

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ЕКТ

_____ **Анатолій ОПАНАСЮК**
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

зі спеціальності 171 «Електроніка»

освітньо-професійної програми «Електронні системи»

на тему:

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА

ІНДИКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛА ЗВ'ЯЗКУ

Здобувача групи ЕС.м-31 _____ **Рябченка Олександра Івановича**

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

_____ **Олександр РЯБЧЕНКО**
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник, доцент, к.т.н., доцент **Ігор КУЛИК**

(підпис)

Консультант з техніко-економічної частини,
доцент, к.е.н., доцент **Олександр МАЦЕНКО**

(підпис)

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ електроніки та інформаційних технологій
Кафедра _____ електроніки і комп'ютерної техніки
Напрямок підготовки _____ 171 «Електроніка»
Освітня програма _____ Електронні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою _____ Опанасюк А. С.

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

1. Тема роботи _____

затверджена наказом по університету «01» жовтня 2024 р. № 1003-VI.

2. Термін здачі студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити) 1) Огляд літератури та постановка завдання проєктування. 2) Конструкторсько-технологічна частина. 3) Розроблення, обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми проєктованої електронної системи 4) Техніко-економічна частина.

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

1) Схема електрична структурна. 2) Схема алгоритму. 3) Схема електрична функціональна. 4) Схема електрична принципова. 5) Друкована плата.

6) Креслення збирання.

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи

Розділи	Консультанти	Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічна частина	Маценко О. М.		

7. Дата видачі завдання _____

8. Керівник роботи _____

9. Завдання прийняв до виконання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Огляд літератури та постановка завдання проектування		
2	Науково-дослідна частина		
3	Розробка алгоритму функціонування та структурної схеми електронної системи		
4	Розробка функціональної схеми електронної системи		
5	Розробка схеми електричної принципової електронної системи		
6	Техніко-економічна частина		
8	Оформлення пояснювальної записки		
9	Оформлення графічного матеріалу		
10	Представлення роботи керівнику і отримання відгуку		
11	Представлення роботи кафедрі для отримання рецензії		

Студент _____

Керівник роботи _____

« ___ » _____ 2024 р.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 70 сторінок, 17 рисунків, 9 таблиць, 19 джерел, 1 додаток.

Об'єкт розроблення: електронна система індикації параметрів вузла зв'язку.

Мета розроблення — осучаснення наявної системи контролю та індикації, функціонально й технічно застарілої.

У процесі виконання завдання проєктування системи враховано такі чинники, як відповідність функціональних можливостей вимогам технологічного процесу, вартість, масогабаритні параметри, енергоспоживання, надійність. Інтерфейс взаємодії системи з оператором розроблено з урахуванням досвіду експлуатації наявної техніки, щоб зменшити витрати на навчання персоналу обслуговування та забезпеченні безперервності технологічного процесу.

Було розроблено конструкцію одного з блоків електронної системи, описано технологію виготовлення друкованої плати, виконано розрахунок надійності пристрою і споживаної ним потужності.

Визначено економічні параметри процесу виготовлення пристрою: виконано розрахунок собівартості виробу та надано порівняльну характеристику розробленого пристрою та наявних на ринку систем аналогічного призначення.

Ключові слова: система індикації, сигналізація стану, мікроконтролер, вузол зв'язку, електронна система.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Основна частина.....	7
1.1 Огляд літератури та постановка завдання проектування.....	7
1.2 Розроблення, обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми проектованої електронної системи.....	12
1.2.1 Розроблення алгоритму функціонування проектованої електронної системи	12
1.2.2 Розроблення структурної схеми проектованої електронної системи.....	18
1.3 Розроблення, обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми проектованої електронної системи.....	20
1.3.1 Розроблення функціональної схеми первинного вузла контролю.....	20
1.3.2 Розроблення функціональної схеми центрального керувального вузла.....	21
1.3.3 Вибір типів використовуваних мікроконтролерів.....	23
1.3.4 Вибір типу інтерфейсного модуля.....	26
1.4 Розроблення та розрахунок принципових електричних схем вузлів і блоків електронної системи.....	27
1.4.1 Вибір елементної бази.....	27
1.4.2 Розрахунок параметрів давачів та аналого-цифрового перетворювача.....	31
1.4.3 Визначення швидкості обміну інформацією між вузлами і тактової частоти роботи мікроконтролерів.....	34
1.4.4 Розроблення блоку індикації.....	36
1.5 Розроблення програмного забезпечення проектованої електронної системи.....	36
1.5.1 Вибір мови програмування та середовища розроблення.....	36
1.5.2 Розроблення програми центрального керувального вузла.....	37
1.5.3 Розроблення програми первинного вузла контролю.....	41
2 Конструкторсько-технологічна частина.....	45
2.1 Розроблення конструкції блоку електронної системи.....	45
2.2 Розроблення технологічної частини.....	45
2.3 Розрахунок надійності проектованої електронної системи, а також споживаної ним потужності або струму.....	47
Висновки.....	50
3 Техніко-економічна частина.....	51

ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ								
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Електронна система індикації параметрів вузла зв'язку. Пояснювальна записка.	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Рябченко О.І.						
Перевір.		Кулик І.А.					3	
Реценз.						СумДУ, ЕС.м-31		
Н. контр.		Кулик І.А.						
Затверд.		Опанасюк А.С.						

3.1 Промислове виробництво і довкілля: проблеми і перспективи	51
3.2 Цінова політика підприємств у сучасних умовах	53
3.3 Розрахунок показників собівартості виготовлення електронної системи	58
Висновки	66
Заключні висновки	67
Список літератури	69
Додаток.....	

ВСТУП

Діяльність великих державних підприємств або об'єднань передбачає чіткий поділ повноважень з управління технологічними процесами. Цілком це стосується і проблем модернізації або технічного переозброєння виробництва. Рішення про впровадження у виробництво принципово нової техніки, як правило, ухвалює вище керівництво об'єднання. Водночас питання, пов'язані з модернізацією обладнання допоміжних служб, оптимізацією роботи обслуговувального персоналу основного технологічного процесу, можуть вирішуватися в масштабах окремого підприємства або, навіть, цеху. Одним із можливих напрямів для модернізації є система індикації та управління технологічним процесом.

Сучасний щабель розвитку електронної техніки відзначається широким впровадженням мікроконтролерів у різноманітні пристрої. І на відміну від комп'ютерної техніки, яка розвивається в бік збільшення розрядності та тактової частоти роботи процесорів, у сімействах мікроконтролерів нові моделі відзначаються дедалі меншим енергоспоживанням і ширшими наборами вбудованих периферійних функціональних вузлів. Серед них постійні та оперативні запам'ятовувальні пристрої, аналого-цифрові перетворювачі, асинхронні комунікаційні пристрої, таймери та багато іншого. Розрядність же центрального процесора може становити, як правило, 8, 16 та 32 біти, а щодо останніх, то їхня тактова частота, нині, може досягати кількох сотень мегагерців, залежно від задачі. Функціональна повнота мікроконтролерів значно спрощує процес проектування електронних пристроїв, які не потребують складних обчислень. Сфера застосування простіших 8-бітних мікроконтролерів — інтелектуальні давачі різного призначення (контрольні, пожежні, охоронні), іграшки, зарядні пристрої, різна побутова техніка та інші подібні пристрої. Конкретний набір виконуваних функцій визначається програмою, що записується в ПЗП мікроконтролера. Складніші моделі застосовуються в мобільних телефонах, принтерах, сканерах та іншій складній офісній техніці. Багато сучасних моделей мікроконтролерів дають змогу їхнього програмування вже в складі готового пристрою, що зі свого боку дає можливість модернізації системи з мінімальними конструктивними та схематичними змінами.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		5

Характерною особливістю мікроконтролерів є багатофункціональність їхніх виводів, що дає змогу програмно визначати їхнє призначення, навіть за невеликої кількості. Це значно спрощує розроблення конструкції пристроїв. Додатковою перевагою, яка сприяє популярності мікроконтролерів, є їхня доступна вартість.

З огляду на наведене, можна стверджувати, що використання мікроконтролерів є найбільш доцільним підходом до створення сучасних радіоелектронних пристроїв.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документу</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

1 ОСНОВНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд літератури та постановка завдання проєктування

У сучасних умовах проєктування, створення та подальшого використання складних виробничих комплексів управління їхньою роботою та поточним станом залишається надзвичайно важливим завданням. Систему управління цими процесами можна логічно поділити на дві взаємопов'язані складники: підсистему збору інформації про стан виробничого обладнання та підсистему керувального впливу на нього. Хоча повністю автоматичні системи управління технологічними процесами активно розробляються, їхнє широке впровадження все ще обмежене, як технічними, так і економічними чинниками. Більшість виробничих комплексів і надалі контролюються людьми, що вимагає ефективного відображення параметрів у зрозумілому для персоналу вигляді. Це дає змогу об'єктивно оцінювати стан системи й ухвалювати правильні рішення. Однією з ключових функцій підсистеми збору інформації залишається сигналізація — привернення уваги оператора в разі виходу будь-якого контрольованого параметра за межі норми.

Нині широке застосування займають різні види оптичної індикації параметрів роботи виробничого обладнання. Умовно їх можна поділити на кілька груп.

До першої з них належать окремі дискретні індикатори такі, як сигнальні лампи, світлодіоди тощо, які оснащені пояснювальними написами на панелях апаратури або у відповідній документації. Сюди ж можна віднести сигнальні панелі з попередньо нанесеними повідомленнями. Перевага цієї групи індикаційних пристроїв є простота реалізації та швидке сприйняття сигналів персоналом. Серед недоліків варто зазначити обмежену інформативність кожного елемента індикації, що, як наслідок, підвищує вимоги до кваліфікації персоналу обслуговування.

До другої групи систем контролю та індикації можна віднести пристрої, які відображають не лише стан окремих технологічних вузлів, але і їхній взаємозв'язок. У багатьох галузях широко використовуються системи управління технологічними процесами з індикацією поточного стану у вигляді мнемосхем. Це дає змогу персоналу обслуговування візуально контролювати

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		7

роботу всього обладнання загалом та швидко приймати рішення в разі виникнення аварійних ситуацій, спрямовані на усунення наслідків і відновлення працездатності комплексу. До недоліків цього класу індикаторів належать складність виведення інформації про конкретні ознаки несправностей на окремих функціональних вузлах, а також необхідність перероблення всієї системи індикації в разі реорганізації чи модернізації виробничого процесу.

До третьої групи можна віднести автоматизовані системи збору інформації про роботу технологічних вузлів, побудовані на основі обчислювальної техніки. Їхня основна перевага — можливість надавати персоналу обслуговування як загальну інформацію про роботу всього комплексу обладнання, так і більш детальні відомості, отримані від конкретного пристрою. При цьому вся інформація виводиться в зручному для оператора вигляді й може документуватися на різні носії в режимі реального часу. Як правило, центральним елементом таких систем є персональний комп'ютер. У разі зміни або модернізації технологічного процесу основні доопрацювання в системі індикації зводяться до зміни програмного забезпечення.

Під час розв'язання конкретного завдання проектування системи збору даних і сигналізації доводиться враховувати не тільки функціональні можливості того чи іншого класу пристроїв, а й такі чинники, як вартість, габарити, енергоспоживання, надійність. У разі ж модернізації або заміни ще робочого, але вже технічно застарілого устаткування також береться до уваги досвід експлуатації наявної техніки з метою зменшення витрат на навчання обслуговувального персоналу та забезпечення безперервності технологічного процесу.

Під час побудови системи збирання даних про стан об'єкта однією з основних розв'язуваних проблем є вид контрольованого параметра, який визначається давачем цього сигналу. Контрольований сигнал може бути дискретним (у найпростішому випадку — двійковим) або аналоговим.

У першому випадку від системи сигналізації може знадобитися реакція на три можливих події — поява сигналу «логічної одиниці», «логічного нуля», або ж на зміну стану лінії. Водночас зазвичай точне значення напруги або струму контрольованого сигналу не таке важливе, якщо воно перебуває в

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		8

діапазоні гарантованого спрацьовування схеми контролю, що зі свого боку дає змогу здійснювати контроль на значній відстані від об'єкта, не застосовуючи складних схемотехнічних рішень.

Якщо ж контрольований параметр аналоговий, доводиться враховувати такі фактори, як можливість перешкод і наведень у лінії зв'язку від давача сигналу до пристрою контролю, загасання сигналу коштом опору лінії, власна місткість лінії та інші. Розв'язання цих питань можливе кількома способами. Серед них такі, як поліпшення якості з'єднувальної лінії (використання якіснішого екранованого кабелю з надійним заземленням екранної оболонки), застосування схемних рішень, що нейтралізують синфазну перешкоду. Можлива також побудова розподіленої системи контролю, в якій у безпосередній близькості від давача контрольованого параметра встановлюють пристрій, що перетворює аналоговий сигнал на дискретний, а вже після цього передає дані на вузол сигналізації.

Широко поширена ситуація, коли контрольований аналоговий параметр має певний діапазон значень, що відповідає нормальній роботі обладнання. Водночас система сигналізації має реагувати на вихід цього параметра за межі дозволеного діапазону, як у бік збільшення абсолютних значень, так і в бік зменшення. Як приклад можна розглянути систему охоронної сигналізації об'єктів, що реагує на відкриття приміщень. У режимі охорони контрольований ланцюг, у який ввімкнено розмикач, має деякий опір і в ньому протікає струм у дозволеному діапазоні значень. Розрив ланцюга свідчить як про розкриття приміщення, так і про можливу несправність лінії. Зменшення опору (коротке замикання) ланцюга також може свідчити про несправність лінії або несанкціоноване втручання в роботу системи. В обох випадках відбувається спрацьовування сигналізації.

Схожий принцип роботи використовується в системах пожежної сигналізації. Відомі системи, у яких нормальному стану очікування відповідає періодичне замикання контрольованого ланцюга (шлейфу) з певною частотою. За такої умови розрив або замикання шлейфу на тривалий час сприймається системою як несправність лінії, а зміна частоти замикань як сигналізація про пожежу. У цьому разі контроль температури або задимленості в приміщенні, а також взаємодія із центральним пультом здійснюється досить складним давачем (пожежним сповіщувачем).

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Нині розроблено й серійно випускається безліч систем сигналізації, що розрізняються як своїми якостями, так і вартістю. Основними параметрами, що визначають переваги тієї чи іншої системи сигналізації, є:

- інформаційна місткість, тобто кількість контрольованих сигналів;
- інформативність, тобто кількість, вид і склад можливих повідомлень про стан контрольованих об'єктів, що видаються персоналу обслуговування;
- заводо захищеність, відсутність помилкових спрацьовувань;
- наявність додаткових сервісних функцій, наприклад, можливість передавання повідомлення про спрацьовування сигналізації стаціонарним або мобільним телефоном, автоматичне ведення журналу запису подій тощо;
- живучість системи, тобто наявність резервного живлення, грозозахист контрольованих ліній;
- простота управління;
- економічність системи.

У кожному конкретному випадку під час вибору системи сигналізації підбирається оптимальний варіант з урахуванням необхідних параметрів і допустимої ціни.

Об'єкт застосування проекрованої системи індикації параметрів є вузол відомчого зв'язку, що об'єднує у своєму складі такі ділянки:

- обладнання, що забезпечує передачу інформації та сигналів взаємодії по орендованих виділених аналогових і цифрових міжміських каналах зв'язку, що виділяються (цифровим потокам);
- станційне обладнання, таке, як автоматична телефонна станція невеликої місткості, пристрої електроживлення, резервні комутатори ручного обслуговування тощо;
- місцева абонентська телефонна мережа, що містить з'єднувальні кабелі, розподільні пристрої та кінцеве абонентське обладнання.

За таких умов контролю та індикації підлягають такі параметри:

- сигнали «нормальної роботи» і «аварії» від окремих технологічних пристроїв, що подаються через з'єднання в апаратурі сигнальних проводів із загальним проводом;
- цілісність місцевої кабельної абонентської мережі, розкриття розподільчих пристроїв (шаф, коробок);

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		10

- відкриття дверей і вікон у технологічних приміщеннях вузла зв'язку, доступ до яких обмежений.

На мить формулювання завдання на проєктування в експлуатації перебуває система сигналізації, що виконує зазначені функції, але у зв'язку з розширенням і модернізацією устаткування вузла зв'язку, які проводять, не задовольняє зростим вимогам за такими параметрами:

- інформаційна місткість системи в 150 контрольованих сигналів стала недостатньою, водночас можливості нарощування місткості обмежені конструкцією пульта сигналізації;

- у зв'язку зі зносом механічних елементів електромагнітних реле збільшилася кількість несправностей, що виникають у самій системі сигналізації. Крім збільшення трудовитрат на ремонтні роботи, цей чинник створює додаткові труднощі з придбанням застарілої елементної бази.

Отже, найраціональніше розв'язання цієї проблеми — замінити систему індикації параметрів загалом. Водночас визначено її необхідні основні технічні параметри:

- інформаційна місткість має бути не менше 200 контрольованих об'єктів;

- у зв'язку з територіальною віддаленістю окремих груп об'єктів, система має забезпечувати надійну роботу при довжині шлейфу не менше 500 метрів;

- система мусить забезпечувати можливість електроживлення від станційної мережі постійного струму напругою -24В, водночас наявність резервного живлення не є обов'язковою, оскільки станційна електроживильна мережа має свої засоби резервування;

- індикація спрацьовування сигналізації повинна, окрім відображення номера спрацьованого осередку, давати змогу розбивати контрольовані сигнали на три групи, що відповідають виду об'єкта.

Огляд ринку систем охоронної сигналізації України показав, що більшість пропонованих моделей не задовольняють потрібним параметрам. Було розглянуто системи охоронно-пожежної сигналізації під торговими марками «SATEL», «Оріон».

Приймально-контрольний прилад «Оріон-16Т.3.2» дає змогу контролювати до 16 шлейфів сигналізації. Електроживлення здійснюється від

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		11

мережі змінного струму 220 В 50 Гц або вбудованого акумулятора. Прилад забезпечує видачу 12 видів сповіщень про стан шлейфів, основного і резервного живлення, режим тестування. Підтримує роботу в каналах зв'язку GSM (CSD) / GSM (GPRS) на двох SIM-картах і Ethernet. Підтримує параметричні шлейфи сигналізації для підключення пожежних сповіщувачів, функції управління автоматикою і контролю несення служби. Інформація про стан контрольованих ліній відображається на дискретних індикаторах (світлодіодах) або на виносному табло.

Комплекс охоронної сигналізації «SATEL CA-64» дає змогу контролювати до 64 шлейфів сигналізації. Електроживлення також від мережі змінного струму 220 В 50 Гц з резервуванням від акумулятора. Є модуль для сполучення з персональною ЕОМ по стику RS-232 для програмування комірок. Для управління і контролю може використовуватися до 8 виносних блоків клавіатури з рідкокристалічним екраном.

1.2 Розроблення, обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми проєктованої електронної системи

1.2.1 Розроблення алгоритму функціонування проєктованої електронної системи.

Переважає більшість систем сигналізації в процесі функціонування виконують такі дії:

- під час увімкнення системи проводиться початкове опитування стану контрольованих об'єктів, результат опитування запам'ятовується;
- ведеться контроль за станом вхідних сигналів у режимі очікування;
- у разі зміни стану будь-якого з контрольованих об'єктів вмикається індикація події, що сталася (може бути як візуальною, так і звуковою), і система переходить у стан очікування реакції людини. У деяких випадках системою можуть автоматично виконуватися будь-які додаткові дії;
- за командою обслуговувального персоналу система або проводить повторне опитування вхідних сигналів, або змінює відомості про поточний стан контрольованих об'єктів, які зберігаються в пам'яті;

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		12

- системи, що мають у своєму складі засоби документування, зберігають інформацію про подію, що сталася, і дії персоналу.

Згідно зі сформульованим завданням на проектування, система сигналізації повинна забезпечувати безперервний контроль стану досить великої кількості об'єктів. Аналіз подій, на виникнення яких необхідна реакція системи, показує, що їхні часові показники досить різні, а саме:

- аварійна сигналізація станційного обладнання має бути зафіксована з невеликою затримкою. Це зумовлено тим, що деякі вже застарілі види апаратури зв'язку, але такі, що ще експлуатуються, передають каналом зв'язку керувальні сигнали взаємодії тривалістю до 600 мс, які можуть спричинити короткочасну сигналізацію «пропадання каналу» від кінцевого обладнання;

- пристрої основного і резервного електроживлення, такі, як автоматика підключення акумуляторної батареї, автоматика управління дизельним генератором, самі по собі мають невисоку швидкодію, тому затримка відображення їхнього стану до 1 секунди цілком припустима;

- події, що характеризують стан місцевої абонентської мережі (стан з'єднувальних кабелів, відкриття розподільних шаф і коробок тощо), мають бути зафіксовані за час, менший, ніж потрібен для виконання будь-яких несанкціонованих дій. Ті самі вимоги стосуються і приміщень, що охороняються.

Таким чином, можна зробити обґрунтований висновок про допустимість заміни безперервного контролю вхідних сигналів системи їхнім періодичним опитуванням. При цьому період опитування повинен забезпечувати дотримання перерахованих вище часових обмежень.

Однією з важливих умов під час проектування системи сигналізації є мінімізація витрат на її будівництво. Насамперед це стосується зменшення місткості з'єднувальних кабелів, необхідних для передавання контрольованих сигналів до контрольованого пристрою. З огляду на такі параметри проєктованої системи, як значна кількість контрольованих об'єктів і їхній можливий територіальний розподіл, доцільним видається структурування системи на кілька відносно автономних частин, що взаємодіють між собою.

Найпростішою в реалізації є побудова системи у вигляді «зірки», у центрі якої розташовано вузол управління та індикації. При цьому контрольовані об'єкти поділяються на групи, інформацію про кожну з яких

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		13

збирає окремий вузол первинного контролю. Зібрану інформацію вузли первинного контролю за запитом передають на центральний керувальний вузол, який обробляє отримані дані й формує команди на пристрої індикації. Узагальнена інформація про стан контрольованих об'єктів зберігається в пам'яті центрального керувального вузла. Її індикація і редагування проводиться у взаємодії з обслуговувальним персоналом.

У багатьох системах промислової автоматики застосовують протоколи обміну інформацією між пристроями, які ґрунтуються на тому, що один із пристроїв вважається ведучим (Master), а всі інші веденими (Slave) [2]. Це дає змогу спростити процедуру обміну інформацією. У розроблюваній системі центральний керувальний вузол вважається ведучим, а первинні вузли контролю — веденими. Ведучий вузол може передавати інформацію в довільні моменти часу, а ведені — тільки за запитом ведучого вузла. Такий вид взаємодії дає змогу організувати зв'язок між вузлами за лінією зв'язку типу «загальна шина», тобто мінімізувати кількість з'єднувальних дротів. При цьому кожен ведений вузол повинен мати унікальний номер, який визначає, якому саме первинному вузлу адресовано запит центрального вузла.

Таким чином, алгоритм функціонування системи сигналізації загалом визначається алгоритмом роботи центрального керувального вузла. З урахуванням можливості подальшого розширення інформаційної місткості системи узагальнений алгоритм роботи її центрального вузла має містити такі елементи:

- під час увімкнення живлення системи проводиться опитування присутніх у системі первинних вузлів;
- циклічне опитування вузлів первинного контролю і порівняння одержуваних даних із початковим станом об'єктів;
- у разі виявлення зміни стану будь-якого об'єкта проводиться увімкнення сигналізації із зазначенням номера сигналу, що змінився;
- за командою оператора вносяться зміни в збережені в пам'яті дані про стан об'єктів, індикація про спрацьовування сигналізації вимикається;
- за командою оператора здійснюється виведення з пам'яті інформації про номери об'єктів, що перебувають у стані «спрацьовування».

Час виконання повного циклу опитування всіх вузлів первинного контролю має задовольняти встановленим тимчасовим обмеженням. Для

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		14

отримання початкової інформації про кількість наявних у системі вузлів первинного контролю, а також для контролю цілісності з'єднувальних ліній між центральним керувальним вузлом та вузлами первинного контролю необхідно передбачити процедуру одного або декількох повторних запитів, після якої прийматиметься відповідне рішення.

Вузол первинного контролю в процесі своєї роботи має виконувати такі дії:

- на запит центрального вузла провести ідентифікацію в системі, тобто повідомити свій унікальний номер;
- циклічно опитувати стан підключених давачів інформації, отримані дані зберігати в пам'яті;
- під час прийняття від центрального вузла сигналу запиту, адресованого саме цьому первинному вузлу, передати дані про стан об'єктів, що контролюються.

Для деталізації наведеного алгоритму роботи необхідно вибрати кількість об'єктів, що обслуговуються одним вузлом первинного контролю. Згідно з поставленими завданнями проектування видається доцільним розділити контрольовані об'єкти на групи по 64 об'єкти в кожній. При цьому для забезпечення необхідної інформаційної місткості щонайменше 200 об'єктів знадобиться 4 вузли первинного контролю.

Детальні алгоритми роботи, як центрального керувального вузла, так і вузлів первинного контролю залежать від типів застосовуваних мікроконтролерів та інших деталей реалізації пристрою, тому їх складатимуть під час розроблення програмного забезпечення пристрою.

Узагальнені алгоритми роботи центрального і первинного вузлів розроблюваної системи індикації параметрів показано на рисунках 1.1 і 1.2 відповідно.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		15

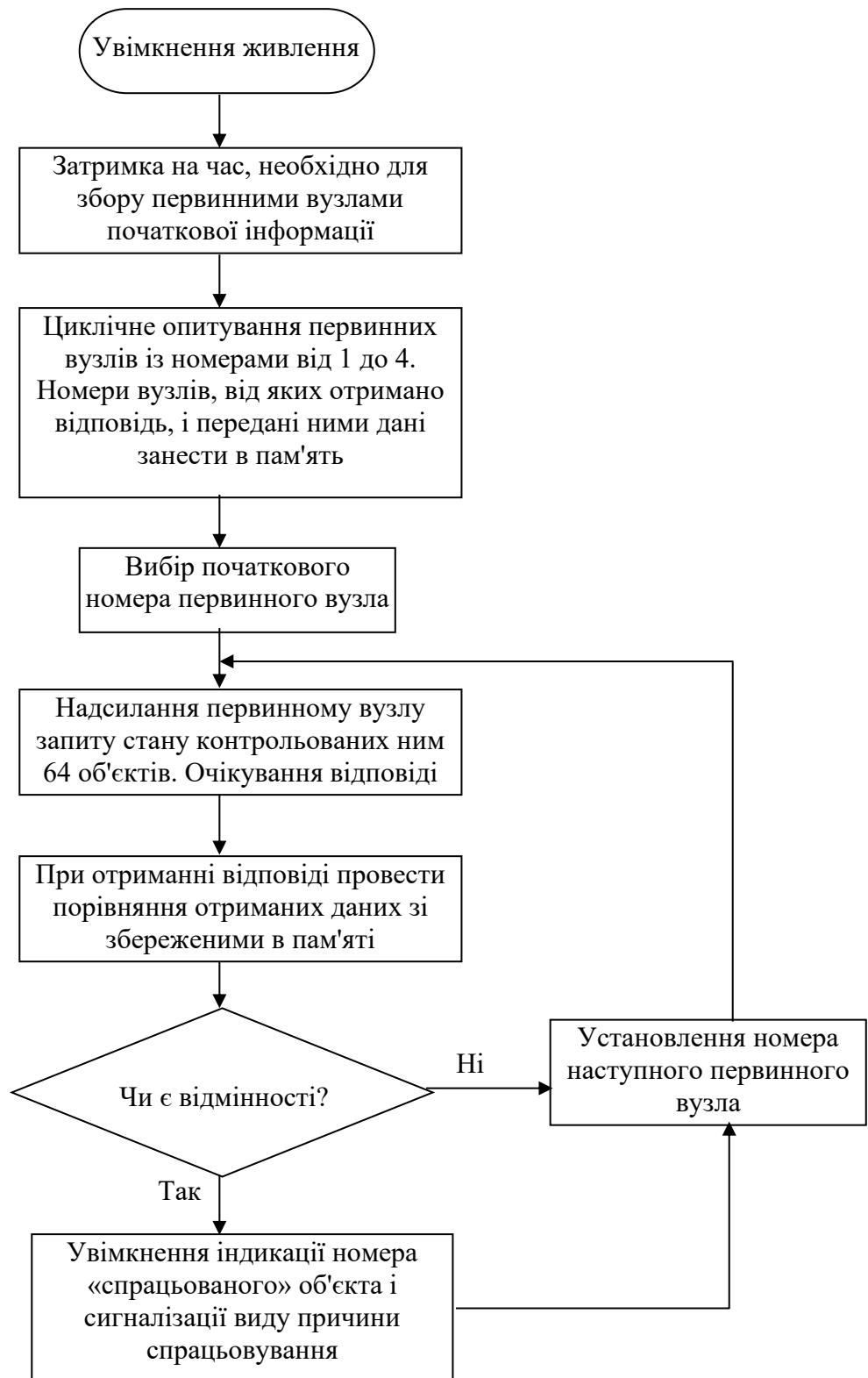


Рисунок 1.1 – Узагальнений алгоритм роботи центрального керувального вузла

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата



Рисунок 1.2 – Узагальнений алгоритм роботи вузла первинного контролю

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

1.2.2 Розроблення структурної схеми проєктованої електронної системи

Як було визначено в попередньому розділі, розроблювану систему індикації параметрів будують за модульним принципом, і вона складається з центрального керівного вузла та щонайменше чотирьох первинних вузлів контролю. Центральний керувальний вузол виконує такі функції:

- збір інформації з первинних вузлів контролю;
- аналіз прийнятої інформації;
- взаємодія з обслуговувальним персоналом системи, тобто формування керувальних сигналів для пристроїв індикації, а також отримання та обробка керувальних сигналів від оператора.

Відповідно до визначених завдань центральний керувальний вузол можна умовно розділити на блок керування та блок індикації.

Однією з важливих задач під час проєктування територіально розподіленої системи є забезпечення безпомилкового обміну даними між компонентами системи, особливо в умовах підвищеного фонового рівня електромагнітних випромінювань і впливів від різноманітного зв'язкового та офісного обладнання. З огляду на значну можливу відстань між вузлами системи, для виконання цього завдання необхідне введення в схему системи таких елементів, як інтерфейсні модулі, що отримуватимуть інформацію від вузлів первинного контролю, перетворюватимуть її на завадостійкий вигляд і передаватимуть сполучною лінією до центрального керувального вузла.

Таким чином, структурна схема системи, що реалізує описані в попередньому розділі алгоритми функціонування, матиме вигляд, показаний на рисунку 1.3.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

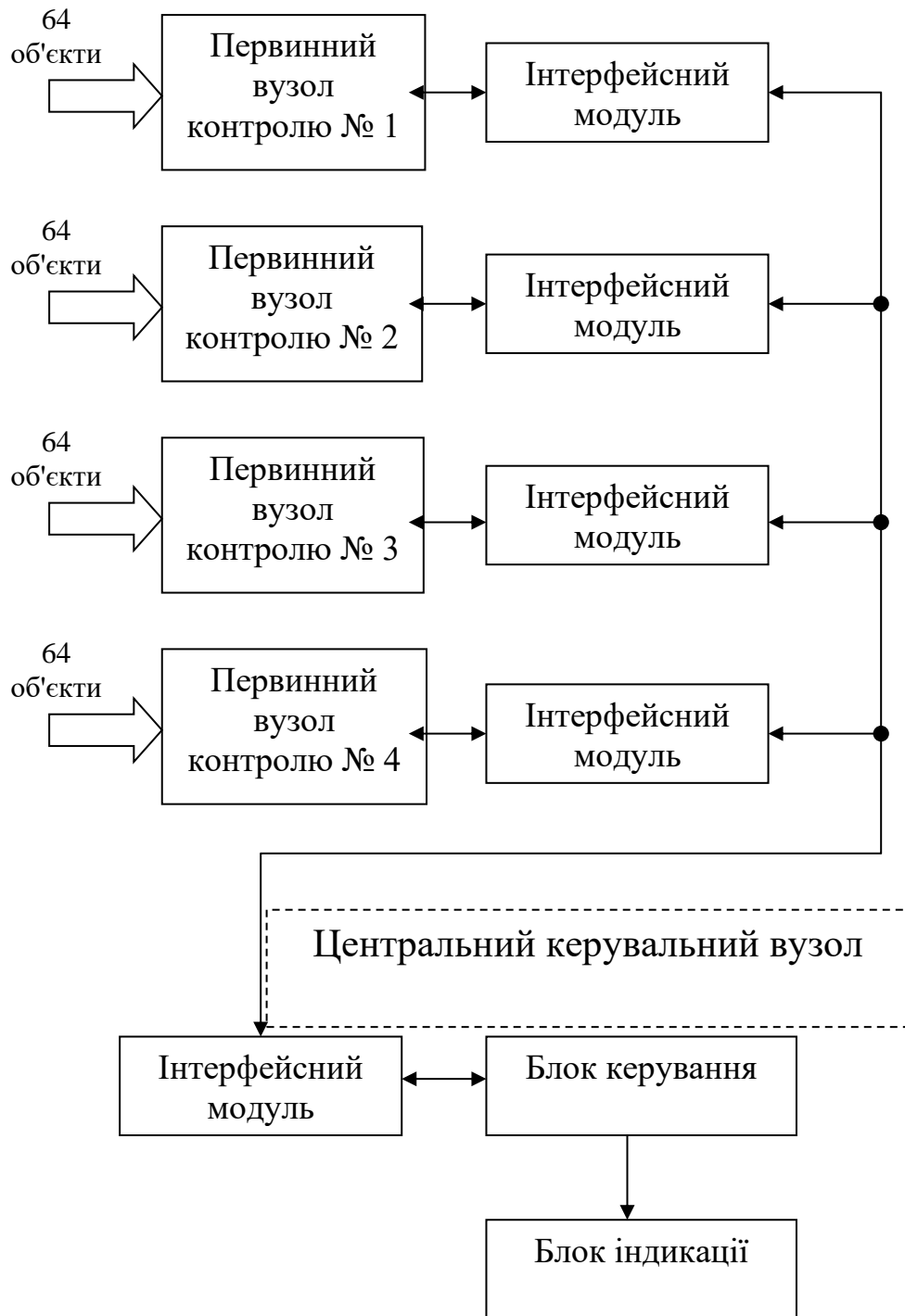


Рисунок 1.3 – Структурна схема електронної системи індикації параметрів вузла зв'язку

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

1.3 Розроблення схеми електричної функціональної проєктованого пристрою

1.3.1 Розроблення функціональної схеми первинного вузла контролю.

Вузол первинного контролю відповідно до розробленого алгоритму функціонування повинен мати можливість виконання таких дій:

- періодичне опитування стану 64 давачів;
- перетворення інформації про стан давача в дискретну форму;
- запам'ятовування отриманої інформації;
- за запитом від центрального вузла передавання останньому накопиченої інформації.

З аналізу перерахованих дій визначається набір необхідних функціональних компонентів, що входять до складу первинного вузла контролю.

Згідно з вимогами до розроблюваної системи, мають фіксуватися чотири стани кожної контрольованої лінії - «обрив», «норма», «розкриття» і «коротке замикання». Кожен із цих станів характеризується своїм діапазоном значень опору шлейфу, від якого залежить струм, що протікає в ланцюзі. Оскільки контрольований сигнал є аналоговим, то для перетворення його до дискретного вигляду потрібен аналого-цифровий перетворювач. Для двійкового кодування чотирьох рівнів аналогового сигналу цифровий вихід АЦП повинен мати не менше двох розрядів.

З огляду на значну кількість джерел контрольованих сигналів, у складі первинного вузла контролю потрібен аналоговий комутатор, який по черзі підключатиме лінії від давачів до входу АЦП. Керування аналоговим комутатором може здійснюватися безпосередньо мікроконтролером. Для перемикання 64 каналів комутатора необхідно $\log_2 64 = 6$ виводів контролера, використовуваних як шина адреси.

Оскільки допустимий час відгуку системи на зміну стану давача значно більший за час аналого-цифрового перетворення, необхідності застосування пристрою вибірки-зберігання вхідного сигналу немає.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		20

Для зберігання зібраної інформації до моменту передавання її центральному вузлу необхідний оперативний запам'ятовувальний пристрій (ОЗП). Мінімальна місткість ОЗП у байтах визначається зі співвідношення:

$$C_{\text{перв.мін.}} = \frac{N \times k}{8} = \frac{64 \times 2}{8} = 16, \quad (1.1)$$

де N – кількість контрольованих сигналів,

k – кількість двійкових розрядів для інформації про один сигнал.

Для обміну інформацією з центральним вузлом у складі первинного вузла контролю необхідний послідовний приймач-передавач. Найпростішими в програмуванні та детально документованими є універсальні асинхронні приймачі-передавачі (UART - Universal Asynchronous Receiver and Transmitter), сумісні зі стандартом RS-232.

Керування роботою функціональних компонентів вузла первинного контролю здійснює центральний процесор мікроконтролера.

1.3.2 Розроблення функціональної схеми центрального керуючого вузла.

Центральний керуючий вузол у процесі роботи системи виконує такі основні завдання:

- отримання від первинних вузлів контролю інформації про стан контрольованих сигналів і збереження її в пам'яті;
- виведення необхідної інформації обслуговуючому персоналу, який зі свого боку містить у собі:
 - а) звукову індикацію про зміну стану контрольованих сигналів;
 - б) візуальну індикацію номера сигналу;
 - в) візуальну індикацію події, що сталася («обрив», «коротке замикання», «розкриття»);
- отримання керуючих команд від оператора.

Наведений перелік завдань визначає необхідні функціональні вузли.

Для взаємодії з первинними вузлами контролю необхідний універсальний асинхронний приймач-передавач.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для введення оператором керуючих команд використовується клавіатура.

Керує роботою центрального вузла процесор мікроконтролера. Він же через порти введення-виведення отримує з клавіатури керувальні команди оператора.

Для зберігання й обробки інформації про стан контрольованих сигналів необхідний запам'ятовувальний пристрій (ЗП). З огляду на те, що система має порівнювати стани до і після опитування первинних блоків, мінімальна місткість ЗП центрального керуючого блока визначається виразом:

$$C_{\text{центр.}} = (C_{\text{перв.мін.}} \times 4) \times 2 + C_{\text{і.т.в.}}, \quad (1.2)$$

де $C_{\text{перв.мін.}}$ – обсяг інформації, одержуваної від одного блоку первинного контролю;

$C_{\text{і.т.в.}}$ – обсяг пам'яті, необхідний для зберігання інформації про події, що відбулися, але ще не прийняті оператором.

Оскільки максимальна кількість контрольованих сигналів у системі дорівнює 256, то в разі їхнього "одночасного спрацьовування" значення $C_{\text{і.т.в.}}$ має бути не менше ніж 255 байт (одну подію відображають одразу, а 255 номерів комірок ставлять у чергу виведення). Таким чином:

$$C_{\text{центр.}} = (16 \times 4) \times 2 + 255 = 383 \text{ байти.}$$

З метою підвищення захищеності системи від короткочасних зникнень живлення інформацію про стан контрольованих сигналів до опитування доцільно зберігати в незалежній пам'яті, яка буде перезаписуватися за командою оператора.

Блок індикації повинен містити такі вузли:

- звуковий генератор сигналу "тривога";
- схему індикації номера комірки в цифровому десятковому форматі;
- схему індикації виду події, що сталася, у вигляді дискретних індикаторів.

1.3.3 Вибір типів використовуваних мікроконтролерів.

Функціональна схема вузлів системи, побудованої з використанням мікроконтролерів, багато в чому залежить від складу функціональних вузлів, що входять до складу самих мікроконтролерів. Що більше можливих функцій закладено в мікроконтролер, то простішою виходить схема пристрою загалом. З іншого боку, наявність функціональних невикористовуваних вузлів у мікроконтролері призводить до необґрунтованого підвищення вартості виробу. Таким чином, мікроконтролер, який обирають, повинен містити по можливості мінімально необхідний набір виконуваних функцій.

Нині різні виробники випускають досить велику кількість сімейств мікроконтролерів, що відрізняються своїм призначенням, функціональною повнотою, а також співвідношенням ціна/швидкодія. На ринку України фактичними лідерами є три сімейства мікроконтролерів: PIC (фірма Microchip Technology Inc.), AVR (фірма Atmel) і MCS-51 (фірма Atmel). Найбільшого поширення набули сімейства мікроконтролерів PIC і AVR. Порівняльна характеристика архітектури мікроконтролерів цих сімейств, наведена в [3, 4], а також порівняння цінкових показників близьких за параметрами мікросхем, дає змогу зробити вибір на користь сімейства AVR. Однією з особливостей цього сімейства є використання для зберігання програмного коду FLASH-пам'яті, що дає можливість багаторазово перезаписувати програму мікроконтролера.

Сімейство AVR містить значну кількість типів мікроконтролерів, які умовно розділені на дві групи: Tiny і Mega. Перша з них об'єднує найпростіші моделі, що мають невеликі об'єми постійної та оперативної пам'яті, а також обмежені набори функціональних вузлів і портів введення-виведення. Моделі групи Mega, як правило, мають у своєму складі щонайменше чотири 6- і 8-розрядні порти введення-виведення, 512 і більше байт оперативної пам'яті, послідовні комунікаційні інтерфейси типу UART і SPI, кілька таймерів-лічильників, розширену систему переривань. У деяких моделях є 8- або 10-розрядний аналого-цифровий перетворювач.

Для використання в первинному вузлі контролю підходящим є мікроконтролер AT90S2313, а для центрального керуючого вузла необхідний

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		23

набір функціональних вузлів має мікроконтролер AT90S8515. Основні параметри зазначених мікроконтролерів наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Параметри обраних мікроконтролерів сімейства AVR

Параметр мікроконтролера	AT90S2313	AT90S8515
Розрядність центрального процесора, біт	8	8
Максимальна тактова частота, МГц	10	8
Обсяг ОЗП, байт	128	512
Обсяг EEPROM, байт	128	512
Обсяг FLASH-пам'яті, байт	2048	8192
Порти введення-виведення	PB - 7 біт PD - 8 біт	PB - 8 біт PC - 8 біт PD - 8 біт PE - 8 біт
Послідовні інтерфейси	UART	UART, SPI
Кількість переривань	10	11
Таймери-лічильники	8-бітний, 16-бітний	8-бітний, 16-бітний
Напруга живлення, В	4,5 – 5,5	4,5 – 5,5

Примітки: 1. Сучасне найменування типу зазначених мікроконтролерів – ATtiny2313 і ATmega8515 відповідно.

2. Мікроконтролери можуть мати в позначенні букву L, що вказує на розширений діапазон напруг живлення 2,7 - 5,5 В.

Кожен біт портів введення-виведення може окремо програмно встановлюватися в режим введення або виведення. Усі розряди портів введення-виведення в режимі введення мають програмно вмикаються резистори «підтяжки» до верхнього логічного рівня, а також можуть виконувати альтернативні функції. Зокрема, виводи PD0, PD1 можуть використовуватися як вихід передавача і вхід приймача UART відповідно.

Усі мікроконтролери сімейства AVR мають подібну структуру, показану на рисунку 1.4. Відмінності між конкретними моделями полягають в обсягах пам'яті та наявності або відсутності додаткових вузлів [5].

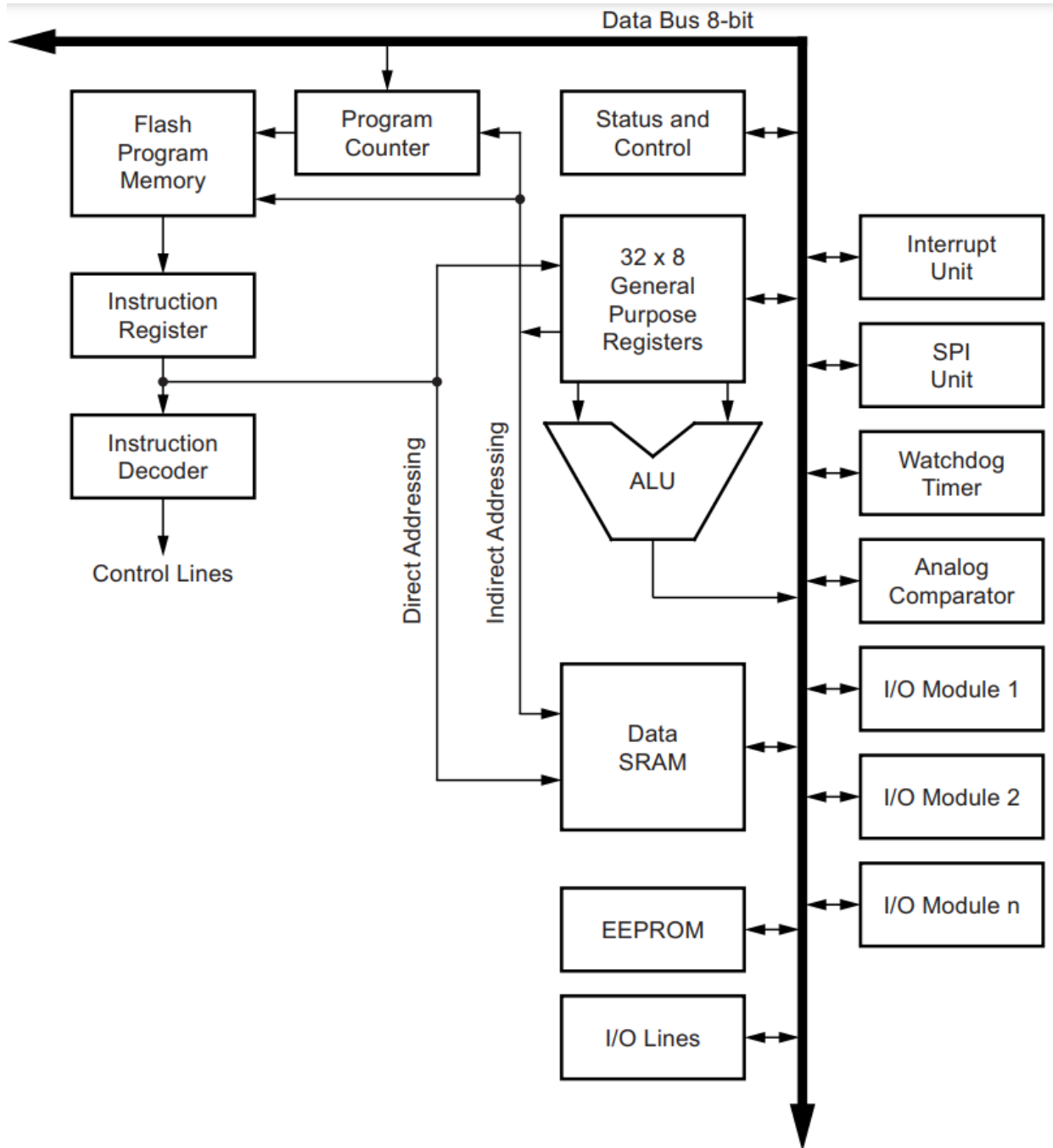


Рисунок 1.4 – Архітектура мікроконтролерів сімейства AVR

Таким чином, у первинному блоці контролю використовуваний мікроконтролер об'єднує в собі такі функціональні вузли розроблюваного пристрою, як блок управління комутатора, ЗП і UART. У центральному керуючому вузлі мікроконтролер виконує функції блоку управління індикацією, ЗП, UART, а також блоку обробки сигналів із клавіатури.

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

1.3.4 Вибір типу інтерфейсного модуля.

Мікроконтролерну систему опитування давачів можна розглядати як локальну мережу (LAN - Local Area Network). Мережі можуть будуватися за певною топологією, що залежить від параметрів інтерфейсів використовуваного обладнання. Розрізняють кілька базових топологій - зіркоподібна, кільцева, деревоподібна, лінійна, повнозв'язна і топологія типу «загальна шина».

Універсальні асинхронні приймачі-передавачі, наявні у складі обраних мікроконтролерів, сумісні зі стандартом RS-232 і відповідно мають низку обмежень, а саме:

- з'єднання можливе тільки між двома пристроями, тобто з'єднання центрального керуючого вузла з чотирма первинними можливе тільки за топологією типу «зірка», при цьому центральний вузол повинен мати чотири порти або додатковий пристрій комутації з'єднувальних ліній;

- слабка захищеність системи від електромагнітних наведень, що істотно обмежує швидкість передавання даних. Експериментальні дані, свідчать, що зв'язок екранованим кабелем на відстань 500 метрів можливий на швидкості не більше 1200 біт/сек.

Топологія «загальна шина» характерна для інтерфейсів Ethernet, CAN, RS-485. Останній з них є логічно найпростішим, апаратно найдешевшим і в промисловості найпоширенішим. З'єднання декількох пристроїв в одну мережу з топологією «загальна шина» здійснюється за допомогою крученої пари дротів. Використовується принцип диференціального передавання даних, згідно з яким по одному дроту пари передається прямий сигнал, а по іншому інверсний. Таким чином, між проводами пари завжди є різниця потенціалів, знак якої і несе інформаційне навантаження. При цьому вплив синфазної перешкоди практично зводиться до нуля. Основні параметри інтерфейсу RS-485:

- можливість здійснити зв'язок по двопровідній лінії на відстань до 1,2 км на швидкості до 100 Кбіт/сек;

- кількість пристроїв у мережі - до 32;

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		26

- при використанні двопровідної лінії зв'язку метод обміну інформацією між пристроями мережі - напівдуплексний.

Наведені параметри задовольняють завданню на проектування, отже, інтерфейсний модуль має являти собою перетворювач RS-232 - RS-485.

1.4 Розроблення схеми електричної принципової проєктованої електронної системи

1.4.1 Вибір елементної бази.

Беручи до уваги те, що виробництво розроблюваного пристрою планується одиничним або дрібносерійним, а також з метою зменшення вартості виготовлення та експлуатації виробу, основними критеріями при виборі елементної бази є:

- відповідність функціональних характеристик мікросхем до завдань, що виконуються функціональними елементами розроблюваної системи;
- однакова напруга живлення;
- однотипність конструктивного виконання (типів корпусу);
- мінімальне енергоспоживання;
- наявність на ринку України та мінімальна вартість.

Нині на ринку доступна продукція провідних світових виробників мікросхем, таких як Analog Device, Maxim, Philips і багатьох інших. Багато моделей мають подібні технічні характеристики і можуть відрізнятися лише окремими параметрами, такими як тип корпусу, швидкодія, споживана потужність.

Як комутатор сигналів від датчиків використовуються аналогові комутатори типу ADG608BR фірми Analog Device [7]. Дана мікросхема, зображена на малюнку 1.5, має 8 входів S1-S8, один з яких може бути з'єднаний з виходом D залежно від сигналу на цифрових керуючих входах A0-A2.

Основні параметри аналогових комутаторів ADG608BR:

- опір відкритого каналу 30 Ом;
- час перемикання не більше 75 нс;
- діапазон допустимого аналогового сигналу 0 - 5В;

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		27

- напруга живлення +5В.

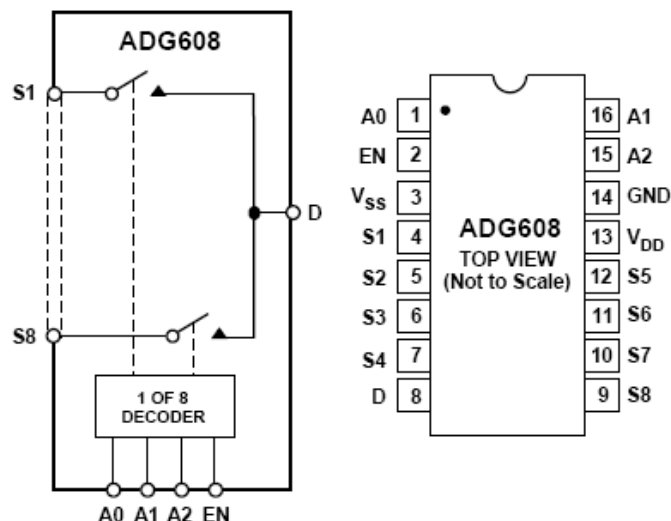


Рисунок 1.5 – Структура аналогового комутатора ADG608BR

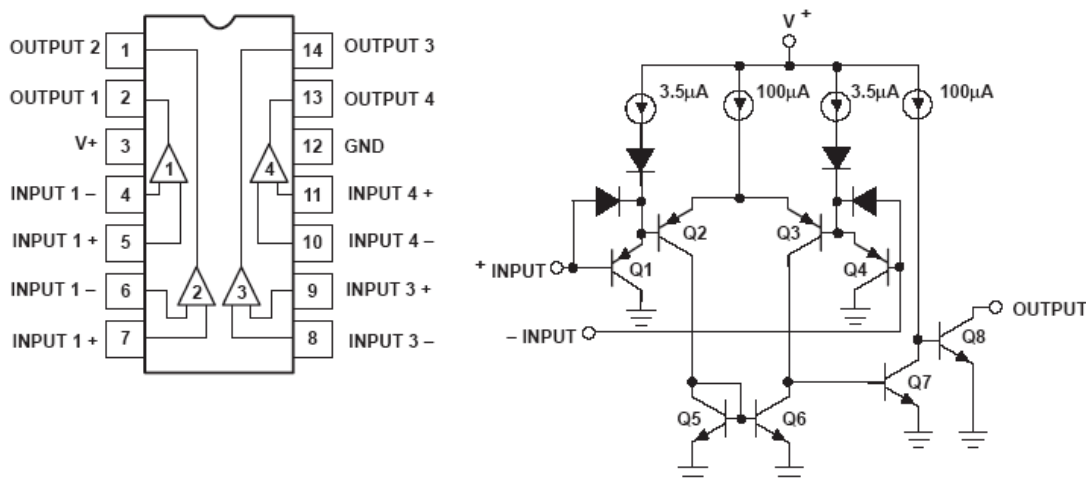
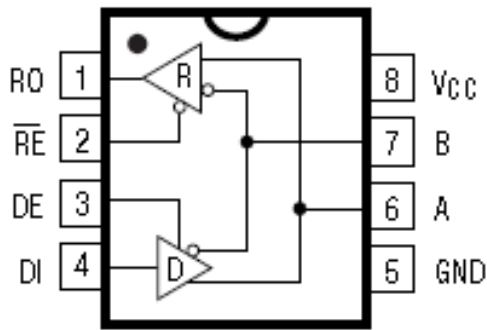


Рисунок 1.6 – Структура мікросхеми компараторів LM2901

Оскільки розрядність аналого-цифрового перетворювача невелика, доцільна його побудова на основі компараторів типу LM2901N фірми Philips [8]. В одному корпусі цієї мікросхеми, зображеної на рисунку 1.6, зібрано чотири компаратори.

Мікросхема побудована на КМОН структурі, виходи сумісні зі сходами TTL і КМОН мікросхем. Діапазон напруги живлення 2 - 36В. Вхідна напруга може бути в діапазоні від мінус 0,3В до напруги живлення. Час перемикання не більше 300 нс. Споживана потужність не більше 4 мВт.

Як перетворювач інтерфейсу RS-232 - RS-485 обрано мікросхему MAX1483 фірми Maxim [9], яка показана на малюнку 1.7.



DI (driver input) - цифровий вхід передавача;
 RO (receiver output) - цифровий вихід приймача;
 DE (driver enable) - дозвіл роботи передавача;
 RE (receiver enable) - дозвіл роботи приймача;
 A - прямий диференційний вхід/вихід;
 B - інверсний диференційний вхід/вихід

Рисунок 1.7 – Структура мікросхеми MAX1483

Напруга живлення мікросхеми - 5В, струм споживання в режимі передавання за наявності узгоджувальних резисторів номіналом 120 Ом - не більше 50 мкА. Мікросхема має вбудований захист виводів А і В від статичної електрики напругою до 15 кВ.

Виводи RE і DE дозволяють роботу приймача і передавача відповідно. З огляду на те, що одночасна робота приймача і передавача не передбачається, ці виводи можна з'єднати між собою. Для запобігання ввімкненню передавача під час ініціалізації мікроконтролера після ввімкнення живлення або скидання, коли відповідний керівний порт ще не налаштований, виводи DE-RE через резистор опором 10 кОм з'єднують із загальним проводом.

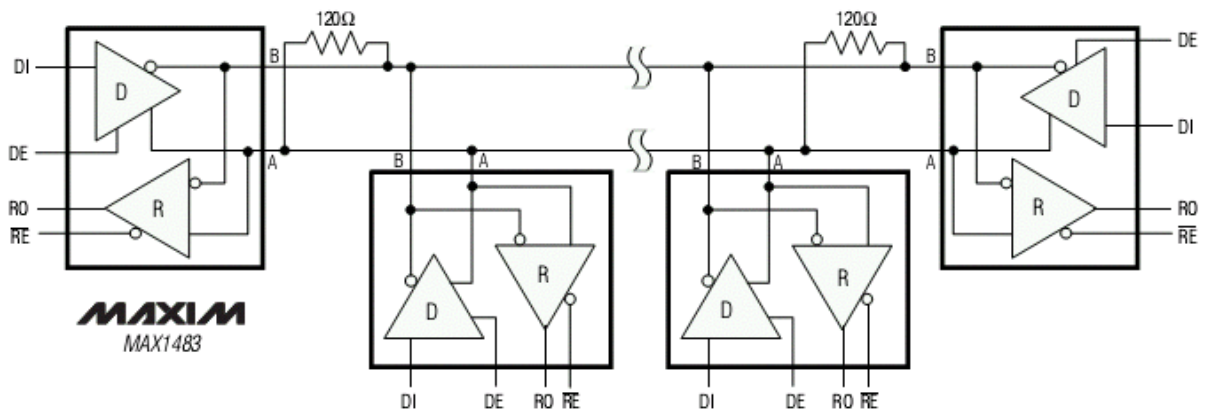


Рисунок 1.8 – Типова схема ввімкнення мікросхем MAX1483

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

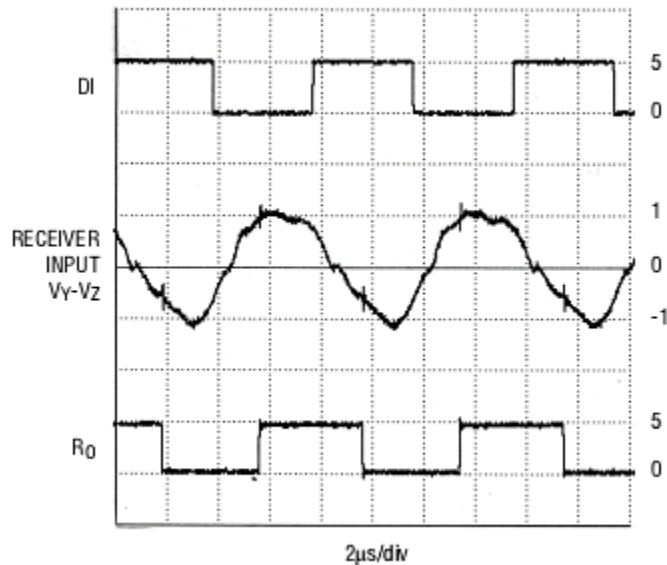


Рисунок 1.9 – Форми напруг на входах і виходах мікросхеми МАХ1483

При з'єднанні між собою приймачі підключаються однойменними виводами А і В. За довжини сполучної лінії понад 50 метрів на обох її кінцях необхідно встановити термінальні резистори R_t опором, близьким до хвильового опору кабелю. Для екранованої «витої пари 5 категорії» це значення дорівнює 120 Ом [6]. Типова схема побудови мережі на основі приймачів-передавачів МАХ1483, наведена в документації виробника, показана на малюнку 1.8.

Відмінною особливістю цієї мікросхеми є обмеження швидкості наростання вихідного сигналу для зниження рівня електромагнітних завад і відображень сигналу. На малюнку 1.9 показано форму сигналу в лінії завдовжки 1200 метрів за швидкості передавання 110 кбіт/с [9].

1.4.2 Розрахунок параметрів давачів і аналого-цифрового перетворювача.

Оскільки система контролює досить велику кількість датчиків, раціональніше зробити схему самого давача максимально простою. Як параметр, що відображає стан контрольованої лінії, обирається струм, що протікає в лінії через давач, виконаний у вигляді двополюсника на резисторах (див. рис. 1.10). При цьому опір давача може мати два значення, що відповідають нормальному стану, коли $R_{\text{давача}} = R_1$ і стану «аварії», коли $R_{\text{давача}} = R_1 + R_2$.

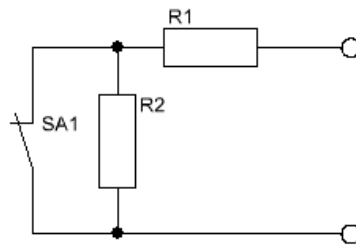


Рисунок 1.10 Схема датчика

Залежно від типу контролюваного об'єкта, нормально замкнутий контакт SA1 може являти собою геркон, мікроперемикач, контакти реле.

Аналого-цифровий перетворювач первинного вузла контролю повинен розрізняти чотири значення опору контролюваної лінії. Крім двох станів датчика повинні розпізнаватися також коротке замикання лінії та обрив лінії. За невеликої розрядності найпростіші в реалізації АЦП паралельного типу, побудовані на компараторах і резистивному дільнику [10]. Для цього достатньо зафіксувати три значення напруги, що відповідають трьом значенням струму в ланцюзі, тобто необхідно три компаратори. На рисунку 1.11 представлено еквівалентну схему контролю стану лінії. При цьому побудова АЦП відповідає одній із типових схем увімкнення мікросхеми компараторів LM2901N [7]. Тут $R_{\text{лін}}$ - опір проводів сполучної лінії до датчика, R_k - перехідний опір аналогових комутаторів.

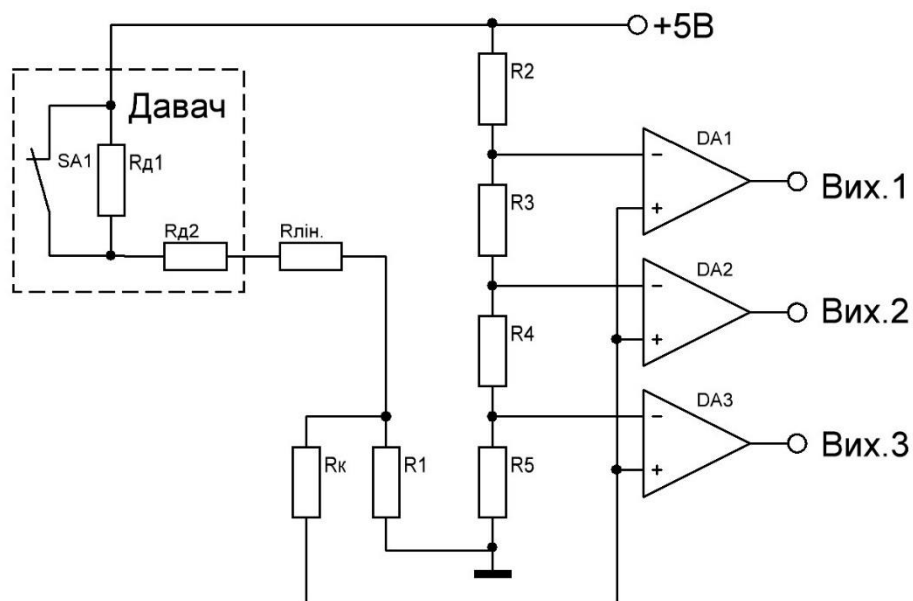


Рисунок 1.11 – Еквівалентна схема контролю лінії

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

Опір проводів з'єднувальної лінії $R_{\text{лін.}}$ залежить від типу кабелю і його довжини. Для телефонного кабелю з діаметром жил 0,7 мм довжиною 3,5 км це значення, що дорівнює 130 Ом, приймається для подальших розрахунків.

Резистор R1 призначений для обмеження струму в ланцюзі в разі короткого замикання сполучної лінії. Перехідний опір аналогових комутаторів, згідно з даними [7], не перевищує 30 Ом на один комутатор, тобто загалом не більше 60 Ом. Враховуючи великий вхідний опір компараторів (понад 100 кОм), опором R_k можна знехтувати.

У разі короткого замикання лінії на вході первинного вузла контролю на резисторі R1 падіння напруги дорівнюватиме напрузі живлення $U_{\text{жив.}}$. Приймається, що струм короткого замикання лінії $I_{\text{кз.л.}}$ не повинен перевищувати 2 мА. Таким чином опір і потужність резистора R1:

$$R1 = \frac{U_{\text{жив.}}}{I_{\text{кз.л.}}} \quad (1.3)$$

$$P_{R1} = U_{\text{жив.}} \times I_{\text{кз.л.}} \quad (1.4)$$

$R1 = 2500 \text{ Ом}; P_{R1} = 0,01 \text{ Вт}$. Приймаються значення 2,4 кОм і 0,125 Вт.

У режимі «норми», тобто коли контакт давача замкнутий, опір давача $R_{\text{д.заг.}} = R_{\text{д2}}$. Приймається, що напруга на вході АЦП $U_{\text{вх.}}$ у цьому режимі має бути в межах 3 ÷ 4 В. Тоді:

$$R_{\text{д2}} = \frac{(U_{\text{жив.}} - U_{\text{вх.}}) \times R1}{U_{\text{вх.}}} - R_{\text{лін.}} \quad (1.5)$$

У режимі «аварія» (контакти давача розімкнуті), $U_{\text{вх.}}$ має бути в межах 1 ÷ 2 В. Тоді:

$$R_{\text{д1}} = \frac{(U_{\text{жив.}} - U_{\text{вх.}}) \times R1}{U_{\text{вх.}}} - R_{\text{лін.}} - R_{\text{д2}} \quad (1.6)$$

За формулами (1.5) і (1.6) виходить: $R_{\text{д1}} = 4762 \text{ Ом}; R_{\text{д2}} = 941 \text{ Ом}$.

З урахуванням ряду номіналів резисторів: $R_{\text{д1}} = 4,7 \text{ кОм}; R_{\text{д2}} = 910 \text{ Ом}$.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

У режимі обриву лінії, коли давач не під'єднаний, струм у ланцюзі не тече і напруга на вході АЦП $U_{вх.} = 0 В$.

Струм у ланцюзі резистивного діляника АЦП приймають рівним 100 мкА, що на 2 порядки більше за вхідний струм компараторів. Напруги на входах " - " компараторів DA1, DA2, DA3 мають бути +4В, +2,5В і +1В відповідно. Виходячи, з цього обчислюється опір резисторів діляника R2 – R5.

$$R2 = R5 = 10 \text{ кОм}; R3 = R4 = 15 \text{ кОм}.$$

Стани виходів компараторів у всіх чотирьох можливих режимах роботи зведено в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Стани виходів АЦП

Режим	Вихід DA1	Вихід DA2	Вихід DA3
КЗ лінії	1	1	1
Норма	0	1	1
Аварія	0	0	1
Обрив лінії	0	0	0

Оскільки до складу АЦП не входить пристрій вибірки-зберігання, у процесі роботи можуть виникати помилки, пов'язані з неодноразовим перемиканням компараторів [10]. Для їх виключення невикористовувані 4 комбінації двійкового вихідного коду АЦП вважаються забороненими, і програмно організовується повторне зняття показань.

1.4.3 Визначення швидкості обміну інформацією між вузлами і тактової частоти роботи мікроконтролерів.

Мінімально необхідна швидкість обміну інформацією повинна забезпечувати виконання часових вимог до розроблюваної системи, зазначених у підрозділі 1.2. Спираючись на них, приймається, що опитування кожного первинного вузла повинно відбуватися не менше ніж 2 рази на секунду.

Таблиця 1.3 – Формат кадру команди

Номер поля кадру	Найменування поля
1	Преамбула
2	Адреса станції
3	Код команди
4	Дані
5	Контрольна сума

Інформація між вузлами мережі передається у вигляді кадрів. У командно-інформаційних мережах найчастіше використовується формат кадру [2], наведений у таблиці 1.3.

Оскільки приймально-передавачів у мережі всього 5, для кодування адреси достатньо 3 біт. Решту 5 біт другого байту кадру можна використовувати для кодування команд. Дані про стан 64 давачів, згідно з формулою (1.1), займають 16 байт. Під час передачі кожного байту приймач-передавач додає до нього стартовий і стоповий біти. Таким чином, довжина кадру, що передається первинним вузлом контролю центральному вузлу, дорівнює:

$$N_{\text{кадру перв.}} = (16 + 2) \times (8 + 2) = 180 \text{ біт} \quad (1.7)$$

Кадр команди запиту, що передається центральним вузлом, містить тільки перші три поля, тобто його довжина дорівнює:

$$N_{\text{кадру центр.}} = 2 \times (8 + 2) = 20 \text{ біт} \quad (1.8)$$

Для того, щоб двічі опитати чотири первинні вузли, центральному керуючому вузлу необхідно за одну секунду передати і прийняти:

$$N_{\text{заг.}} = 2 \times (4 \times (N_{\text{кадру центр.}} + N_{\text{кадру перв.}})) = 1600 \text{ біт} \quad (1.9)$$

Для забезпечення запасу часу на збирання та оброблення результатів вузлами системи, а також з огляду на залежність завадозахищеності мережі від швидкості передавання, описану в [2, 6], приймаємо значення швидкості обміну, що дорівнює 9600 біт/с.

У мікроконтролерах AVR швидкість роботи UART встановлюється програмно, шляхом запису в керуючий регістр UBRR значення дільника тактової частоти мікроконтролера C_k . При цьому швидкість роботи V_{UART} дорівнює:

$$V_{URT} = \frac{C_k}{16 \times (UBRR + 1)} \quad (1.10)$$

Приймаючи значення регістра UBRR рівним 23, з формули (1.10) отримуємо значення тактової частоти мікроконтролерів $C_k = 3,6864$ МГц.

1.4.4 Розроблення блоку індикації.

Як прилади індикації використовуються світлодіоди типу АЛ307А і семисегментні індикатори типу АЛС321А. Керування індикаторами з боку мікроконтролера може здійснюватися як динамічно, так і статично. У першому випадку всі індикатори підключаються до виводів одного порту мікроконтролера і вмикаються по черзі за допомогою транзисторних ключів, керованих іншим портом [11]. Частота вмикань індикаторів має бути досить високою для створення ілюзії їх постійного світіння. Статичний метод керування вимагає включення в схему додаткових регістрів для тимчасового зберігання відображуваного індикаторами значення. З метою спрощення програмного забезпечення системи вибирається другий варіант. Для зберігання відображуваного значення застосовуються мікросхеми регістрів серії К555ІР23.

1.5 Розроблення програмного забезпечення проектowanego пристрою

1.5.1 Вибір мови програмування та середовища розробки.

Для створення програм для мікроконтролерів сімейства AVR розроблено та вільно розповсюджуються кілька програмних пакетів різних виробників. Програми можуть складатися на мовах як високого рівня, наприклад Сі (C), так і на Асемблері (Assembly). Застосування мови

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Асемблера, незважаючи на гадану складність, дає змогу якнайповніше та найраціональніше використовувати ресурси мікроконтролера і створювати швидші та менші за обсягом програми. За даними, найпоширенішими середовищами розробки є «Algorithm Builder» і «AVR Studio». Одна з основних відмінностей між цими програмними пакетами полягає в тому, що в «Algorithm Builder» текст програми створюють у самому середовищі розроблення у вигляді блок-схеми докладного алгоритму роботи без прив'язки до будь-якої мови програмування, і його можна переглянути й відредагувати лише в самій програмі. Для «AVR Studio» програма створюється у вигляді текстового файлу в будь-якому текстовому редакторі, що для більшості користувачів є більш звичним і зручним. Після налагодження в режимі симуляції роботи мікроконтролера на ЕОМ лістинг програми компілюється у файл .hex, який і записується в мікроконтролер через програматор. Пакет «AVR Studio» підтримує мови Асемблера і Сі. З огляду на те, що програмне забезпечення «AVR Studio» розроблено самою фірмою Atmel і підтримує всі моделі мікроконтролерів цього виробника, а файли визначень, що підключаються, які входять до комплекту пакета, дають змогу в лістингу використовувати символічні найменування регістрів замість їхніх фізичних адрес, вибір зупиняється на середовищі розробки «AVR Studio» і мові Асемблера.

1.5.2 Розроблення програми центрального керувального вузла.

Під час увімкнення живлення першим кроком програми здійснюється безумовний перехід на процедуру початкового налаштування мікроконтролера (мітка Init), що містить у собі:

- встановлення верхньої межі стека;
- увімкнення портів введення-виведення в необхідний режим;
- налаштування швидкості та режиму роботи приймача-передавача UART; - налаштування і дозвіл переривань від таймера і UART;
- встановлення початкових значень змінних.

Режим роботи портів введення-виведення визначається записом відповідного значення в регістр DDRx, а початкові значення виходів портів і ввімкнення-вимкнення резисторів підтяжки на входах - у регістр Portx. Приймач-передавач налаштовується значеннями в регістрах UCR і UBRR.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Переривання таймера дозволяються встановленням бітів у регістрі TIMSK.

Далі центральний керуючий вузол повинен опитати наявні в системі первинні вузли контролю (ПВ) і записати в пам'ять початковий стан контрольованих об'єктів за алгоритмом, показаним на рисунку 1.12.

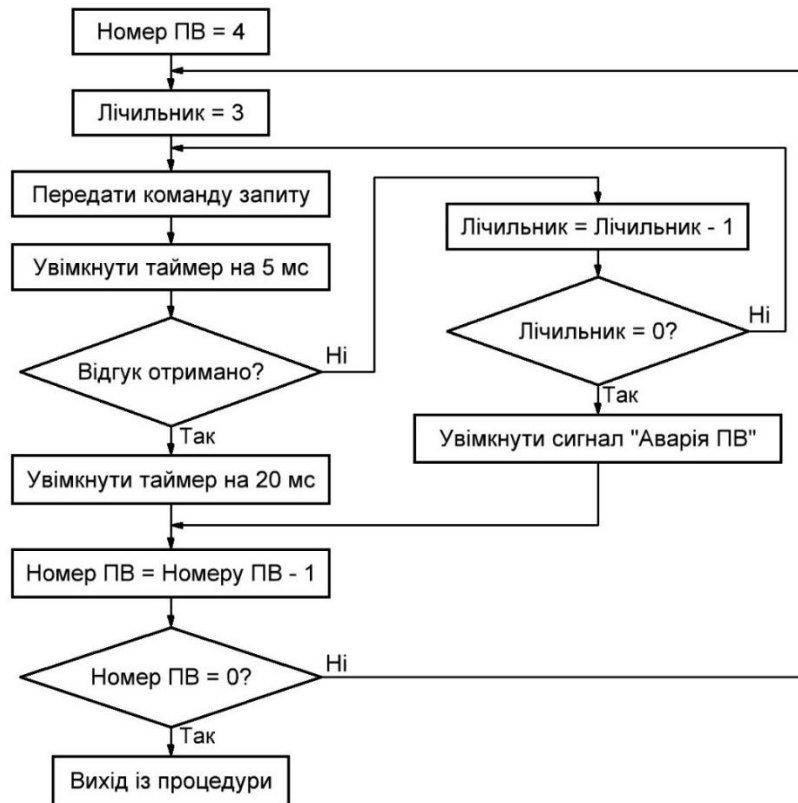


Рисунок 1.12 – Процедура початкового опитування первинних вузлів

Передача інформаційного пакета від первинного вузла до центрального на швидкості 9600 біт/с займає 18,75 мс, тобто навіть з урахуванням апаратних затримок на кілька тактів під час передання-прийняття кожного байта, через 20 мс увесь пакет буде прийнятий центральним вузлом.

Якщо первинний вузол не відповідає на триразовий запит, видається сигналізація аварії. Після відновлення працездатності ПВ оператор повинен виконати перезапуск центрального вузла.

Після початкового опитування ПВ центральний вузол переходить у нескінченний цикл, у якому виконуються такі дії:

- повторне опитування первинних вузлів;
- порівняння отриманої інформації з початковою;
- перевірка натискання кнопок клавіатури.

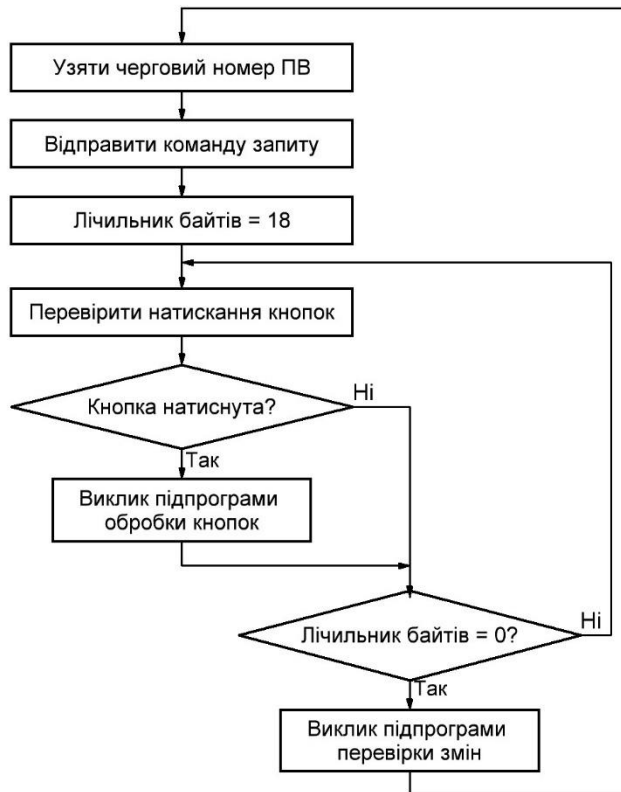


Рисунок 1.13 – Алгоритм циклічного опитування ПВ

Запис інформації, що приймається від первинних вузлів, і зменшення лічильника прийнятих байтів виконується в підпрограмі обробки переривання "Закінчення приймання UART", показаній на малюнку 1.14.

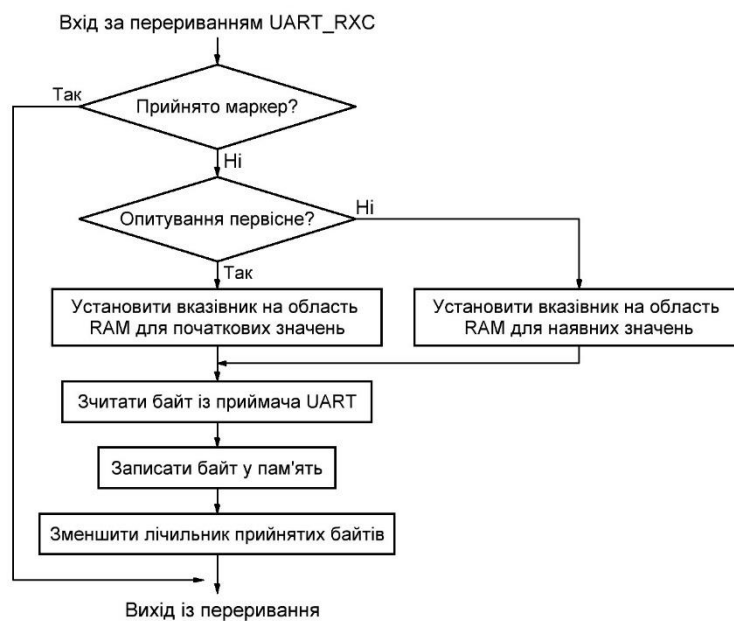


Рисунок 1.14 – Підпрограма для отримання байта від ПВ

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

Оскільки в буферний регістр передавача UART можна завантажити тільки один байт, процедура передачі команди складається з таких кроків:

- установка лічильника байтів на передачу;
- запис байта команди в пам'ять;
- запис у буфер передавача комбінації «маркер»;
- за перериванням UART_UDRE (буфер передавача порожній) байт команди переписується з пам'яті в передавач;
- за перериванням UART_TXC (передача закінчена) подається керуючий сигнал вимкнення передавача на мікросхему інтерфейсу RS-485.

Підпрограма перевірки наявності змін у станах контрольованих об'єктів порівнює вихідне значення з отриманим під час останнього опитування ПУ. Якщо ці значення не збігаються, за допомогою операції «виключне АБО» отримуємо «1» у розрядах, що відповідають давачам, які змінилися. Потім логічним зсувом вліво за прапором перенесення обчислюється номер давача і виводиться на індикатори, як показано на малюнку 1.15.

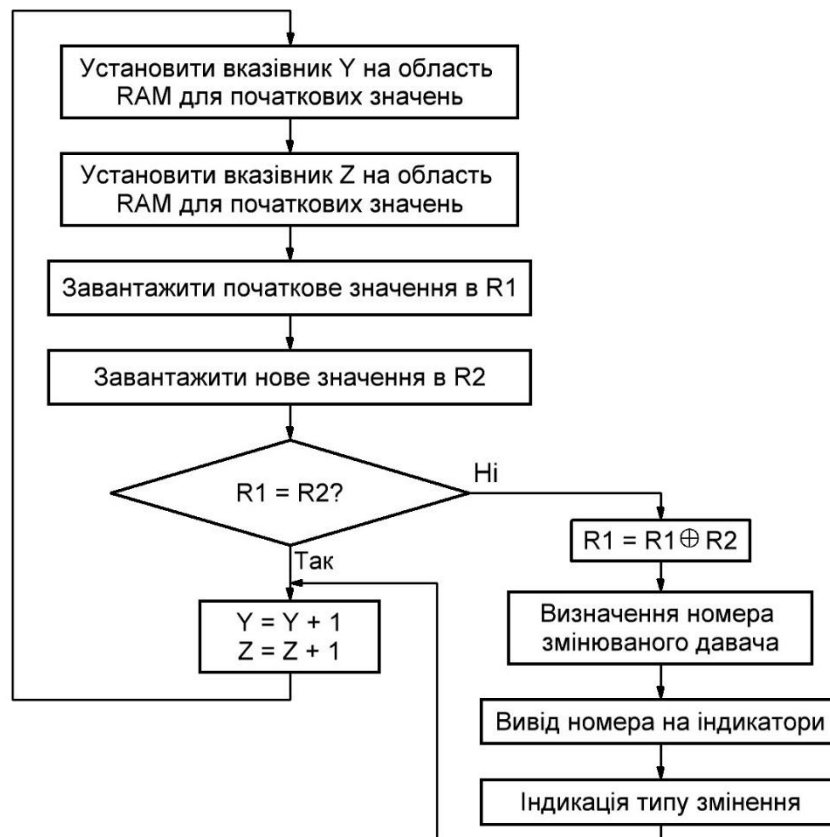


Рисунок 1.15 – Підпрограма перевірки наявності змін

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

Підпрограма обробки натискання кнопок спочатку визначає, яку з кнопок натиснуто, а потім викликає відповідну процедуру:

- вимкнення зовнішнього звукового сповіщувача;
- оновлення даних в області пам'яті вихідного стану системи;
- виведення на індикатори номерів комірок, що перебувають у стані «аварії», «обриву» або «короткого замикання».

1.5.3 Розроблення програми первинного вузла контролю.

Керувальна програма первинного вузла також будується у вигляді нескінченного циклу, в якому відбувається почергове опитування давачів і запис отриманої інформації в оперативну пам'ять. Блок-схему алгоритму показано на рисунку 1.17. За перериванням від приймача UART первинний вузол має проаналізувати байт команди на предмет порівняння бітів адреси зі своїм унікальним номером. У разі збігу адрес викликається підпрограма передачі даних центральному вузлу. Підпрограму переривання приймача показано на рисунку 1.16.

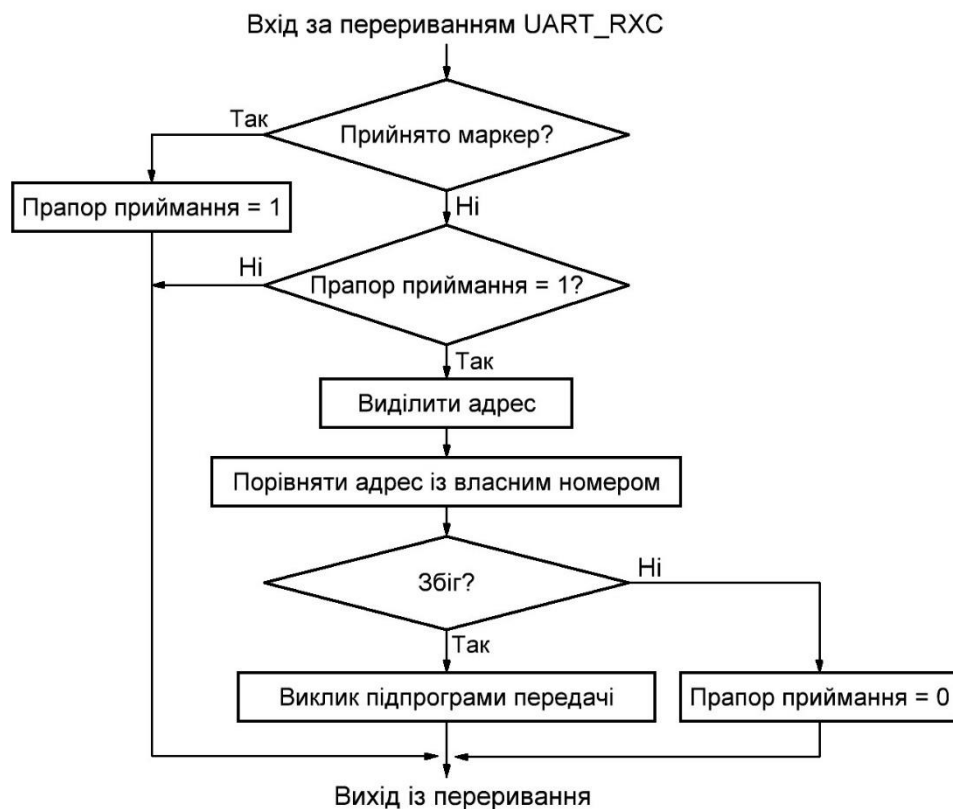


Рисунок 1.16 – Підпрограма обслуговування переривання UART_RXC

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

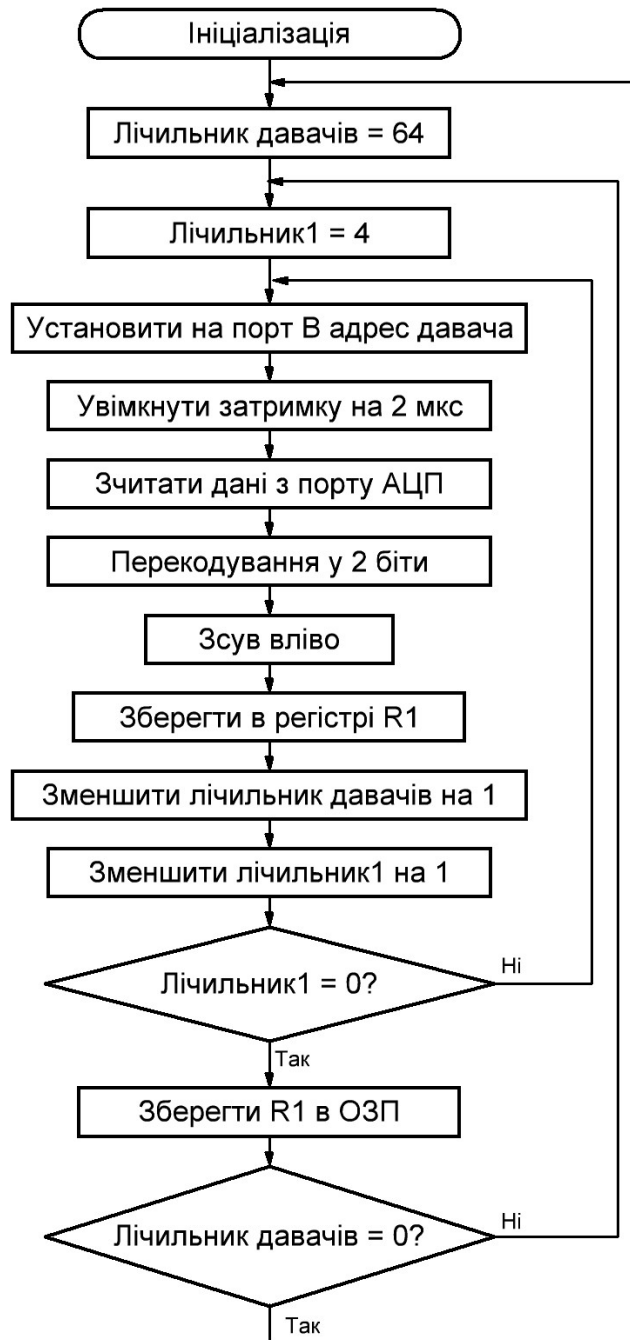


Рисунок 1.17 – Цикл опитування датчиків первинним вузлом

Підпрограма передачі даних центральному вузлу загалом аналогічна процедурі передачі команди і складається з таких кроків:

- встановлення лічильника байтів рівним 17;
- встановлення покажчика на область даних в ОЗП;
- увімкнення передавача інтерфейсу RS-485;
- запис у буфер передавача комбінації маркера;

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

- за перериванням «буфер передавача порожній» черговий байт даних з ОЗП заносять у буфер передавача, водночас лічильник байтів зменшується на 1;

- коли всі дані передано (лічильник байтів = 0), за перериванням «передача закінчена» вимикається передавач інтерфейсу RS-485.

Лістинги програм, складені за наведеними блок-схемами, наведено в додатку. Середовище розробки AVR Studio дає змогу протестувати написані програми в режимі програмної симуляції, тобто без участі реального мікроконтролера. Після налагодження проводиться компіляція.

Отримані в результаті компіляції програм файли «прошивання» з розширенням .hex за допомогою програматора записуються в пам'ять програм мікроконтролерів.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		43

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розроблення конструкції блоку електронної системи

У цьому розділі проєкту було поставлено завдання на розроблення друкованої плати центрального керувального вузла.

Друковану плату виконано з двостороннього склотекстоліту товщиною 1,5 мм СФ-2-50Г-1,5 I кл ГОСТ 10316-78. Відповідно до ГОСТ 10317 - 79 «Плати друковані. Основні розміри» основний крок координатної сітки обрано 1,25 мм.

Усі отвори, призначені для встановлення елементів, а також перехідні отвори - металізовані. Двосторонні друковані плати з металізованими монтажними та перехідними отворами характеризуються:

- широкими комутаційними можливостями;
- підвищеною міцністю зчеплення виводів із провідним малюнком друкованої плати;
- підвищеною вартістю;

Діаметри отворів під виводи елементів вибирали зі співвідношень:

$$D_0 = D_B + (0,14 \dots 0,03), \quad (2.1)$$

$$D = D_0 + (0,1 \dots 0,15), \quad (2.2)$$

де D_0 – діаметр отвору з металізацією;

D_B – діаметр виведення радіоелемента;

D – діаметр отвору під металізацію.

Вибір розмірів отворів пов'язаний також із товщиною плати, від якої залежить якість металізації в отворах, а також збереження цілісності структури матеріалу плати під час механічного оброблення. Від співвідношення діаметра отвору до товщини плати залежить якість механічного оброблення, яке багато в чому визначає надійність друкованої плати. Оптимальне співвідношення між діаметром отвору і товщиною плати від 0,5 мм до 3 мм обирають виходячи зі співвідношення:

$$d > 0,4h, \quad (2.3)$$

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

де d – діаметр отвору, мм;

h – товщина друкованої плати, мм.

Відповідно до стандарту ГОСТ 2.417-78 (СТ СЭВ 1186-78) виконано такі креслення друкованої плати:

ЕЛІТ 8.171.00.05.504 «Друкована плата»;

ЕЛІТ 8.171.00.05.504 СБ «Друкована плата. Креслення збирання».

2.2 Розроблення технологічної частини

Під час виготовлення друкованої плати використовується типовий технологічний процес виготовлення двосторонньої друкованої плати.

Проводиться термостабілізація заготовок: прогріти заготовки плат у сушильній шафі за температури від 80 до 100°C протягом 1-1,5 годин.

Нанесення рисунку схеми емульсійним способом:

- у разі сильного окислення поверхні фольги провести декапірування друкованих плат;

- промити заготовку друкованих плат холодною проточною водою;

- сушити на повітрі до повного висихання;

- нанести на фольговану поверхню світлочутливу емульсію;

- сушити заготовку зі світлочутливим шаром від 7 до 30 хвилин за температури від 40 до 50°C;

- нанести другий шар світлочутливої емульсії, попередньо повернувши заготовку на 180 градусів (для нанесення світлочутливого шару на інший бік друкованої плати);

- провести експонування: заготовку друкованої плати помістити в копіювальну рамку емульсійною стороною вгору, зверху покласти негатив емульсійною стороною до фоторезисту;

- прояв рисунку схеми;

- забарвити зображення з використанням фіолетового метилового індикатора ТУ 6-05-945-76;

- промити заготовку холодною проточною водою;

- дубити хімічно;

- промити заготовку холодною проточною водою;

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		45

- зняти вуаль із пробільних місць ватним тампоном, змоченим водою або зубним порошком ГОСТ 5972-77;

- промити заготовку холодною проточною водою;
- сушити стисненим повітрям;
- дубити термічно;
- ретушувати;
- сушити на повітрі.

Провести травлення міді з пробільних місць:

- використовувати залізо хлорне ГОСТ 11159-76;
- промити заготовку холодною проточною водою;
- видалення захисного шару.

Нанесення захисної плівки перед свердлінням.

Свердління.

Гідроабразивна обробка: обробити лакову поверхню з двох боків заготовки з метою додання шорсткості поверхні лакової плівки і очищення отворів перед металізацією від стружки склотекстоліту і лаку.

Гальванічна обробка (хімічне міднення):

- знежирити заготовку;
- промити заготовку гарячою проточною водою;
- підтравити поверхню міді на торцях і в отворах;
- промити заготовку холодною проточною водою;
- обробити заготовку в розчині сірчаної кислоти ГОСТ 4204-71;
- промити заготовку холодною проточною водою;
- активувати кислотою соляною ГОСТ 3118-77;
- сенсibilізувати;
- промити заготовку гарячою проточною водою;
- провести хімічне міднення;
- промити заготовку холодною проточною водою;
- видалити з поверхні плат захисну лакову плівку;
- промити заготовку теплою проточною водою;
- сушити стисненим повітрям або на повітрі до повного висихання.

Провести покриття друкованої плати сплавом Розе ГОСТ 23864-79.

Нанести захисне покриття (лак ПН-9) методом занурення друкованої плати, загорнутої в один шар марлі.

Провести маркування:

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- маркувати пером, фарбою МКЕУ або БМКУ за ГОСТ 4ГО.054.205;
- сушити за температури від 18 до 25°C від 20 до 30 хвилин.

Після кожної операції провести контроль якості її виконання.

Друкована плата повинна задовольняти вимогам щодо зовнішнього вигляду, електричних параметрів, стійкості під час технологічних і механічних впливів, надійності.

Вимога до надійності означає, що друкована плата повинна зберігати зовнішній вигляд і електричні параметри в межах норми, а також відповідати ТУ на виріб протягом гарантованого терміну служби.

2.3 Розрахунок надійності проєктованої електронної системи, а також споживаної ним потужності або струму

Надійність характеризується напрацюванням на відмову - середній час від початку експлуатації до відмови, інтенсивністю відмов на годину, середнім часом відновлення.

Інтенсивність відмов - один із найбільш зручних кількісних показників надійності радіоелектронних виробів: ІМС, діодів, транзисторів, конденсаторів та інших елементів РЕА. Зміна інтенсивності відмов у часі для більшості елементів РЕА має нелінійний характер. Проте, на великому відрізку роботи в часі, інтенсивність відмов (у часі) виробу для практичних розрахунків умовно приймається постійною.

Припускаючи, що відмова будь-якого з елементів призводить до відмови пристрою загалом, імовірність безвідмовної роботи пристрою впродовж часу t визначається як добуток імовірностей безвідмовної роботи елементів, що входять до нього:

$$P_A(t) = P_{E1}(t) \cdot P_{E2}(t) \cdot \dots \cdot P_{EN}(t), \quad (2.4)$$

де $P_A(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи пристрою;

$P_E(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи елемента пристрою;

N – кількість елементів у пристрої;

t – час роботи пристрою.

Час безвідмовної роботи елемента:

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$P_E(t) = e^{-\lambda_e t}, \quad (2.5)$$

де λ_e – інтенсивність відмов елемента.

$$P_A(t) = e^{-\lambda_A t}, \quad (2.6)$$

де $\lambda_A = n_1 \lambda_1 + n_2 \lambda_2 + \dots + n_n \lambda_n$;

n – кількість елементів даного типу.

Проводиться розрахунок імовірностей відмов елементів, що входять у пристрій за умови, що час роботи пристрою становить 30000 годин.

Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок надійності роботи електронної системи

Тип елемента схеми	Кількість	λ_E	$P_E(t)$
AT90S8515	1	$6 \cdot 10^{-8}$	0,998202
ІС серії K555	3	$6 \cdot 10^{-8}$	0,994615
AT90S2313	4	$6 \cdot 10^{-8}$	0,992826
MAX1483	5	$6 \cdot 10^{-8}$	0,99104
ADG608BR	36	$6 \cdot 10^{-8}$	0,937255
LM2901	4	$6 \cdot 10^{-8}$	0,992826
KP1162EH5A	5	$6 \cdot 10^{-8}$	0,99104
Постійні резистори	52	$2 \cdot 10^{-8}$	0,969282
Набір резисторів	16	$2 \cdot 10^{-8}$	0,990446
Конденсатори	286	$2 \cdot 10^{-8}$	0,842316
Світлодіоди	4	$2 \cdot 10^{-7}$	0,976286
Світлодіодні індикатори	3	$2 \cdot 10^{-7}$	0,982161
Кварцовий резонатор	5	$2 \cdot 10^{-8}$	0,997004
Роз'ємні з'єднання	13	$3 \cdot 10^{-9}$	0,998831
Паяні з'єднання	527	$3 \cdot 10^{-10}$	0,995268

Примітка - оскільки дані навантаження на відмову імпортованих мікросхем у документації виробника не наведено, значення взято з аналогічних мікросхем інших виробників.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

З формули (2.4) отримуємо ймовірність безвідмовної роботи протягом 30000 годин:

$$P_A(t) = 0,692316$$

Потужність, споживана пристроєм, складається зі значень потужностей, споживаних окремими елементами схеми, і визначатиметься за формулою:

$$\sum_{i=1}^n n P i_{nom}, \quad (2.7)$$

де P_i – потужність, споживана окремими елементами схеми, Вт;
 n – кількість окремих елементів схеми, шт.

Таблиця 2.2 – Дані з розрахунку споживаної потужності.

Елемент схеми	Кіл-ть	Споживана потужність на одну деталь (Вт)	Загальна споживана потужність (Вт)
AT90S8515	1	0,015	0,015
IC серії K555	3	0,002	0,006
AT90S2313	4	0,014	0,056
MAX1483	5	0,0001	0,0005
ADG608BR	36	0,000001	0,000036
LM2901	4	0,004	0,016
KP1162EH5A	5	1,661	8,3050368
Світлодіоди	4	0,012	0,048
Світлодіодні індикатори	3	0,084	0,252
Сигнальні ланцюги	256	0,007	1,792
Загальна споживана потужність			10,49

На підставі довідкових даних проводимо розрахунок споживаної пристроєм потужності. Дані з розрахунку споживаної потужності наведено в таблиці 2.2.

ВИСНОВКИ

У цьому розділі пояснювальної записки було розроблено схему друкованої плати та конструкцію центрального керуючого вузла відповідно до наявних стандартів. Проведено розрахунок надійності пристрою і споживаної ним потужності.

Імовірність безвідмовної роботи пристрою протягом 30000 годин дорівнює 0,692316, що становить 20769 годин.

Потужність, споживана електронною системою індикації параметрів вузла зв'язку, дорівнює 10,49 Вт.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		50

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Промислове виробництво і навколишнє середовище: проблеми та перспективи

Початок ХХІ століття характеризується різким погіршенням екологічної ситуації на планеті. Аналіз нинішнього стану природоохоронної діяльності показує, що збереження тенденцій соціально-економічного розвитку, що склалися, робить нереальною нормалізацію екологічної обстановки в найближчій перспективі.

В Україні на межі екологічної кризи перебувають Придніпров'я, Придністров'я, узбережжя й акваторія Чорного та Азовського морів. Це стало наслідком:

- незадовільного вирішення низки важливих природоохоронних проблем;

- нарощування продуктивних сил, без належного врахування можливих екологічних змін;

- невиконання підприємствами природоохоронного законодавства.

Гострота екологічної проблеми зумовлена підвищеним антропогенним навантаженням на природне середовище внаслідок нераціональної структури економіки, в якій ключову роль відіграють такі «забруднені» комплекси як: мінерально-сировинний, паливно-енергетичний, металургійний.

Здебільшого існують три основні джерела забруднення атмосфери: промисловість, побутові котельні, транспорт. Частка кожного з цих джерел у загальному забрудненні повітря сильно різниться залежно від місця. Нині загальновизнано, що найбільш сильно забруднює повітря промислове виробництво. Джерела забруднень - теплоелектростанції, які разом із димом викидають у повітря сірчистий і вуглекислий газ; металургійні підприємства, особливо кольорової металургії, що викидають у повітря оксиди азоту, сірководень, хлор, фтор, аміак, сполуки фосфору, частки та сполуки ртуті й миш'яку; хімічні та цементні заводи. Шкідливі гази потрапляють у повітря внаслідок спалювання палива для потреб промисловості, опалення осель, роботи транспорту, спалювання та переробки побутових і промислових відходів. Атмосферні забруднювачі поділяють на первинні, що надходять безпосередньо в атмосферу, і вторинні, які є результатом перетворення. Так,

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		51

сірчистий газ, що надходить в атмосферу, окислюється до сірчаного ангідриду, який взаємодіє з парами води й утворює крапельки сірчаної кислоти. Під час взаємодії сірчаного ангідриду з аміаком утворюються кристали сульфату амонію. Подібним чином, внаслідок хімічних, фотохімічних, фізико-хімічних реакцій між забруднювальними речовинами та компонентами атмосфери, утворюються інші вторинні ознаки.

Основним джерелом пірогенного забруднення є теплові електростанції, металургійні та хімічні підприємства, що особливо актуально як для всієї лівобережної України, так і для Сумської області зокрема. Основними шкідливими домішками пірогенного походження є такі:

а) Оксид вуглецю. Одержується під час неповного згоряння вуглецевих речовин. У повітря він потрапляє внаслідок спалювання твердих відходів, з вихлопними газами та викидами промислових підприємств.

б) Сірчистий ангідрид. Виділяється в процесі згоряння сірковмісного палива або переробки сірчистих руд. Частина сполук сірки виділяється під час горіння органічних залишків у гірничорудних відвалах.

в) Сірчаний ангідрид. Утворюється при окисленні сірчистого ангідриду. Кінцевим продуктом реакції є аерозоль або розчин сірчаної кислоти в дощовій воді, який підкисляє ґрунт, загострює захворювання дихальних шляхів людини.

г) Сірководень і сірковуглець. Надходять в атмосферу окремо або разом з іншими сполуками сірки. Основними джерелами викиду є підприємства з виготовлення штучного волокна, цукру, коксохімічні, нафтопереробні, а також нафтопромисли. В атмосфері при взаємодії з іншими забруднювачами піддаються повільному окисленню до сірчаного ангідриду.

д) Оксиди азоту. Основними джерелами викиду є підприємства, що виробляють азотні добрива, азотну кислоту і нітрати, анілінові барвники, нітросполуки, віскозний шовк, целулоїд.

е) Сполуки фтору. Джерелами забруднення є підприємства з виробництва алюмінію, емалей, скла, кераміки, сталі, фосфорних добрив. Фторовмісні речовини надходять в атмосферу у вигляді газоподібних сполук - фтороводню або пилу фториду натрію і кальцію.

ж) Сполуки хлору. Надходять в атмосферу від хімічних підприємств, що виробляють соляну кислоту, хлоровмісні пестициди, органічні барвники, гідролізний спирт, хлорне вапно, соду. В атмосфері трапляються як домішки

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		52

молекули хлору і парів соляної кислоти. Токсичність хлору визначається видом сполук та їхньою концентрацією.

Охорона природи - завдання нашого століття, проблема, що стала соціальною. Знову і знову ми чуємо про небезпеку, що загрожує навколишньому середовищу, але до сих пір багато хто з нас вважає її неприємним, але неминучим породженням цивілізації і вважає, що ми ще встигнемо впоратися з усіма проблемами, що з'явилися. Однак вплив людини на навколишнє середовище набув загрозливих масштабів. Щоб докорінно поліпшити становище, знадобляться цілеспрямовані та продумані дії. Відповідальна і дієва політика щодо довкілля буде можлива лише в тому разі, якщо людство накопичить надійні дані про сучасний стан довкілля, обґрунтовані знання про взаємодію важливих екологічних чинників, якщо розробить нові методи зменшення та запобігання шкоди, яку завдає Природі Людина. Слід наголосити на необхідності складання чіткої програми дій з охорони довкілля. Екологічна програма значною мірою пов'язана з програмою технічного переозброєння промисловості. Така програма може складатися з таких розділів.

1. Принципові рішення: ліквідація морально і фізично застарілих або металургійних і хімічних виробництв, що опинилися в межах міст, або їх переведення на принципово нову технологічну основу.

2. Великі заходи, спрямовані на досягнення екологічного ефекту: хімічне зв'язування і відновлення оксидів сірки та азоту, викидів ТЕЦ; повсюдна заміна мокрих систем очищення від пилу сухими; пилопригнічення на всіх ділянках транспорту матеріалів.

3 Поточні першочергові заходи, що мають економічний та екологічний ефект: переведення автотранспорту на комбіноване газорідинне паливо; застосування засобів зниження викиду оксидів азоту котлами ТЕЦ; упровадження непрямого радіаційного нагріву в печах прокатного виробництва та ін. Заходи за основними і допоміжними виробництвами.

3.2 Цінова політика підприємства в сучасних умовах

Зміст цінової політики підприємства.

Ціни та цінова політика - одна з головних складових маркетингової діяльності, роль якої дедалі більше зростає. Від ефективності цінової політики

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

багато в чому залежить досягнення комерційних результатів, правильна або помилкова цінова політика чинить довготривалий (позитивний або негативний) вплив на всю діяльність виробничо-збутового комплексу фірми.

Цінова політика підприємства являє собою комплекс заходів, спрямованих на формування оптимальної ціни на кожен вид продукції з метою досягнення на цій основі максимального економічного ефекту. Цінова політика на підприємстві являє собою сукупність і певну послідовність робіт, пов'язаних із формуванням ціни на кожний вид продукції, та містить такі основні складові:

- дослідження ринку і продукції підприємства;
- формування цінової стратегії;
- формування цінової тактики, яка включає в себе:
 - дослідження чинників формування ціни на дану продукцію;
 - вибір методу ціноутворення;
 - систем знижок із ціни;
 - організацію і планування цін з урахуванням принципів ціноутворення;
- аналіз ефективності сформованих цін та їх вплив на показники роботи підприємства;
- підвищення ефективності ціноутворення.

Ключовим елементом цінової політики є розрахунок базисного рівня цін, який передбачає виконання низки послідовних етапів у діяльності економіста з цін.

- 1 крок. Постановка цілей і завдань ціноутворення.
- 2 крок. Визначення попиту.
- 3 крок. Оцінка витрат виробництва.
- 4 крок. Аналіз цін і якості товарів конкурентів.
- 5 крок. Вибір методу ціноутворення.

Ринкове ціноутворення може відбуватися в умовах вільного ринку, як під впливом конкуренції, так і в разі встановлення монополії. Встановлюючи ціну на товар, підприємство може використовувати різні методи:

- метод розрахунку ціни на основі витрат;
- метод цільової норми прибутку;
- метод встановлення ціни на основі відчутної цінності товару;
- метод порівняння з ціною конкурентів тощо.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		54

6 крок. Розрахунок вихідної ціни.

7 крок. Урахування додаткових чинників.

8 крок. Встановлення остаточної ціни.

Протягом усього процесу ціноутворення можуть виникати певні проблеми, пов'язані з впливом зазначених раніше факторів, що може призвести до зниження ефективності цін.

Сучасні аспекти підвищення ефективності цінової політики підприємства.

Ринкова економіка, однією з основних властивостей якої є конкуренція, передбачає безперервний процес розвитку та підвищення якості роботи для досягнення поставлених цілей за найбільш ефективного використання наявних ресурсів. Тому політика підприємства в царині цін досить часто потребує перегляду, переоцінки для підтримання адекватності роботи підприємства і формування конкурентних переваг.

Активного розвитку набувають дедалі нові й нові методи вдосконалення ціноутворення. Нині достатнього поширення набувають такі напрями поліпшення ціноутворення:

1. Удосконалення інформаційного забезпечення процесу ціноутворення.

2. Удосконалення методів прогнозування і планування цін на основі економіко-математичного моделювання і методів експертної оцінки.

3. Удосконалення цінової стратегії і тактики підприємства.

З розвитком ринкової економіки інформація вийшла в ранг одного з вирішальних факторів виробництва. У сучасній Україні основними тенденціями є прискорення інформаційного забезпечення, підвищення його значущості в конкурентній боротьбі. Маркетинговий підхід, що поступово приходить на зміну витратному, вимагає від виробників інформованості за такими напрямами:

- сучасний стан ринку;
- діяльність конкурентів в аспекті якості та ціни продукції;
- наявні, незадоволені потреби покупців, що розвиваються і тільки формуються;
- динаміка платоспроможного попиту;
- рівень задоволення покупців продукцією і побажання щодо її поліпшення;

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- комунікаційна ситуація (ефективність реклами, зв'язок із громадськістю, репутація фірми тощо) тощо.

Якщо об'єднати всі ці аспекти в групи, то легко побачити, що все це є об'єктом маркетингових досліджень. Отже, саме формування цін на основі інформації, отриманої на базі проведення маркетингових досліджень, дає змогу істотно поліпшити ефективність ціноутворення, що пояснюється такими чинниками:

1. інформація, отримана за допомогою проведення досліджень, є достатньо достовірною, актуальною, конкретною.

2. Ця інформація є ексклюзивною і має високий рівень захищеності.

3) Така інформація дає змогу більш повно й об'єктивно оцінити ефективність ціноутворення на продукцію, поглянувши на це з позиції споживача.

Маркетингові дослідження мають деякі недоліки: вони досить дорогі, триваліші за проведенням порівняно з отриманням вторинної інформації, потребують ретельнішої підготовки, складніші в плані опрацювання інформації. Незважаючи на наявні недоліки, маркетингові дослідження на сьогоднішній день є найефективнішим джерелом отримання інформації, необхідної для ухвалення рішень, пов'язаних із ціноутворенням.

Ще одним напрямом удосконалення цінової політики на підприємстві є застосування передових методів планування і прогнозування. До таких методів відносять сучасні методи економіко-математичного моделювання та методи експертної оцінки.

Економіко-математичні методи ґрунтуються на моделюванні реальних процесів та економічних явищ, за допомогою певного набору залежностей. До таких методів належать методи кореляційно-регресійного аналізу, методи оптимізації рішень (наприклад, симплекс-метод), мережеве планування, моделі ігор тощо.

Безумовно, розробка і застосування моделей обмежена істотно наявністю тих чинників, які досить складно врахувати і представити у формалізованому вигляді. Подібними факторами найчастіше є фактори зовнішнього середовища, що мають об'єктивний або непередбачуваний характер.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		56

Перевагою таких методів є швидкість отримання результатів, можливість передбачити і прорахувати зміну параметрів, різні види представлення результатів (цифровий, табличний, графічний).

Наступний напрям удосконалення цінової політики - це підвищення адекватності та ефективності цінової стратегії і тактики. Суть цілеспрямованої цінової політики в маркетингу полягає в тому, щоб встановлювати на товари фірми такі ціни і так варіювати ними залежно від становища на ринку, щоб оволодіти його певною часткою, забезпечити запланований обсяг прибутку і вирішувати інші стратегічні та оперативні завдання.

Стратегія ціноутворення має відображати і бути пов'язана із загальними цілями фірми. Існують основні цілі ціноутворення, з яких може обирати фірма; вони ґрунтуються на збуті, на прибутках і на наявному становищі. У першому випадку підприємство зацікавлене в зростанні експорту або максимізації частки на ринку, у другому - у максимізації прибутку, у третьому - нейтралізувати дії конкурентів, зменшити запити постачальників або стабілізувати ціни.

Цінова стратегія базується на витратах, попиті або конкуренції. У першому випадку ціни визначають виходячи з витрат виробництва, вартості обслуговування і накладних витрат, до яких додають розрахунковий прибуток. У другому випадку ціна визначається після вивчення попиту споживачів і встановлення цін, прийнятних для цільового ринку. У третьому випадку можуть бути на рівні ринкових, вищими і нижчими за них. Такий тип ціноутворення поширений при аналогічних видах конкурентної продукції. Усі три підходи перебувають у взаємозв'язку і взаємодії.

Під час реалізації цінової стратегії, крім загальних концепцій, розглянутих вище, використовується велика кількість різних рішень, пов'язаних між собою. До їх числа входять концепції:

- встановлення стандартних і мінливих цін;
- використання єдиних і гнучких цін;
- застосування концепції взаємозв'язку ціни та якості;
- використання концепції цінового лідерства;
- встановлення цін на масові закупівлі;
- використання практики цінових ліній.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

3.3 Розрахунок показників собівартості виготовлення пристрою

Техніко-економічне обґрунтування полягає у визначенні та аналізі таких економічних показників:

1. Собівартість виготовлення виробу;
2. Оптова ціна виробу;
3. Експлуатаційні витрати;
4. Показники якості.

Розрахунок собівартості та ціни виробу починається з підрахунку витрат на основні матеріали, напівфабрикати власного виробництва і напівфабрикати покупні вироби. Матеріали визначають за оптовою ціною на них, напівфабрикати власного виробництва - за собівартістю, покупні вироби - за ціною під час купівлі. Для визначення цих показників наводяться вихідні дані в табл. 3.1 (дані брались з прайс-листів фірми "Сімметрон - Україна", м. Київ; Компанії "Радіокомпоненти" - Україна м. Хмельницький та ін.).

Таблиця 3.1 – Покупні вироби

Найменування	Ціна за од., грн.	Кількість виробів, шт.	Ціна в сумі, грн.
1	2	3	4
Резистори			
МЛТ – 0,125	1,00	73	73,00
HP1-11-3-15	4,00	16	64,00
Конденсатори			
КМ-5 0,1мкФ	11,40	5	57,00
КМ-5 0,01мкФ	3,96	256	1013,76
КМ-5Б-Н30	21,60	10	216,00
К50-35-50В-100мкФ	4,50	15	67,50
Мікросхеми			
AT90S8515	153,00	1	153,00
AT90S2313	50,00	4	200,00
MAX1483	203,20	5	1016,00
ADG608BR	99,20	36	3571,20
LM2901	47,00	4	188,00

Продовження таблиці 3.1			
Найменування	Ціна за од., грн.	Кількість виробів, шт.	Ціна, грн.
К555ИР23	18,30	3	54,90
КР1162ЕН5А	15,00	5	75,00
КР293КП2А	50,00	1	50,00
Світлодіоди			
АЛ 307А	2,00	4	8,00
АЛС 321А	5,00	3	15,00
Роз'єми			
RJ-45	4,00	5	20,00
ГРПМ-61	21,42	8	171,36
Кварцовий резонатор			
НС-49м/4,000МГц	13,50	5	67,50
Кнопка			
SWT-2-5	2,50	4	10,00
Перемикач			
В069В	14,80	1	14,80
РАЗОМ			7096,02

Визначаються витрати на матеріали та покупні вироби. Витрати на основні матеріали Z_M , напівфабрикати власного виробництва $Z_{нф}$, напівфабрикати і вироби покупні $Z_{пок}$ визначають за формулами (3.1) - (3.3):

$$Z_M = C_i \cdot N_i - C_{відх}, \quad (3.1)$$

$$Z_{нф} = C_{нф} \cdot N_{ні}, \quad (3.2)$$

$$Z_{пок} = C_{пок} \cdot N_{пок}, \quad (3.3)$$

де $C_i, C_{поки}$ – відповідно оптова ціна і -го виду матеріалу і типорозміру покупного виробу;

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$C_{нфі}$ – виробнича собівартість одиниці і -го виду напівфабрикату власного виробництва;

N_i, N_{ni} – відповідно норма витрат на одиницю виробу і -го матеріалу і напівфабрикату власного виробництва;

$N_{покі}$ – кількість покупних виробів і -го типорозміру на одиницю виробу;

$C_{відх}$ – вартість зворотних (реалізованих) відходів;

n – число видів матеріалів, напівфабрикатів і покупних виробів.

Розмір транспортно-заготівельних витрат становить 20% від величини витрат на матеріали, напівфабрикати або покупні вироби.

Таблиця 3.2 – Матеріали та напівфабрикати

Найменування	Марка матеріалу	Норма витрат	Од. вимір.	Ціна за од., грн.	Сума, грн.
Лист алюмінію		2,5	кг	90	225
Склотекстоліт	СФ50Г	0,4	кг	42	16,8
Провід	МГТР-0,5	50	м	6,5	325
Провід	МГТРФ-0,1	12	м	7,5	90
Припій	ПОС-61	130	г	1,30	169
Лак	ФЛ-582	150	г	0,15	22.5
Гвинт	М3	14	шт	0,71	9,94
Гайка	М3	14	шт	0,45	6,3
				Разом:	864,54
				Відходи (20%):	172,91
				Вартість матеріалів за вирахуванням відходів:	691,63

Вартість зворотних відходів визначається, виходячи з величини відходів матеріалів (20%) і транспортно-заготівельних витрат. Результати розрахунків наводяться в таблиці 3.2.

Розраховується основна заробітна плата виробничих робітників.

Заробітна плата основних виробничих робітників складається з основної Z_o і додаткової $Z_{дод}$:

$$Z = Z_o + Z_{дод} \quad (3.4)$$

$$Z_o = Z_{пр} + Z_{д.прем.} \quad (3.5)$$

де $Z_{пр}$ - пряма заробітна плата основних виробничих робітників за роботу, що виконується безпосередньо з виготовлення продукції;

$Z_{д.прем.}$ - доплати за відрядно-преміальними системами оплати праці, а також різні доплати за оброблений час.

Пряма заробітна плата на один виріб обчислюється за формулою (3.6).

$$Z_{пр} = \sum_{i=1}^n C_{pi} \cdot T_i \quad (3.6)$$

де C_{pi} - годинна тарифна ставка розряду i -го виду робіт, р./г;

T_i - трудомісткість i -го виду робіт на один виріб, нормо-г;

n - кількість видів робіт, оплачуваних за різними тарифними ставками;

$$Z_{доп} = 0,08 \cdot Z_o \quad (3.7)$$

$$Z_{пр} = 18 + 52,50 + 9,50 + 24 + 616 + 82 + 92 + 41,25 = 935,25 \text{ грн.}$$

З формул (3.6), (3.7) визначимо Z_o и $Z_{доп}$.

$$Z_o = 935,25 + 93,53 = 1028,78 \text{ грн}$$

$$Z_{доп} = 0,08 \cdot 1028,78 = 82,30 \text{ грн}$$

Доплати за відрядно-преміальними системами оплати праці та інші доплати за відпрацьований час приймемо в розмірі 30% до прямої заробітної плати. Результати роботи наведено в табл. 3.3.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

Види робіт	Розряд	Трудомі- сткість, н/год	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума грн.
Механічні	III	1	18,00	18,00
Слюсарні	II	3	17,50	52,50
Фарбувальні	III	0,5	19,00	9,50
Гравірувальні	III	1,2	20,00	24,00
Монтажні	IV	28	22,00	616,00
Слюсарно- складальні	III	4	20,50	82,00
Налаштування	IV	4	23,00	92,00
Інші	III	2,5	16,50	41,25
Разом:				935,25
Премія 10%:				93,53
Всього:				1028,78

Розрахуємо інші витрати за статтями калькуляції. Додаткову заробітну плату виробничих робітників відносять на собівартість продукції пропорційно сумі прямої заробітної плати виробничих робітників у розмірі 10% від неї.

Відрахування на соціальне страхування розраховують за встановленою нормою: 36,9% від суми основної та додаткової заробітної плати виробничих робітників.

$$C_{ст} = (Z_o + Z_{дод}) \cdot 0,369, \quad (3.8)$$

$$C_{ст} = (1028.78 + 93.53) \cdot 0,369 = 413,13 \text{ грн}$$

Витрати з утримання та експлуатації устаткування, цехові та загальнозаводські витрати розподіляють на собівартість пропорційно сумі прямої заробітної плати виробничих робітників у розмірі 150%, 120% і 150% відповідно. Інші виробничі витрати включають до собівартості пропорційно сумі виробничої собівартості в розмірі 3%. Сума витрат за статтями 1 - 9 (див.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

табл. 3.4) являє собою виробничу собівартість. Невиробничі витрати включають у собівартість пропорційно виробничій собівартості (0,15%).

Сума виробничої собівартості та невикористаних витрат становить повну собівартість виробу.

$$C_{с.полн.} = C_{пр.} + P_{невир.} \quad (3.9)$$

Де $C_{пр}$ - заводська собівартість, грн;

$P_{невир}$ - невикористані витрати, грн.

$$C_{с.полн.} = 4759,44 + 7,14 = 4766,58 \text{грн}$$

Таблиця 3.4 - Планова калькуляція на виготовлення електронної системи індикації параметрів вузла зв'язку

№ п/п	Статті витрат	Сума, грн
1.	Сировина та основні матеріали (за вирахуванням відходів)	691,63
2.	Покупні комплектуючі вироби та напівфабрикати	7 096,02
3.	Транспортно-заготівельні витрати (20% від п.1+п.2)	1 557,53
Загалом прямих матеріальних витрат:		9 345,18
4.	Основна заробітна плата виробничих робітників	1 028,78
5.	Додаткова заробітна плата (8% від п.4)	82,30
6.	Відрахування до бюджету (36,9% від п.4 + п.5):	
	а) на соцстрахування (0,9%)	10
	б) нещасні випадки на виробництві (1,5%)	16,67
	в) до фонду зайнятості (1,3%)	14,44
	г) у пенсійний фонд (33,2%)	369,47
7.	Витрати на освоєння та підготовку виробництва (3% від п.4+п.5)	33,34
8.	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (150% від п.4+п.5)	1 666,62
9.	Цехові витрати (120% від п.4+п.5)	1 333,30
Загалом цехова собівартість:		13 801,10
10.	Загальнозаводські витрати (150% від п.4+п.5)	1 666,62

Продовження таблиці 3.4		
11.	Інші виробничі витрати (2% від п.4+п.5)	22,22
12.	<u>Загалом заводська собівартість:</u>	15 489,94
13.	Невиробничі витрати (0,15% від п.12)	23,23
	<u>Загалом повна собівартість:</u>	15 513,17
14.	Прибуток (25% от п.12)	1 858,79
	<u>Оптова відпускна ціна:</u>	17 371,96
15.	Податок на додану вартість (20%)	3 474,39
	<u>Відпускна ціна з ПДВ:</u>	20 846,35

Нормативний прибуток встановлюють за нормативом рентабельності у відсотках до повної собівартості за вирахуванням прямих матеріальних витрат (статті 1, 2 калькуляції). Норматив рентабельності приймаємо в розмірі 30%. Сума повної собівартості та нормативного прибутку становить оптову ціну підприємства. Результати розрахунків занесемо в таблицю 3.4.

Необхідним елементом підготовки до виробництва нового виробу є аналіз наявного становища на ринку товарів аналогічного призначення та визначення категорій потенційних покупців. В умовах світових товарних ринків кожен товар змушений вести конкурентну боротьбу за перевагу споживача. У цій ситуації споживач обирає найбільш конкурентоспроможний товар, який на одиницю своєї вартості задовольняє більше потреб і на більш високому рівні, ніж товари конкурентів.

Між споживчими властивостями товару і його конкурентоспроможністю існує закономірність: будь-який конкурентоспроможний товар володіє споживчими властивостями, але не кожен товар, що володіє такими властивостями, конкурентоспроможний.

Конкурентоспроможність - це відповідність товару вимогам ринку за своїми технічними, комерційними та іншими характеристиками.

Основні показники, що визначають конкурентоспроможність товару, такі:

технічний рівень продукції;

- рівень якості продукції, що виготовляється;
- рівень якості в експлуатації та споживанні;
- рівень витрат споживача на придбання товару.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		64

Під час кількісного визначення конкурентоспроможності як інтегрального (узагальненого) показника зіставляють сукупність одиничних показників оцінюваного виробу та виробів конкурентів, а також витрат споживача при їх придбанні та експлуатації.

Пристрій системи станційної сигналізації вузла зв'язку, що розробляється, належить до групи товарів промислового призначення й орієнтований на вітчизняний ринок збуту. Характерною особливістю цього ринку є наявність доволі широкої верстви споживачів, для яких під час вибору товару найбільш значущим його параметром є ціна. При цьому віддають перевагу товару, що має раціонально-необхідний набір споживчих функцій, має мінімальну ціну і дає змогу отримати економічний ефект від його використання.

Основна функція розроблюваного пристрою - призначена для приймання сповіщень від датчиків відчинення дверей, розподільчих пристроїв, аварійної сигналізації апаратури зв'язку або інших контрольних приладів, перетворення сигналів, видачі сповіщень для безпосереднього сприйняття людиною інформації. Основне завдання розробки - модернізація наявної системи контролю та сигналізації (побудованої на електромагнітних реле, морально і фізично застарілої).

Як товар-конкурент можна розглядати: прилади приймально-контрольні охоронні SATEL, приймально-контрольні охоронно-пожежні прилади ADT, а також охоронно-пожежний комплекс сигналізації "Tiras".

Порівняно з системою, що перебуває в експлуатації, переваги розробленого пристрою - зменшення масогабаритних характеристик системи, значне зменшення енергоспоживання, поліпшення показників надійності.

Залежно від рішення центральних станцій відомчих вузлів зв'язку, попит на розроблюваний пристрій може скласти до декількох сотень екземплярів.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
						65
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

У цьому розділі було розглянуто питання промислового виробництва і навколишнього середовища, а також питання, що стосуються цінової політики. Зроблений розрахунок собівартості, відпускної ціни та економічного ефекту при експлуатації розроблюваного пристрою "Електронної системи індикації параметрів вузла зв'язку" показав такі результати:

- повна заводська собівартість пристрою - 15 513,17 грн.
- відпускна ціна з підприємства з урахуванням ПДВ - 20 846,35 грн.
- експлуатаційні витрати - 9 345,18 грн.
- передбачуваний обсяг виробництва - дрібносерійний.

Визначено сферу застосування розробленого пристрою і дано порівняльний аналіз якісних показників модернізованого і нового пристрою. Розроблений пристрій має рівень якості вище середнього.

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ЗАКЛЮЧНІ ВИСНОВОКИ

У результаті проведеної роботи було вивчено організаційні питання з підготовки до випуску нової продукції на промисловому підприємстві. За темою дипломного проєктування було обрано конкретний пристрій і проведено огляд наявних на ринку пристроїв аналогічного призначення. На підставі цього огляду було ухвалено рішення про необхідність розроблення нового пристрою з метою отримання найкращого співвідношення експлуатаційних якостей виробу і витрат на його створення. Було також визначено основні технічні характеристики проєктованого пристрою. При цьому визначено необхідні основні технічні параметри:

- інформаційна місткість не менше 200 контрольованих об'єктів;
- система повинна забезпечувати надійну роботу при довжині шлейфу не менше 500 метрів;
- система повинна забезпечувати можливість електроживлення від станційної мережі постійного струму напругою -24В;
- швидкості обміну, що дорівнює 9600 біт/с.

Під час розв'язання задачі проєктування системи враховано такі чинники, як відповідність функціональних можливостей вимогам технологічного процесу, вартість, масогабаритні параметри, енергоспоживання, надійність. Інтерфейс взаємодії системи з оператором розроблено з урахуванням досвіду експлуатації наявної техніки з метою зменшення витрат на навчання персоналу обслуговування та забезпечення безперервності технологічного процесу.

На підставі сформульованих вимог до розроблюваної системи сигналізації було визначено алгоритм її роботи і складено структурну схему пристрою, функціональну і принципову електричні схеми. У конструкторсько-технологічній частині розроблено конструкцію одного з блоків пристрою, визначено технологію виготовлення друкованої плати. Проведено розрахунок надійності пристрою і споживаної ним потужності.

Імовірність безвідмовної роботи пристрою протягом 30000 годин дорівнює 0,692316, що становить 20769 годин. Потужність, споживана системою індикації параметрів вузла зв'язку, дорівнює 10,49 Вт.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		67

В економічному розділі розглянуто питання впливу промислового виробництва на навколишнє середовище, а також механізми ціноутворення на промислові товари в сучасних умовах.

Визначено економічні параметри процесу виготовлення пристрою: виконано розрахунок собівартості виробу та надано порівняльну характеристику розробленого пристрою та наявних на ринку систем аналогічного призначення. Проведений розрахунок собівартості «Електронної системи індикації параметрів вузла зв'язку» показав такі результати:

- повна заводська собівартість пристрою - 15 513,17 грн.
- відпускна ціна з підприємства з урахуванням ПДВ - 20 846,35 грн.
- експлуатаційні витрати - 9 345,18 грн

					ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		68

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки щодо виконання кваліфікаційної роботи магістра зі спеціальності 171 «Електроніка» освітньо-професійної програми «Електронні системи та компоненти» / укладачі: І. А. Кулик, А. І. Новгородцев, В. В. Арбузов, М. С. Шевченко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 58 с.
2. E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, Second Edition, MIT Press, 2017.
3. The AVR Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C / Muhammad Ali Mazidi, Sarmad Naimi, Sepehr Naimi [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292054339_A24572125/preview-9781292054339_A24572125.pdf
4. Martin Bates, PIC microcontrollers: an introduction to microelectronics [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://archive.org/details/picmicrocontrol0000bate_r9y1/page/n5/mode/2up
5. Elliot Williams, Make: AVR Programming [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cdn.makezine.com/uploads/2014/03/make-avr-programming-chapter-two.pdf>
6. The RS232 Standard [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html
7. RS-485 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/RS-485>
8. AVR1000b: Getting Started with Writing C-Code for AVR® MCUs [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://ww1.microchip.com/downloads/en/Appnotes/AVR1000b-Getting-Started-Writing-C-Code-for-AVR-DS90003262B.pdf>
9. Analog Device 4/8 Channel High Performance Analog Multiplexers ADG608/ADG609 Datasheet Rev. A, 1995.
10. Philips Semiconductors Quad voltage comparator LM139/239/339/LM2901 Datasheet, 1995.
11. MAXIM Integrated Products 1/8 Unit-Load, Sliw-Rate-Limited RS-485 Transivers MAX1482/1483, Rev. 1, 2006.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		69

12. A Guide to AVR Microcontroller [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.utmel.com/blog/categories/microcontrollers/a-guide-to-avr-microcontroller-pdf>

13. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.

14. Цифрова схемотехніка: навчальний посібник. (2-ге видання, стереотипне) / Рябенський В. М., Жуйков В. Я., Гулий В. Д. — Львів: “Новий Світ-2000”, 2024. — 736 с.

15. Назарова Г.В., Іванісов О.В., Семенченко А. В. Організація та нормування праці: навч.посіб. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. 339 с.

16. Економіка підприємства: Навч. посібник / уклад. Н. В. Романченко, Т. В. Кожемякіна, К. В. Пічик. — Київ: НаУКМА, 2018. — 343 с.

17. Рогач С.М., Суліма Н.М., Гуцул Т.А. Економіка підприємства (в схемах і таблицях): Навч. посібник. – К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2017. – 508 с.

18. Шевяков О.В. Психологічне забезпечення складних систем діяльності: навч.посіб. Київ: ДП «Вид. дім «Персонал», 2017. 244 с.

19. Проблеми та перспективи впровадження екологічно чистого виробництва в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mer.fem.sumdu.edu.ua/content/acticles/issue_13/M_O_Kharchenko_A_O_PanchenkoProblems_and_perspectives_of_implementation_of_environmentally_clean_production_in_Ukraine.pdf

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.05.504 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		70