

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДВНЗ « Ужгородський національний університет»

Інженерно-технічний факультет

кафедра електронних систем

кваліфікаційна робота магістра

На тему: Система управління електронними пристроями через магістральну шину

Студента 2 курсу

Бурси Степана Степановича

(прізвищета ініціали)

_____ (підпис)

Керівник доктор фіз.-мат. наук Рубіш В.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Голова ЕК:

Ремета Є.Ю.- доктор фіз.-мат. наук, зав. відділу ІЕФ НАНУ

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання.)

_____ (підпис)

Заяць Т.М.- канд. фіз.-мат наук, доц. кафедри ЕС.

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання.)

_____ (підпис)

Юркін І.М.- канд. фіз.-мат наук, доц. кафедри ЕС.

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання.)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Ужгород – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою,

доц. _____ (Заяць Т. М.)

“ ____ ” _____ 2024 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

На кваліфікаційну роботу магістра

на тему:

**СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОННИМИ ПРИСТОЯМИ ЧЕРЕЗ
МАГІСТРАЛЬНУ ШИНУ**

Студента групи ЕС: Степана Бурси

(_____)

Керівник: доктор фіз.-мат наук, професор кафедри ЕС

Василь РУБІШ

(_____)

Ужгород - 2024

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Факультет: Інженерно-технічний

Кафедра: Електронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою,

доц. _____ (Заяць Т. М.)

“___” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну магістерську роботу
студенту Бурса Степану Степановичу

1. Тема роботи: Система управління електронними пристроями через магістральну шину.

Затверджена на засіданні кафедри (протокол №_3_ від _10.10_ 2023 р.)

2. Термін закінчення роботи: 10 грудня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи.

1) розробити просту електронну систему управління зовнішніми пристроями.

2) система має забезпечувати формування різного типу вихідних тестуючих та еталонних сигналів, а також передачу на зовнішні пристрої управляючих двійкових цифрових кодів.

3) система має забезпечувати наступні експлуатаційні параметри:

- частота вихідних тестуючих та еталонних сигналів — від 2 Гц до 33 МГц;

- амплітуда вихідних тестуючих та еталонних сигналів — від 50 мВ до 10 В;

- вихідні та вхідні цифрові сигнали мають задаватися в стандарті КМОН-логіки з паралельним кодом;

- управляючі двохрівневі сигнали від зовнішніх пристроїв мають задаватися у стандарті системної шини PCI express

4. Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

Анотація роботи.

Пояснювальна записка:

Вступ.

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту проектування.

2. Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень поставленого завдання.

3. Проектно-конструкторський розділ.

3.1 розробка структурної схеми;

3.2 розробка електричної принципової схеми;

3.3 розрахунки режимів роботи елементів принципової схеми, вибір елементів,

розрахунки теплового режиму, надійності та вартості виробу;
3.4 заходи з охорони праці і техніки безпеки.

5. Висновки.

6. Перелік посилань.

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

7.1. Структурна (функціональна) електрична схема

7.2. Електрична принципова схема.

7.3 Креслення друкованої плати.

7.4 Складальне креслення.

7.5 Перелік елементів.

7.6 Специфікація.

5. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	Папш О.В.		

Дата видачі завдання 10.10 2023 року.

Керівник роботи _____ (доц. Рубіш В.М.)
(підпис)

Завдання прийняв на виконання _____ (Бурса С.С.)
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Пошук та аналіз аналогів об'єкта досліджень.	до 20.12.2023 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів.	до 20.02.2024 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.	до 20.03.2024 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.	до 20.04.2024 року	
5.	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.10.2024 року	
6.	Оформлення кваліфікаційної роботи магістра.	до 10.12.2024 року	
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент _____ (Бурса С.С.)
(підпис)

Керівник роботи _____ (доц. Рубіш В.М.)
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: сторінок – 66; рисунків – 11; таблиць – 6; формул – 49; додатків – 6; список використаної літератури – 7.

Об'єкт розробки – система управління електронними пристроями через магістральну шину.

Мета роботи; огляд і аналіз аналогів об'єкту проектування та розробка структурної схеми, принципової схеми та іншої конструкторської документації до пристрою відповідно вимог до виконання магістерських робіт.

Метод дослідження – проектування, розрахунки, виготовлення конструкторської документації.

В кваліфікаційній роботі магістра описані аналоги проєктованого пристрою, приведені основні технічні характеристики; розглянуто тенденції розвитку. Робота містить огляд літератури і аналіз пристроїв даного типу та загальних принципів їх побудови.

Проектно-конструкторський розділ містить розробку принципової та структурної електричної схеми, розрахунки основних функціональних вузлів.

Конструкторсько-технологічний розділ включає розрахунок тепло-технічних характеристик пристрою та ймовірності безвідмовної роботи пристрою протягом певного часу.

Розділ техніко-економічного обґрунтування містить розрахунок ціни приладу.

Розділ про заходи з охорони праці і техніки безпеки, містить основні питання охорони праці при виготовленні приладу.

Ключові слова: СИСТЕМА МАГІСТРАЛЬ, PCI-Express, ПЕРЕДАЧА ДАНИХ

ABSTRACT

The explanatory note contains: 66 pages ; drawings – 11 ; tables – 6 ; formulas – 49 ; applications – 6 ; list of used literature - 7.

The object of development is a control system for electronic devices through the main bus.

Purpose of work; review and analysis of analogues of the design object and development of a structural diagram, schematic diagram and other design documentation for the device in accordance with the requirements for the completion of master's theses.

The research method is design, calculations, production of design documentation.

Analogs of the designed device are described in the master's thesis, the main technical characteristics are given; development trends are considered. The work includes a literature review and analysis of devices of this type and the general principles of their construction.

The design and construction section contains the development of the basic and structural electrical circuit, calculations of the main functional nodes.

The design and technological section includes the calculation of the thermal and technical characteristics of the device and the probability of the device's trouble-free operation during a certain time.

The section of the feasibility study contains the calculation of the price of the device.

The section on occupational health and safety measures contains the main issues of occupational health and safety in the manufacture of the device.

Keywords: BUS SYSTEM, PCI - Express , DATA TRANSMISSION

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. Огляд і аналіз існуючих аналогів об'єкту проектування	10
2. Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень поставленого завдання	12
3. Проектно-конструкторський розділ	22
3.1. Загальний опис системи керування	22
3.2. Синтез та аналіз принципової і функціональної схем системи керування	26
3.3. Розрахунки режимів роботи елементів принципової схеми, вибір елементів	27
3.4. Розрахунок характеристик надійності пристрою	33
3.5. Проектування та розрахунок друкованої плати	38
3.6. Визначення контактних площин, розмірів друкованих провідників	40
3.7. Вибір варіантів встановлення елементів РЕА	42
4. Техніко-економічний розділ	43
4.1. Розрахунок собівартості приладу	43
4.2. Розрахунок ціни спроектованого приладу	49
5. Заходи з охорони праці і техніки безпеки	50
ВИСНОВКИ	65
Список використаних джерел	66

<i>КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>		<i>Бурса С.С.</i>		
<i>Перевірів</i>		<i>Рубиш В. М.</i>		
<i>Т.Контр.</i>				
<i>Н.Контр</i>		<i>Папн О. В.</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Заяць Т. М.</i>		
Система управління електронними пристроями через магістральну шину Пояснювальна записка				
		<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
		У	7	66
УжНУ, ІТФ 2 курс, гр. ЕС				

ДОДАТКИ

Додаток А. Структурна схема КРМ.ЕС.11287695.001.Е1

Додаток Б. Принципова схема КРМ.ЕС.11287695.001.Е2

Додаток В. Друкована плата КРМ.ЕС.11287695.001.ДП

Додаток Г. Складальне креслення КРМ.ЕС.11287695.001.СК

Додаток Д. Перелік елементів КРМ.ЕС.11287695.001.ПЕ

Додаток Е. Специфікація КРМ.ЕС.11287695.001.СП

					<i>КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ</i>	8
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

В теперішній час проектуванню електронних систем керування за допомогою комп'ютерів приділяється багато уваги. Робиться великий акцент на застосування в цих системах електронно-цифрових приладів. Висока швидкість виміру параметрів, зручна форма представлення інформації, гнучкий інтерфейс, порівняно невелика похибка вимірювань в порівнянні з механічними й електромеханічними засобами виміру всі ці та багато інших переваг роблять дані системи перспективними в розвитку і подальшому використанні в багатьох галузях виробництва.

Розвиток мікроелектроніки та широке застосування її виробів у промисловому виробництві, у пристроях і системах керування найрізноманітнішими об'єктами і процесами є в даний час одним з основних напрямків науково-технічного прогресу.

Використання систем керування в яких основні інтелектуальні функції покладені в комп'ютер, суттєво розширює їх можливості по керуванню різними процесами збору обробці та зберіганню результатів вимірювань, підвищує їх достовірність і надійність. При цьому з'являється можливість легкої адаптації певної системи керування для проведення вимірювань в різних експериментальних методиках та для керування різними технологічними і виробничими процесами. Розробка однієї з таких систем з керуванням через системну магістраль PCI Express комп'ютерів типу IBM PC і є метою даного проекту.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	9
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

Електронна система керування зовнішніми пристроями через системну магістраль має декілька аналогів, які також використовуються для подібних завдань управління зовнішніми пристроями. Ось декілька прикладів аналогів:

1. KNX (EIB): Це міжнародний стандарт, що використовується для автоматизації будівель і контролю різних пристроїв, таких як освітлення, опалення, вентиляція та безпека. KNX також працює на принципі системної магістралі, що дозволяє інтегрувати різні пристрої в єдину систему керування.

2. Modbus: Це протокол комунікації, який широко використовується в промисловості для збору даних і керування пристроями. Modbus також може бути використаний для керування зовнішніми пристроями через системну магістраль, забезпечуючи зручну інтеграцію та комунікацію.

3. Z-Wave: Це бездротовий протокол, який використовується для домашньої автоматизації і керування пристроями в будинку. Він дозволяє підключати різні зовнішні пристрої, такі як освітлення, замки, термостати тощо, до єдиного керувального пристрою через системну магістраль.

4. DALI (Digital Addressable Lighting Interface): Цей стандарт використовується для керування освітленням в приміщеннях, дозволяючи точне управління окремими освітлювальними приладами через системну магістраль.

5. BACnet (Building Automation and Control Networks): Цей протокол комунікації широко застосовується в системах автоматизації будівель, дозволяючи керувати різними пристроями, такими як опалення, вентиляція та кондиціонування повітря, через системну магістраль.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	10
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6. LonWorks: Це технологія, яка дозволяє інтегрувати різні пристрої, такі як освітлення, сигналізація і безпека, в єдину систему керування через системну магістраль.

7. Zigbee: Це бездротовий протокол, який забезпечує зв'язок і керування різними пристроями в домашніх мережах. Він дозволяє зовнішнім пристроям комунікувати з контрольною системою через системну магістраль.

8. EnOcean: Цей протокол бездротового зв'язку використовується для автоматизації будівель і керування різними пристроями, включаючи освітлення, опалення та вентиляцію, через системну магістраль.

9. X10: Це один з найстаріших протоколів домашньої автоматизації, який дозволяє керувати різними пристроями в будинку через системну магістраль, використовуючи електричну проводку.

Ці аналоги пропонують схожі можливості для керування зовнішніми пристроями через системну магістраль, проте вони можуть відрізнятися за засобами комунікації, протоколами та специфікаціями. Вибір конкретного аналогу залежить від ваших потреб і вимог проекту.

					<i>КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ</i>	11
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОГО ЗАВДАННЯ

Загальні властивості системної магістралі

PCI Express (PCIe, PCI-e) – один з найпоширеніших протоколів передачі даних. Він використовується в сучасній комп'ютерній техніці для забезпечення взаємодії різних її функціональних блоків між собою.

Для самостійної збірки або апгрейду (вдосконалення) комп'ютера необхідно розуміти, що таке PCI Express, які існують його версії, чим вони відрізняються і які можливості забезпечують.

Актуальності питанню надає також те, що нещодавно компанія AMD в своїх останніх процесорах і відеокартах почала використовувати нову версію PCI Express (PCIe 4.0), позиціонуючи це як важливу перевагу над пристроями конкурентів. Чи справді це так?

У всьому цьому ми й спробуємо розібратися.

Що ж таке PCI Express

PCI Express (Peripheral Component Interconnect Express, скорочено – PCIe або PCI-e) – це комп'ютерна шина, яка використовує високопродуктивний протокол послідовної передачі даних.

Для більшості необізнаних це визначення напевно здається незрозумілим. Отже розберемо його детальніше.

Комп'ютерна шина - з'єднання, яке служить для передачі даних між функціональними блоками комп'ютера.

Протокол - в даному випадку означає "схема", "алгоритм", "порядок".

Послідовна передача даних – поняття більш складне, йому доведеться приділити більше уваги.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	12
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі дані всередині комп'ютера циркулюють, обробляються і зберігаються у вигляді бінарного коду, найдрібнішими частинками якого є біти.

Передача даних між функціональними блоками комп'ютера може здійснюватися паралельним або послідовним способом.

Паралельна передача даних.

Паралельний спосіб передбачає використання фізичного з'єднання зі значної кількості провідників. Передача даних здійснюється "порціями", в яких кількість бітів відповідає кількості провідників у з'єднанні. Кожна така порція перед передачею ніби "розгортається в просторі", розділяючись на біти, кожен з яких проходить до приймаючого пристрою по окремому провіднику. Таким чином, кожен одиницю часу кожен біт бінарного коду передається по окремому провіднику цього з'єднання, одночасно (паралельно) з іншими бітами, які передаються по іншим його провідниках. Тому схема і називається паралельною.

Наприклад, комп'ютерна шина PATA (IDE), яка в домашніх комп'ютерах не так давно була основним способом підключення жорстких дисків, складається з 40 провідників.

З них лише 16 використовуються безпосередньо для паралельної передачі даних. За кожну передачу (такт) по такій шині проходить 16 бітів інформації. Частота шини - 33 МГц, тобто кожну секунду відбувається 33 млн. передач. Таким чином, максимальна пропускна здатність такого з'єднання дорівнює 528 млн. бітів в секунду (16 x 33 млн.), або, якщо перевести в мегабайти - 66 Мегабайт/с.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	13
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незважаючи на простоту, паралельна передача даних віджила своє і вже майже не використовується в комп'ютерній техніці. Головні її недоліки:

- високі витрати на створення каналів (потрібно багато провідників);
- низька стійкість до перешкод через взаємний вплив один на одного сигналів, які передаються (особливо, на довгі відстані);
- необхідність забезпечення синхронного проходження даних одночасно по всіх провідниках з'єднання, через що досягнення високої частоти відправки сигналів (частоти шини) є надто складним завданням.

Послідовна передача даних.

Впливу вказаних вище негативних факторів в значно меншій мірі піддаються схеми послідовної передачі даних. Сьогодні вони є дуже поширеними. Всі USB-пристрої, сучасні жорсткі диски, SSD, відеокарти, мережеві карти тощо взаємодіють з іншим обладнанням з використанням послідовної передачі даних. Спосіб її реалізації в кожному з цих видів пристроїв, звичайно ж, відрізняється, але принцип скрізь однаковий.

Для послідовної схеми не потрібно багато провідників. Передача даних здійснюється через один комунікаційний канал по одному біту за кожен передачу, послідовно, один за одним (щось на кшталт азбуки Морзе).

На перший погляд, така схема здається менш ефективною, ніж у випадку з паралельною передачею. Але це далеко не так. Висока швидкість тут досягається за рахунок величезної частоти передачі даних (кілька мільярдів у секунду). А для пристроїв, які потребують особливо високих швидкостей обміну даними, одночасно використовується кілька таких каналів (ліній). Наприклад, сучасні ігрові відеокарти підключаються до комп'ютера через 16 ліній PCIe (PCIe x16).

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	14
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Особливості стандарту PCI Express, його версії.

Розробка стандарту PCI Express була почата фірмою Intel. Специфікації першої його версії з'явилися ще в 2002 році. Зараз розвитком PCI Express займається організація PCI Special Interest Group, до ради директорів якої входять представники основних розробників апаратного і програмного забезпечення (Intel, Microsoft, IBM, AMD, Sun Microsystems, HP, NVIDIA й інші). У своєму розвитку PCIe пройшов декілька етапів і вже розвинувся до версії 5.0.

PCIe є повнодуплексним протоколом, тобто передбачає використання незалежних один від одного каналів прийому і передачі даних (пристрій може одночасно відправляти і отримувати дані).

Перед відправкою дані кодуються в блоки. Це необхідно для синхронізації пристроїв, що відправляють та приймають сигнал, а також зменшення впливу перешкод.

У версіях PCIe 1.0 і PCIe 2.0 використовується схема кодування 8b/10b. Тобто, кожен 8-бітний блок кодується в 10-бітний, в якому тільки 80% переданих даних є корисними. Решта 20% потрібні для забезпечення належного функціонування протоколу.

В PCIe 3.0 і новіших її версіях дані кодуються за більш ефективною схемою 128b/130b (кожні 128 біт кодується в 130 -бітний блок). Частка корисного вмісту в даних, що передаються, тут становить вже близько 98,46%.

Різні версії PCIe відрізняються не тільки способом "упаковки" бітів в блоки, а й частотою передачі даних. У PCIe 1.0 вона складає 2,5 ГТ/с (гігатранзакцій у секунду), тобто за одну секунду передається 2,5 мільярди бітів. Для кращого сприйняття переведемо це в звичні одиниці:

$$2,5 \cdot 10^9 \text{ Біт / с} = 312,5 \text{ Мегабайт / с.}$$

					<i>KPM.EC.11287695.001.P3</i>	15
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи, що лише 80% з них є корисними даними, реальна пропускна здатність PCIe 1.0 складає 250 Мегабайт / с.

У PCIe 5.0 частота передачі даних зросла аж до 32 GT / s. Переведемо це в зручний вид:

$$32 * 10^9 \text{ Біт / с} = 4000 \text{ Мегабайт / с} = 4 \text{ Гігабайт / с.}$$

Оскільки корисні дані становлять 98,46%, реальна пропускна здатність PCIe 5.0 дорівнює 3,938 Гігабайт / с.

Детальніше про особливості різних версіях PCIe див. у таблиці 2.1:

Таблиця 2.1

<i>Версія PCI Express</i>	<i>Рік виходу</i>	<i>Схема кодування</i>	<i>Швидкість передачі</i>	<i>Пропускна здатність на x ліній:</i>			
				<i>x1</i>	<i>x4</i>	<i>x8</i>	<i>x16</i>
PCIe 1.0	2002	8b/10b	2,5 GT/c	250 Мб/с	1 Гб/с	2 Гб/с	4 Гб/с
PCIe 2.0	2007	8b/10b	5 GT/c	500 Мб/с	2 Гб/с	4 Гб/с	8 Гб/с
PCIe 3.0	2010	128b/130b	8 GT/c	984,6 Мб/с	3,94 Гб/с	7,88 Гб/с	15,8 Гб/с
PCIe 4.0	2017	128b/130b	16 GT/c	1,969 Гб/с	7,88 Гб/с	15,8 Гб/с	31,5 Гб/с
PCIe 5.0	2019	128b/130b	32 GT/c	3,938 Гб/с	15,75 Гб/с	31,5 Гб/с	63 Гб/с

Застосування PCI Express в комп'ютері. Роз'єми PCI Express.

Контролер (керуючий пристрій) ліній PCIe не так давно був вбудований тільки в чіпсет (головну мікросхему) материнської плати. Але, починаючи з 2009 року, контролер PCIe додається виробниками також і безпосередньо в центральний процесор. Це зменшує затримки і дозволяє процесору ефективніше взаємодіяти з іншими пристроями.

Версії і кількість ліній PCIe в різних моделях процесорів і чіпсетів відрізняється. Значна їх частина формується в роз'єми, які розміщуються на материнській платі. Вони дають можливість підключати до комп'ютера

різноманітні пристрої (відеокарти, звукові карти, мережеві карти, Wi-Fi адаптери та ін.).

На материнській платі сучасного комп'ютера можна знайти роз'єми PCIe декількох видів, які відрізняються кількістю використовуваних в них ліній PCIe (від x1 до x16 ліній). Незалежно від того, наскільки старим є комп'ютер, і яка версія PCIe в ньому використовується, ці роз'єми завжди виглядають однаково:

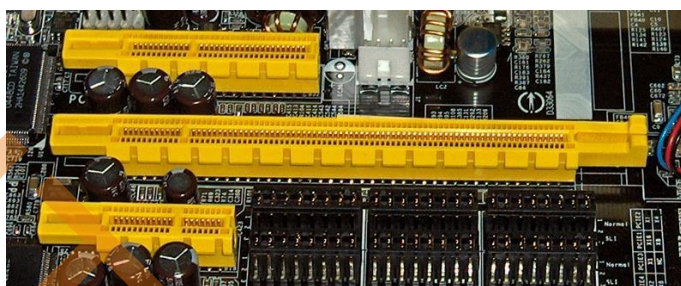


Рис 2.1. Верхній роз'єм - PCIe x4, по середині - PCIe x16, знизу - PCIe x1 [1]

Різні версії PCIe є повністю сумісними. Тобто, якщо в старий комп'ютер, де використовується версія PCIe 2.0, встановити, наприклад, відеокарту з PCIe 4.0, вона буде нормально працювати. Однак, реальна швидкість обміну даними при цьому в неї буде обмежена можливостями PCIe 2.0.

І навпаки, в найновіший комп'ютер з PCIe 4.0 можна без проблем встановити стару відеокарту з PCIe 2.0.

Ще однією особливістю PCIe є сумісність різних її роз'ємів. В роз'єм PCIe x16 можна підключити не тільки відеокарту, але й абсолютно будь-який інший пристрій PCIe, в тому числі й із роз'ємом PCIe x8, PCIe x4 або PCIe x1.

Сумісність роз'ємів зберігається також і у зворотній бік. Тобто, в роз'єм PCIe x1 можна встановити відеокарту з роз'ємом PCIe x16. Фізично вона туди не увійде, але якщо розрізати задню стінку роз'єму (як зображено на Рис. 2.2.), то все вийде.

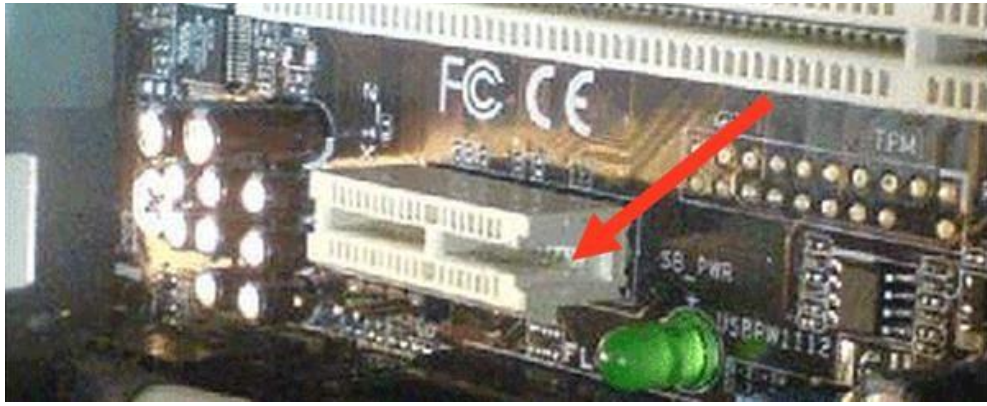


Рис 2.1. Роз'єм PCIe x1 [1]

Це, звичайно ж, "кустарщина" і без крайньої потреби так робити не потрібно. Тим більше, що відеокарта при такому підключенні буде працювати в режимі PCIe x1, що досить негативно позначиться на її швидкодії.

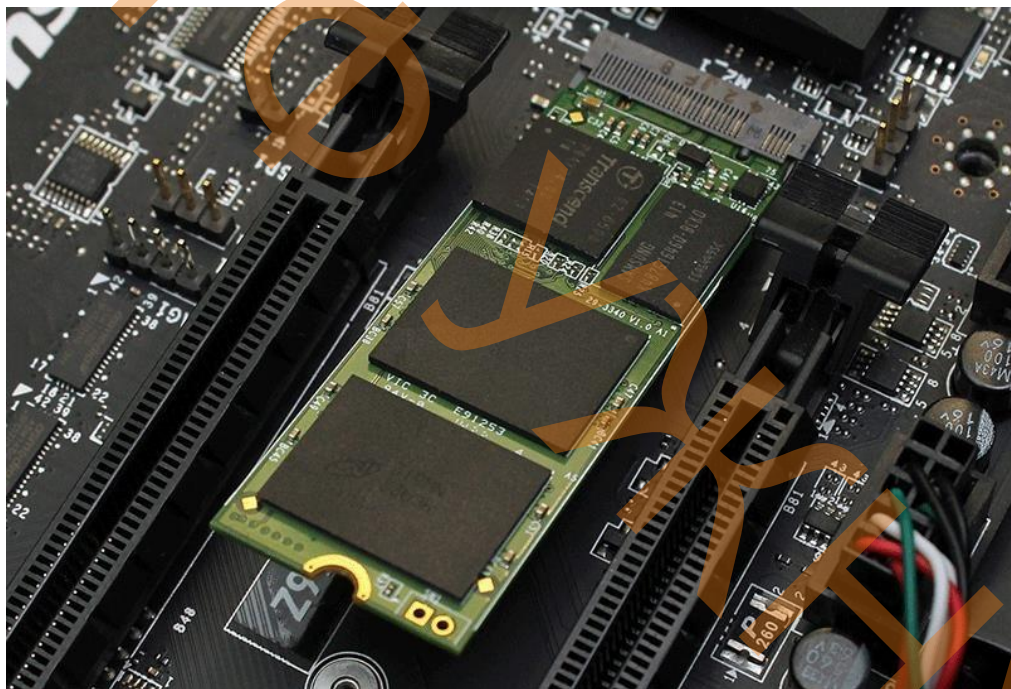


Рис 2.3. Роз'єм M.2 із запам'ятовуючим пристроєм у ньому [1]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Чи потрібно вдосконалювати (апгрейдити) комп'ютер заради PCIe 4.0 [1]

Як уже зазначалося вище, останньою з версій PCIe, яка офіційно вийшла, є версія 5.0 (опубліковані її офіційні специфікації, але на практиці вона не використовується). Самою "свіжою" версією з використовуваних станом на кінець 2019 року є PCIe 4.0, і, судячи з усього, ще довго буде такою залишатися. Вона вийшла в 2017 році, однак впроваджена в конкретні пристрої лише в 2019 році. Її почала використовувати компанія AMD в процесорах Ryzen архітектури Zen 2, а також у відеокартах Radeon серії RX 5700/5500.

Без сумніву, це значне досягнення AMD, однак, воно поки що є лише напрацюванням на майбутнє і не дає ніяких практичних переваг над конкурентами. Компанія Intel впроваджувати PCIe 4.0 в свої процесори не поспішає. Не поспішає робити це й компанія nVidia, відеокарти якої поки задовольняються PCIe 3.0.

Вся справа в тому, що на сучасному етапі розвитку комп'ютерної техніки можливостей PCIe 3.0 цілком достатньо. Перевагу PCIe 4.0 можна помітити лише в синтетичних тестах. У практичних же сценаріях необхідності у настільки високих швидкостях обміну даними поки немає.

Відеокарти з PCIe 4.0 цілком нормально працюють і в системах з PCIe 3.0. Більш того, навіть в комп'ютерах з PCIe 2.0 вони показують майже таку ж продуктивність в іграх та інших додатках, як в комп'ютерах з PCIe 4.0.

Але триватиме це, судячи з усього, не довго. Напрямоком, де найближчим часом стане реально затребуваною PCIe 4.0, є сучасні M.2 SSD-накопичувачі, швидкодія яких вже майже "дісталась стелі" стандарту PCIe 3.0. Потім черга дійде до відеокарт та іншого обладнання.

Отже апгрейдити старий комп'ютер тільки заради PCIe 4.0 поки недоцільно. Однак при покупці нового комп'ютера, який планується до

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	19
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання впродовж тривалого часу, брати до уваги версію PCІе, підтримувану його внутрішніми пристроями, однозначно потрібно.

Загальні властивості системної магістралі ISA

Порядок обміну даними по ISA

Структура персонального комп'ютера типу IBM PC з погляду розробника електронних систем керування (ЕСУ), орієнтованих на ISA, може бути умовно представлений на рис. 2.4. Крім центрального процесора, системної пам'яті (оперативної і постійної), стандартних засобів введення-виведення, що входять в будь-яку мікропроцесорну систему, тут слід окремо виділити вбудовані контролери переривань і прямого доступу до пам'яті (ПДП), перестановщик байтів даних, програмований таймер і контролер регенерації пам'яті. Всі ці пристрої розташовані на материнській (системній) платі комп'ютера або вставлені в слоти ISA (пристрої введення-виведення), беруть участь в обміні по магістралі і можуть бути використані при розробці ЕСУ.

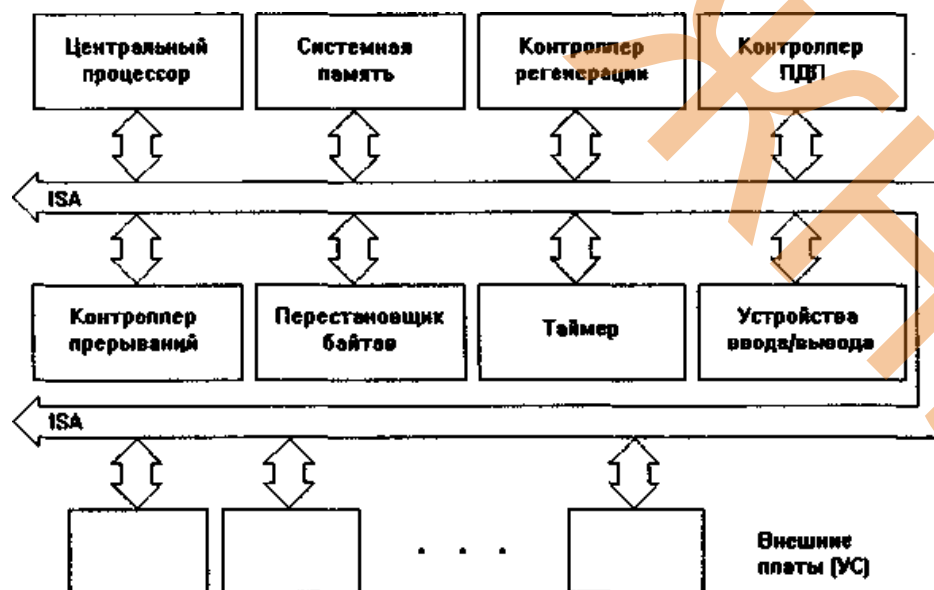


Рис.2.4. Блоки персонального комп'ютера, які беруть участь в роботі ЕСУ [2]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Задатчиками шини можуть виступати центральний процесор (самий звичайний випадок), контролер ПДП, контролер регенерації і деяка зовнішня плата. В кожному циклі обміну задатчиком завжди є тільки один пристрій. Контролер ПДП захоплює магістраль (забороняє роботу центрального процесора) на час прямої передачі інформації між пристроєм введення-виведення і пам'яттю (по запиту пристрою введення-виведення). Контролер регенерації періодично стає задатчиком магістралі для проведення циклів регенерації системної динамічної пам'яті через задані інтервали часу. Для 32-розрядних комп'ютерів (386DX, 486, Pentium і т.д.) обмін процесора з пам'яттю (а іноді і з іншими пристроями) здійснюється через швидкодіючу локальну шину VLB або PCI [3].

					<i>КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ</i>	21
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3. ПРОЕКТНО – КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Загальний опис системи керування

Відповідно із технічним завданням система керування розробляється у виді декількох взаємозв'язаних функціональних частин. Однією із них є цифровий програмно-керуючий генератор сигналів довільної форми, що дозволяє формувати аналогові тестові сигнали із заданими параметрами: формою, періодом, амплітудою. Такий генератор може використовуватися в різних автоматизованих контрольно-вимірювальних системах, побудованих на базі персонального комп'ютера.

Генератор побудований на основі буферного оперативно-запам'ятовуючого пристрою (ОЗП) з періодичним режимом обміну із зовнішніми пристроями. Перед початком роботи комп'ютер записує в буферний ОЗП коди вибірок генеруючого сигналу, задаючи його форму, визначає період сигналу й його амплітуду, а також режим запуску генерації. Із буферного ОЗП коди поступають на ЦАП, перетворюючий їх в рівні вихідного разового або періодичного аналогового сигналу. Програмні засоби генератора при цьому можуть забезпечувати різні методи задання форми сигналу: вибір стандартного сигналу (синусоїдальної, прямокутної, пилкоподібної, і. т. д.), форми сигналу по математичній формулі, задання й корекція форми на екрані комп'ютера.

В схемі передбачено режим разового запуску (зупинка генерації після одного періоду сигналу) та режим автоматичного запуску (неперервна генерація до її програмної зупинки).

Оцінка вимоги до інтерфейсної частини генератора слідує. При 8-розрядному обміні необхідна одна адреса для обміну з буферним ОЗП (запис і читання, яке потрібне для самотестування), дві адреси (16 розрядів) для запису коду частоти (періоду), одна адреса для запису коду амплітуди, одна адреса для запису

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	22
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

управляющего слова, чтения слова стану. Разом п'ять адрес. В управляющее слово входят два біти: дозвіл/заборона генерації й разовий/періодичний запуск. В слово стану входитъ всего один біт (генерація проходить), який потрібен тільки при разовому запуску. Прямий доступ тут не потрібен. Для задания частоты в цифровых генераторах (або синтезаторах, як їх ще називають) сигналів довільної форми найбільш часто використовуються два методи. Згідно першого з них, адреси буферного ОЗП перебираються лічильником, а для зміни частоты вихідного сигналу змінюється частота, з якою ці адреси перебираються. У цьому випадку завжди описуються всі адреси ОЗП, та кількість вибірок на період вихідного сигналу не змінюється при зміні частоты. Це означає, що не змінюється і точність відтворення форми сигналу. Недоліком такого методу є те, що він задовільно працює тільки в області низьких частот вихідного сигналу, оскільки великі частоты вимагають в даному випадку дуже високої швидкодії ЦАП. Ще один недолік такого підходу полягає в тому, що частота сигналу перешкоди, що виникає через квантування рівнів вихідного сигналу, прямо пропорційна частоті вихідного сигналу. Тому фільтрація цього сигналу перешкоди досить трудомістка і вимагає спеціальних фільтрів.

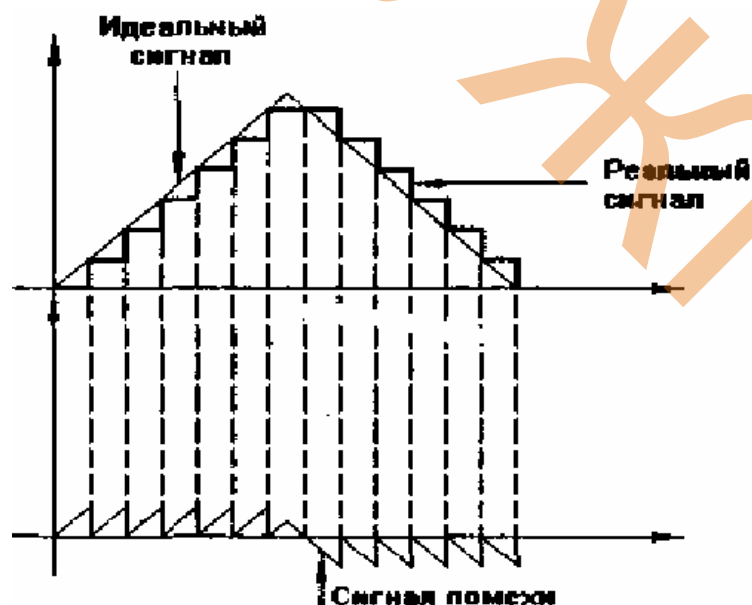


Рис. 3.1 Синтез аналогового сигнала по выборкам [5]

Другий метод задання частоти вихідного сигналу дещо складніший (рис. 3.1). В цьому випадку для перебору адрес буферного ОЗП використовується не лічильник, а накопичуючий суматор, що складається з двійкового суматора й регістра, охоплених зворотнім зв'язком. При цьому з кожним наступним імпульсом тактового генератора до вихідного коду регістра додається вхідний управляючий код й отримана сума знову записується в регістр. В результаті в кожному такті приріст адреси ОЗП визначатиметься вхідним керуючим кодом накопичуючого суматора. Таким чином можна змінювати швидкість проходження всіх адрес ОЗП і відповідно частоту вихідного сигналу.

Недолік цього методу – зміна кількості вибірок на період вихідного сигналу обернено пропорційно його частоті. Тому форма сигналу відтворюється з різною точністю на різних частотах. Але його велика перевага в тому, що частота сигналу перешкоди буде постійна і, отже, відфільтрувати цей сигнал дуже просто за допомогою найпростішого фільтру нижніх частот. Частота вихідного сигналу при такій схемі задається з постійним кроком у всьому частотному діапазоні, тому відносна похибка її установки мінімальна у верхній частині частотного діапазону.

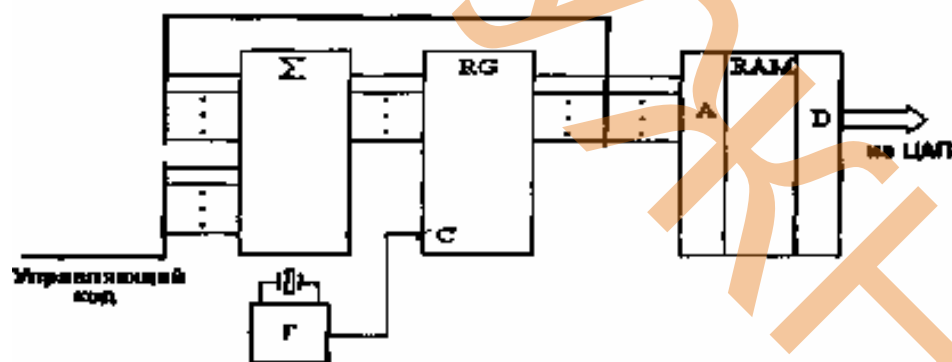


Рис. 3.2 Перебір адрес ОЗП за допомогою накопичуючого суматора [5]

Розроблений генератор відноситься саме до другого методу задання частоти. Для забезпечення потрібного частотного діапазону при мінімальній кількості вибірок період вихідного сигналу, накопичуючий суматор має 20 розрядів, а тактова частота 2 МГц. З такою частотою може успішно працювати багато мікросхем ЦАП, наприклад, К1108ПА1А (час перетворення не більше 400 нс). Схему накопичуючого суматора (рис. 3.2) вирішено побудувати на 5 мікросхемах 4-розрядних повних суматорів К555ИМЗ (затримка не більше 50 нс) і 3-х мікросхемах 8-розрядних регістрів з скиданням КР1533ИР35 (затримка не більше 15 нс). Така елементна база може забезпечити функціонування системи з граничними робочими частотами близько 15 МГц.

На адресні входи ОЗП з кодами вибірок вихідного сигналу подається необхідне число старших розрядів вихідного коду накопичуючого суматора.

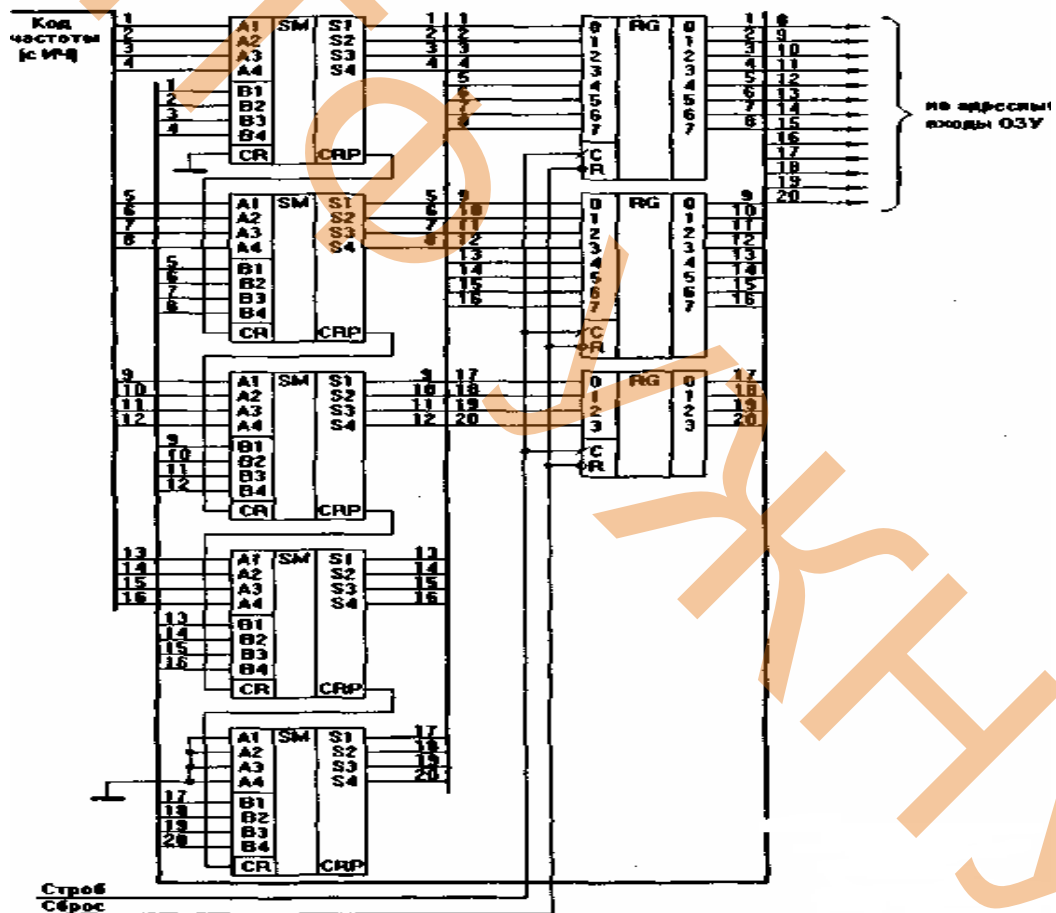


Рис. 3.3 Схема накопичуючого суматора [1]

Для керування різними зовнішніми пристроями в систему введено спеціальні вихідні регістри управління. В них безпосередньо із системної магістралі генеруються відповідні управляючі коди. В залежності від значення даних кодів зовнішні пристрої виконують ті або інші запрограмовані операції та функції.

Для передачі інформації від зовнішніх пристроїв до управляючого комп'ютера використовуються вхідні регістри. Крім того, зовнішні пристрої можуть сигналізувати про свій стан, а також про необхідність їх першочергового обслуговування програмою керування. Для цього в систему введено відповідні канали, на яких зовнішніми пристроями встановлюються сигнали необхідного рівня. Комп'ютер періодично проводить опитування даних каналів і приймає відповідні рішення згідно із закладеною в нього програмою проведення процесу вимірювань.

3.2. Синтез та аналіз принципової і функціональної схем системи керування

Повну функціональну схему спроектованої системи керування приведено в додатку А. Вона включає, крім вищезгаданого накопичуючого суматора (НС), управляючі регістри, схему запуску, буферне ОЗП об'ємом $8K \times 8$, вихідний регістр (ВР), що перетворює коди вибірок з ОЗП в напругу вихідного сигналу і ЦАП. В регістр частоти (РЧ) по сигналу запису коду частоти заноситься крок накопичуючого суматора.

Управляюче слово з двох біт заноситься в тригери Т1 і Т2 по сигналу комп'ютера. Вихідний сигнал Т1 визначає режим генерації, а вихідний сигнал Т2 – режим запуску (разовий або автоматичний). Перед початком роботи задається крок накопичуючого суматора, відповідний одиниці молодшого розряду адреси О, і проводиться скидання накопичуючого суматора. Потім проводиться запис кодів вибірок в ОЗП. При цьому по сигналу запису в ОЗП або читання з ОЗП проводиться нарощування адреси ОЗП. Після закінчення заповнення ОЗП задається частота і амплітуда сигналу, і схема переводиться в

					<i>KPM.EC.11287695.001.P3</i>	26
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

режим генерації, в якому на тактовий вхід накопичуючого суматора поступає сигнал з кварцевого генератора. Вихідний регістр (ВР) служить для забезпечення одночасності зміни всіх розрядів вхідного коду ЦАП1 типу (К572ПА1) помножує вихідний сигнал.

Фільтр низької частоти (ФНЧ) з частотою зрізу, розташованою між верхньою частотою вихідного аналогового сигналу і частотою кварцевого генератора (Г), служить для згладжування вихідного сигналу. Він відсікає помилковий сигнал дискретизації та квантування. Вихід 1 використовується у тому випадку, коли потрібен необхідний фронт вихідного сигналу, не згладжений ФНЧ.

В режимі разового запуску після одного періоду вихідного сигналу схеми старший розряд коду адреси ПЗП перекидає тригер ТЗ і зупиняє генерацію.

3.3. Розрахунки режимів роботи елементів принципової схеми, вибір елементів

Проектування та розрахунок генератора періодичних прямокутних імпульсів

Замість проектування схем генераторів імпульсів з традиційних логічних елементів простіше і економніше використовувати одну з мікросхем таймерів, що випускаються.

До розгляду таких схем відносяться параметри, які необхідно враховувати при проектуванні генераторів. На рис. 3.4 приведена типова форма одиночного імпульсу, який повинен генерувати генератор з частотою їх проходжень f . При цьому він повинен забезпечувати реалізацію наступних параметрів:

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	27
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

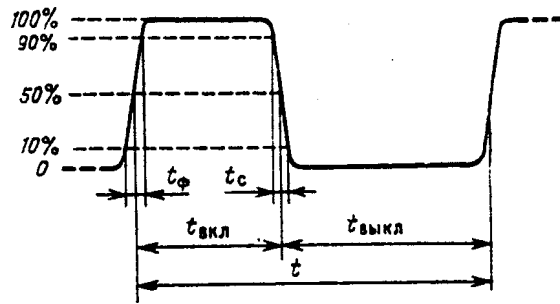


Рис. 3.4 Типові параметри імпульсного сигналу [5]

Період імпульсів t імпульсного сигналу – це час одного повного циклу імпульсу:

$$t = 1/f \quad (3.1)$$

Коефіцієнт заповнення (КЗ) (%), імпульсного сигналу рівний відношенню $t_{\text{вкл}}$ (високий рівень) до суми $t_{\text{вкл}}$ і $t_{\text{выкл}}$ (низький рівень), тобто

$$KЗ = \left(\frac{t_{\text{вкл}}}{t_{\text{вкл}} + t_{\text{выкл}}} \right) * 100\% \quad (3.2)$$

Коефіцієнт форми (КФ) імпульсного сигналу рівний відношенню $t_{\text{вкл}}$ (високий рівень) до $t_{\text{выкл}}$ (низький рівень). –

$$KФ = \frac{\tau_i * 100\%}{T - \tau_i} \quad (3.3)$$

Ширина імпульсу прямокутної форми рівна часовому інтервалу, виміряному на рівні 50 % амплітуди, протягом якого сигнал має високий рівень (включений).

Час наростання (фронту) t_ϕ імпульсу рівне часовому інтервалу між крапками 10 і 90 % його амплітуди. Час наростання «ідеального» імпульсу рівне нулю.

Час спаду (зрізу) t_c імпульсу рівне часовому інтервалу між крапками 90 і 10 % його амплітуди. Час спаду «ідеального» імпульсу рівне нулю.

Для нашої схеми генератор має забезпечувати імпульсний періодичний сигнал з мінімальними інтервалами спаду та наростання імпульсів, частотою їх слідування 2 МГц та з коефіцієнтом заповнення 50 %. Для отримання такого імпульсного сигналу найпростіше використовувати спеціальні мікросхеми

таймерів. Однією із них є мікросхема таймера серії 555, яка не тільки поєднує в собі комбінацію аналогових і цифрових схем, але і широко застосовується у області цифрових генераторів імпульсів. Для розробки пристроїв на основі таких мікросхем необхідно враховувати основні принципи її роботи [4].

Спрощена схема таймера 555 приведена на рис. 3.5. По суті, таймер складається з двох операційних підсилювачів, використовуваних як компаратори, і *RS*-тригер. Крім того, передбачений інвертуючий вихідний буфер, що забезпечує достатньо високу здатність навантаження. Для швидкого розряду зовнішнього конденсатора є транзисторний ключ *TR1*. Стандартний таймер 555 випускається в 8-контактному корпусі типу DIP. Діапазон робочої напруги живлення складає від 4,5 до 15 В. він перекриває звичайний діапазон ТТЛ-схем, тому таймер може працювати разом з ними.

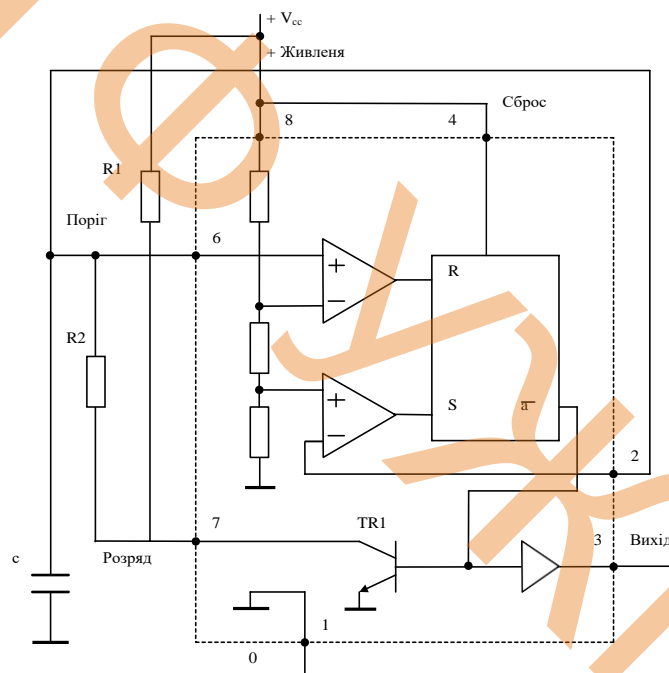


Рис. 3.5 Конфігурація таймера 555 для роботи в імпульсному режимі [5]

Розглянемо роботу таймера в імпульсному режимі. У вихідному стані на базі транзистора із *Q* нехай буде низький рівень і транзистор закритий. Тоді через резистори *R1* і *R2* заряджається конденсатор *C* від джерела живлення.

Припустимо, що на виході таймера (контакт 3) спочатку діє напруга високого рівня і транзистор вимкнений. Тоді конденсатор C почне заряджатися від джерела живлення через резистори $R1$ і $R2$.

Коли напруга на вході поріг (контакт 6) перевищить дві третини напруги живлення, стан на вході верхнього компаратора зміниться. RC-тригер скинеться (0) і на виході Q з'явиться напруга високого рівня, яка включає транзистор $TR1$. Із-за наявності інвертуючого буфера на виході таймера (контакт 3) формується напруга низького рівня.

Тепер конденсатор C розряджатиметься струмом, який протікає через резистор $R2$ і транзистор $TR1$. Через деякий час напруга на вході запуску (контакт 2) зменшиться до однієї третини напруги джерела живлення і нижній компаратор зрадить свій стан, повернувши тригер в початковий стан (1). На виході Q з'явиться напруга низького рівня. Транзистор $TR1$ вимкнеться, і на виході (контакт 3) з'явиться напруга високого рівня. Таким чином, весь цикл роботи таймера повторюється безперервно.[4]

Виходячи з принципів роботи таймера розрахуємо основні елементи, які задають параметри генерованого ним імпульсного сигналу. Для приведеної вище схеми коефіцієнт заповнення складає:

$$K3 = \frac{t_{\text{вкл}}}{t_{\text{вкл}} + t_{\text{викл}}} = \frac{(R1 + R2)}{R1 + 2R2} * 100\%$$

Він показує, що для отримання меандра слід брати опір резистора $R2$ набагато більшим, ніж опір резистора $R1$. Для визначеності візьмемо $R2 = 20R1$. Номінал резистора $R1$ можна взяти в межах 500 Ом. Тоді номінал резистора $R2$ буде рівним 10 кОм.

При частоті слідування імпульсів 2 МГц період T складає 0,5 мкс. Тоді із співвідношення

$$T = t_{\text{вкл}} + t_{\text{викл}} = 0,693(R1 + 2R2)C \quad (3.5)$$

легко отримати ємність задаючого конденсатора C :

$$C = T/0,693(R2 + 2R2) = 35 \text{ пФ}. \quad (3.6)$$

Відповідно тривалості імпульсів і провалів між ними будуть рівні

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	30
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{вкл}} = 0,693(R1 + R2)C = 0,255 \text{ мкс} \quad (3.7)$$

$$t_{\text{викл}} = 0,693R2 * C = 0,245 \text{ мкс} \quad (3.8)$$

Коефіцієнт форми окремих імпульсів імпульсного сигналу буде мати значення:

$$K\Phi = \frac{t_{\text{вкл}}}{t_{\text{викл}}} = \frac{R1 + R2}{R2} = 1,05 \quad (3.9)$$

що дуже близько до значення для ідеальних імпульсів з $K\Phi = 1$.

Розрахунок активного фільтра низьких частот

При роботі проекрованої схеми керування в якості джерела тестових сигналів вони мають пропускатися через ФНЧ. Він призначений для пропускання вихідних сигналів із спектральним складом до 100 кГц і затримки більш високочастотних гармонічних складових, які наявні в сигналі за рахунок роботи генератора імпульсів (частота 2 МГц) та ЦАП. Відповідно частоту (точку) зрізу нашого ФНЧ можна задати в області $f_0 = 500 \text{ кГц}$.

Для забезпечення надійної фільтрації та хорошої частотної характеристики в якості ФНЧ виберемо активний фільтр першого порядку на операційному підсилювачі (ОП). Необхідна АЧХ таких фільтрів формується за рахунок ланцюгів від'ємного зворотнього зв'язку. Активний фільтр 1-го порядку отримаємо при замиканні на землю неінвертованого входу ОП і ввімкненні в коло інвертованому входу опорів від'ємного зворотнього зв'язку (рис. 3.6). Для розрахунку фільтра представимо його у вигляді чотиріполюсника, ввімкненого між ЦАП (точки In) і виходом системи керування на зовнішні пристрої (точки Out).

Комплексна передаточна функція такого активного фільтра 1-го порядку визначається як $K(j\omega) = -Z_2(j\omega)/Z_1(j\omega)$. [4]

Однією із можливих конкретних схем такого ФНЧ може бути приведена на рис. 3.5. Опір $R3$ в ній моделює навантаження фільтра. Для вибраної схеми отримаємо наступний вираз комплексної передавальної функції:

$$|K(j\omega)| = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{X_C R_2 / (X_C + R_2)}{R_1} = \frac{R_2 / R_1}{1 + j\omega R_2 C_2} \quad (3.10)$$

Із отриманого виразу можна знайти АЧХ у виді модулю передавальної функції

$$|K(j\omega)| = \frac{R_2 / R_1}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}} \quad (3.11)$$

де $T = R_2 C_2$ – постійна часу фільтра. Частота зрізу такого фільтру $f_0 = 1/2\pi T$.

Враховуючи вибрану нами частоту зрізу, розрахуємо постійну часу фільтруючого ланцюжка $T = 1/2\pi f_0 = 0,3$ мкс. Резистори R_1 та R_2 мають бути достатньо високоомні, щоб не шунтувати вхід та вихід ФНЧ. Візьмемо в якості їх номіналів рекомендовані величини $R_1 = R_2 = 1$ кОм. Тоді ємність конденсатора C_2 буде рівна: $C_2 = T/R_2 = 0,3$ мкс/1 кОм = 300 пФ [4].

Використовуючи дані розрахунків, в оболонці Electronics Workbench було змодельовано роботу даного активного ФНЧ.

На рис. 3.6. приведено його передаточну функцію, яка показує хорошу прозорість фільтра в області робочих частот і хороші загороджуючі його властивості в високочастотній області.

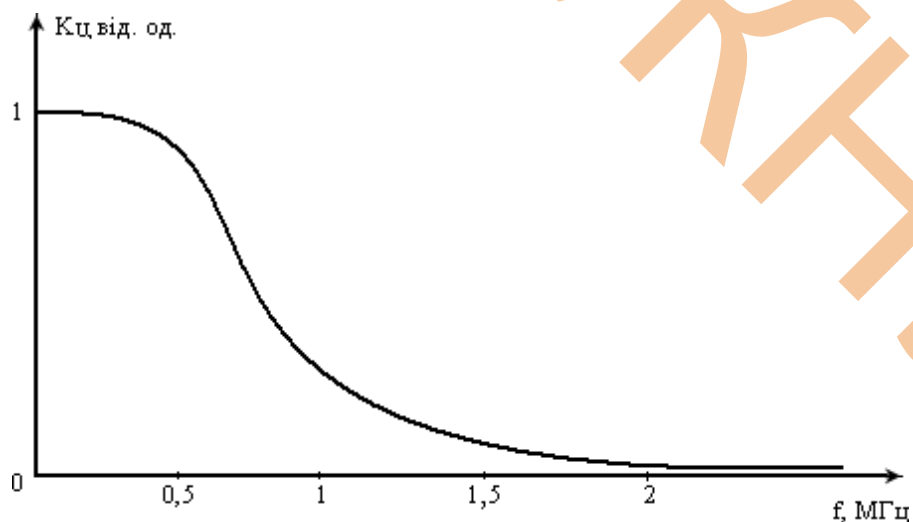


Рис. 3.6 Передавальна функція фільтра 1-го порядку нижніх частот

3.4. Розрахунок характеристик надійності пристрою

Основною кількісною характеристикою надійності є функція надійності $P(t)$, або скорочено надійність, яка по визначенню рівна імовірності того, що в заданому інтервалі часу або в межах заданого напрацювання при заданих режимах і умовах експлуатації відмов в системі не виникає, тобто $P(t) = W\{T>t\}$, де T – час безвідмовної роботи системи, t – заданий час, $W\{A\}$ – імовірність події A , у даному випадку подія A полягає у тому, що $T>t$.

Непередбачувані експлуатаційні відмови представляють собою непередбачувані відмови повнонадійної РЕА, які виникають в період нормальної експлуатації, коли проробка пристрою вже закінчилася, а зношування і природне старіння ще не настали. Ці відмови обумовлені лише випадковими факторами, такими як: приховані внутрішні дефекти, які не можуть бути виявлені системою технологічного контролю. У зв'язку із перерахованими причинами поява таких відмов принципово не виключена і рівно ймовірна в часі: $\lambda_0 = \text{const}$.

Розрахунок характеристик надійності полягає у визначенні показників надійності виробу по відомим характеристикам надійності складових компонент і умовам експлуатації [1].

Приблизний розрахунок отримують по формулі:

$$P(t) = \exp \left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j \right), \quad (3.12)$$

Напрацювання системи на відмову отримуємо по формулі :

$$T_{cp.c} = 1 / \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j, \quad (3.13)$$

При уточненому розрахунку надійності враховують зовнішні дії, впливи теплових і електричних навантажень елементів пристрою. Розрахунок проводять по формулі:

$$P(t) = \exp\left(-k_{\lambda}t \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j\right), \quad (3.14)$$

де $\lambda_j = \alpha_j \lambda_{0j} k_n$,

$k_{\lambda} = k_{\lambda 1} k_{\lambda 2} k_{\lambda 3}$,

$P(t)$ – імовірність безвідмовної роботи;

λ_j – інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи при заданих експлуатаційних даних;

λ_{0j} – інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи в номінальному режимі;

α_j – поправочний коефіцієнт інтенсивності відмов j -ої групи, що враховує вплив температури навколишнього середовища і електричне навантаження елемента;

k_n – коефіцієнта навантаження елемента;

k_{λ} – враховує умови експлуатації радіоелектронної апаратури;

$k_{\lambda 1}$ – вплив механічних факторів (вібрація, ударні навантаження);

$k_{\lambda 2}$ – вплив кліматичних факторів (температура, вологість);

$k_{\lambda 3}$ – умови роботи при пониженому тиску.

Значення поправочного коефіцієнта α_j в залежності від температури і коефіцієнта навантаження k_n знаходять у довіднику, коефіцієнти $k_{\lambda 1} - k_{\lambda 3}$ також.

При цьому під коефіцієнтом навантаження k_n вважають відношення робочого навантаження, встановленого по визначеному параметру, який діє на елемент, до цього номінального навантаження, що встановлене нормативно-технічною документацією.

Згідно ТЗ умови експлуатації приладу стаціонарні. Для стаціонарних умов характерно:

$t = +15 \dots +35 \text{ } ^\circ\text{C}$;

вологість $45 \dots 75\%$;

атмосферний тиск $86 \dots 104 \text{ кПа}$.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	34
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По відповідних таблицях [6] знаходять коефіцієнти:

$$k_{\lambda 1}=1;k_{\lambda 2}=1;k_{\lambda 3}=1;$$

Отже, необхідно прийняти, що $k_{\lambda} = 1$.

Коефіцієнт α_j знаходять для кожної групи окремо, знаючи температуру (+15...+35 °С) і рекомендовані значення k_n [1].

Далі складається таблиця згідно електричного розрахунку принципової схеми і вибраної елементної бази. Довідникові дані про λ_{oj} знаходять з відомих джерел. Примітка: розрахунок надійності проводили без врахування монтажу.

Інтенсивності відмов елементів приведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Інтенсивності відмов елементів [7].

№ п/п	Найменування і типономінали елементів	п, шт	$\lambda_0, 10^{-8}$ год ⁻¹	k_e	t°С	k_n	k_{tn}	$\lambda =$ λ_0 *п
Ємності								
1	К10-17-35 пФ ± 10% ОЖО.460.172ТУ	1	3	1,07	30	1	0.55	3
2	К10-17-200 пФ ± 10% ОЖО.460.172ТУ	1	3	1,07	30	1	0,55	3
Мікросхеми								
3	К155ИМ3 БКО.348.006-01 ТУ	5	10	1,07	30	0.3	0.34	50
4	К555ИР27 БКО.348.357-01 ТУ	4	10	1,07	30	0.3	0.34	40
5	КР573РУ17 БКО.348.004-02	1	3	1,07	30	0.3	0.34	3

КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

	ТУ							
6	К1108ПА1 БКО.348.314-03 ТУ	1	36	1,07	30	0.3	0.34	36
7	ICM7555РА БКО.348.289-03 ТУ	1	12	1,07	30	0.3	0.34	12
8	К544УД2А КО.348.356-01 ТУ	1	25	1,07	30	0.3	0.34	25
Резистори								
9	МЛТ-0,125 500 Ом ± 10%	1	1	1,07	30	0.5	0.5	1
10	МЛТ-0,125 10 кОм ± 10%	3	1	1,07	30	0.5	0.5	3
11	МЛТ-0,125 1 кОм ± 10%	2	1	1,07	30	0.6	0.7	2
Роз'єми								
12	ISA-шина PLB1- 20, 20 pin НЦО. 364. 003 ТУ	1	0,01	1,07	30	0,3	0,34	0, 01
13	SLK-6, 6 pin НЦО. 364. 056 ТУ	1	0,01	1,07	30	0,3	0,34	0, 01
14	Пайка	138	1	1,07	30	0.2	0.1	13 8
Всього, $\Sigma \lambda, 10^{-8}$ 1/год.								31 6
Напрацювання на відмову, год								20

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ

Напрацювання на відмову:

(3.15)

$$T = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{316 \cdot 10^{-8}} [\text{год.}] = 316500 [\text{год.}]$$

В табл. 3.1. наведено дані про використовувані елементи, їх кількість та сумарне значення інтенсивності відмов. Карта робочих режимів приведена у табл. 3.2.

З урахуванням часу наробітки приладу 2000 год., отримаємо:

$$P(2000) = e^{-\lambda_{\Sigma} \cdot t} \approx 1 - \lambda_{\Sigma} \cdot t \approx 1 - 316 \cdot 10^{-8} \cdot 2000 \approx 0.99 \quad (3.16)$$

У результаті розрахунку характеристик надійності будуюмо графік залежності імовірності роботи пристрою від часу рис. 3.7.

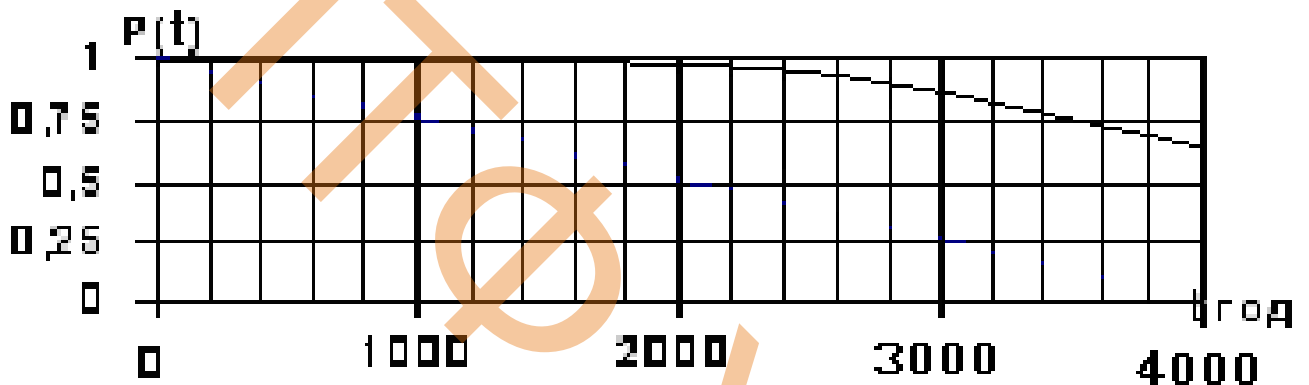


Рис. 3.7 Імовірність безвідмовної роботи.[7]

Таблиця 3.2

Карта робочих режимів перетворювача фази.

Поз н.	Типоно- мінал	Напруга, В			Струм, А		P _{роз} , Вт	k _i	k _u	k _p
		пост.	зм	макс.	пост.	зм				
C1	K10-17-35 пФ ± 10%			<u>2</u> 50				-	0.04	
C2	K10-17-200 пФ ± 10%			<u>5</u> 50					0.1	
DD1	K155ИМ3			<u>5.5</u>	0.00004					0.0002
DD6	K555ИР27			<u>5.5</u>	0.00004					0.0002
DD9	KP573PY17			<u>5.5</u>	0.00004					0.0002
DD11	K1108ПА1А			<u>5.5</u>	0.00004					0.0002

KPM.EC.11287695.001.ПЗ

Поз н.	Типоно-мінал	Напруга, В			Струм, А		P _{роз} , Вт	k _i	k _u	k _p
		пост.	зм	макс.	пост.	зм				
DD12	ICM7555IPА			<u>5.5</u>		0.00004				0.0002
DD13	K544УД2А			<u>1</u>		<u>0.015</u>				0.015
R1	МЛТ-0,125 500Ом±10%			<u>2</u> 10		<u>0.005</u> 0.15	<u>0.01</u> 0.125	0.01	0.2	0.08
R2	МЛТ-0,125 10кОм±10%			<u>2</u> 10		<u>0.005</u> 0.15	<u>0.01</u> 0.125	0.01	0.2	0.08
R3	МЛТ-0,125 1кОм±10%			<u>1</u> 10		<u>0.015</u> 0.15	<u>0.015</u> 0.125	0.1	0.1	0.12
R4	МЛТ-0,125 1кОм±10%			<u>2</u> 10		<u>0.015</u> 0.15	<u>0.015</u> 0.125	0.1	0.2	0.12

3.5. Проектування та розрахунок друкованої плати

Розрахунок по визначенню геометричних розмірів плати проводиться у наступній послідовності:

Знаходиться сумарна встановлювальна площа: S_{мг}, S_{сг}, S_{кг} відповідно для малогабаритних, середньо габаритних і крупно габаритних електрорадіоелементів (ЕРЕ) [1].

Розраховується площа монтажної зони S_в для середньої щільності монтажу за формулою:

$$S_{роб} = 4S_{мг} + 3S_{сг} + 1,5S_{кг} . \quad (3.17)$$

Коректуються і знаходяться розміри монтажної зони у відповідності із можливостями встановлення в корпус і стандартними лінійними розмірами друкованої плати (ДП).

Під встановлювальними площами ЕРЕ розуміють площі прямокутників, в які вписуються ЕРЕ разом із выводами і контактними площадками при встановленні їх на друковану плату.

В даній схемі до великогабаритних ЕРЕ відносяться корпуси мікросхем і роз'єм Х1. До середньо габаритних ЕРЕ відносять корпуси мікросхем, роз'єм Х2, до малогабаритних ЕРЕ (відносять резистори, ємності). Необхідні для конструювання ДП, дані про елементи зведені до таблиці 3.1.

$$S_{роб} = 4S_{мг} + 3S_{сг} + 1,5S_{кг} =$$

$$4 \cdot 303 + 3 \cdot 750 + 1,5 \cdot 3405 = 1212 + 2250 + 5107 = 8569 \text{ [мм}^2\text{]} \quad (3.18)$$

Вибираємо для ДП розмір згідно ГОСТ 10317-79. Плати друковані. Основні розміри 140×65 [мм].

Загальна площа цієї плати $S_{дп} = 9100 \text{ [мм}^2\text{]}$, що задовольняє умові розрахунку.

Таблиця 3.3

Вихідні дані та результати розрахунку встановочних площин

Позначення	Тип	Діам. виводів, мм	Діам. конт. площ., мм	Габаритні розміри, мм	Кількість, шт.	Уст. площа, мм ²
C1	K10-17-35 пФ	0,5	1,8	3×6	1	18
C2	K10-17-200 пФ	0,5	1,8	3×6	1	18
DA1	K1108ПА1	0,5	1,8	7,5×24	1	180
DA2	KP544УД2	0,5	1,8	7,5×10	1	75
DD1	K155ИМ3	0,5	1,8	7,5×20	5	750
DD6	K555ИР27	0,5	1,8	7,5×24	4	720
DD9	K573РУ17	0,5	1,8	15×35	1	525
DD11	ICM7555РА	0,5	1,8	7,5×10	1	75
R1	МЛТ-0,125 500 Ом	0,6	1,8	2,5×8	1	20
R2	МЛТ-0,125 10 кОм	0,6	1,8	2,5×8	1	20
R3	МЛТ-0,125 1 кОм	0,6	1,8	2,5×8	2	40
X1	ISA-шина PLB1-20, 20 pin	13×1,6	-	132×15	1	1980
X2	Роз'єм SLK- 6, 6 pin	0,6	1,8	7,5×5	1	37
Загальна площа деталей 4458 мм						

3.6. Визначення контактних площин, розмірів друкованих провідників

Процес конструювання друкованої плати в загальному випадку передбачає виконання ряду взаємозв'язаних операцій: вибір типорозміру плати, способу її кріплення, кількість шарів, розробка друкованого монтажу[1].

При розміщенні ЕРЕ виходять частіше всього із критерію двох мінімумів і мінімуму довжини зв'язків. Перша умова означає мінімум перехідних отворів, що забезпечує технологічність по мінімальному числу шарів; друга умова означає мінімум зв'язків між сусідніми елементами. Можливе також застосування і інших критеріїв: мінімуму числа з'єднань, довжина яких більша заданої; максимум числа схем простої конфігурації; мінімуму сумарної зваженої довжини з'єднань.

Розміщення ЕРЕ на платі регламентується умовно координатною сіткою із взаємно перпендикулярних систем паралельних ліній, розташованих на однаковій відстані одна від одної.

Крок координатної сітки 2,5 мм.

Центри монтажних отворів контактних площадок під виводи навісних ЕРЕ розташовані у вузлах координатної сітки.

Навісні елементи мають виводи прямокутного або круглого перерізу. Діаметр отвору під вивід вибирають із умови отримання зазору між виводом і стінкою отвору з урахуванням, якщо треба, подальшої металізації отвору, який би забезпечував капілярні проникнення припою в процесі пайки [1].

Діаметр монтажного отвору d_0 вибирають із таких умов: якщо діаметр виводу ($d_B > 1\text{мм}$, то $d_0 = [(d_B + (0.3 \div 0.4))]$; якщо $d_B \leq 1\text{мм}$, то $d_0 = [d_B + (0.2 \div 0.3)]$. Номенклатурний отвір на кресленні показують умовним знаком, що визначає його діаметр.

Згідно ГОСТ 10317-79 номінальний діаметр монтажного отвору з урахуванням його металізації для виводів діаметром:

0,4÷0,6 мм становить 0,8+0,1 мм;

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	40
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0,6÷0,8 мм становить 1,0+0,1 мм;

0,8÷1,3 мм становить 1,5 мм;

1,3÷1,7 мм становить 2 мм;

1,7÷2,2 мм становить 2,5 мм.

Діаметр металізованого отвору залежить і від товщини плати. Це пов'язано з тим, що при гальванічному осадженні металу на стінках отвору малого діаметру зробленого в товстій платі, товщина шару металу вийде нерівномірною і при великому відношенні товщини плати до діаметру отвору деякі місця можуть залишитись непокритими. Діаметр металізованого отвору повинен складати не менше половини товщини плати, тобто повинна виконуватись наступна умова:

$$0,4h \leq d_{\min}, \quad (3.19)$$

де h – товщина плати;

d_{\min} – найменшого із металізованих отворів.

І з цього співвідношення можна вибрати товщину плати і для нашого випадку, вона складає 1,5 мм при діаметрі найменшого отвору 0,5 мм.

Щоб забезпечити надійне з'єднання металізованого отвору з друкованим провідником, навколо нього робиться контактна площа. Контактні площини отворів рекомендується виготовляти у вигляді кільця. Діаметр контактної площини вибирається з табл. 3.4.

Таблиця 3.4
Рекомендовані діаметри контактних площадок

Діаметр отворів, мм	0,6	0,8	1	1,3	1,5	2
Контактних площадок, мм	1,8	2,3	2,5	2,8	3	3,5

Діаметр перехідних отворів залежить від товщини плати і від виду електроліту, що використовується для металізації отворів

$$D_{\text{ПЕР}}=N \cdot \gamma, \quad (3.20)$$

де N – товщина плати;

γ – залежить від складу електроліту.

Для пірофосфатного електроліту, що використовується для металізації отворів $\gamma = 0,25$. Тому $D_{\text{пер}}=1,5 \cdot 0,25=0,3$ мм.

Згідно ГОСТ 10317-79 вибирається $D_{\text{пер}} = 0,3$ із ряду .

По ГОСТу вибирається клас густини рисунка: другий. Для цього класу ширина провідників $t_{\text{мін}} = 0,25$ мм. Відстань між провідниками 0,25 мм.

Розраховується ширина провідників шин живлення. Струм споживання складає 0,015 А. Враховуючи, що густина струму у друкованих провідників

має бути не більше $2 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$ і вибравши переріз провідника 50 мкм, ширина провідника шини буде:

$$t = \frac{I_{\text{ЗАГ}}}{h \cdot p_1} = \frac{0,06}{0,05 \cdot 2} = 0,6 \text{ мм} \quad (3.21)$$

Де $I_{\text{ЗАГ}}$ – сумарний струм, що споживається пристроєм; h – товщина перерізу друкованого провідника; p_1 – густина струму.

Шини землі також вибираються в 1 мм [1].

Максимальний струм, який при проходженні по доріжці викликає її перегрів на температуру 25 С0 становить:

$$I_{\text{макс}}=25 \cdot ab =25 \cdot 1 \cdot 0,05=1,25 \text{ А.}$$

3.7. Вибір варіантів встановлення елементів РЕА

Між корпусами сусідніх елементів повинна бути певна відстань, яку вибирають з урахуванням умов тепловідводу і допустимої різниці потенціалів між ними.

Для даного пристрою застосовано друкований та об'ємний монтаж. У промислових умовах навісні елементи кріплять до плати шляхом пайки

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	42
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виводів (у тому числі і незадіяних) хвилею припою Alfa HF-850 SN99CU1 у металізованих і неметалізованих отворах.

Для всіх навісних елементів, які встановлюються на друкованій платі по ГОСТ 4 ГО.010.030-81 регламентовано декілька варіантів встановлення, які необхідно враховувати згідно технічних вимог складального креслення.

4. Техніко-економічний розділ

4.1. Розрахунок собівартості приладу

Собівартість продукції являє собою сукупність витрат, пов'язаних з її виробництвом і реалізацією. Вона охоплює витрати на використані сировину та матеріали, оплату праці співробітників, утримання і експлуатацію обладнання, а також інші поточні витрати. Для визначення собівартості виготовлення розробленого приладу буде проведено калькуляційний розрахунок. Для цього використаємо метод питомої ваги, який належить до спрощених методів оцінки собівартості і забезпечує точність прогнозування з похибкою близько 5%.

Цей підхід передбачає пропорційний розподіл непрямих витрат на основі співвідношення між витратами на заробітну плату основних виробничих працівників і витратами на обслуговування та експлуатацію обладнання.

Розрахунок кількості і вартості матеріалів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу

Для визначення кількості витраченого припою, з врахуванням затрати на паяння 1 ніжки = 0.7 г, розрахуємо масу необхідну для нашого виробу. Кількість ніжок – 87.

Тоді кількість припою в грамах:

$$P_k = 239 * 0.7 \quad (4.1)$$

$$P_k = 16.73 \text{ г}$$

					<i>KPM.EC.11287695.001.P3</i>	43
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переводимо грами в кілограми:

$$16.73\text{г} = \frac{16.73}{1000} = 0.01673\text{ кг} \quad (4.2)$$

Ціну витраченого припою визначаємо з врахуванням, що ціна за 1 кг ПОС61 1.0 мм з флюсом становить 1100 грн. :

$$P_{\text{ц}} = 1100 * 0.01673 \quad (4.3)$$

$$P_{\text{ц}} = 18.4\text{ грн.}$$

Для визначення кількості витраченого лаку, з врахуванням затрати на площу $1\text{ см}^2 = 0,008\text{ кг}$, розрахуємо масу лаку, необхідну для нашого виробу.

Площа друкованої плати рівна $14 * 5 = 70\text{см}^2$.

Ціна за 1 кг лаку НЦ-134 становить 114 грн.

Об'єм лаку (залежить від товщини шару): Для товщини лаку 0.05 мм (50 мікронів):

$$L_0 = 70\text{см}^2 * 0.005\text{ см} \quad (4.4)$$

$$L_0 = 0.35\text{ см}^3$$

Маса лаку при його щільності 1 г/см^3 складає:

$$L_{\text{м}} = 0.35\text{см}^3 * 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \quad (4.5)$$

$$L_{\text{м}} = 0.35\text{ г}$$

Розрахунок вартості витраченого лаку:

$$L_{\text{ц}} = \frac{L_{\text{м}}}{1000} * \text{Ціна за 1 кг} = \left(\frac{0.35}{1000}\right) * 114 \quad (4.6)$$

$$L_{\text{ц}} = 4\text{ грн.}$$

Для нанесення основних написів на плату використаємо емаль ЄП-572, ціна за 10 г якої становить 3 грн., при ціні 300 грн. за кг.

Тому разом ціна на витратні матеріали буде становити:

$$\text{Ціна витратних матеріалів} = 18.4 + 4 + 3 = 25.4\text{ грн.} \quad (4.7)$$

					<i>KPM.EC.11287695.001.P3</i>	44
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи зворотні відходи (5% від кожного матеріалу) і транспортно-заготівельні витрати (10% від загальної вартості матеріалів), ціна витратних матеріалів буде становити 29 грн.

Розрахунок вартості купівельних комплектуючих виробів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу

Вартість двошарової друкованої плати при замовленні з сайту JLPCB.com з врахуванням доставки становить 176 грн.

Розрахунок кількості і вартості інших покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів представлений у вигляді табл. 4. Ціни за одиницю були визначені згідно інформації з сайтів radiokomponent.com.ua та tehkomplekt.kiev.ua

Таблиця 4

Умовне позначення	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
C1	1	5	5
C2	1	5	5
DA1	1	155	155
DA2	1	139	139
DD1...DD5	5	9	45
DD6...DD8, DD10	4	6	24
DD9	1	100	100
DD11	1	124	124
R1, R2, R3, R4	4	0,50	2
X2	1	12	12
Разом:			611

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KPM.EC.11287695.001.ПЗ

До розрахованої вартості треба ще додати транспортно-заготівельні витрати (10% від загальної вартості виробів і напівфабрикатів). У такому випадку вартість буде становити 893.64 грн.

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

До основної заробітної плати виробничих працівників, яка включається до собівартості продукції, входить оплата праці робітників-відрядників і погодинників, які безпосередньо задіяні у виготовленні спроектованого виробу.

Основна заробітна плата визначається шляхом множення трудомісткості виготовлення виробу на погодинну тарифну ставку, що відповідає розряду роботи. Трудомісткість виготовлення на етапах проектування визначається на основі трудомісткості виготовлення аналогічного виробу та його компонентів.

Погодинна оплата праці на теперішній час (наприклад, станом на 2024 рік) може становити 50 грн./год. З урахуванням коефіцієнта підвищення окладу для кожного розряду можуть бути такі ставки:

3-й розряд: $50 * 1,18 = 59,00$ грн./год;

4-й розряд: $50 * 1,27 = 63,50$ грн./год;

5-й розряд: $50 * 1,36 = 68,00$ грн./год.

Трудомісткість операцій встановлення та пайки залежить від кількості елементів і їх складності. Виходячи з витрат часу на одну пайку (0,0005 год) і встановлення (0,0002 год), можна розрахувати загальний час для пайки та встановлення всіх елементів:

Трудомісткість пайки: $239 * 0,0005 = 0,1195$ год;

Трудомісткість встановлення: $239 * 0,0002 = 0,0478$ год;

Загальна трудомісткість: $0,1195 + 0,0478 = 0,16 \approx 0,2$ год.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	46
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість паяння (3 розряд):

$$\text{Вартість паяння} = 0.2 \text{ год} * 59 \frac{\text{грн.}}{\text{год}} = 11.8 \text{ грн.}$$

Вартість контролю (5 розряд):

$$\text{Вартість контролю} = 0.05 \text{ год} * 68 \frac{\text{грн.}}{\text{год}} = 3.4 \text{ грн.}$$

Вартість лакування і збирання (4 розряд):

$$\text{Вартість лакування} = 0.1 \text{ год} * 63.50 \frac{\text{грн.}}{\text{год}} = 6.35 \text{ грн.}$$

Загальна вартість :

$$\text{Загальна вартість} = 11.8 + 3.4 + 6.35 = 21.55 \text{ грн.}$$

Розрахунок додаткової заробітної плати для виробничих працівників включає такі виплати, як оплата відпусток, лікарняних, виплати за вислугу років та вихідну допомогу.

Розмір додаткової заробітної плати визначається як процент від загальної суми основної заробітної плати працівників (10%) і становить у нашому випадку приблизно 2.2 грн.

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування включає витрати на повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт. Це передбачає амортизаційні відрахування від вартості виробничого та підйомно-транспортного устаткування, цехового транспорту та інструментів, що належать до основних виробничих фондів, а також витрати на реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт цих фондів.

Величина витрат на утримання та експлуатацію устаткування визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих робітників. Розроблюваний прилад належить до радіотехнічних виробів, тому витрати на утримання та експлуатацію устаткування становитимуть 80%

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	47
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від загальної суми основної заробітної плати виробничих працівників (23.7 грн.) і становить 19 грн.

Розрахунок цехових витрат

Розмір цехових витрат визначається для кожного цеху як процент від загальної суми основної заробітної плати та витрат на утримання й експлуатацію устаткування. Оскільки розроблюваний прилад належить до радіотехнічних виробів, цехові витрати становитимуть 50% від (23.7+19=42.7 грн.), та становитимуть 21.35 грн.

Розрахунок загальнозаводських витрат

Розмір загальнозаводських витрат визначається як процент від загальної суми основної заробітної плати та витрат на утримання і експлуатацію устаткування. Оскільки розроблюваний прилад належить до радіотехнічних виробів, цехові витрати становитимуть (80% від 42.7 грн.) 34.16 грн.

Розрахунок інших виробничих витрат

Розмір інших виробничих витрат визначається як процент від загальної суми всіх попередніх статей, який становить від 0,2% до 0,4%.

Що становить:

$$0.3\% * 991.85 = 0.003 * 991.85 = 2.97 \text{ грн.} \quad (4.8)$$

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	48
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розрахунок позавиробничих витрат

Розмір позавиробничих витрат визначається як процент від виробничої собівартості, який становить від 2% до 4%, тобто:

$$3\% * 994.82 = 0.03 * 994.82 = 29.84 \text{ грн.} \quad (4.9)$$

4.2. Розрахунок ціни спроектованого приладу

Ціну спроектованого приладу можна розрахувати за наступною формулою:

$$Ц = C_{\text{пов}} + П \quad (4.10)$$

де, $C_{\text{пов}}$ - повна собівартість виготовлення спроектованого приладу, а $П$ - прибутковість.

Прибутковість підприємства визначається показником рентабельності. Розмір рентабельності можна обчислити за наступною формулою:

$$P = \frac{П}{C_{\text{пов}}} \quad (4.11)$$

Якщо прийняти рівень рентабельності на рівні 30%, тоді:

$$30\% = \frac{П}{C_{\text{пов}}} = \frac{П}{1025} \quad (4.12)$$
$$П = 0.3 * 1025 = 307.50$$

Тоді ціну спроектованого приладу можна обчислити за наступною формулою:

$$Ц = 1025 + 307.50 = 1332.50 \text{ грн.}$$

Якщо підприємство є платником податку на додану вартість (ПДВ) зі ставкою 20%, то вихідна ціна на спроектований прилад буде розрахована за такою формулою:

$$Ц_{\text{вих}} = 3057 + 20\% = 1599 \text{ грн.} \quad (4.13)$$

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	49
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Заходи з охорони праці і техніки безпеки

Основні поняття, терміни та визначення в сфері охорони праці

Людська праця є головним двигуном суспільного розвитку, створення матеріальних, культурних і духовних благ, а також необхідною умовою існування як окремих осіб, так і всього людства. Ідеально, праця повинна бути приємною і не викликати надмірної фізичної чи психічної втоми. Трудовий процес визначається такими ключовими показниками, як тяжкість і напруженість праці.

Тяжкість праці стосується навантаження на опорно-руховий апарат та системи організму, такі як серцево-судинна та дихальна. Це навантаження включає фізичну активність (динамічну та статичну), вагу вантажів, які піднімаються або переміщуються, кількість повторюваних рухів, робочі пози, кут нахилу тіла і переміщення.

Напруженість праці характеризує навантаження на нервову систему, органи чуттів та емоційну сферу працівника. Вона визначається інтелектуальними, сенсорними та емоційними навантаженнями, рівнем монотонності виконуваних завдань і режимом роботи.

У процесі виконання робочих обов'язків працівники піддаються впливу різних фізичних, хімічних, біологічних та соціальних факторів, що разом утворюють виробниче середовище.

Умови праці включають усі ці фактори, які впливають на здоров'я та працездатність людини. На практиці, виробничий процес пов'язаний зі шкідливими і небезпечними факторами, що становлять певний рівень ризику для здоров'я.

Виробничий ризик — це ймовірність отримання працівником шкоди під час роботи, що залежить від ступеня небезпечності умов праці і рівня розвитку технологій.

Шкідливий виробничий фактор — це явище, яке супроводжує виробничий процес і може негативно вплинути на працівника, спричиняючи захворювання, втрату працездатності або навіть смерть.

					КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ	50
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захворювання — це порушення нормальних функцій організму, яке виникає через зміни в його структурі або функціонуванні.

Виробничо-зумовлене захворювання — це хвороба, що посилюється умовами праці та частіше зустрічається серед працівників, які піддаються впливу шкідливих факторів.

Професійне захворювання — це хвороба, викликана професійною діяльністю та зумовлена впливом шкідливих речовин чи умов праці.

Небезпечний виробничий фактор — це явище, що може призвести до травм або погіршення здоров'я працівника, і навіть до смерті.

Виробнича травма — це пошкодження організму, яке виникає внаслідок впливу виробничих факторів, зазвичай у результаті нещасного випадку.

Нещасний випадок на виробництві — це подія, що відбувається під час роботи і призводить до шкоди здоров'ю працівника або його смерті.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НШВФ) поділяються на п'ять груп: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні.

Фізичні НШВФ включають рухомі машини та механізми, обладнання під тиском, високі рівні шуму, вібрації, іонізуючого випромінювання та електромагнітних полів.

Хімічні НШВФ охоплюють токсичні речовини, що впливають на організм через дихальні шляхи, шкіру чи травний тракт.

Біологічні НШВФ включають патогенні мікроорганізми та макроорганізми.

Психофізіологічні НШВФ включають фізичні та нервово-психічні навантаження, що виникають через стрес, монотонність чи емоційні перевантаження.

Соціальні НШВФ охоплюють погану організацію праці, понаднормову роботу, незадоволеність умовами праці або робочим колективом.

Безпека праці — це стан, при якому дія НШВФ на працівника або виключена, або зведена до мінімуму. Абсолютна безпека недосяжна, проте охорона праці спрямована на мінімізацію виробничих небезпек.

Законодавство України в сфері охорони праці

Законодавство України в сфері охорони праці є системою взаємопов'язаних нормативно-правових актів, які регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян під час трудової діяльності.

Це законодавство ґрунтується на конституційному праві кожного громадянина України на належні, безпечні та здорові умови праці, що гарантується статтею 43 Конституції України.

Основним документом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає ключові положення реалізації права на захист життя і здоров'я під час трудової діяльності, на належні, безпечні та здорові умови праці. Цей закон також регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Згідно зі статтею 2 Закону України «Про охорону праці», його дія поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, а також на всіх працівників.

До основних законодавчих актів, які безпосередньо стосуються охорони праці, слід віднести: основи законодавства України про охорону здоров'я, кодекс законів про працю України (КЗпПУ), закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Закон України «Про пожежну безпеку», закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку».

Окремі питання правового регулювання охорони праці також розглядаються в багатьох інших законодавчих актах України.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	52
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Серед них: Цивільний кодекс, Кримінальний кодекс, Закон України «Про колективні договори і угоди», технічні регламенти з безпеки промислового обладнання та продукції, розроблені відповідно до вимог директив ЄС у цій сфері, які мають статус законів.

Окрім згаданих законів, правові відносини в сфері охорони праці регулюються також іншими національними законодавчими актами, міжнародними договорами та угодами, до яких Україна приєдналася відповідно до встановленого порядку, а також підзаконними нормативними актами. Це включає: укази та розпорядження Президента, рішення Уряду, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної влади. Усі ці документи формують єдине правове поле охорони праці в Україні.

Основні принципи державної політики в галузі охорони праці

Стаття 4 Закону України «Про охорону праці» визначає, що основи державної політики в галузі охорони праці базуються на десяти принципах:

1. Пріоритет життя і здоров'я працівників, а також повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці.

2. Підвищення рівня промислової безпеки через комплексний технічний контроль за станом виробництв, технологій та продукції, а також через економічну і соціальну політику, досягнення в галузі науки і техніки, і охорони довкілля.

3. Соціальний захист працівників, зокрема повне відшкодування шкоди особам, які зазнали травм під час роботи або професійних захворювань.

4. Встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств і суб'єктів підприємницької діяльності, незалежно від форми власності та виду діяльності.

5. Адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	53
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів з охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, що не суперечать законодавству.

7. Інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки та підвищення кваліфікації працівників у питаннях охорони праці.

8. Забезпечення координації між органами державної влади, установами, організаціями та об'єднаннями громадян, що займаються проблемами охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співпраця та консультації між роботодавцями і працівниками (їх представниками) та всіма соціальними групами під час прийняття рішень у сфері охорони праці на місцевому та державному рівнях.

9. Використання міжнародного досвіду в організації роботи з поліпшення умов праці і підвищення безпеки на основі міжнародного співробітництва.

10. Комплексне вирішення завдань охорони праці на основі загальнодержавних, галузевих та регіональних програм, а також врахування інших напрямків.

Права працівників на пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, мають право на безкоштовне лікувально-профілактичне харчування та ряд інших пільг, зокрема:

- Оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення.
- Скорочення тривалості робочого часу.
- Додаткову оплачувану відпустку.
- Оплату праці у підвищеному розмірі.
- Інші пільги та компенсації відповідно до законодавства.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	54
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботодавець має право за власний рахунок встановлювати додаткові пільги і компенсації, які не передбачені чинним законодавством, шляхом колективного договору (угоди). Протягом дії трудового договору роботодавець зобов'язаний своєчасно інформувати працівника про зміни у виробничих умовах, а також у розмірах пільг і компенсацій.

Відповідно до статті 19 Закону «Про охорону праці», фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем. Для всіх підприємств і фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці повинні становити не менше 0,5% від суми реалізованої продукції. Для бюджетних підприємств витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і мають становити не менше 0,2% від фонду оплати праці.

Витрати на охорону праці, що входять до валових витрат юридичних або фізичних осіб, регулюються відповідно до переліку заходів і засобів з охорони праці, затвердженого Кабінетом Міністрів України.

Додатковим джерелом фінансування є Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві (ФССНВ). Це є ефективним методом економічного впливу на стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища в ринкових умовах.

Державне управління охороною праці в Україні здійснюється такими органами:

- Кабінет Міністрів України.
- Спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці.
- Міністерства та інші центральні органи виконавчої влади.
- Місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

Для забезпечення виконання вимог законодавства з охорони праці в Україні створено систему державного нагляду, відомчого і громадського контролю. Державний нагляд за додержанням законів та інших нормативно-правових актів здійснюють:

					<i>КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ</i>	55
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Державна служба з питань праці.
- Комітет ядерного регулювання Міністерства охорони природного середовища.
- Державна служба з надзвичайних ситуацій.
- Головний державний санітарний лікар та санітарно-епідеміологічна служба Міністерства охорони здоров'я.

Органи державного нагляду не підпорядковані жодним господарським органам чи політичним формуванням. Їх діяльність регулюється законами України та нормативно-правовими актами, затвердженими Президентом або Кабінетом Міністрів.

Інспектори Держпраці мають право:

- Безперешкодно відвідувати підприємства та перевіряти дотримання законодавства.
- Одержувати пояснення, звіти про рівень профілактичної роботи.
- Видавати приписи про усунення порушень.
- Забороняти чи обмежувати експлуатацію виробництв або робочих місць до усунення порушень.
- Притягати до адміністративної відповідальності осіб, винних у порушенні охорони праці.

Ця система управління охороною праці спрямована на забезпечення безпеки працівників та створення здорових і безпечних умов праці.

Відомчий контроль покладається на керівництво підприємства та на вищі господарські організації. Цей контроль виконується спеціальними службами охорони праці.

Громадський контроль за дотриманням законодавства у сфері охорони праці, за забезпеченням безпечних і нешкідливих умов праці, а також відповідних виробничих і санітарно-побутових умов здійснюється професійними спілками через їх виборні органи та представників (уповноважених осіб).

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	56
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Професійні спілки мають право проводити незалежну експертизу умов праці, а також перевіряти об'єкти виробничого призначення на етапах проектування, будівництва чи експлуатації на відповідність НПАОП. Вони також можуть брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань, надавати свої висновки, а також звертатися до роботодавців і державних органів управління і нагляду з пропозиціями щодо охорони праці та отримувати від них обґрунтовані відповіді.

Якщо на підприємстві немає професійної спілки, громадський контроль здійснюється уповноваженою найманими працівниками особою з питань охорони праці. Ця особа має право безперешкодно перевіряти виконання вимог охорони праці на підприємстві та вносити обов'язкові для розгляду пропозиції щодо усунення виявлених порушень НПАОП.

Служба охорони праці підприємства

На підприємствах з чисельністю працівників 50 і більше осіб роботодавець зобов'язаний створити службу охорони праці відповідно до "Типового положення про службу охорони праці" НПАОП 0.00-4.35-04, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці (Держпраці) від 15.11.2004 р. № 255, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 01.12.2004 р. за № 1526/10125. Для підприємств, де працює менше 50 осіб, функції служби охорони праці можуть виконувати особи, які мають відповідну підготовку, на основі сумісництва. Якщо чисельність працівників менша за 20, залучаються сторонні спеціалісти на договірних засадах, також з відповідною підготовкою.

Служба охорони праці має такі основні функції:

- Розробка цілісної системи управління охороною праці та вдосконалення діяльності у цьому напрямку в кожному структурному підрозділі.

- Проведення оперативно-методичного керівництва охороною праці.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	57
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Спільно з підрозділами підприємства складання комплексних заходів для досягнення встановлених норм безпеки і гігієни праці.
- Організація проведення вступного інструктажу з охорони праці для працівників.
- Забезпечення працівників нормативними актами з охорони праці, паспортизація цехів та атестація робочих місць на відповідність вимогам охорони праці.
- Облік і аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, підготовка статистичних звітів з охорони праці, розробка планів щодо створення безпечних умов праці.
- Організація підвищення кваліфікації та перевірка знань посадових осіб з охорони праці.
- Участь у розслідуванні нещасних випадків та аварій, роботі комісії з охорони праці, а також у розробці положень щодо охорони праці.

Спеціалісти служби охорони праці мають право представляти підприємство у державних і громадських установах під час розгляду питань охорони праці. Вони можуть безперешкодно відвідувати виробничі об'єкти, видавати обов'язкові приписи для усунення недоліків, вимагати відсторонення працівників, які не пройшли необхідні перевірки, зупиняти роботу в разі виявлення загроз для життя чи здоров'я, а також ініціювати притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги з охорони праці.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти цієї служби мають рівень посадових обов'язків і заробітної плати, рівний керівникам і спеціалістам основних виробничо-технічних служб. Ліквідація служби охорони праці можлива лише в разі ліквідації підприємства або припинення використання найманої праці фізичною особою.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	58
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Основне законодавство з охорони праці

Законодавство в сфері охорони праці в Україні складається із закону України "Про охорону праці", прийнятого 14 жовтня 1992 року, Кодексу законів про працю та інших нормативних актів. Ці закони є обов'язковими для всіх підприємств, незалежно від їх відомчої приналежності, і мають загальнодержавний характер.

Закон "Про охорону праці" визначає основні принципи реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя та здоров'я під час трудової діяльності, а також на безпечні та здорові умови праці. Він регулює взаємовідносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, встановлюючи єдиний порядок організації охорони праці в країні.

Цей закон поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які використовують найману працю, а також на всіх працівників. Основні загальнодержавні правила містять вимоги щодо забезпечення безпеки праці при проектуванні та експлуатації об'єктів виробничого призначення. До загальнодержавної нормативно-технічної документації входять державні стандарти РСБП.

Охорона праці є системою правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Міжгалузеві правила та норми з техніки безпеки й виробничої санітарії також мають загальний характер, закріплюючи найважливіші гарантії безпеки та гігієни праці в окремих галузях або під час специфічних видів робіт.

Оскільки деякі галузі мають специфічні умови праці, виникає потреба розробки галузевих правил і норм охорони праці, які поширюються тільки на відповідну галузь і містять специфічні гарантії.

					<i>KPM.EC.11287695.001.P3</i>	59
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормативно-технічна документація з охорони праці слугує основою для розробки заходів, що забезпечують безпечні та здорові умови праці на всіх робочих місцях. На кожному підприємстві розробляються інструкції з охорони праці з урахуванням конкретних умов для кожної професії, які узгоджуються з профспілковим комітетом та затверджуються керівником.

Працівник не може бути допущений до роботи, яка за медичним висновком йому протипоказана. Для виконання робіт підвищеної небезпеки допускаються лише особи, які мають висновок психофізіологічної експертизи.

Всі працівники підлягають обов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, які можуть призвести до втрати працездатності.

Права працівників на охорону праці включають:

- Вимоги до умов праці на робочому місці, безпеки технологічних процесів, а також стану засобів колективного та індивідуального захисту.

- У разі роботи в шкідливих або небезпечних умовах праці працівникам безкоштовно надаються спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту.

- Працівники, залучені до разових робіт, пов'язаних із ліквідацією наслідків аварій або стихійного лиха, також повинні бути забезпечені відповідними засобами.

Обов'язки роботодавця:

Роботодавець зобов'язаний створити умови праці на кожному робочому місці відповідно до нормативно-правових актів і забезпечити дотримання прав працівників у сфері охорони праці. Для цього роботодавець має організувати функціонування системи управління охороною праці.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	60
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Вимоги електробезпеки

Ось узагальнені вимоги та заборони з електробезпеки та експлуатації електрообладнання:

Вимоги до експлуатації та електробезпеки:

1. Дотримання стандартів:

- Вимоги експлуатації повинні відповідати ДСТУ 12.1.002-80 та ДСТУ 12.1.019-79.

- Влаштування заземлення повинно відповідати ДСТУ 12.1.030-81 або ДСТУ 21130-75.

- Монтаж електрообладнання повинен виконуватися відповідно до “Правил встановлення електроустановок”.

2. Заземлення:

- Корпуси електродвигунів і рам повинні бути заземленими на загальний контур.

- Опір між заземлювальним проводом і рамою не повинен перевищувати 0,1 Ом.

3. Безпека щитів і пультів:

- Двері щитів і пультів повинні бути закриті замками і обладнані контактами електроблокування.

4. Санітарно-гігієнічні вимоги:

- Санітарно-гігієнічні вимоги повинні відповідати ДСТУ 9.014-78 та ДСТУ 12.3.016-87.

- Освітленість робочої зони повинна бути не менше 150 люкс згідно з СН 357-77.

- Гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг/м³ відповідно до ДСТУ 12.1.005-88.

5. Організація робочого місця:

- Силову та освітлювальну проводку укладати в ізоляційні труби.

- Робоча зона навколо автоматів не повинна бути перевантажена, щоб забезпечити вільний доступ до обладнання з усіх сторін.

					<i>KPM.EC.11287695.001.P3</i>	61
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Потрібно підтримувати чистоту на робочому місці.

- Під час монтажних і ремонтних робіт на шафовому щиті необхідно вивішувати табличку “Не включати! Працюють люди”.

Заборони:

1. Роботи з обладнанням:

- Забороняється проводити розборку або ремонт автомата без відключення від електромережі.

- Заборонено ремонтувати двигуни або електроапаратуру особам без відповідного доступу.

- Не можна працювати з несправними блокуючими вимикачами.

- Забороняється працювати з зламанним огороженням.

- Не можна чистити і змащувати обладнання під час його роботи.

- Забороняється залишати обладнання без нагляду.

- Не можна поправляти садку на вагонетці під час знаходження на ній візка з захватами.

Ці вимоги та заборони спрямовані на забезпечення безпеки працівників та запобігання нещасним випадкам під час експлуатації електрообладнання.

Заходи з пожежної безпеки

Для забезпечення пожежної безпеки та ефективного пожежогасіння в разі пожежі проектом передбачено наявність під'їздів для пожежних автомобілів до будівель та споруд. На території підприємства заплановано розташування градирні об'ємом 200 м³, яка слугуватиме засобом зовнішнього пожежогасіння.

Також передбачено облаштування зручного під'їзду до градирні, включаючи площадку для розвороту пожежних машин. Витрата води для зовнішнього пожежогасіння відповідно до нормативів БНіП 2.04.02-81 становить 10 л/с. На об'єкті будуть встановлені світлові покажчики для інформування про засоби пожежогасіння, а також система пожежної та

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	62
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

димової сигналізації, згідно з БНіП II-2-80.

У відповідності до "Вказань по проектуванню та влаштуванню блискавко-захисту будівель і споруд" (СН 355-77) буде забезпечено захист від прямих ударів блискавки та переносу високих потенціалів. Димові труби захищаються індивідуальними блискавкоприймачами.

Захист від переносу високих потенціалів та статичної електрики буде реалізовано шляхом підключення всіх підземних і надземних комунікацій, які вводяться в будівлю, до заземлюючих пристроїв (див. п. 6.3.1). Для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу передбачено систему захисного занурення. Заземлюючі пристрої виконуються загальними для електроустановок високої та низької напруг (СН 305-77).

Трубопроводи та металеві конструкції будівель і споруд (включаючи арматуру фундаментів), які мають надійне з'єднання з землею, використовуються в якості ефективних заземлювачів.

У виробничих приміщеннях будуть забезпечені вільні проїзди відповідно до норм ГОСТ 12.1.004-76. Біля виробничих об'єктів встановлюються червоні щити, на яких розміщуються вогнегасники на 100 м² приміщення, а також багор та лопата. Біля щита буде встановлено ящик з піском.

Згідно з БНіП 3.03.01-87, дерев'яні елементи, які знаходяться поблизу джерел вогню та тепла, підлягають обробці антипіренами. При посадці зелених насаджень витримується відстань не менше 5 м до листяних дерев, а від хвойних - не менше меж протипожежних відстаней (БНіП II-60-75).

Двері на шляхах евакуації відкриваються в сторону виходу, а в сходиноквих маршах виконуються самозакриваючимися з ущільненими притворами. У запроектованому неопалювальному складі готової продукції передбачено сухо провідна сітка протипожежного водопроводу, яка наповнюється водою за допомогою електроприводу, що керується кнопками біля пожежних кранів. Засувка з електроприводом розташовується в опалювальному приміщенні - в побутових кімнатах підприємства.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	63
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У проєкті також передбачено встановлення пульта пожежної сигналізації типу ППС-3 в приміщенні прохідної. ППС-3 дозволяє підключати лінії пожежної та охоронної сигналізації, що контролюють приміщення, які відносяться до певних категорій пожежонебезпеки.

Проектування цього підрозділу виконано відповідно до БНіП 2.04.09-84 на основі "Інструкції по проектуванню установок пожежної сигналізації" ВПСН-61-78 та інших нормативних документів. Сітка автомобільних доріг з твердим покриттям, пожежні щити і ящики з піском рівномірно розподілені по всій території заводу згідно з нормативами, забезпечуючи повну і надійну безпеку підприємства.

					<i>КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ</i>	64
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи було розглянуто та проаналізовано аналоги, а саме KNX (EIB), Modbus, Z-Wave, Digital Addressable Lighting Interface, одноплатний логічний аналізатор та контролер шини PCI Express для дослідження швидкопротікаючих процесів.

Проведено синтез і аналіз структурної та принципової схем приладу. Виконані базові розрахунки по визначенню номіналів, типорозмірів та режимів роботи.

Згідно із поставленими у технічному завданні вимогами на рівні технічного проекту розроблено електронну систему керування зовнішніми пристроями через системну магістраль PCI Express

Розроблена система забезпечує такі експлуатаційні параметри:

- частота вихідних тестуючих та еталонних сигналів — від 2 Гц до 33 МГц;
- амплітуда вихідних тестуючих та еталонних сигналів — від 50 мВ до 10 В;
- вихідні та вхідні цифрові сигнали задаються в стандарті КМОН-логіки з паралельним кодом;
- управляючі двохрівневі сигнали від зовнішніх пристроїв задаються у стандарті системної шини PCI express.
- розрахункова вартість пристрою становить 1599 грн.

Дана система не є енергоємною і не потребує додаткового тепловідводу.

					<i>KPM.EC.11287695.001.ПЗ</i>	65
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Терещенко Т. О. Мікропроцесорні пристрої: навч. посібник для студентів зі спец-ті «Електроніка» / Т. О. Терещенко, В. А. Тодоренко, Л. М. Батрак, Ю. С. Ямненко. – К.: Кафедра, 2017. – 244 с.
2. Пей А.Н. "Сполучення ПК з зовнішніми пристроями" 2001. 320 с.
3. Ю. В. Новіков, О.А. Калашников С. Е. Гуляев. "Розробка пристроїв сполучення". М 1999. 220 с.
4. В. И. Каганов. Учебный посібник. Радіотехнічні ланцюги та сигнали.(Лабораторний комп'ютеризований практикум) 2000. 235ст.
5. Зубчук В. И. "Довідник з цифрової схемотехніки". К: Техніка 1990. 190 с.
6. Гершунський Б. С. Довідник з розрахунків електронних схем. — М.: Рад. радіо, 1983. 145 с.
7. Під. ред. Казарінова В.Ю. "Розрахунок елементів цифрових схем". М:"Енергія". 1976. 135 с.

					<i>КРМ.ЕС.11287695.001.ПЗ</i>	66
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додаток 2.

ДОВІДКА
про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Бурса Степан Степанович
Назва роботи	Система управління електронними пристроями через магістральну шину
Спеціальність	171, Електроніка
Курс	2
Факультет	Інженерно-технічний
Кафедра	Електронних систем
Керівник роботи	Рубін В.М.
Роботу перевірено в програмі	Unicheck
Додано до бази даних	2024-КРМ-Бурса С.С.
Ідентифікаційний номер роботи	
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНУЗ УжНУ	
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	97%

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

Рубін В.М.
(прізвище, ініціали)

Дата

Підпис

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Заяць Тарас Михайлович

Студента (-ки) 2 курсу
спеціальності 171 Електроніка
Бурса Степан Степанович
(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, Бурса Степан Степанович
(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) дення, ІТФ, 2-го курсу
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Система управління
електронними пристроями через магистральну
шину

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

16.12.2024

Дата

Підпис



Автентифіковано засобом перевірки на плагіат ANTIPLA
Дата видачі: середа, 11 грудня 2024, 10:46
Доступно через www.antip.la

Плагіатограма

Результат (відсоток плагіату)

3%

Назва документу

2024-КРМ-Бурса С.С..pdf

Кількість символів

15,000

Кількість спеціальних символів

130

Кількість слів

2,129

Унікальна кількість слів

1,133

Кількість речень

221

Найпоширеніші слова

в, і, сигналу, на, з

Найдовше слово

контрольно-вимірювальних

Середня довжина слова

6.0

Середня кількість слів у реченні

9.6

Всього посилань

0

Кількість слів із плагіатом

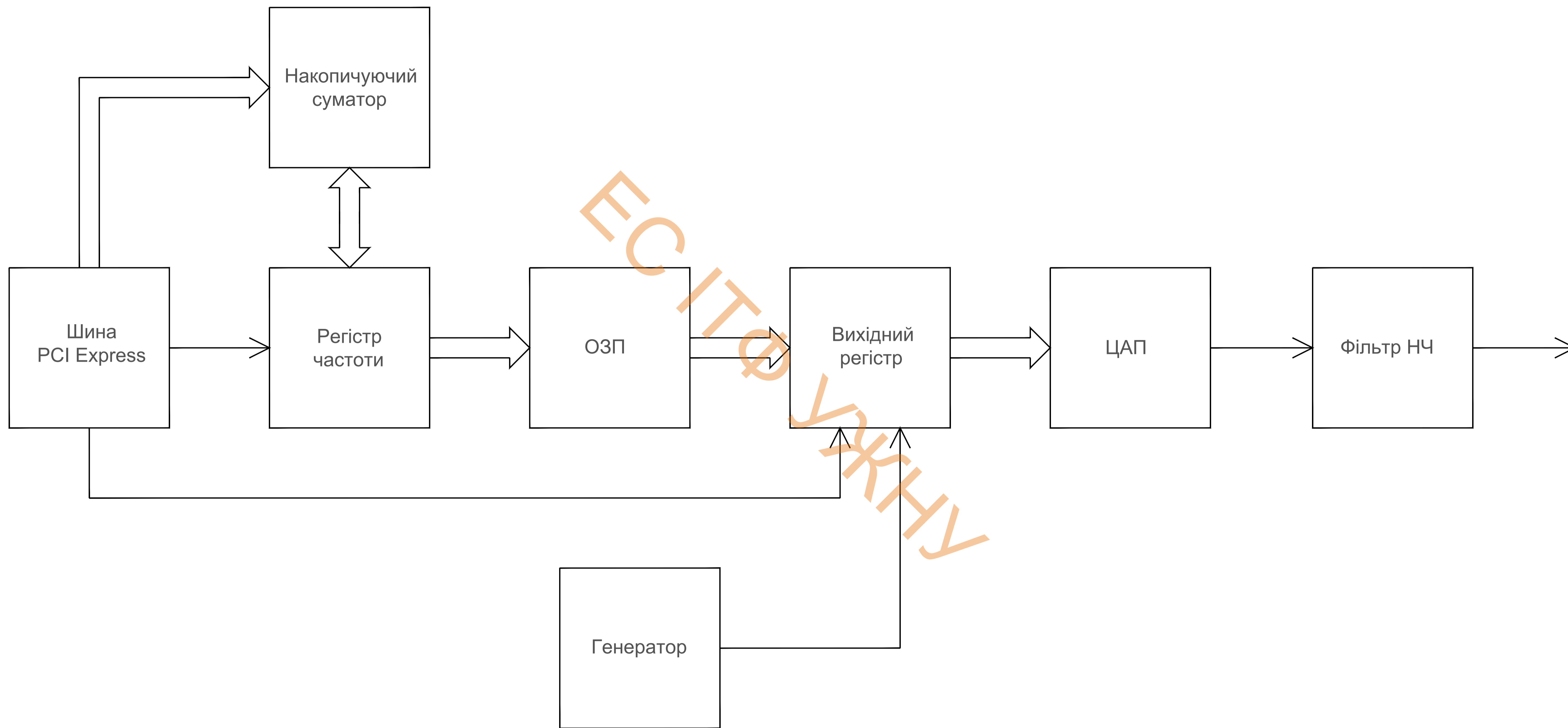
54

11.12.2024

(дата)

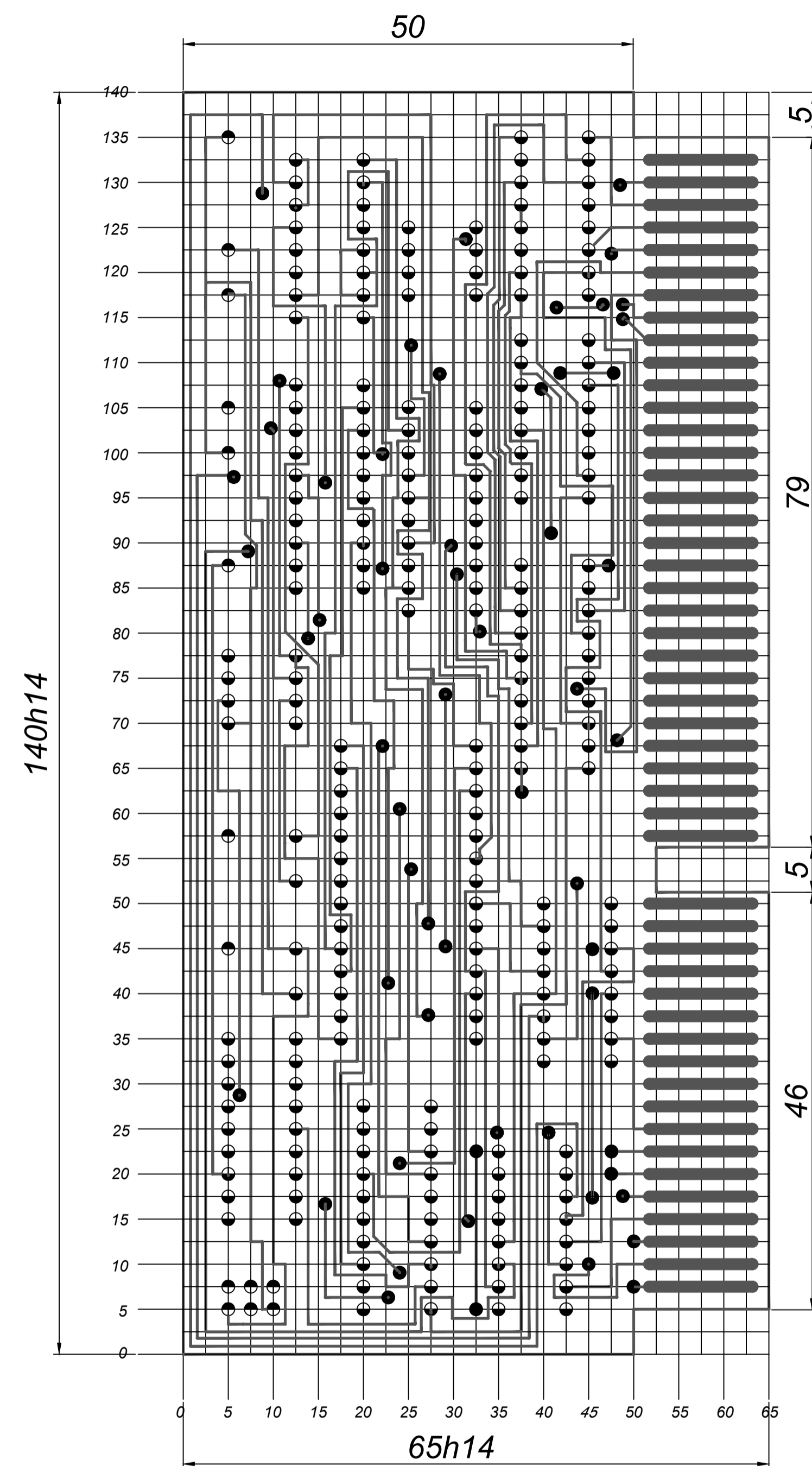
Степан Бурса

(перевірив)

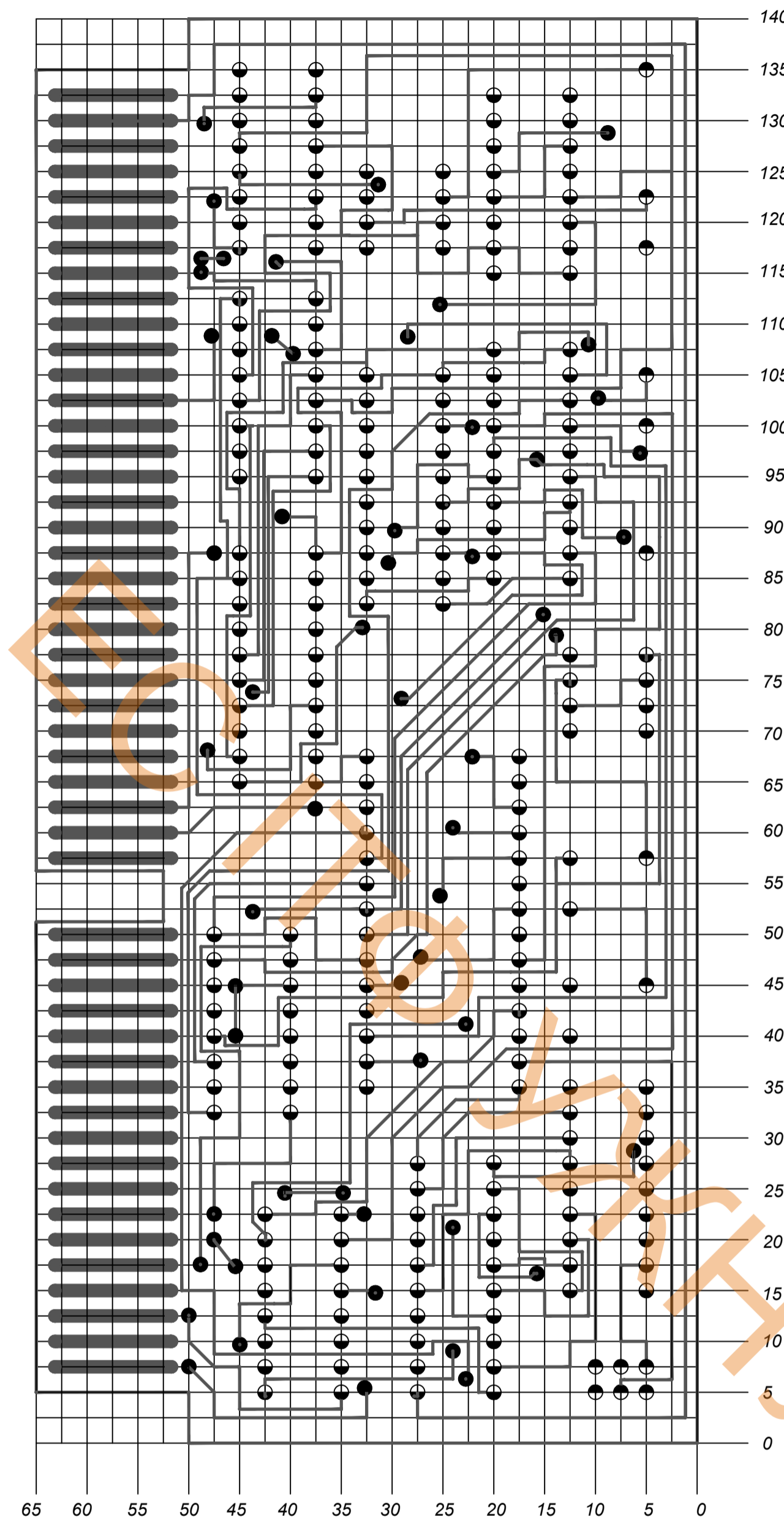


KPM.EC.11287695.001E1									
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Система управління електронними пристроями через магистральну шину	Літера	Маса	Масштаб	
Розробив	Бурса Є. С.					у		1:1	
Перевірив	Рудш В. М.					Аркуш 1		Аркушів 1	
Т. контр.									
Н. контр.	Попп О.В.				Структурна схема	УжНУ, ІТФ, гр. ЕС, 2 курс			
Затвердив	Заяць Т. М.								

Сторона встановлення елементів



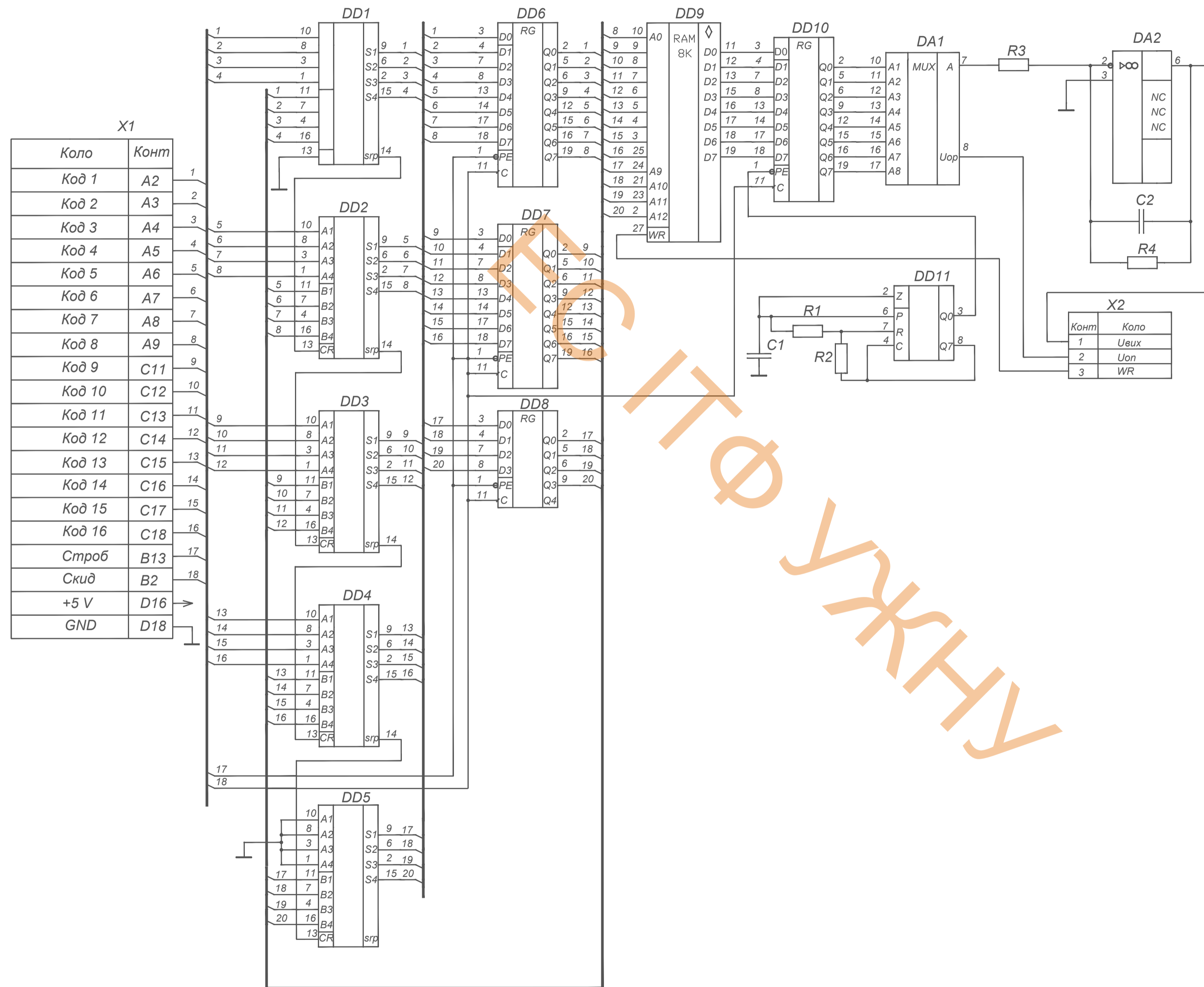
Зворотня сторона плати



1. Плату виконувати комбінованим методом
2. Крок координатної сітки 2.5 мм.
3. Конфігурацію провідників витримувати по координатній сітці.
4. Провідники що умовно позначені суцільними лініями виконувати шириною не менше 0.25 ± 0.1 і $1.5 \text{ мм} \pm 0.1$ відповідно
5. Провідники покрити сплавом "Розе".
6. Плата повинна відповідати ГОСТ23752-79, загальні технічні вимоги згідно ОСТ4ГО.070.015.

Умове позначення отворів	Діаметр отворів мм	Наявність металізації в отворах	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
	$0.5^{+0.1}$	метал	0.8	228
	$0.6^{+0.1}$	метал	0.8	14
	$0.6^{+0.1}$	метал	---	58

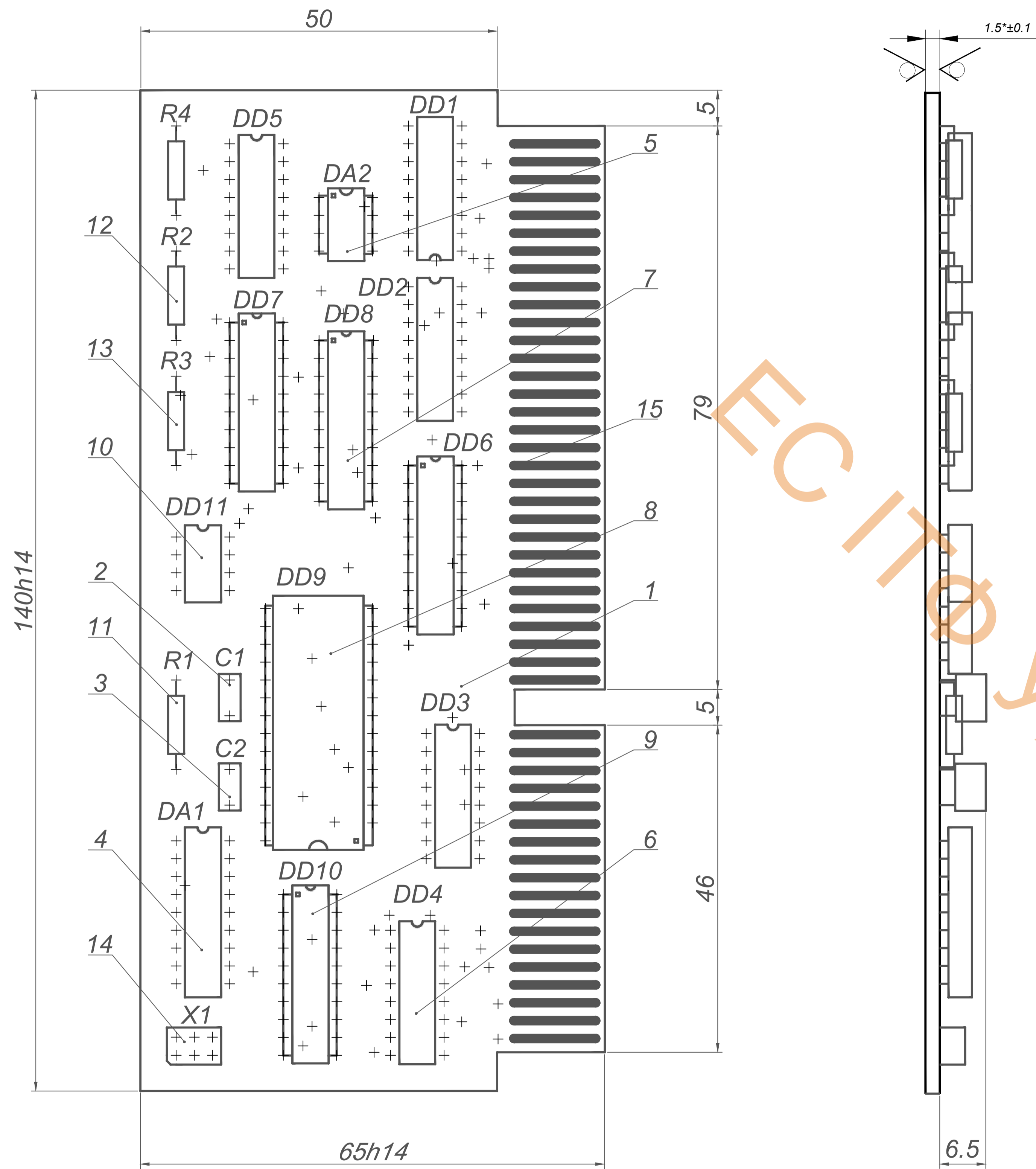
КРМЕС.11287695.001.ДП						Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Система управління електронними пристроями через магистральну шину	у		1:1
Розробив	Бурса С. С.					Аркш 1		Аркшів 1
Перевірив	Рудш В. М.							
Т. контр.								
Н. контр.	Попі О. В.				Друкована плата			УжНУ, ІТФ, гр. ЕС, 2 курс
Затвердив	Зяць Т. М.							



Таблиця живлення ланок мікросхем

Найменування мікросхем	Номер виводів	
	⊥	+5 В
DD1-DD5	12	5
DD6-DD8, DD10	10	20
DD9	14	28
DA1	2	8
DA2	5	7
DD11	1	8

КРМ.ЕС.11287695.001Е2						Літера	Маса	Масштаб	
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Система управління електронними пристроями через магистральну шину			у	1:1
Розробив	Бурса С. С.							Аркш 1	Аркшів 1
Перевірив	Рудьш В. М.								
Т. контр.									
Н. контр.	Папін О. В.				Принципова схема			УжНУ, ІТФ, гр. ЕС, 2 курс	
Затвердив	Заяць Т. М.								



1. Електромонтаж виконувати згідно КРМ.ЕС.11287695.01.000 ЕЗ.
2. Паяти припоєм Alfa HF-850 SN99CU1.
3. *Розміри для довідок.
4. Друковані провідники умовно не показані. Плату після зборки покрити емаллю ЕП 572, білий ТУ6-10-1539-76.
5. Позначення елементів маркувати краскою
 БМ, білий, ТУ 029-02 029 -02-859-78. Шрифт 2.5 згідно НО. 010.007.
 Місця розміщення маркування показані умовно.

КРМЕС.11287695.001СК						Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Система управління електронними пристроями через магистральну шину	у		1:1
Розробив	Бурса С.С.							
Перевірив	Рудш В.М.							
Т. контр.						Аркш 1		Аркшів 1
Н. контр.	Пап О.В.				Складальне креслення			УжНУ, ІТФ, гр. ЕС, 2 курс
Затвердив	Заяць Т.М.							

Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
	<u>Конденсатори ОЖО.460.208 ТУ</u>		
C1	K10-17-35 нФ ±10%	1	
C2	K10-17-200 нФ ±10%	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1	K1108ПА1 6КО.348.314-03 ТУ	1	
DA2	K544УД2А КО.348.356-01 ТУ	2	
DD1...			
DD5	K155ИМ3 6КО.348.006-01 ТУ	5	
DD6...			
DD8	K555ИР27 6КО.348.289-12 ТУ	3	
DD9	KP573PY17 6КО.348.004-02 ТУ	1	
DD10	K555ИР27 6КО.348.289-12 ТУ	1	
DD11	ICM7555ІРА 6КО.348.289-03 ТУ	1	
	<u>Резистори МЛТ-0,125 ОЖО.467.180ТУ</u>		
R1	МЛТ-0,125 500 Ом ±10%	1	
R2	МЛТ-0,125 10 кОм ±10%	1	
R3, R4	МЛТ-0,125 1 кОм ±10%	1	
	<u>Роз'єми</u>		
X1	Роз'єм ISA-шина PLB1-20, 20 pin	1	
X2	Роз'єм SLK-6, 6 pin НЦО.364.056 ТУ	1	

					КРМ.ЕС.11287695.001.ПЕ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Бурса С.С.			Система управління електронними пристроями через магістральну шину Перелік елементів	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Рубіш В.М.				У	1	1
Т.Контр.						УжНУ, ІТФ, гр. ЕС		
Н.Контр.		Папп О.В.						
Затвердив		Зяць Т.М.				2 курс		

CERTIFICATE

is awarded to

Bursa Stepan

for being an active participant in

XI International Scientific and Practical Conference

**“INNOVATIVE DEVELOPMENT OF
SCIENCE, TECHNOLOGY AND EDUCATION”**

24 Hours of Participation

(0,8 ECTS credits)

VANCOUVER

1-3 August 2024

sci-conf.com.ua

