

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

До захисту допускається  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Скарга-Бандурова І.С.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

НА ТЕМУ:

**«Багатоканальний блок вводу-виводу»**

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”  
Напрямок підготовки – 6.050102 “Комп’ютерна інженерія”

Керівник проекту:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Недзельський Д. О.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Критська Я. О.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Студент:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Муляренко Ю. С.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Група:

КІ-13 з

\_\_\_\_\_

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет інформаційних технологій та електроніки  
Кафедра комп'ютерної інженерії  
Напрямок підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри КІ  
\_\_\_\_\_ І.С. Скарга-Бандурова  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Муляренко Юлії Сергіївни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): «Розроблення багатоканального блоку вводу-виводу»  
затверджена наказом по інституту від «15 » травня 2017 р. № 125/48
2. Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): 15.06.2017 р.
3. Початкові дані до проекту (роботи): матеріали переддипломної практики
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці):  
Розробити 8-канальний блок вводу-виводу для застосування в контролерах з інтерфейсом Multibus з застосуванням універсальних приймачів-перетдавачів з будером FIFO.  
Основна частина повинна містити постановку задачі, короткі теоретичні відомості, опис елементної бази блоку, розробку функціональної схеми, апаратної частини та алгоритми роботи, додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень): немає

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Критська Я. О., асистент кафедри комп'ютерної інженерії		

7. Дата видачі завдання 17.03.2017 р.

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Отримання завдання, збір матеріалів	15.05.17 – 19.05.17	
2.	Огляд літератури й обґрунтування необхідності розроблення	20.05.17 – 21.05.17	
3.	Розроблення технічного завдання	21. 05.17 – 22. 05.17	
4.	Визначення конфігурації апаратних та програмних засобів	22. 05.17 – 23. 05.17	
5.	Розроблення функціональної схеми	24.05.17 – 25. 06.17	
6.	Розроблення апаратної частини	25. 05.17 – 12. 06.17	
7.	Охорона праці і навколишнього середовища	13. 06.17 – 20. 06.17	
8.	Оформлення пояснювальної записки	13.06.17 – 15. 06.17	

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Муляренко Ю. С.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Недзельський Д. О.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 49 сторінок, 15 рисунків, 8 таблиць, 24 джерела.

В дипломному проекті розроблено багатоканальний блок вводу-виводу інтерфейсу RS-232 для застосування в промислових контролерах фірми Fastwell.

Проведений огляд та аналіз існуючих архітектурних рішень побудови багатоканальних блоків вводу-виводу фірм Моха та Digi. За результатами дослідження сформульовані мета та завдання дипломного проекту. Здійснена постановка задачі на розроблення згідно технічних вимог до багатоканального блоку вводу-виводу. Визначені шляхи реалізації поставленого завдання, розроблені структурна та принципова електрична схеми блоку. Розглянуті питання та сформульовані рекомендації щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**СТРУКТУРА, АРХІТЕКТУРА, БЛОК ВВОДУ-ВИВОДУ,  
КОМУНІКАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЕР, ПОРТ, ПЕРЕРИВАННЯ.**

Умови отримання дипломного проекту:

93406. м. Сєвєродонецьк, пр. Радянський 59а, СНУ ім. Володимира Даля.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ПОБУДОВИ БАГАТОКАНАЛЬНИХ БЛОКІВ-ВВОДУ ВИВОДУ .....	7
1.1 Архітектура багатоканальних блоків вводу-виводу фірм Моха та Digi .....	7
1.2 Архітектура комунікаційних мікросхем Texas Instruments для побудови багатоканальних блоків вводу-виводу .....	10
1.3 Постановка задачі та розроблення технічних вимог до багатоканального блоку вводу-виводу .....	15
2 РОЗРОБЛЕННЯ ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ БАГАТОКАНАЛЬНОГО БЛОКУ ВВОДУ-ВИВОДУ .....	17
2.1 Аналіз та вибір елементної бази для реалізації побудови блоку .....	17
2.2. Розроблення інтерфейсної частини .....	23
2.3. Розроблення комунікаційної частини .....	27
2.4.Розроблення вихідної частини .....	28
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	31
3.1 Загальні питання з охорони праці .....	31
3.2 Правові та організаційні основи охорони праці .....	31
3.3 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці .....	32
3.4 Аналіз стану умов праці та вимоги до приміщення.....	32
3.5 Вимоги до організації робочого місця .....	33
3.6 Навантаження та напруженість процесу праці .....	35
3.7 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на персональному комп'ютері .....	35
3.8 Пожежна безпека .....	36
3.9 Електробезпека .....	38
3.10 Мікроклімат .....	39
3.11 Освітлення робочого місця .....	39
3.12 Шум, вібрація та електромагнітне випромінювання .....	42
3.13 Розрахунок захисного заземлення .....	43

Висновки до розділу 3 .....	46
ВИСНОВКИ .....	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	48

## ВСТУП

Швидкий розвиток компонентів елементної бази для побудови мікроконтролерних (МК) та мікропроцесорних (МП) систем керування різноманітними пристроями та технологічними процесами сприяє науково-технічному розвитку країни, є основою удосконалення архітектури таких систем, якісного підвищення їх продуктивності і надійності.

Номенклатура та область застосування таких систем постійно розширюється. На сучасному етапі науково-технічного розвитку їх впровадження охоплює практично всі види виробничої та наукової діяльності.

Застосування МП та МК у науково-технічних рішеннях вимагає від спеціалістів досконалого володіння сучасними методами проектування МП та МК систем, вміння використовувати їх при практичному вирішенні інженерних задач.

МК в повсякденному житті застосовуються як в складній побутовій техніці, так і у супутникових навігаційних системах. До сфери застосування МК входить керування пристроями різного призначення за допомогою дискретних сигналів і багато іншого. Можна сказати, що без МК в даний час не обходиться практично жодний сучасний електронний пристрій.

Впровадження МК в усі сфери життєдіяльності ставить перед розробниками електронної техніки завдання із забезпечення діагностування МК.

Мета дипломної роботи – розроблення багатоканального блоку вводу-виводу для застосування в контролерах фірми Fastwell в системах екологічного моніторингу.

Сучасні контролери для керування технологічними процесами, в тому числі і в системах екологічного моніторингу, містять в собі тільки два послідовних порти. Часто в системах екологічного моніторингу виникають задачі підключення газоаналізуючих приладів з інтерфейсом RS-232, де такої кількості портів недостатньо. Рішенням даної проблеми є використання багатоканальних блоків вводу-виводу в основі яких лежить застосування комунікаційних мікросхем. На даний час кількість портів в одному корпусі таких мікросхем збільшилась до чотирьох, що дало можливість застосувати їх для розробки багатоканальних блоків вводу-виводу для прийому інформації від об'єкта контролю і передачі її на верхній рівень по виділених лініях зв'язку або лініям що комутуються.

## 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ПОБУДОВИ БАГАТОКАНАЛЬНИХ БЛОКІВ-ВВОДУ ВИВОДУ

В цьому розділі дипломного проекту проведено огляд існуючих архітектурних рішень побудови багатоканальних блоків-вводу виводу, архітектури комунікаційних мікросхем Texas Instruments, здійснено по постановку задачі та розроблення технічних вимог до багатоканального блоку вводу-виводу.

### 1.1 Архітектура багатоканальних блоків вводу-виводу фірм Моха та Digi

Сучасні контролери для керування технологічними процесами, в тому числі і в системах екологічного моніторингу, мають в своєму складі два послідовних порти. Однак, виникають завдання підключення газоаналізаторів для екологічного моніторингу з інтерфейсом RS-232, де такої кількості портів недостатньо. Рішенням даної проблеми є використання багатоканальних блоків вводу-виводу, в основі яких лежить застосування комунікаційних мікросхем (UART). Розроблений на базі мікросхеми TL16C554FN фірми Texas Instruments 8-канальний блок введення-виведення для застосування в контролерах з інтерфейсом Multibus дозволяє підключити до восьми каналів прийому / передачі даних по інтерфейсу RS-232 зі швидкістю до 115200 біт / с.

На рисунку 1.1 наведено приклад використання багатоканальних блоків вводу-виводу в різноманітних системах.



Рисунок 1.1 – Використання багатоканальних блоків вводу-виводу



Питанням контролю за станом навколишнього середовища в даний час приділяється все більша увага. Проблеми екології актуальні для регіонів, де зосереджені значні виробничі потужності підприємств хімічної, нафтогазової, металургійної промисловості. Серед факторів, що впливають на стан навколишнього середовища є викиди шкідливих речовин в атмосферу промисловими підприємствами. Це такі сполуки як аміак, вуглекислий газ, діоксид азоту, оксид азоту, хлор, чадний газ і ряд інших.

Розвиток засобів обчислювальної, контрольної-вимірювальної техніки дозволило автоматизувати процеси вимірювання, контролю та передачі результатів вимірів отриманих від різного роду газоаналізаторів на значні відстані. Існуючі прилади контролю за наявністю в атмосфері хімічних сполук налаштовані на вимірювання одного чи двох параметрів. Таким чином, виникають питання кількості цих приладів при контролі значної кількості параметрів зовнішнього середовища. Сучасні прилади, наприклад газоаналізатори, дозволяють підключати їх до персонального комп'ютера (ПК) або програмованого технічному комплексу (ПТК) по інтерфейсах RS-232, RS-485.

Розглянемо проблеми підключення вимірювальних приладів по інтерфейсу RS-232. У складі ПК або ПТК є в наявності лише два стандартних комунікаційних порту вводу-виводу - COM1 і COM2. Таким чином, підключення більше двох приладів до ПК або ПТК стає проблематичним. Рішенням даної проблеми є використання в таких системах багатоканальних блоків введення-виведення (МБВВ).

Лідерами в області МБВВ для ПК є фірми Cyclades, Моха, Digi. Серед характеристик впливають на вибір МБВВ, пропонованих сьогодні виробниками для ПК та ПТК, можна виділити основні, такі як кількість підключаються каналів - 4, 8, 16, тип використовуваної системної шини - ISA, PCI, швидкість роботи по порту, обсяг використовуваного буфера FIFO ( 16, 64 або 128 байт). Споживач під свої завдання в залежності від кількості каналів підключається має можливість вибрати МБВВ. Область застосування МБВВ у складі ПК - касові апарати, пристрої для зчитування кредитних карток, банківські термінали і т.д.

Якщо ж мова йде про ПТК для промисловості, то тут різноманітність інтерфейсів більше. Тому розробники розробляють такі модулі відповідно до інтерфейсом ПТК.

МБВВ, що входять до складу ПТК, можуть виконувати як функції збору даних одержуваних від вимірювальних приладів - газоаналізаторів, так і передавати їх на верхній рівень для подальшої обробки і прийняття рішення.

Існує кілька варіантів передачі інформації на верхній рівень у системах екологічного моніторингу.

Звичайно варіант передачі вибирається залежно від видалення центрального вузла (диспетчерської, служби моніторингу) від об'єкта контролю (рисунок 1.2).

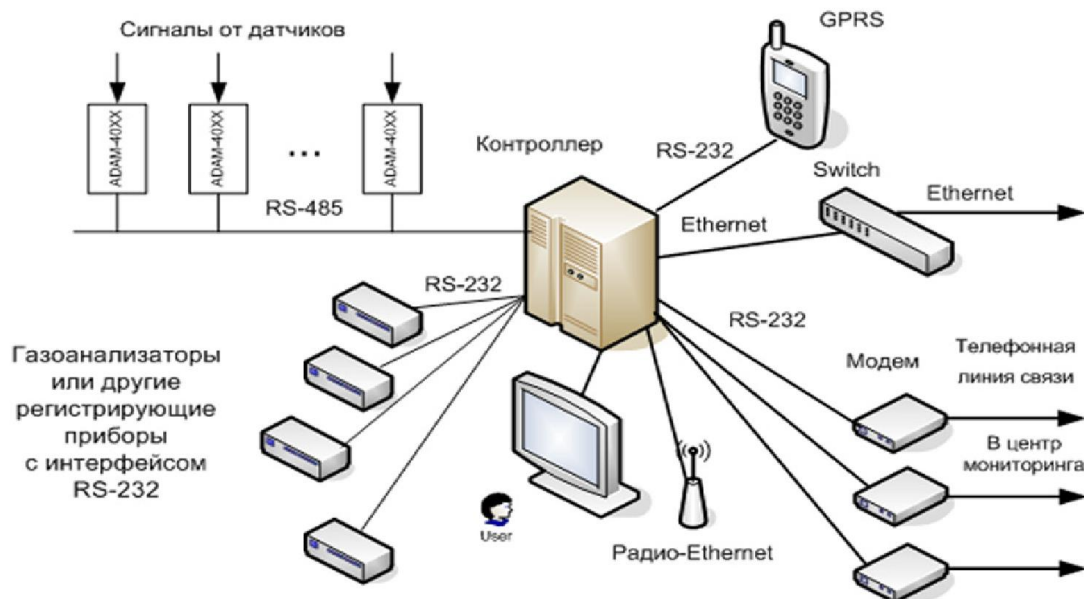


Рисунок 1.2 – Застосування багатоканальних блоків вводу-виводу в системах екологічного моніторингу

У МБВВ реалізовані дві найбільш поширені архітектури асинхронних блоків - DigiBoard PC / 8 і ARNET. Звернення до модуля проводиться командами вводу-виводу. Обмін інформацією з МБВВ проводиться байтами. Базова адреса порту введення виведення вибирається за допомогою перемичок. При програмуванні UART програмуються 8 доступних регістрів в кожному з каналів мікросхеми. Програмування полягає у встановленні необхідних параметрів регістрів, швидкості передачі каналу, розміру буфера FIFO, рівня пріоритету переривання і т. д.

Основне завдання UART прийом - інформації від центрального процесора в паралельному коді і її передачу в лінію зв'язку в послідовному коді і навпаки. Тут необхідно зазначити, що важливу роль при такій роботі відіграє розмір буфера FIFO. По прийому кожного байта, при розмірі буфера рівним одиниці, з лінії зв'язку з переривання процесор зчитує кожен байт, що уповільнює роботу системи. Слід зазначити, що в молодших версіях UART, таких як TL16C450 ... TL16C452, регістр керування FIFO був відсутній, але програмний адреса регістра розробниками мікросхем вже був зарезервованій для подальшого використання. З розвитком технології виготовлення мікросхем з'явилася можливість використовувати всю міць мікросхеми. Таким прийомом при розробці елементної бази користуються досить часто.

Для контролю стану повітря необхідно визначити перелік шкідливих речовин, які можуть бути присутніми в атмосфері даного регіону, населеного пункту для вибору

оптимального рішення побудови системи моніторингу, тому що вартість системи може становити від десятка до сотень тисяч доларів.

Стосовно до Луганського регіону, де зосереджені флагмани нафтової та хімічної промисловості в повітрі можуть бути присутніми  $Cl_2$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $NO_2$ ,  $CO_2$  і ряд інших шкідливих для здоров'я людини у великій концентрації хімічних речовин і з'єднань. Основне завдання системи моніторингу - контроль за станом навколишнього повітря в межах допустимих величин концентрації перерахованих вище хімічних сполук. В основу концепції екологічного моніторингу покладено інтегрований підхід, що означає створення систем виконують весь комплекс необхідних операцій, включаючи:

- первинні вимірювання;
- збір, передачу, накопичення та обробку вимірювальних даних;
- аналіз екологічної ситуації;
- підтримку прийняття рішень з керування екологічною обстановкою;
- розподіл результатів моніторингу між користувачами.

Слід зазначити, система, що розробляється, несе в собі тільки вимірювально-інформаційні функції за станом атмосфери. З появою нових технічних засобів і технологій побудова систем екологічного моніторингу значно спрощується. Зникають додаткові перетворювачі з інтерфейсу на інтерфейс, розширюється номенклатура модулів УСО перебиває потреби замовників і т.д., поліпшується достовірність і якість інформації, що передається на значні відстані за рахунок використання сучасних засобів передачі даних. Що стосується вимірювальних приладів, то більшість з них в даний час мають в своєму складі аналогові виходи 4 .. 20 mA (0 ... 5 mA) і інтерфейс RS-232, а деякі фірми включають до складу приладу інтерфейс RS-485 або цифровий вихід для підключення безпосередньо до контролерів безпосередньо, виключаючи додаткові пристрої.

## **1.2 Архітектура комунікаційних мікросхем Texas Instruments для побудови багатоканальних блоків вводу-виводу**

На рисунку 1.3 зображена мікросхема універсального передавача-приймача фірми Texas Instruments, що є основою багатоканальних блоків вводу-виводу.

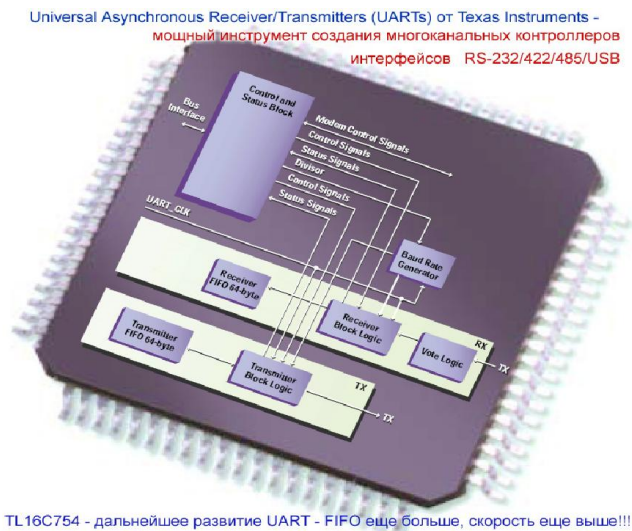


Рисунок 1.3 – Комунікаційна мікросхема універсального передавача-приймача фірми Texas Instruments

Розглянемо архітектурні особливості МБВВ.

Основу МБВВ складають UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitters), наприклад, фірми Texas Instruments і ряду інших фірм.

UART володіють наступними характеристиками:

- 4 програмно-незалежних каналу введення-виведення;
- програмно-керований розмір буфера FIFO (1, 16, 64, 128 байт) з прапором помилки з прийому інформації;
- роздільні буфери FIFO приймача і передавача;
- незалежний контроль прийому / передачі по кожному з каналів;
- стандартний набір модемних сигналів;
- 4 рівня пріоритету переривання по прийому інформації;
- програмно-встановлювана швидкість передачі по кожному каналу.

З появою UART, що містять відразу 4 канали в одній мікросхемі, з'явилася можливість розробляти МБВВ в залежності від потреб замовників, скоротити габарити модулів і енергоспоживання.

У МБВВ реалізовані дві найбільш поширені архітектури асинхронних блоків - DigiBoard PC / 8 і ARNET. Звернення до модуля проводиться командами вводу-виводу. Обмін інформацією з МБВВ проводиться байтами. Базова адреса порту введення виведення вибирається за допомогою переминок. При програмуванні UART програмуються 8 доступних регістрів в кожному з каналів мікросхеми. Програмування

полягає у встановленні необхідних параметрів регістрів, швидкості передачі каналу, розміру буфера FIFO, рівня пріоритету переривання і т. д.

На рисунку 1.4 наведена внутрішня структура UART фірми Texas Instruments.

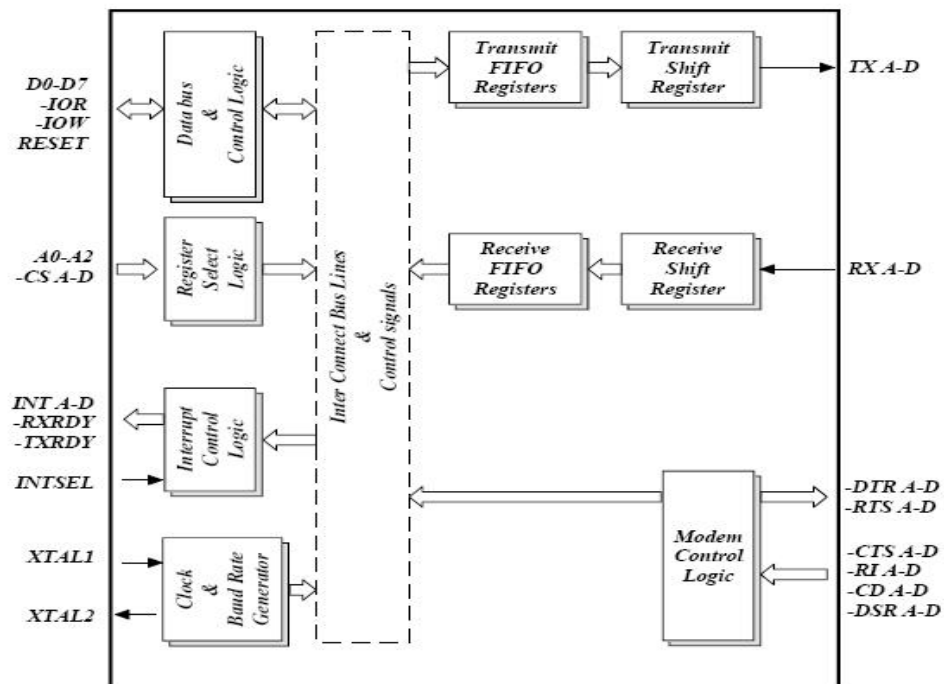


Рисунок 1.4 – Структура UART Texas Instruments

Основне завдання UART прийом - інформації від центрального процесора в паралельному коді і її передачу в лінію зв'язку в послідовному коді і навпаки. Тут необхідно зазначити, що важливу роль при такій роботі відіграє розмір буфера FIFO. По прийому кожного байта, при розмірі буфера рівним одиниці, з лінії зв'язку з переривання процесор зчитує кожен байт, що уповільнює роботу системи. Слід зазначити, що в молодших версіях UART, таких як TL16C450 ... TL16C452, регістр керування FIFO був відсутній, але програмний адреса регістра розробниками мікросхем вже був зарезервованій для подальшого використання. З розвитком технології виготовлення мікросхем з'явилася можливість використовувати всю міць мікросхеми. Таким прийомом при розробці елементної бази користуються досить часто.

В таблиці 1.1 наведено розмір буферів FIFO мікросхем фірми Texas Instruments

Таблиця 1.1 – Розмір буферів FIFO мікросхем фірми Texas Instruments

Device Name	Description	FIFOs	Package Options	Operating Voltage (V)	Characterized Temperature
TL16C450	Single UART	None	40-pin DIP 44-pin PLCC	5	0°C to 70°C
TL16C451	Single UART plus parallel port	None	68-pin PLCC	5	0°C to 70°C
TL16C452	Dual UART plus parallel port	None	68-pin PLCC	5	0°C to 70°C
TL16C550C	Single UART w/ hardware auto-flow control	16-byte	40-pin DIP 44-pin PLCC 48-pin TQFP	5/3.3	0°C to 70°C -40°C to 85°C (N/A on DIP)
TL16C552A	Dual UART w/ bi-directional line printer port	16-byte	68-pin PLCC 80-pin TQFP	5	0°C to 70°C -40°C to 85°C
TL16C552	NRND: Same functionality and pinout as TL16C552A				
TL16C554A	Quad UART w/ hardware auto-flow control	16-byte	68-pin PLCC 80-pin TQFP	5/3.3	0°C to 70°C
TL16C554	NRND: Same functionality and pinout as TL16C554A				
TL16C750	Single UART w/ HW auto-flow control and low-power modes	64-byte	44-pin PLCC 64-pin TQFP	5/3.3	0°C to 70°C -40°C to 85°C
TL16C752B	Dual UART w/ auto-flow control and low-power modes	64-byte	48-pin TQFP	3.3	-40°C to 85°C
TL16C754B	Quad UART w/ auto-flow control and low-power modes	64-byte	68-pin PLCC 80-pin TQFP	5/3.3	-40°C to 85°C

При ініціалізації регістра керування FIFO (регістр FCR) можна вказати розмір буфера FIFO (наприклад, для TL16C554 - 1, 4, 8, 16 байт). За скидання розмір буфера встановлюється в 1.

Имеется возможность установить в этом же регистре управление прерываниями (режим DMA). В режиме FIFO можно считывать как по одному байту (режим DMA=0), так и по заполнению буфера (режим DMA=1).

Зі збільшенням розміру буфера FIFO збільшується продуктивність системи. При роботі з UART є можливість перевірки тракту прийому-передачі інформації від процесора до модуля без виведення сигналів на зовнішній роз'єм МБВВ (режим діагностики). Встановлюється цей режим в регістрі керування модемом (регістр MCR біт 4). Зазвичай він використовується при початковій ініціалізації для діагностики модуля.

При проектуванні МБВВ було вибрано кількість каналів вводу-виводу, які можна підключити до блоку, що дорівнює 8. Для реалізації такого завдання потрібно було дві мікросхеми UART. Така кількість каналів вводу-виводу обумовлено, перш за все, кількістю модемних сигналів (9 сигналів в кожному з каналів) і фізичними розмірами з'єднувачів на виході МБВВ. При збільшенні кількості, що підключаються (більше 8)

кількість блоків можна нарощувати, встановивши на модулях непересічні адреси портів введення-виведення, адреси регістрів переривань та рівні переривання.

Зазвичай, при такій великій кількості пристроїв, що підключаються неодмінно виникають питання з обмеженою кількістю ліній переривань. В архітектурі багатоканальних блоків вводу-виводу рішення такої проблеми здійснюється за допомогою введення до складу модулів регістра переривань з адресою на інтерфейсі.

Переривання від кожного з 8-х каналів двох мікросхем UART заведені на загальний регістр переривань МБВВ, який відповідно до вимог архітектури встановлюється на 10h менше базового адреси порту вводу-виводу. У свою чергу, ці ж переривання об'єднуються в логічне "або" і видається загальне переривання в процесор. Отримавши переривання, процесор звертається до регістра переривань МБВВ і зчитує байт стану. Встановлена логічна "1" в біті відповідного каналу, сигналізує про наявність інформації для зчитування в ЦП від відповідного каналу.

Генератор тактових імпульсів виробляє частоту 1,8432 МГц, яка залежно від коефіцієнта розподілу при програмуванні UART встановлює швидкість передачі в кожному з каналів МБВВ. При такій задає частоті досягається максимальна швидкість передачі 115200 біт / с для RS-232. Тут необхідно зазначити, що діапазон швидкостей мікросхеми TL16C554 не обмежується швидкістю 115200 біт / с. Тут вже накладаються фізичні обмеження за швидкістю і дальністю передачі для інтерфейсу RS-232. Можливості ж мікросхеми набагато ширше. Так, наприклад, якщо при використанні TL16C554 в системах з інтерфейсом RS-485 при підключенні генератора, що задає 7,3728 МГц можна досягти швидкості прийому-передачі по лінії зв'язку 460,8 Кбіт / с, то при використанні генератора, що задає 24 МГц ця швидкість вже буде становити 1,5 Мбіт / с.

Необхідно відзначити, що всі вищевикладені дані про швидкість застосовні тільки тоді, коли такі ж параметри мають і вихідні елементи блоку, тому що саме вони забезпечують фізичні параметри ліній зв'язку, оскільки мікросхема за своїми електрично параметрами не підключається безпосередньо до ліній зв'язку.

Структурно МБВВ складається з інтерфейсної, комунікаційної і вихідної частини (рисунок 1.5).

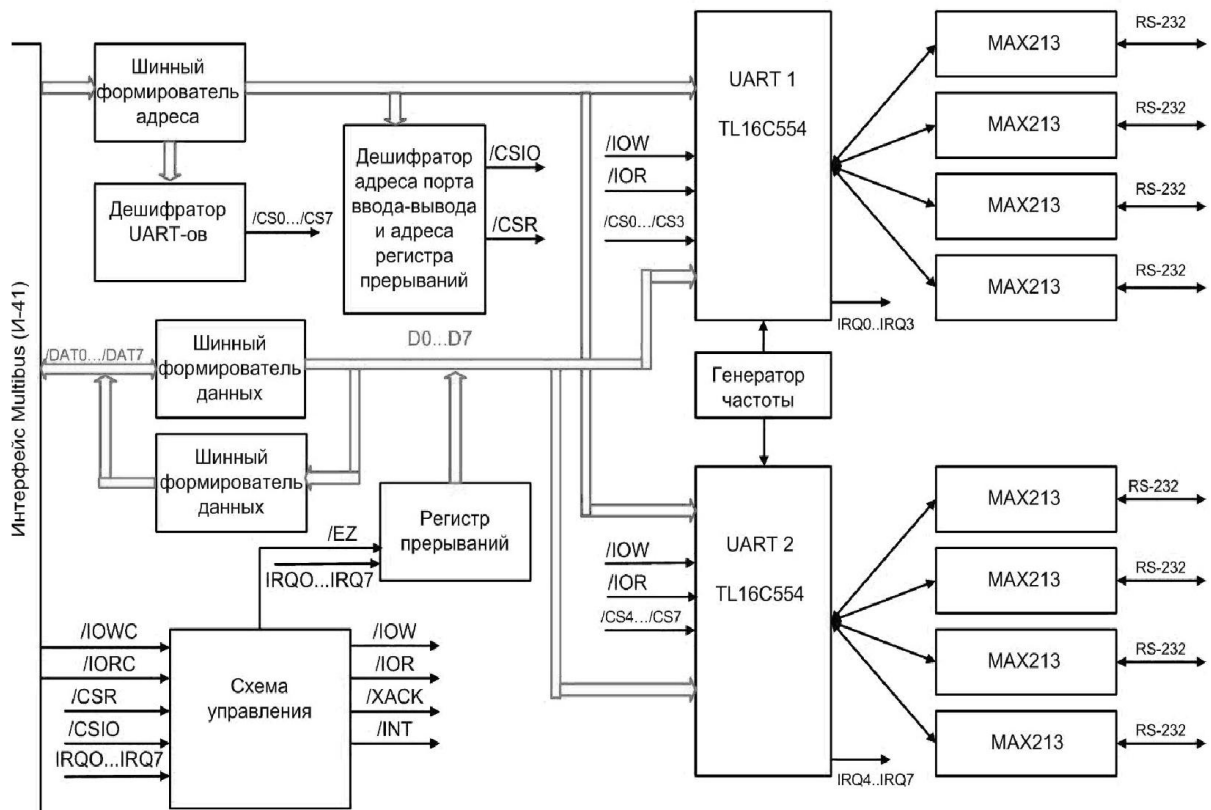


Рисунок 1.5 – Структура 8-канального блока ввода-вывода

### 1.3 Постановка задачі та розроблення технічних вимог до багатоканального блоку вводу-виводу

В рамках дипломного проекту необхідно:

- визначити структуру блоку, що складається з інтерфейсної, комунікаційної і вихідної частини;
- підключити до 8 каналів прийому (передачі) даних по інтерфейсу RS-232 зі швидкістю 115200 біт/с;
- розробити 8-канальний блоку вводу-виводу для застосування в контролерах «Fastwell» з інтерфейсом Multibus (I-41);
- швидкість прийому (передачі) встановити індивідуально для кожного каналу на етапі ініціалізації.

Оснoву блоку повинні скласти комунікаційні мікросхеми (UART) 16TL554FN фірми Texas Instruments. Відмінність цих UART від своїх попередників – 4 порти в одному корпусі і наявність буферу FIFO на 16 байт в кожному каналі. Наявність буферу дозволяє збільшити швидкодію блоку за рахунок зменшення кількості запитів переривань по



прийому даних. Адресація блоку здійснити командами вводу-виводу /IOW і /IOR, обмін інформацією між блоком і центральним процесором – байтами.

Головна задача UART – це перетворення паралельного коду від процесора в послідовний для видачі на RS-232 і навпаки. В вихідній частині блоку застосовані мікросхеми MAX213 фірми MAXIM з повним набором сигналів RS-232 в одному корпусі і однополярним живленням +5V. Дешифрація і логіка керування роботою блоку виконана з застосуванням мікросхем що програмуються (PLD). Для їх програмування застосовані програми PLDShell і FlexPro. Блок використовує тільки одну лінію переривання до центрального процесора. Інформація про канал, що викликав переривання, міститься в регістрі переривань блоку. Блок виготовлений на платі формату microPC.

## 2 РОЗРОБЛЕННЯ ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ БАГАТОКАНАЛЬНОГО БЛОКУ ВВОДУ-ВИВОДУ

В цьому розділі дипломного проекту здійснено аналіз та вибір елементної бази для реалізації побудови блоку, проведено розроблення інтерфейсної, комунікаційної та вихідної частини.

### 2.1 Аналіз та вибір елементної бази для реалізації побудови блоку

Архітектура системи екологічного моніторингу, яка використовує багатоканальні блоки вводу-виводу, представлена на рисунку 2.1.

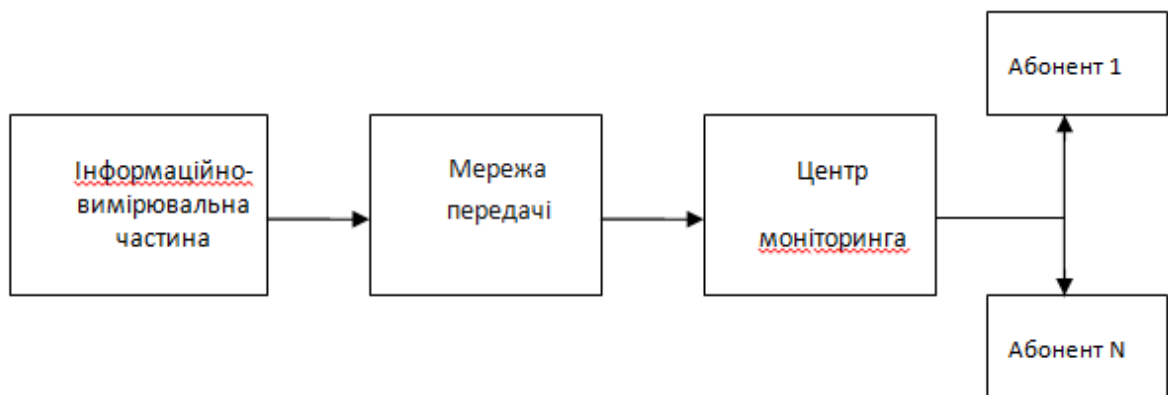


Рисунок 2.1 – Архітектура системи

Інформаційно-вимірювальна частина являє собою набір датчиків, газоаналізатора і контролера для знімання інформації про стан повітря в контрольованій точці. Інформаційно-вимірювальна мережа, яка об'єднує точки контролю, може бути зосереджена в межах однієї території (підприємство, завод і т.д.), так і розподілена на значній відстані один від одного (місто, район тощо).

Мережа передачі даних забезпечує передачу вимірювальної інформації в центр моніторингу для подальшої обробки результатів вимірювань. Мережа передачі даних може бути побудована як з використанням провідних, так і бездротових пристроїв зв'язку.

Центр моніторингу являє собою об'єднані в локальну мережу Ethernet комп'ютери, що виконують функції прийому, обробки, відображення, накопичення і розподілу отриманої інформації серед абонентів, які вирішують питання контролю екологічної обстановки в реальному масштабі часу. На основі центру моніторингу може бути створений Web-вузол для користувачів мережі Internet.

Вимірювальна частина (рисунок 2.2) містить набір датчиків і газоаналізатора, що підключені до контролера для вводу аналогових сигналів 4 ... 20 mA (0 ... 5 mA).

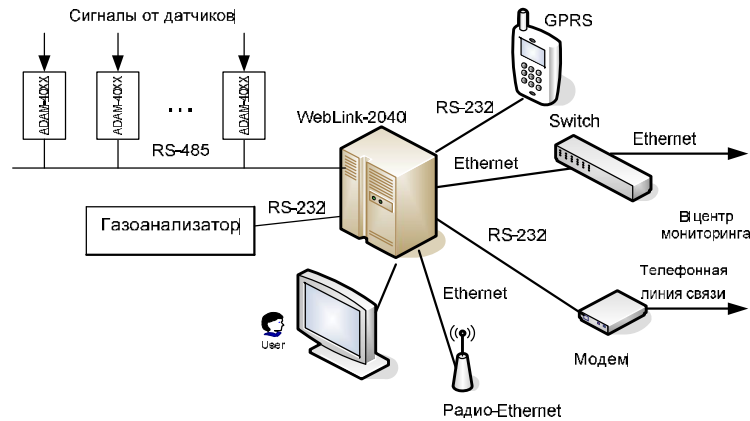


Рисунок 2.2 – Структурна схема вимірювальної частини

Якщо вимірювальний прилад не має у своєму складі аналогового виходу, то він за наявності порту RS-232 підключається до послідовного порту контролера. Слід зазначити, що двох послідовних портів контролера при великій кількості газоаналізаторів або вимірювальних приладів недостатньо. У цьому випадку необхідно використовувати багатоканальні блоки вводу-виводу, що мають у своєму складі буфери FIFO. Кількість багатоканальних блоків вводу-виводу залежить від числа газоаналізаторів або вимірювальних приладів. Багатоканальні блоки дозволяють скоротити час прийому інформації від газоаналізаторів за рахунок зменшення кількості переривань центрального процесора і буфера FIFO.

Основа таких блоків вводу-виводу складають універсальні асинхронні приймачі-передавачі фірми Texas Instruments.

Дослідження функціональних характеристик контролерів Fastwell і Advantech показали, що за співвідношення ціна / функціональність переважно використовувати в даній системі Web-сервер WEBLINK-2040 фірми Fastwell.

Web-сервер включає в себе:

- Процесор Intel 80586 - 200 МГц;
- Контролер VGA;
- Compact Flash;
- 12 (6 +6) каналів дискретного введення-виведення;
- 3 послідовних порти: 2 - RS-232, 1 - RS-485;
- порти: 1 - IDE, 1 - FDD, 1 - LPT;
- ОС Windows CE і програмне забезпечення Scada-сервера Advantech Studio

Підключення датчиків з аналоговим виходів 4 ... 20 mA до Web-сервера WEBLINK-2040 здійснюється через модулі ADAM-4000 фірми Advantech. Такий варіант однозначно розширює діапазон приладів, що підключаються і датчиків (температура, вологість, напрямок і швидкість вітру і т.д.).

Модулі серії ADAM-4000 репрезентують собою розподілені компактні Інтелектуальні пристрої обробка сигналів датчиків розроблені для застосування в промисловості. Наявність вбудованих мікропроцесорів дозволяє їм здійснювати нормалізацію сигналів, операції аналогового і дискретного введення-виведення та також їх передачу по інтерфейсу RS-485. ВСІ модулі серії ADAM-4000 мають гальванічну розв'язку з ланцюга харчування та інтерфейсу RS-485, програмно установку параметрів, командний протокол ASCII і сторожовий таймер. Діапазон робочих температур модулів серії ADAM-4000 від -10 до +70 ° С. Структурна схема вимірювальної системи наведена на рис. 3. Довжина лінії зв'язку при підключенні 32 абонентів по інтерфейсу RS-485 Може становити до 1,2 км, швидкість передачі в цьому випадку становить 93,75 кбіт / с, а з використання повторювачів Відстань передачі даних становить 4,8 км при швидкості передачі 93, 75 кбіт / с.

Від датчиків або вимірювальних приладів струмові сигнали 4 ... 20 mA (0 ... 5 mA) надходять на модулі серії ADAM-4000. Модулі монтується на рейку і об'єднуються в локальну мережа по інтерфейсу RS-485. Живлення модулів здійснюється джерелом загоєння 10 ... 30 В постійного струму. Об'єднані в локальну мережа модулі серії ADAM-4000 підключаються по крученій парі до порту RS-485 Web-сервера WEBLINK-2040. На кінцях лінії зв'язку інтерфейсу RS-485 встановлюються навантажувальні резистори номіналом 120 Ом для узгодження лінії зв'язку і виключення відображення сигналів.

Подальшим розвитком використання сучасних засобів у вимірювальних системах є використання «інтелектуальних» вимірювальних приладів, призначених для перетворення поточних концентрацій газу у Вихідний сигнал 4...20 mA, в цифровий сигнал, ЩО передається по інтерфейсу RS-485.

Передача інформації в центр моніторингу може здійснюватися як по телефонних каналах зв'язку (виділеним або комутованим) через модеми по інтерфейсу RS-232, так і по локальній мережі Ethernet зі швидкість передачі 100 Мбіт / с (при передачі на невеликі відстані). Тут необхідно враховувати, що максимальна відстань при такому способі передачі без додаткового обладнання (підсилювачі, комутатори) не перевищує 100 м.

При передачі на значні відстані в якості альтернативного способу передачі інформації по радіоканалах може бути використаний радіо-Ethernet (пристрій, що

підключається до порту контролера Ethernet і здійснює бездротову передачу інформації на відстань до 10 км.).

Підсистема зв'язку з центром моніторингу може бути реалізована по радіоканалу за допомогою радіостанції M-120 фірми Motorola і контролера пакетної радіозв'язку ВРХ-3 фірми Kontronics, використовуючи УКХ-діапазон 144-174 МГц, що забезпечує стійку передачу даних на відстань до 40 км. Обмін між центром моніторингу та віддаленими вимірювальними комплексами ведеться на одній частоті за протоколом АХ.25. Контролер пакетної радіозв'язку підключається до послідовного порту RS-232.

Супутниковий Інтернет та GPRS (General Packet Radio Service) - сучасні бездротові технології зв'язку дозволяють створити швидкісний канал доступу до центру моніторингу і одночасно вирішити проблему підключення віддалених абонентів. Основною перевагою GPRS є мобільність. Даний сервіс забезпечує реальну пропускну здатність понад 48 кбіт / с - це приблизно ті ж швидкості, що і у випадку гарних наземних з'єднаннях через модем. Підключення здійснюється через порт RS-232.

Останнім часом широко використовуються, так звані, «домашні мережі» (Home Lan), до яких підключаються абоненти через контролери Ethernet, що знаходяться на значній відстані один від одного. Використовуючи IP-адресацію, протокол TCP / IP і прикладне програмне забезпечення абоненти отримують доступ практично до будь-якого мережного ресурсу такої системи, в тому числі і до Web-сервера WEBLINK-2040 безпосередньо.

Інформаційні функції центру моніторингу забезпечуються наступними підсистемами:

- збору і первинної обробки інформації про концентраціях шкідливих речовин в контрольованих точках;
- відображення інформації;
- реєстрації історії зміни концентрації шкідливих речовин в контрольованих точках.

На рисунку 2.3 наведена структурна схема центру моніторингу

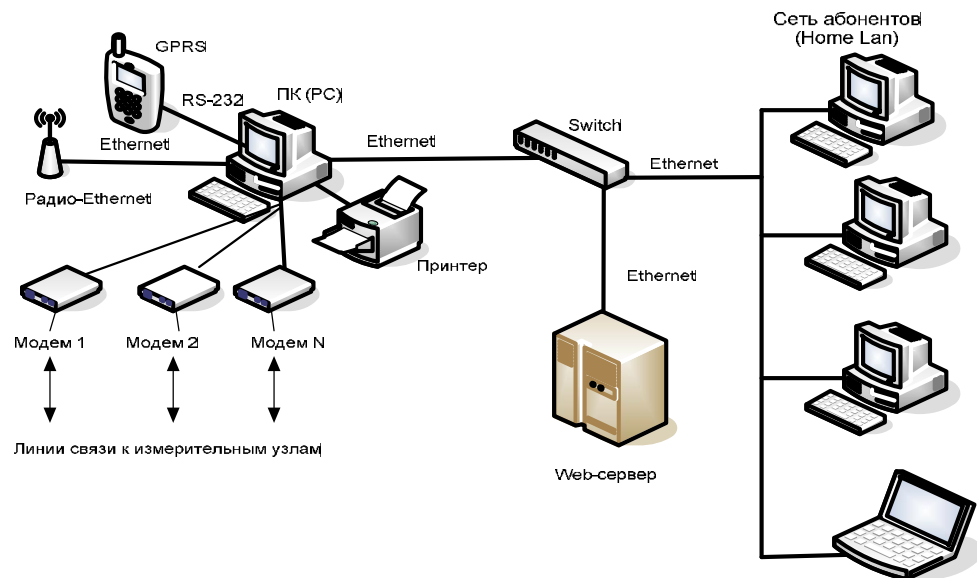


Рисунок 2.3 – Структурна схема центру моніторингу

Підсистема збору і первинної обробки виробляє безперервний циклічний опитування у всіх точках вимірювання та фіксує поточний стан загазованості.

Одночасно таку ж інформацію про стан конкретного вузла виміру можна отримати, підключивши засіб відображення (монітор, технологічний пульт) до VGA-контролеру Web-сервера WEBLINK-2040 безпосередньо в точці контролю.

В якості центрального вузла системи використовується персональний комп'ютер (ПК) або робоча станція (РС) з вище перерахованими функціями. Вибір ПК (РС) залежить від вибору операційної системи (ОС) і кількості виконуваних завдань під керуванням ОС. Слід зазначити, що потужності сучасних ПК цілком вистачає для реалізації поставленої задачі. Тут основна увага при виборі слід звернути на обсяг оперативної пам'яті (ОЗП), тому що при недостатньому обсязі ОП і збільшенні кількості завдань виконуються в системі збільшується навантаження на дискову підсистему ПК, що в кінцевому підсумку позначається на продуктивності. Для збільшення пропускної здатності запитів до дискової підсистеми слід використовувати ПК, що мають у своєму складі SATA-контролер, як найбільш дешева альтернатива дорогим SCSI-контролерів.

Зазвичай у складі ПК є два послідовних COM-порту. Якщо розглядати використання такого комп'ютера в офісному варіанті, то такої кількості COM-портів цілком достатньо, але якщо ж на базі ПК організований комунікаційний сервер для підключення віддалених абонентів, то такої кількості COM-портів явно недостатньо.

Найбільш простим способом вирішення проблеми збільшення COM-портів є використання багатопортних комунікаційних контролерів (МКК). Кількість портів із застосуванням тільки одного такого МКК може зрости до 8. МКК можуть

комплектуватися різними інтерфейсами RS-232, RS-422, RS-485. Вибір інтерфейсу здійснюється перемиканням відповідних перемичок на платі МКК (за замовчуванням встановлено інтерфейс RS-232).

Якщо комп'ютер займається обслуговуванням мережевого обміну і кількість необхідних портів невелика (4-8 портів), то тут можна застосувати багатопортовий комунікаційний контролер PCI-1610A/1610B/1620A/1620B фірми Advantech з наступними характеристиками:

- 4 порти RS-232 (8 портів для PCI-1610A) підтримка технології plug-and-play;
- комунікаційна мікросхема 16PCI954 - UART з буфером FIFO на 128 байт;
- швидкість передачі до 921 кбіт / с;
- захист від імпульсних перешкод до 3000 В (1610B/1620B);
- програмна підтримка в середовищі Windows.

Якщо ж комп'ютер недостатньо продуктивний або на нього покладено ще функції із захисту intranet-мережі від зовнішнього втручання, то в такому варіанті краще всього використовувати інтелектуальну комунікаційну плату, яка зможе виробляти підготовку даних у відповідному форматі для обміну з системної шині. Прикладом такої інтелектуальної комунікаційної плат може служити PCI-контролер фірми Advantech PCL-747 + / PCI-1630A з наступними характеристиками:

- Від 8 до 32 портів RS-232/422;
- Вбудований RISC-процесор TMS320C52;
- Швидкість обміну до 460 кбіт / с;
- Програмна підтримка в середовищі Windows.

Поряд з фірмою Advantech аналогічні багатопортові комунікаційні контролери випускають фірми Cyclades, Digi, Моха.

Допоміжні функції центру моніторингу забезпечують підготовку системи до роботи, настройку мнемосхем, початковий запуск і перезапуск системи в позаштатних ситуаціях.

Підсистема відображення та зв'язку з абонентами забезпечує виклик мнемосхеми на екран ПК (PC), відображення на мнемосхемах поточних значень вимірів, видачу повідомлень про перевищення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) в повітрі.

За допомогою засобів системи накопичення історії процесу вимірів можна відстежити показання приладів за будь-який проміжок часу (минулі добу, тиждень, місяць).

## 2.2. Розроблення інтерфейсної частини

Блок розроблений для ПТК з інтерфейсом Multibus. Основні особливості інтерфейсу - всі діючі сигнали на інтерфейс (адреса, дані, команди, переривання і т.д.) видаються і приймаються низьким рівнем напруги - логічним "0". Сигнал підтвердження / ХАСК видається приймачем у разі порівняння адреси порту вводу-виводу і звернення командою до даного блоку. У разі відсутності на інтерфейсі приймача сигналу через 10 мкс операція завершується зняттям команди і переходом до виконання наступної команди. Таким чином, вирішується проблема "зависання" команди.

На рисунку 2.4 наведено фрагмент інтерфейсної частини 8-канального блоку вводу-виводу.

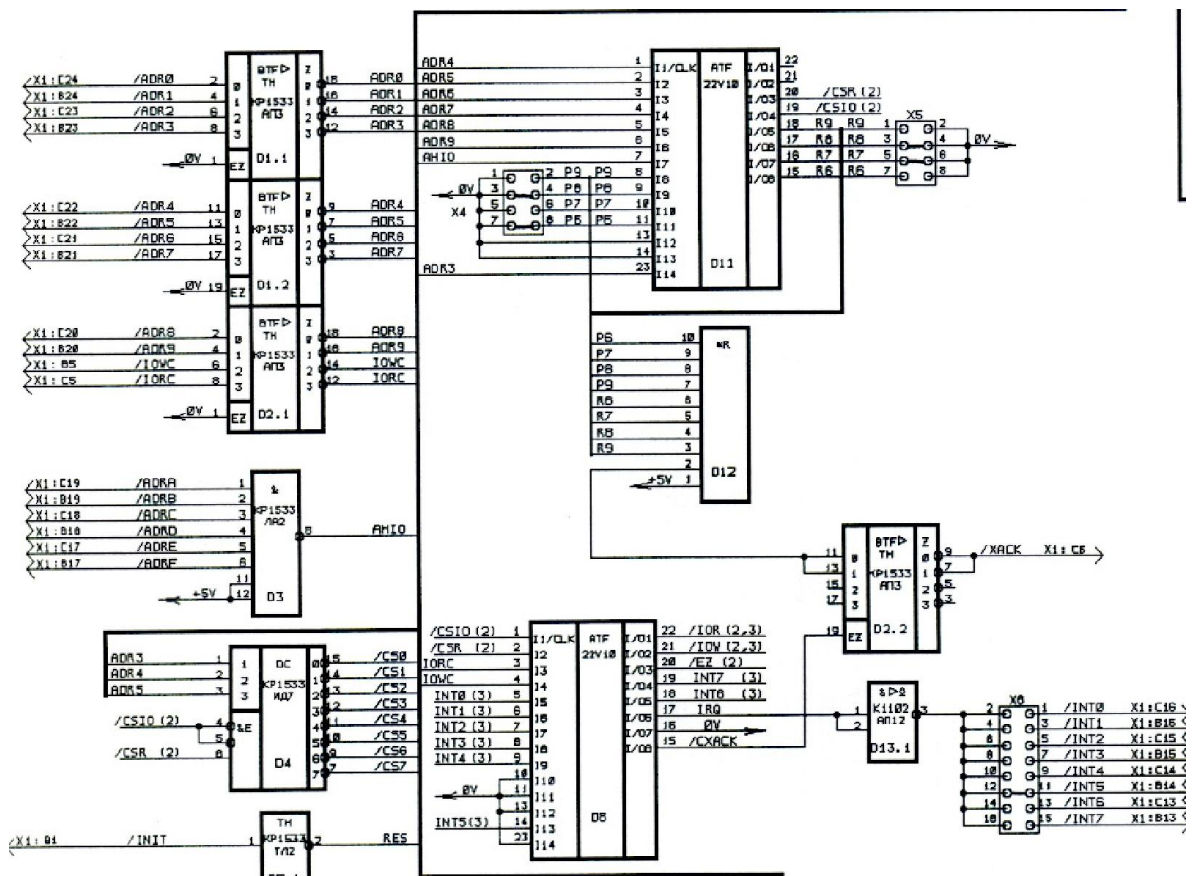


Рисунок 2.4 – Фрагмент інтерфейсної частини 8-канального блоку вводу-виводу

Для поліпшення захисту модуля від перешкод шинні формувачі на введення і виведення даних розділені. Це в свою чергу спрощує керування ними і не створює перешкоди при перемиканні напрямку передачі, але вимагає додаткової мікросхеми.

На рисунку 2.5 наведено часову діаграму виконання команди запису в порт блоку.



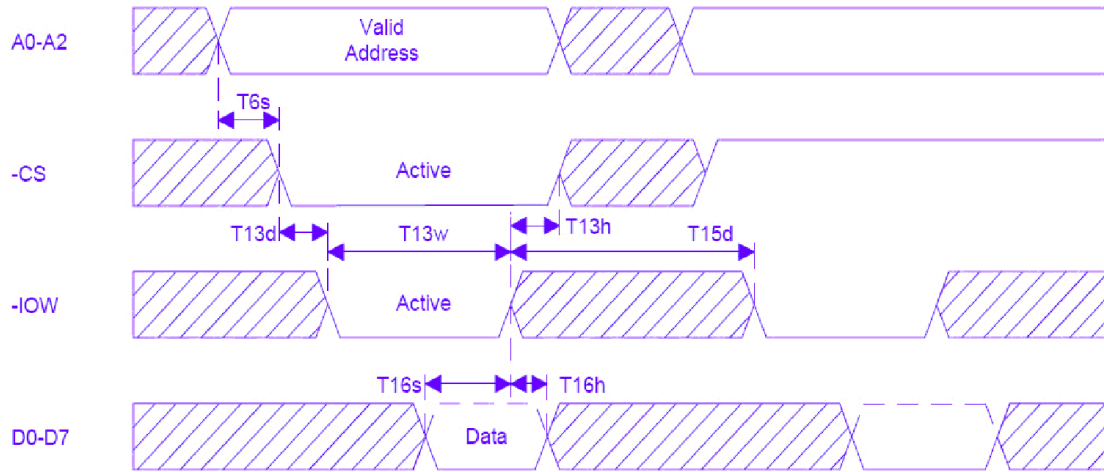


Рисунок 2.5 – Часова діаграма виконання команди запису в порт блоку

На рисунку 2.6 наведено часову діаграму виконання команди читання з порту блоку.

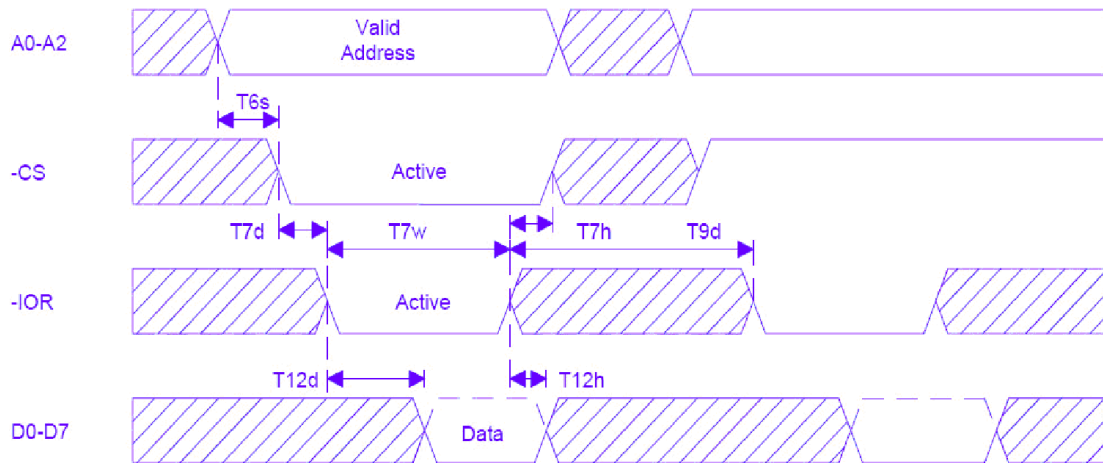


Рисунок 2.6– Часова діаграма виконання команди читання з порту блоку

Останні досягнення в області виробництва мікросхем дозволили застосувати в інтерфейсній частині програмовані логічні матриці (PLD - Program Logic Devices) фірми Atmel, за допомогою яких реалізовані такі вузли блоку як дешифратор (рисунок 2.7), схема керування роботою блоку, логіка переривань.

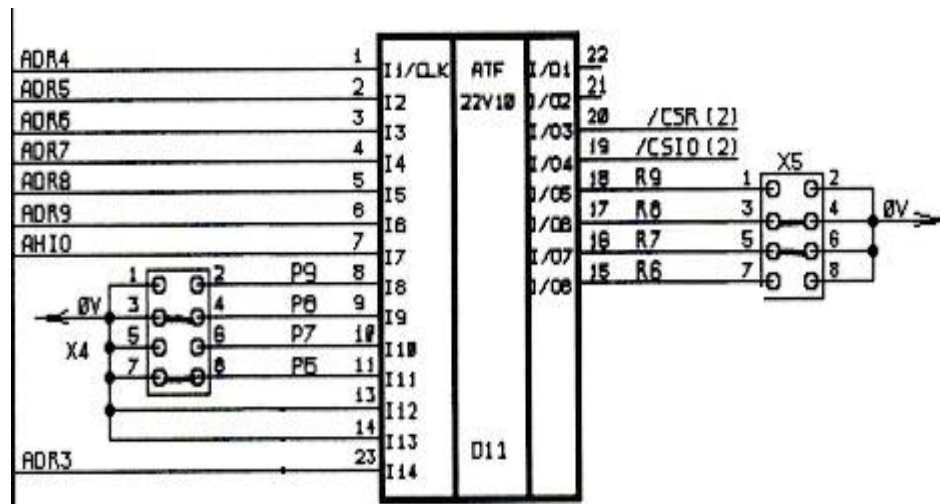


Рисунок 2.7 – Фрагмент використання PLD в якості дешифратора адреси базового порту вводу-виводу і адреси регістра переривань

Функціонально операція порівняння проводиться порівнянням вхідних сигналів адреси з рівнем сигналу, встановленим на відповідних перемичках, за допомогою операції мажоритарне "або". Застосування PLD дозволило повністю відмовитися від використання в МБВВ мікросхем виконують логічні операції, поклавши всі логічні функції на PLD.

Час спрацювання PLD становить від 6 до 10 нс, причому час видачі сигналу не залежить від довжини рівняння. Таким чином, ліквідується декілька ланцюжків логічних схем, збільшується завадостійкість, виключаються так звані "перегони", "сплески" на фронтах імпульсів, помилкові вихідні сигнали. Слід відзначити і такі режими роботи PLD як робота зі зниженим енергоспоживанням і наявність біта секретності, що робить інформацію в PLD недоступною для зчитування і ряд інших властивостей.

PLD, що відповідає за логіку роботи блоку, виробляє сигнали звернення до UART, сигнал підтвердження звернення до блоку, керує напрямом передачі даних шинних формувачів в залежності від команди, отриманої з інтерфейсу, відповідає за логіку роботи з перериваннями (рисунок 2.8).

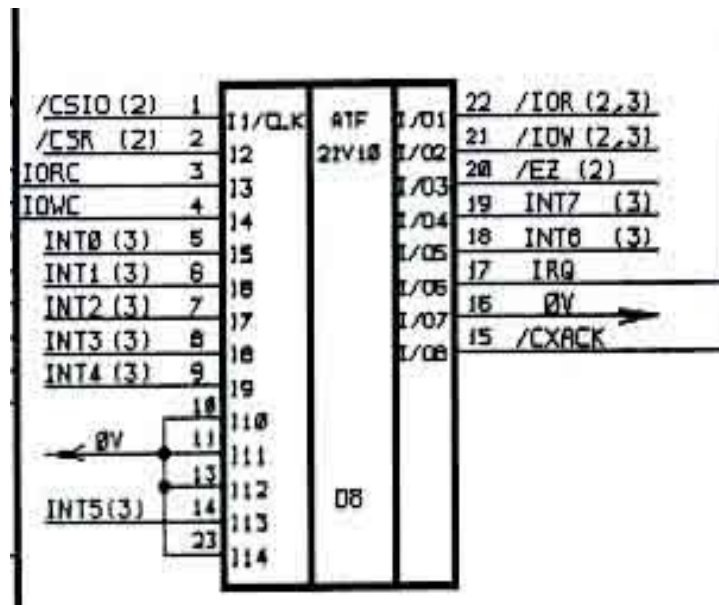


Рисунок 2.8 – Фрагмент використання PLD в якості схеми керування

При складанні рівнянь для PLD розробнику не потрібно наводити рівень вхідного сигналу до необхідного значенням в рівнянні - логічний "0" або "1" - достатньо в самому рівнянні вказати необхідний рівень для вироблення необхідного значення. Одна змінна рівняння може містити до 7 значень по 7 вхідних змінних. Якщо такої кількості недостатньо, сигнал з вихідного контакту з внутрішнім ланцюгах PLD знову надходить в матрицю і служить загальної змінної для наступного рівняння. При такому підході нарощуються можливості при складанні складних рівнянь містять більше 7 значень в рівнянні

PLD значно скорочує час при проектуванні МБВВ, спрощує розведення друкованої плати з усіма наслідками, що впливають перевагами. Такий підхід застосуємо при проектуванні МБВВ і для інших інтерфейсів.

Програмування PLD полягає у складанні рівнянь, моделювання (якщо необхідно), отриманні файлу програмування мікросхеми ATF22V10B. Програмування рівнянь здійснюється в середовищі САПР PLDShell Plus фірми Intel відповідно до вимоги мови асемблера PLDasm.

Мовою PLDasm логічні схеми подаються у вигляді стандартних ASCII-файлів. У цих файлах містяться лише коди ASCII. Будь-який файл PLDasm повинен мати секцію оголошення (Declaration section) і, принаймні, одну з таких секцій: секцію рівнянь (Equation), автомата (State Machine) або таблиці істинності (Truth Table), причому останні дві можуть зустрічатися неодноразово. Крім того, у файлі PLDasm може бути присутнім

секція моделювання. САПР PLDShell Plus, володіє всіма функціями, необхідними для розробки, тестування і налагодження логічних схем.

"Занурення" рівнянь в PLD може здійснювати, наприклад, за допомогою програми FlexPro і програматора. Серед недоліків пакету PLDShell слід відзначити відсутність режиму графічного програмування логічної схеми з заздалегідь створені компонент, що сильно погіршує дружельобність інтерфейсу користувача на етапі розробки і налагодження PLD. Даний САПР надає можливість перегляду результатів роботи запрограмованої схеми у вигляді часових діаграм або таблиці істинності, можливість управління з іншого об'єкта. Для роботи з PLD фірми Atmel можна використовувати і більш потужний інструмент САПР такий як MAX + PLUS фірми Altera.

Для складання рівнянь може бути використаний будь-який текстовий редактор. Текстового файлу присвоюється розширення \*. pds, який служить вихідним об'єктом для роботи в PLDShell або MAX + PLUS. При моделюванні рівнянь можна отримати файл часової діаграми роботи - \*. hst і, як кінцевий результат, файл запису - \*. jed.

### **2.3. Розроблення комунікаційної частини**

Основу комунікаційної частини блоку складають комунікаційні мікросхеми TL16C554 фірми Texas Instruments.

Одна мікросхема, згідно архітектури мікросхеми, дозволяє організувати прийом/передачу 4-х інформаційних каналів. Мікросхема містить весь необхідний набір модемних сигналів. Таким чином, для організації прийому/передачі не потрібно застосовувати додаткове обладнання, крім мікросхем, що забезпечують рівень сигналів +12 В у вихідній частині. З інтерфейсною частиною комунікаційна частина працює байтами. Адресація відбувається трьома молодшими розрядами A0...A2. Вибір інформаційного каналу в мікросхемі відбувається за допомогою сигналів дешифрації каналу /CSA.../CSD. Частота внутрішньої синхронізації здійснюється зовнішнім резонатором частотою 1,8432 МГц.

На рисунку 2.9 наведено розроблену комунікаційну частину 8-канального блоку.

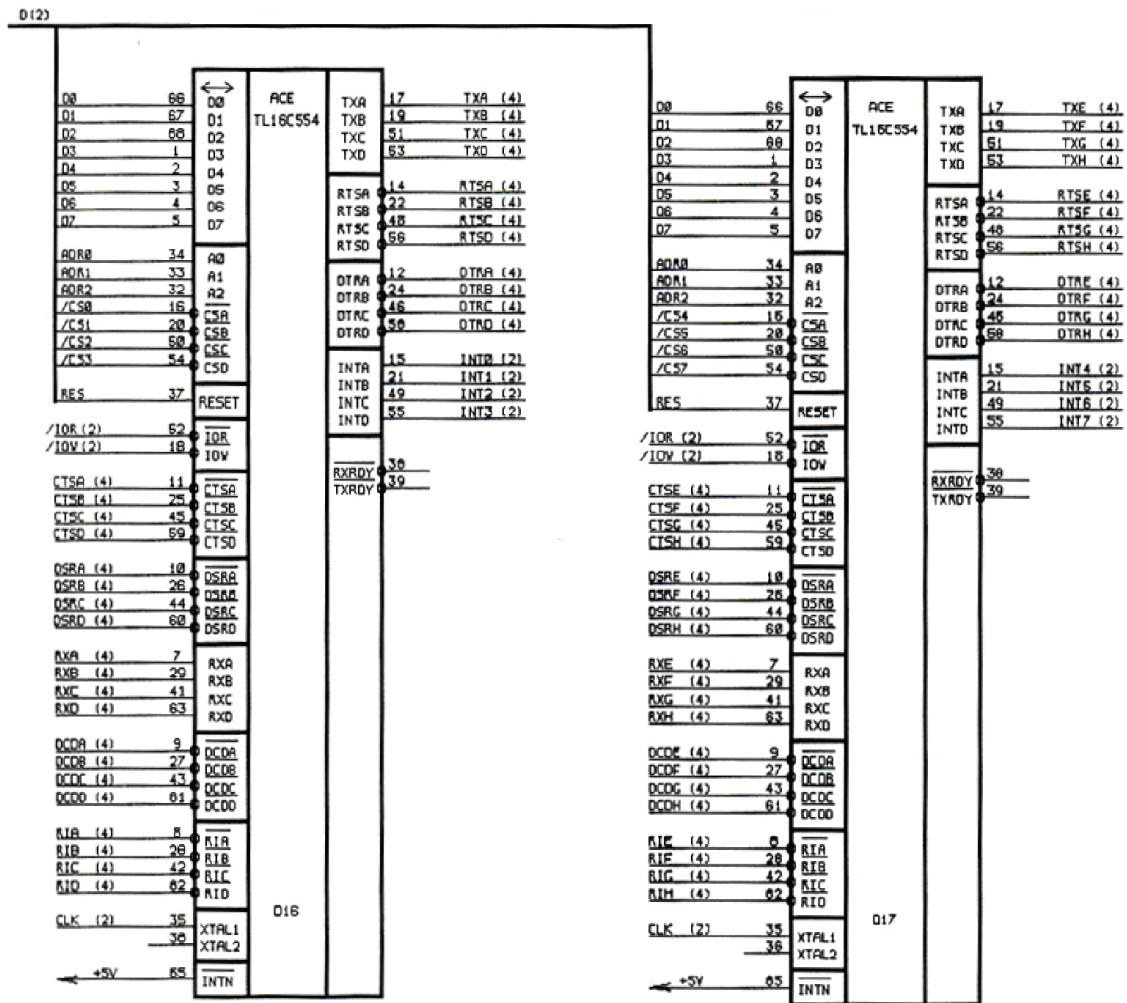


Рисунок 2.9 – Комунікаційна частина 8-канального блоку на базі мікросхем TL16C554 фірми Texas Instruments

## 2.4 Розроблення вихідної частини

МБВВ повністю відповідає вимогам інтерфейсу RS-232 за функціональними можливостями, а саме:

- Підтримує напівдуплексний і повномодемний режим роботи;
- Містить повний набір модемних сигналів;
- Стандартну швидкість передачі 115200 біт / с і ряд інших функцій.

В даний час на ринку вихідних мікросхем для інтерфейсів RS-232, RS-485 спостерігається значний прогрес. Широка номенклатура мікросхем фірми Maxim дозволяє задовольнити вимоги розробників модулів інтерфейсу RS-232 і RS-485. Наприклад, в мікросхемі MAX213 реалізований повний набір модемних сигналів RS-232, а для мікросхем інтерфейсу RS-485 передбачена гальванічна розв'язка вхідний і вихідний

частини. Живлення мікросхеми зведено до одного джерела живлення +5 В. Серед достоїнств мікросхем даної фірми треба відзначити і розширений діапазон температур -40 - +70 ° С.

Особливість вихідної частини даного МБВВ полягає в тому, що в даному модулі застосовані сучасні приймачі / передавачі інтерфейсу RS-232. Раніше для того, щоб організувати необхідну фізику передачі доводилося використовувати декілька мікросхем.

Слід зазначити, що сучасні МБВВ є комбінованими пристроями, тобто на борту таких модулів присутні мікросхеми, що відповідають за передачу по інтерфейсах RS-232, RS-422 та RS-485. Замовник перемичками комутує необхідний йому інтерфейс.

Завдяки повній апаратній сумісності МБВВ програмно підтримується всіма поширеними операційними системами (Windows, QNX, Linux).

МБВВ підтримує такі поширені протоколи передачі даних як V90, K56 Flex, V34, V34 bis, V32, V32 bis, V21, V22, V23 та ряд інших.

Зазвичай вихідні елементи інтерфейсу RS-232 використовують напругу загоєння +5 В та +12 В. Основна перевага застосування мікросхем фірми Maxim у вихідній частині блоку є те, що не потрібно додаткового джерела живлення, крім +5В.

На рисунку 2.10 наведена вихідна частина 8-канального блоку на базі мікросхем MAX213 фірми Maxim.

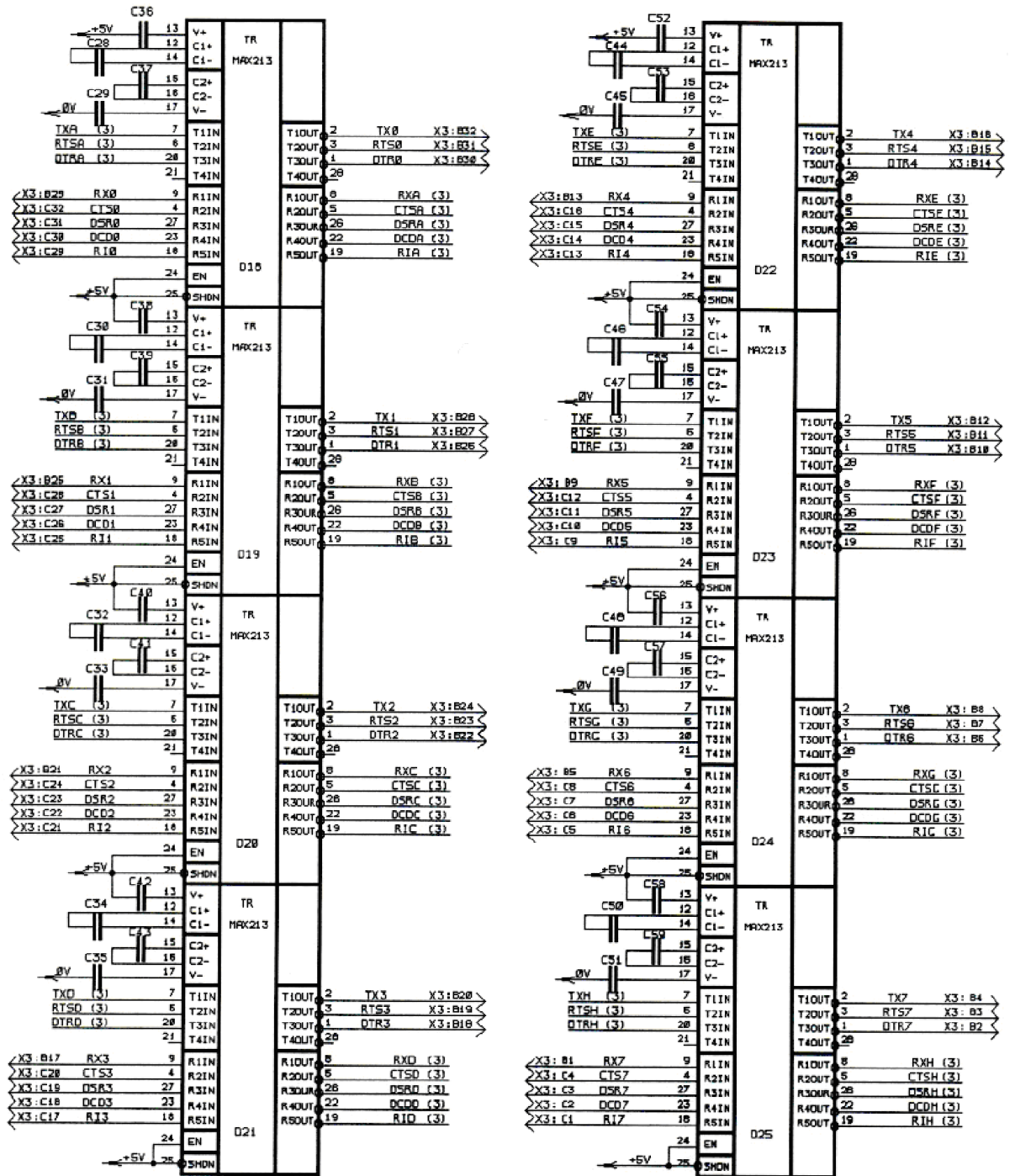


Рисунок 2.10 – Вихідна частина 8-канального блоку на базі мікросхем MAX213 фірми Maxim

Таким чином, розроблений блок вводу-виводу відповідає вимогам, що наведені в технічному завданні на проектування.



## **3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **3.1 Загальні питання з охорони праці**

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Завданням даної дипломної роботи було розроблення драйверу підтримки послідовної шини USB з застоування мікроконтролера Atmel для забезпечення зв'язку пристроїв на базі інтерфейсу USB в комп'ютерних системах, і як результат створено драйвер підтримки програми, що забезпечує необхідний зв'язок та швидкість обміну даними.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

### **3.2 Правові та організаційні основи охорони праці**

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» (далі – Закону) законодавство про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату



працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог щодо охорони праці (ст. 44) та структура організації/виробництва системи управління охорони праці визначені безпосередньо «Інструкцією на робоче місце № 1», та іншими затвердженими власними нормативними актами з питань охорони праці (правилами, нормами, регламентами, положеннями, стандартами, інструкціями та іншими документами, обов'язковими до виконання), тобто тих, що діють на підприємстві/організації, і визначені в [11].

### 3.3 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

В організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [12].

### 3.4 Аналіз стану умов праці та вимоги до приміщення

Робота над створенням дипломного проекту проходитиме в приміщенні відповідної установи (компанії, підприємстві тощо). Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером. Геометричні розміри приміщення зазначені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	5
Ширина, м	5
Висота, м	3
Площа, м <sup>2</sup>	25
Об'єм, м <sup>3</sup>	75

Згідно з [13] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане

приміщення цілком відповідає зазначеним нормам. Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування. Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

### 3.5 Вимоги до організації робочого місця

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [14] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ □ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення кабінету знаходиться на другому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 78 м<sup>3</sup>, площу — 18 м<sup>2</sup>. У цьому кабінеті обладнано три місця праці, з яких два укомплектовані ПК.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум на робочому місці знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет має бути оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5.

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

### **3.6 Навантаження та напруженість процесу праці**

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої, що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

- а) фізичного перевантаження:
  - статичного;
  - динамічного;
- б) нервово-психічного перевантаження:
  - розумового перенапруження;

- монотонності праці;
- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви:

- для розробників програм тривалістю 15 хв через кожен годину роботи.

### **3.7 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на персональному комп'ютері**

Роботу, пов'язану з електронно-обчислювальними машинами (далі - ПК) з відео дисплейними терміналами (далі - ВДТ), у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і периферійними пристроями (далі - ПП), виконують із забезпеченням виконання [17], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ПК з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема ПК та периферійні пристрої.

Робочі місця мають відповідати вимогам цих Правил та Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [14].

Це передбачає, що визначена виробнича діяльність пов'язана з наявністю певної кількості небезпечних та/або шкідливих виробничих факторів. Тому у першій частині цього підрозділу за результатами аналізу повинні бути визначені такі фактори.

Робота ПК та периферійних пристроїв супроводжує виділення багатьох хімічних речовин, зокрема озону, оксидів нітрогену та аерозолів (високодисперсних частинок тонера). Для прикладу, за умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом яких може бути принтер, сканер та ін.), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
<b>фізичні</b>			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ	2	ДСН 3.3.6.042-99
- підвищений рівень шуму на робочому місці	Система охолодження ЕОМ	2	ДСН 3.3.6.037-99
- підвищений рівень вібрації	Система охолодження ЕОМ, привід	2	ДСН 3.3.6.039-99 ДСТУ ГОСТ 12.1.012-90
- недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	ДБН В.2.5-28:2015
- недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	ДБН В.2.5-28:2015
- підвищена яскравість світла	порушення умов праці (організації місця праці-налагодження моніторів)	1	ДСанПіН 3.3.2.007-98
<b>психофізіологічні:</b>			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	НПАОП 0.00-1.28-10 ДСанПіН 3.3.2.007-98
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці-сидіння користувача, ) та організації робочого часу - безпервна робота)	2	НПАОП 0.00-1.28-10 ДСанПіН 3.3.2.007-98

### 3.8 Пожежна безпека

Пожежна безпека при застосуванні ЕОМ забезпечується:

- системою запобігання пожежі,
- системою протипожежного захисту,
- організаційно-технічними заходами.

Згідно НАПБ Б.03.002-2007 таке приміщення, площею 25 м<sup>2</sup>, відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом

передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією із застосуванням датчиків-сповіщувачів РІД-1 (сповіщувач димовий ізоляційний) в кількості 1 шт., і застосуванням первинних засобів пожежогасіння. Відповідно до норм первинних засобів пожежогасінні пропонується використовувати:

- ручний вуглекислий вогнегасник ОУ-5 в кількості 1 шт. або хімічний пінний ОХП-10 – 1 шт;
- повсть 1 1 м<sup>2</sup>, кошму 2×1,5 м<sup>2</sup> або азбестове полотно 2×2 м<sup>2</sup> в кількості 1 шт.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окислювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

- поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420 °С,
- полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335 °С, температура самозаймання 530 °С,
- склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,
- пластикат кабельний №.489 – матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1,
- деревина – будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура запалювання 255 °С, температура самозаймання 399 °С.

Для відводу теплоти від ЕОМ діє система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень ВЦ.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до [27] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймисті речовини та матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- іскри і дуги короткого замикання;
- електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- перегріву від тривалого перевантаження,

- відкритий вогонь і продукти горіння,
- наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- розрядна статична електрика.

Причинами можливого загоряння і пожежі можуть бути:

- несправність електроустановки;
- конструктивні недоліки устаткування;
- коротке замикання в електричних мережах;
- запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, фосген, синильна кислота, аміак, фенол, ацетон, стирол [20].

Для захисту персоналу від дії небезпечних і шкідливих чинників пожежі проектом передбачається застосування промислового протигазу, що фільтрує, з коробкою марки «В» із сірою відміткою забарвлення – захист від неорганічних газів (хлор, фтор, бром, сірководень, сірковуглець, хлорціан, галогени), а цей фільтр не захистить від СО (тобто від чадного газу).

Можливе також відповідне застосування фільтрувальної коробки з маркуванням «СО» із фіолетовим забарвленням на фільтрі означає, що він захищає від Чадного газу. Або фільтру для протигазу з літерним маркуванням «SX» із фіолетовим забарвленням захистить від спец речовин таких як (зарин, зоман та фосген).

### **3.9 Електробезпека**

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та

нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

### 3.10 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [13] і наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С <sup>0</sup>	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [13]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [13]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі користувача, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату. Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).



### 3.11 Освітлення робочого місця

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проекті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IV в розряді точності (середня

точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці ( $E_n$ ) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає СНіП 11-4-79 [13]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє СНіП і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для будівель виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/10:

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b = (1/8 \div 1/10) \cdot S_n \quad (3.1)$$

де  $S_b$  – площа віконних прорізів,  $m^2$ ;

$S_n$  – площа підлоги,  $m^2$ .

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 5 = 25 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/8 \cdot 25 = 3,125 \text{ м}^2$$

Приймаємо 2 вікна площею  $S = 1,6 \text{ м}^2$  кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників  $N$  виробляється по формулі (4.2.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (3.2)$$

де  $E$  – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

$S$  – освітлювана площа,  $m^2$ ;  $S = 25 \text{ м}^2$ ;

$Z$  – поправочний коефіцієнт світильника (для стандартних світильників  $Z = 1.1 - 1.3$ ) приймаємо рівним 1,1;

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

$U$  – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

$M$  – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

$F$  – світловий потік лампи – 5400лм.

Підставивши числові значення у формулу (3.1), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 2,64$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 3-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

Потужність електроосвітлювальної установки з урахуванням місцевого освітлення визначається за формулою:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \text{кВт} \quad (3.3)$$

де  $n$  – розрахункова кількість ламп для освітлення даного приміщення;

$W$  – потужність однієї лампи, Вт;

$(0,1 \div 0,2)$  – додаткова потужність для ламп місцевого освітлення, Вт

$$N = \frac{3 \cdot 160 + 0,2 \cdot 3 \cdot 160}{1000} = 0,576 \text{ кВт}$$

### 3.12 Шум, вібрація та електромагнітне випромінювання

Рівень шуму, що супроводжує роботу користувачів персональних комп'ютерів, а також зовнішніми чинниками, коливається у межах 50–65 дБА (ДСН 3.3.6.037-99). Шум такої інтенсивності на тлі високого ступеня напруженості праці негативно впливає на функціональний стан користувачів. Тому на практиці рекомендують знижувати фактичний рівень шуму у приміщеннях, де створюють комп'ютерні програми, виконують теоретичні та творчі роботи, проводять навчання до 40 дБА, а в приміщеннях, де

виконують роботу, що потребує зосередженості, — до 55 дБА. У залах опрацювання інформації та комп'ютерного набору рівні шуму не повинні перевищувати 65 дБА.

Для зниження шуму на шляху його поширення передбачається розміщення в приміщенні штучних поглиначів. Для зниження рівня шуму стелю або стіни вище 1.5 - 1.7 метра від підлоги повинні облицьовуватися звукопоглинальним матеріалом з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в області частот 63-8000 Гц. Додатковим звукопоглинанням в КВТ можуть бути фіранки, підвішені в складку на відстані 15-20 см. Від огорожі, виконані з щільної, важкої тканини. У приміщенні з ЕОМ коректований рівень звукової потужності не перевищує 45 дБА. Оскільки рівень шуму не перевищує гранично допустимих величин, які встановлені санітарними нормами, заходи для зниження шуму не проводяться.

Віброізоляція можливо здійснювати за допомогою спеціальної прокладки під системний блок, який послаблює передачу вібрацій робочого столу. Вібрація на робочому місці в приміщенні, що розглядається, відповідає нормам [26]. Допустимий рівень вібрацій на робочому місці: - для 1 ступеня шкідливості до 3 дБ; - для 2-3 - 1-6 дБ; - для 3 - більше 6 дБ.

Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

- застосування нових плазмових моніторів,
- віддалення робочого місця не менше, ніж на 0,4 – 0,5 м, оскільки напруженість електричного поля зменшується при віддаленні від джерела поля,
- встановлення раціональних режимів роботи персоналу (обмеження часу перебування),
- раціональне розміщення в робочому приміщенні устаткування, що випромінює електромагнітну енергію.

### **3.13 Розрахунок захисного заземлення**

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом [22], приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача  $\eta$  – це

відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів  $\eta_v$  в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача  $\eta_c$ .

Визначимо необхідний опір штучних заземлювачів  $R_{шт.з.}$ :

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (3.4)$$

—де  $R_{пр.з.}$  — опір природних заземлювачів;  $R_d$  — допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то  $R_{шт.з.} = R_d$ .

Підставивши числові значення у формулу (А.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту  $\rho$ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо  $\rho = 40$  Ом·м (табличне значення).

Розрахунковий питомий опір ґрунту,  $\rho_{розр.}$ , Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів  $\rho_{розр.в.}$ , і горизонтальних  $\rho_{розр.г.}$ , Ом·м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \psi \cdot \rho, \quad (3.5)$$

—де  $\psi$  — коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів І кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів  $\rho_{розр.в.} = 1,7$  і горизонтальних  $\rho_{розр.г.} = 5,5$  Ом·м.

$$\rho_{розр.в.} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом·м}$$

$$\rho_{розр.г.} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом·м}$$

Розрахуємо опір розтікання струму вертикального заземлювача  $R_v$ , Ом, за (А.5).

$$R_v = \frac{\rho_{розр.в.}}{2 \cdot \pi \cdot l_v} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l_v}{d_{ст}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_v}{4 \cdot t - l_v} \right), \quad (3.6)$$

—де  $l_v$  — довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м;  $l_v = 3$  м);

— $d_{ст}$  — діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м;  $d_{ст} = 0,05$  м);

– $t$  – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф. (3.6):

$$t = h_b + \frac{l_b}{2}, \quad (3.7)$$

–де  $h_b$  – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м);

$$\text{тоді } t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

$$R_b = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

Визначаємо теоретичну кількість вертикальних заземлювачів  $n$  штук, без урахування коефіцієнта використання  $\eta_b$ :

$$n = \frac{2 \cdot R_b}{R_d} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (3.8)$$

Визначаємо коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки  $\eta_b = 0,57$  (табличне значення).

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання  $n_b$ , шт:

$$n_b = \frac{2 \cdot R_b}{R_d \cdot \eta_b} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (3.9)$$

Визначаємо довжину з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_b \cdot (n_b - 1), \quad (3.10)$$

–де  $L_b$  – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за  $L_b = 3$  м);

– $n_b$  – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

Визначаємо опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки)  $R_r$ , Ом:

$$R_r = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{\text{см}} \cdot h_r}, \quad (3.11)$$

- де  $d_{см}$  – еквівалентний діаметр смуги шириною  $b$ ,  $d_{см} = 0,95b$ ,  $b = 0,15$  м;
- $h_r$  – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);
- $l_c$  - довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м

$$R_r = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

Визначаємо коефіцієнт використання горизонтального заземлювача  $\eta_c$ . відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів  $n_b$ .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги  $\eta_c = 0,3$  (табличне значення).

Розраховуємо результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{заг} = \frac{R_b \cdot R_r}{R_b \cdot \eta_c + R_r \cdot n_b \cdot \eta_b} \leq R_d. \quad (3.12)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова:  $R_{заг} < 4$  Ом, а саме:

$$R_{заг} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_d$$

### Висновки до розділу 3

В даному розділі дипломного проекту зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників. Визначено параметри і характеристики приміщення для роботи над дипломним проектом, заходи, які потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для роботи. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, електробезпеки та пожежної безпеки. Наведена схема, розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці, рекомендації з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

## ВИСНОВКИ

В рамках дипломного проекту розроблено 8-канальний блок вводу-виводу для застосування в контролерах «Fastwell» з інтерфейсом Multibus (I-41). Структурно блок складається з інтерфейсної, комунікаційної і вихідної частини. Блок дозволяє підключити до 8 каналів прийому/передачі даних по інтерфейсу RS-232 зі швидкістю 115200 біт/с. Швидкість прийому/передачі може бути встановлена індивідуально для кожного каналу на етапі ініціалізації.

Основу блока складають комунікаційні мікросхеми (UART) 16TL554FN фірми Texas Instruments. Відмінність цих UART від своїх попередників – 4 порти в одному корпусі і наявність буферу FIFO на 16 байт в кожному каналі. Наявність буферу дозволяє збільшити швидкодію блоку за рахунок зменшення кількості запитів переривань по прийому даних. Адресація блоку здійснюється командами вводу-виводу /IOW и /IOR, обмін інформацією між блоком і центральним процесором – байтами.

Головна задача UART – це перетворення паралельного коду від процесора в послідовний для видачі на RS-232 і навпаки. В вихідній частині блоку застосовані мікросхеми MAX213 фірми MAXIM з повним набором сигналів RS-232 в одному корпусі і однополярним живленням +5V. Дешифрація і логіка керування роботою блоку виконана з застосуванням мікросхем що програмуються (PLD). Для їх програмування застосовані програми PLDShell і FlexPro. Блок використовує тільки одну лінію переривання до центрального процесора. Інформація про канал, що викликав переривання, міститься в регістрі переривань блоку. Блок виготовлений на платі формату microPC.

Розроблені заходи щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. П.С. Якимчук, В.А. Пономаренко. Автоматизированная система экологического контроля производственных помещений //Экологические системы и приборы, №3, 2001, с. 3-7.
2. Б.А. Болдури́н, А.А. Михайлов. Газоаналитическая система СКВА-01 для контроля газовой среды во взрывоопасных зонах класса 1 //Промышленные АСУ и контроллеры, №4, 2004, с. 47-49.
3. В. Вакула. Многопортовые платы. Расширяя возможности //СНІР , №8, 2000, с. 82-83.
4. С.И. Колтыгин, А.А. Петрулевич. Автоматизированные системы экологического контроля: интегрированный подход //Современные технологии автоматизации, №1, 1997, с. 28-32.
5. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR / Белов А.В. – СПб.: Наука и техника, 2008. – 544 с.: ил.
6. Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Том. II / Предко М. – М.: Постмаркет, 2001. – 488с.
7. Микушин А.В. Занимательно о микроконтроллерах. – СПб.: БХВ–Петербург, 2006. – 432 с.: ил.
8. Закон України «Про охорону праці».
9. ДБН В.2.5-28:2015 Природне і штучне освітлення.
10. Закон України Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення.
11. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві».
12. НПАОП 0.00-4.12-05. «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».
13. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».
14. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».
15. ДБН В.2.5-28:2015 «Природне і штучне освітлення».
16. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».
17. НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно- обчислювальних машин».
18. НПАОП 0.00-8.24-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою».

19. НАПБ А. 01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України».
20. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
21. ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.
22. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
23. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».
24. НАПБ Б.03.002-2007. «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».