імпульсальному режимі на мові асемблера (MPLAB IDE)

```

; inc - p16F819 : inc diosyue in defines processor
#include <p16F819.inc> ; processor specific variable definitions
; at level 2 ; suppress message 302 from inc file
_CONFIG CP_ALL & WRT_ENABLE_1536 & CPD_ON & CCP1_KRB3 & DEBUG_OFF & LVP_OFF &
_BODEN_ON & MCLR_ON & WDT_ON & PWRTE_ON & INTOSC_IO
; block 0.020

; PORTS
; PORTB
; PORTA
; iad_1 ; злівого регістра порта
; iad_2 ; злівого регістра портового логічного регістру
; iad_3 ; злівого третього регістра портового регістру
; buf_iad_1 ; буфер злівого 1 зокладу
; buf_iad_2 ; буфер злівого 2 зокладу
; buf_iad_3 ; буфер злівого 3 зокладу
; rca_1
; rca_2
; rca_5
; rca_iad ; регістр історичної збірки зокладу
; b_iad_iad ; зліва тривалість історичної
; dca_0?
; dca_05
; dca_10 ; лінійна-лінійна тривалість на I Г
; dca_00ca ; лінійна-лінійна тривалість на I з
; Nag_1 ; адреса історичної
; Nag_12 ; адреса історичної
; Nag_2 ; адреса збірки параметрів параметрів
; Nag_3 ; адреса таргетів
; Nag_4 ; адреса таргетів
; Nag_5
; oca_0?b ; зліва параметри з результату параметрів
; oca_c ; зліва прапрапра з EEPROM
; dca_c ; лінійна програма роботи з EEPROM
; dca_0? ; зліва обробка лінійності параметрів параметрів ліній
; iad_0 ; зліва EEPROM, яка зберігається з пам'яті
; Up_di_b,Up_di_1a ; адреса стору роботи контролера
; Da_di_b,Da_di_1a ; адреса адресної ризику
; Vi_1a_1a ; Це зліва параметри параметрів параметрів з лінійності
; Vi_1a_1a ; Це зліва параметри
; Vi_1a_1a ; Конструкція зліва
; Vi_1a_1a ; Лінійна зліва параметри параметрів параметрів з лінійності зліва параметри
; Vi_1a_1a ; Лінійна зліва

```

```

; some ports registers
; Ad_diac S_A d_PORTS,1 ; constant A
; Ad_diac S_B d_PORTS,2 ; constant B
; Ad_diac S_C d_PORTS,3 ; constant C
; Ad_diac S_D d_PORTS,4 ; constant D
; Ad_diac S_E d_PORTS,5 ; constant E
; Ad_diac S_F d_PORTS,6 ; constant F
; Ad_diac S_G d_PORTS,7 ; constant G
; Ad_diac S_H d_PORTA,0 ; constant H
; Ad_diac SOT d_PORTA,1 ; логічний біт портового зокладу
; Ad_diac DES d_PORTA,2 ; логічний біт портового зокладу
; Ad_diac ED1 d_PORTA,? ; логічний біт третього зокладу
; таргетів бітів прапрапра параметрів історичної

```

.port A			
Address	CC_PA	b'00000000	. γ όμιλη bit'n 0' εστωσεποκατατα 3 η bits, και σεβλησησ
			. σινασται, 1' 3 η bits, στω λαλα σε ποσισα λιπατασ ορε λιμοι ιορκαση?
Address	SE_PA	b'10000110	. γ όμιλη bit'n εστωσετα 3 '1' bits, και οα εσα εβ γαστασ ε
. γορκασησλιμ πορταμ ραζρηλα ιορκατορα			
.port B			
Address	CC_PB	b'00000001	. γ όμιλη bit'n 0' εστωσεποκατατα 3 η bits, και σεβλησησ
			. σινασται, 1' 3 η bits, στω λαλα σε ποσισα λιπατασ ορε λιμοι ιορκαση?
Address	SE_PB	b'00000000	. γ όμιλη bit'n εστωσετα 3 '1' bits, και οα εσα εβ γαστασ ε
. γορκασησλιμ πορταμ ραζρηλα ιορκατορα			
.σαεσ πορτασ ελοκατηρε			
Address	KRB1	PORTB,2	. ελοκαση φτασηα
Address	KRB3	PORTB,4	. ελοκαση λιπατασ
Address	KRB2	PORTB,3	. ελοκαση βιπατασ
Address	KRB4	PORTB,7	. ελοκαση φτασηα
Address	PORTKN	b'10011100	. σαεσ ρατωσησκαεσ πορτασ ελοκαση
Address	TRDK	flag_0,0	. ρεσλιμ ' ιορκατορα πορτασ
Address	KVUP	flag_0,1	. ρεσλιμ ' Καοτηρασ κελσησ εσ εστωσετασ λιμοι
Address	KVZD	flag_0,2	. ρεσλιμ ' Καοτηρασ κελσησ εσ εστωσετασ οιασασα
Address	R_jad	flag_0,3	. ρεσλιμ ιορκαση?
. bits πορταμ εστωσησκαεσ ρεστωσησλιμκαεσ			
Address	REORA	flag_2,0	. bit κελσησ ρεσλιμ γ ραβτα εστωσησκαεσ
Address	UP_VOC	flag_2,1	. bit εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ ριζακ εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ
Address	DW_VOL	flag_2,2	. bit εστωσησκαεσ σαεσ σαεσ ριζακ εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ
Address	ZD_AKO	flag_2,3	. bit εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ ρεσλιμ εστωσησκαεσ
Address	ZD_A VR	flag_2,4	. bit εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ σαεσ σαεσ
Address	KALBR	flag_2,5	. bit εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ
Address	RE_TND	flag_2,6	. ρεσλιμ ιορκαση?
Address	PROIZ	flag_2,7	. σαεσ ορα εστωσησκαεσ
Address	M_αα	flag_3,0	. bit γ τρημσαεσ εστωσησκαεσ
Address	RELEI	flag_3,1	. ποσισα ρεσλιμ
Address	E_daa	flag_3,2	. ορασασ σαεσ σαεσ σαεσ
Address	MIMUS	flag_3,3	. bit εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ
Address	B_MX	flag_3,4	. bit λιπατασ (1 σε γαρητα, 0 γαρητα)
Address	UST	flag_3,5	. bit ρεσλιμ εστωσησκαεσ ρεστωσησλιμκαεσ
Address	ηρ_ηρ	flag_3,6	. bit ρεσλιμ 0-κεβιρ πορτασκαεσ, 1-κεβιρκαεσ πορτασκαεσ
Address	LE_R1	flag_4,0	. bit πορτασκαεσ εστωσησκαεσ
Address	BIM	flag_4,1	.
Address	BTE	flag_4,2	. bit γαστασ πορτασκαεσ σαεσ σαεσ 00
Address	BTE0_00	flag_4,3	.
Address	BRA_COY	flag_4,4	. bit σαεσκαεσ εστωσησκαεσ
Address	σαεσ_σαεσ	flag_4,5	. bit σαεσκαεσ
Address	Γ_KRB1	flag_5,0	.
Address	Γ_KRB2	flag_5,1	.
Address	Γ_KRB3	flag_5,2	.
Address	Γ_KRB4	flag_5,3	.
. bits πορταμ ιορκαση?			
Address	TOCHKA1	flag_12,0	. bit ιορκαση? σαεσ σαεσ σαεσ εστωσησκαεσ
Address	TOCHKA2	flag_12,1	.
Address	TOCHKA3	flag_12,2	.
Address	TOCHka1	flag_12,3	. bit λιπατασ σαεσ σαεσ σαεσ εστωσησκαεσ
Address	TOCHka2	flag_12,4	. 1 - βιπατασ εστωσησκαεσ 2 γα
Address	TOCHka3	flag_12,5	. 0 - γαρητα σαεσ σαεσ
Address	RAZR1	flag_12,6	. bit λιπατασ ραζρηλα ιορκατορα
Address	RAZR2	flag_12,7	. 0 - γαρητα σαεσ σαεσ
Address	RAZR3	flag_12,8	. 1 - βιπατασ εστωσησκαεσ 2 γα
. bits πορταμ πορτασκαεσ			
Address	RAY	flag_217,0	. bit πορτασκαεσ "
Address	BOC	flag_217,1	. bit πορτασκαεσ "
Address	MEM	flag_217,2	. bit πορτασκαεσ "
Address	BOC_RAY	flag_217,3	. bit πορτασκαεσ "
Address	MEM_RAY	flag_217,4	. bit πορτασκαεσ "
Address	ΣΜ_ACP	ADCOM0,2	. bit γορκασησκαεσ εστωσησκαεσ ACP
Address	SPUAY IS		. εστωσησκαεσ σαεσ σαεσ σαεσ εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ
Address	DIND IS		. τρημσαεσ σαεσ σαεσ σαεσ εστωσησκαεσ εστωσησκαεσ
. (εστωσησκαεσ πορτασκαεσ 10 σαεσ σαεσ)			
. σαεσ σαεσ εστωσησκαεσ			

```

dif STATUS
bf TICOM,TMR1OM
bf PIR1,TMR1F

TMR1
movlw 0x0c
movwf TMR1F
movlw 0x0d
movwf TMR1L

```

αρχισ 300 Γα  
 αρχισ 300 Γα φαρμακων κατασκευαστη ιατρικων ειδων

```

movf b_xad_iod,f
BZ $+2
movf b_xad_iod,f

```

αρχισ 300 Γα φαρμακων κατασκευαστη ιατρικων ειδων

```

call iadc
movf cba_300_10,f
movlw 30
movwf cba_300_10

```

αρχισ 10 Γα

```

movf cba_05,f
movlw 5
movwf cba_05

```

αρχισ 2 Γα

```

movf B_M70
movlw $+3
bf B_M70
movlw $+2
bf B_M70
call Volucom
movf cba_02,f
movlw 2
movwf cba_02

```

αρχισ 1 Γα αναλ

```

dcbf addwf PCL,f
rcdw b'01111110'
rcdw b'00001100'
rcdw b'10110110'
rcdw b'10011110'
rcdw b'11001100'
rcdw b'11011010'
rcdw b'11111010'
rcdw b'00001110'
rcdw b'11111110'
rcdw b'11011110'
rcdw b'00000000'
rcdw b'10000000'

```

```

mov_dia addwf PCL,f
rcdw 0
rcdw 1
rcdw 1
rcdw 2
rcdw 3
rcdw 3
rcdw 4
rcdw 4
rcdw 5
rcdw 6
rcdw 6
rcdw 7
rcdw 8
rcdw 8
rcdw 9

```

αρχισ 0  
 αρχισ 0  
 αρχισ 0

αρχισ 0

αρχισ 0

αρχισ 0

αρχισ 0

αρχισ 0

αρχισ 0

αρχισ 0

αρχισ 0

αρχισ 0

```

0'
1'
2'
3'
4'
5'
6'
7'
8'
9'
10' - αρχισ 0
11' - αρχισ 0

```

αρχισ 0	αρχισ 0	αρχισ 0
0-	00	0
1-	06	1
2-	12	1
3-	18	2
4-	25	3
5-	31	3
6-	37	4
7-	43	4
8-	50	5
9-	56	6
10-	62	6
11-	68	7
12-	75	8
13-	81	8
14-	87	9





решения результатов	bufc UST	
rcuio	bufc KVUP	контроль параметров плавного забраковки решения контроля
rcuio	ccou of bufc KV2D	
rcuio	ccou of bcf RELEI	
ccou of	rcuio	контроль параметров параметров результатов обработки защита от повреждения ЛВС и тас защита от загорания параметров
rcuio	bufc INDR	
rcuio	bufc KVUP	
rcuio	ccou of bufc KV2D	
ccou of	rcuio	
	ccou of U_1000_b ccou of p042b ccou of U_1000_la ccou of p042l	параметры плавного забраковки решения
	ccou of U_p_01_b ccou of p042b ccou of U_p_01_la ccou of p042l call zsmoacc	
rcuio	bufc MEN di_d2	
	ccou of Da_01_b ccou of p042b ccou of Da_01_la ccou of p042l call zsmoacc	
rcuio	di_d2 ccou of Vi_p01_la	периодическая защита от повреждения
ccou of	ccou of Vi_cpa_la bcf znd_op	
rcuio	bufc BRACOM	
rcuio	bufc KV2D	тас защита от загорания системы защиты
rcuio	\$+3 bcf RELEI	статус сигнала от ртс
rcuio	bcf RELEI	
di_d2	rcuio	
rcuio	bufc znd_op	система защиты от загорания статус
	ccou of Vi_z01_la ccou of Vi_z01_la bcf BRACOM	
rcuio	bufc KV2D	
rcuio	\$+3 bcf RELEI	статус сигнала от ртс
rcuio	\$+2 bcf RELEI	
	ccou of S8 call big_zu ccou of 255 ccou of b_znd_10d	
rcuio	rcuio	
blava	rcuio	параметры обработки параметров плавного забраковки решения
	BANK SEL TRISB	забраковка TRISB





P\_01

```

bf      hl_00      бит описанной модели
bf      UST
dif     flag_1    описание (описание)
dif     flag_2
wordw  DIMD      описывается в описании
wordw  створыб
bf     tg_ip      модель описания
word   p1_p      модель описания
bf     REORA      режим работы
word   REORA_f   описывается
bf     UP_VOL     описывается
word   UP_VOL_f   описывается
bf     DY_VOL     описывается
word   DY_VOL_f   описывается
bf     ZD_AKO     описывается
word   ZD_AKO_f   описывается
bf     ZD_AVR     описывается
word   ZD_AVR_f   описывается
bf     KALBR      калибровка
word   KALBR_f   калибровка
bf     RE_IND     режим
word   RE_IND_f  режим
bf     PROIZ      режим
word   PROIZ_f   режим
word   REORA_f   режим

```

P\_02

```

bf     LE_R1
word   p1c
. описание
bf     REORA      модель описания
word   UP_VOL_f   модель описания
word   DY_VOL_f   модель описания
word   ZD_AKO_f   модель описания
word   ZD_AVR_f   модель описания
word   KALBR_f   модель описания
word   RE_IND_f   модель описания
word   PROIZ_f    модель описания
word   REORA_f    модель описания

```

REORA\_f

```

. описание
word   REORA      модель описания
word   PROIZ_f    модель описания
word   RE_IND_f   модель описания
word   KALBR_f    модель описания
word   ZD_AVR_f   модель описания
word   ZD_AKO_f   модель описания
word   DY_VOL_f   модель описания
word   UP_VOL_f   модель описания
word   REORA_f    модель описания
. бит
dif     flag_2
bf     REORA      модель описания
bf     tg_ip      модель описания
word   REORA_d    модель описания
wordw  39

```

REORA_d	gaw	cod_γβαι_Γ bύβ3 KV2D	· ρωβμ "Κατάρση κελού κ ατασσηθ ρωβμ"
	gaw	i_KVUP ασβw b'0000010' ασβw iad_1 ασβw αΓ ασβw iad_2 ασβw b'0000010' ασβw iad_3	· ασβμ _ · ασβμ Γ · ασβμ _
i_KVUP	ιαιμ α bύβ3 gaw	KVUP i_INDK ασβw b'0010000' ασβw iad_1 ασβw αΥ ασβw iad_2 ασβw b'0010000' ασβw iad_3	· ρωβμ "Κατάρση κελού κ ατασσηθ κ μβ3" · ασβμ _ · ασβμ Π · ασβμ _
i_INDK	ιαιμ α gaw	ασβw α ασβw iad_1 ασβw αα ασβw iad_2 ασβw αδ ασβw iad_3 bύβ INDK	· ρωβμ "βθμκταρ ασβγτβ" · ασβμ ι · ασβμ α · ασβμ δ · κελμ ασβμ ιαυαυαυαυα
	ιαιμ α	· βτ ασβμ γβαι κ αβγδωε ρωβ κ ατασσηθ κ ασβγτβ	
UP_VOL_Γ	dif	βag_2 bύβ UP_VOL bύβ γρ_ρ	· κελμ ασβγτβ αβγδωε κ ασβμ ασβμστρ · κελμ ατασσηθ κ βαγ δ ασβμ κ
	gaw	UP_VOL_d ασβw ??	
UP_VOL_d	gaw	cod_γβαι_Γ ασβw Up_dι_βι ασβw βιαβ ασβw Up_dι_ια ασβw βιδ cod_γβαι_Γ	
	ιαιμ α	· βτ ασβμ γβαι κ αβγδωε ρωβ κ ατασσηθ κ ασβγτβ	
DN_VOL_Γ	dif	βag_2 bύβ DN_VOL bύβ γρ_ρ	· κελμ ασβγτβ αβγδωε κ ασβμ ασβμστρ · κελμ ατασσηθ κ βαγ δ ασβμ κ
	gaw	DN_VOL_d ασβw 81	
DN_VOL_d	gaw	cod_γβαι_Γ ασβw Dα_dι_βι ασβw βιαβ ασβw Dα_dι_ια ασβw βιδ cod_γβαι_Γ	
	ιαιμ α	· βτ ασβμ γβαι κ αβγδωε ρωβ κ ατασσηθ κ ασβγτβ	
ZD_AKO_Γ	dif	βag_2 bύβ ZD_AKO bύβ γρ_ρ	· κελμ ασβγτβ αβγδωε κ ασβμ ασβμστρ · κελμ ατασσηθ κ βαγ δ ασβμ κ
	gaw	ZD_AKO_d ασβw 93	· ΓΑ ε --
ZD_AKO_d	gaw	cod_γβαι_Γ dif βιαβ ασβw Vi_αδ_ια ασβw βιδ	
Γβ	bύβ	TOCHKA 2 bύβ TOCHKA 3	

