

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки
(повна назва кафедри)

Залєвський Олександр Вікторович
Zalievskiyi Oleksandr

УДК 004:681.5

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр та назва спеціальності)

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Розробка системи контролю задимленості приміщень на основі
оптоелектронного датчика

Development of an indoor smoke detection system by using an
optoelectronic sensor

Науковий керівник:
д.ф.-м.н., доц. Мандзюк В.І.

Рецензент:
д.ф.-м.н., проф. каф. фізики і
хімії твердого тіла
Горічок І. В.

Івано-Франківськ
2020

Анотація

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи “Розробка системи виявлення диму в приміщенні за допомогою оптоелектронного давача”: 65 с., 27 рис., 4табл., 10 літературних джерел.

Об’єкт дослідження – мікропроцесорна система виявлення диму в приміщенні за допомогою оптоелектронного давача.

Мета роботи – розроблення системи виявлення диму в приміщенні за допомогою оптоелектронного давача з використанням AVR мікроконтролера.

Метод дослідження – математичне та імітаційне моделювання з використанням комп’ютерної техніки.

Завдання дипломної роботи – аналіз існуючих систем детектування диму і на цій основі розроблення структурної, функціональної та електричної схем системи виявлення диму в приміщенні за допомогою оптоелектронного давача.

Практична значущість роботи полягає у створенні проекту мікропроцесорної системи виявлення диму в приміщенні за допомогою оптоелектронного давача.

Подальший розвиток системи можливий у напрямку використання більш чутливих і швидких давачів задимленості, наприклад виготовлення камери системи виявлення диму з використанням розміщення фотодетекторів під різним кутом для визначення розміру часточок диму.

Ключові слова: газ, повітря, дим, сповіщувач, лазер, давач, система, мікроконтролер.

					123.УДК:004:681.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Залевський О.В.			Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
Перевірив		Мандзюк В.І.					4	1
Н. Контр.								
Затвердив								

Міністерство освіти і науки України
 Державний вищий навчальний заклад
 «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
 Фізико-технічний факультет
 Кафедра «Комп'ютерної інженерії та електроніки»

Пояснювальна записка
 до кваліфікаційної роботи на тему:
 «Розробка системи виявлення диму в приміщенні за допомогою
 оптоелектронного давача»

					123.УДК:004:681.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Залевський О.В.			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
Перевірив		Мандзюк В.І.					5	54
Н. Контр.								
Затвердив								

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ДИМОВІ СПОВІЩУВАЧІ.....	9
1.1. Типи димових сповіщувачів.....	9
1.2. Принцип роботи димових сповіщувачів.....	12
1.3. Автономні димові сповіщувачі.....	15
1.4. Чутливість сповіщувачів.....	17
1.5. Сповіщувач пожежний димовий оптичний точковий Артон СПД-3.....	18
1.6. Внутрішня будова димового сповіщувача.....	19
1.7. Електрична схема та функціональні блоки.....	22
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ.....	27
2.1. Загальний опис системи.....	27
2.2. Розробка програмного забезпечення.....	27
2.2.1 Реалізація візуальної сигналізації.....	28
2.2.2 Робота з символічним дисплеєм.....	30
2.2.3. Реалізація звукової сигналізації.....	31
2.2.4. Застосування та налаштування АЦП.....	33
2.2.5. Реалізація послідовного інтерфейсу UART.....	35
2.3. Код програми та компіляція.....	37
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМОТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ ВИЯВЛЕННЯ ДИМУ.....	39
3.1. Користувацький інтерфейс.....	39
3.2. Математичне опрацювання результатів отриманих із димового сповіщувача..	39
3.3. Реалізація світлозвукової сигналізації.....	42
3.4. Проектування апаратного забезпечення сповіщувача диму.....	43
3.5. Моделювання роботи послідовного комунікаційного порту.....	45
3.6. Економічна ефективність та собівартість проекту.....	47
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПРИСТРОЮ.....	48
4.1. Санітарні норми засобів для виготовлення плат.....	48

									Арк.
									6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

4.2. Небезпечні та шкідливі фактори при паянні.....	48
4.3. Біологічна дія небезпечних та шкідливих речовин у повітрі робочої зони.	49
4.4. Вимоги і розрахунок освітленості.....	51
4.5. Заходи пожежної безпеки.	52
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТКИ.....	56

					123.УДК:004:681.5	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Успіх запобігання важких наслідків пожежі залежить від своєчасної інформованості персоналу про потенційне вогнище загорання, яке необхідно попередити ще на самій початковій стадії. За допомогою датчиків задимленості можна попередити про початок процесів тління, що завчасно дозволить не тільки уникнути пожежі, а й запобігти навіть незначного псування майна.

Попередження про пожежу на ранній стадії появи диму одна із найважливіших задач для “розумних будинків”. Якщо врахувати, що за статистикою чотири із п’яти людей гине не від вогню, а задихається від диму і токсичних газів при димоутворенні, то ключовим у системі пожежної безпеки є контроль появи диму. Також встановлено, що задимленість появляється задовго до серйозної пожежі. При появі пожежі на ранніх стадіях локалізувати і загасити її набагато простіше, ніж відкритий вогонь.

Пожежний димовий сповіщувач є обов'язковим компонентом будь-якої автоматичної системи пожежної безпеки.

					123.УДК:004:681.5	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ДИМОВІ СПОВІЩУВАЧІ

Пожежний сповіщувач – технічний пристрій, головне завдання якого – виявлення ознак загоряння в приміщенні та інформування про пожежу.

Основою цього приладу є чутливий давач, але він не належить до засобів вимірювання.

Леткі продукти, які виділяються в процесі горіння, присутні навіть при незначному полум'ї або тлінні, і відповідно, визначаються в першу чергу. Пожежні сповіщувачі використовуються для встановлення в квартирах та адміністративних будівлях. В основі роботи оптико-електронного сповіщувача диму лежить різна здатність відбивати світло чистим повітрям і повітрям з димом. Світлодіод невеликої потужності випромінює вузько направлений пучок світла. Під кутом 90° до цього променя встановлений фотоелемент (рис. 1.1.). Поки в повітрі немає диму, на фотоелемент не попадає світло і сповіщувач не подає сигнал тривоги. Коли задимлене повітря потрапляє всередину камери сповіщувача і появляється на шляху світлового променя, частина світла відбивається від нього і потрапляє на фотоелемент.

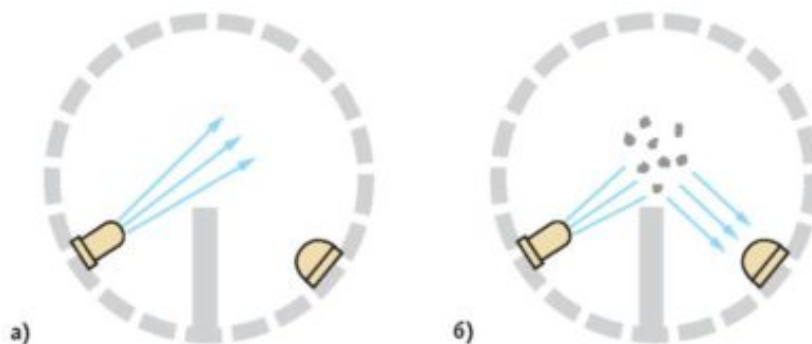


Рис. 1.1. Схематичне розміщення випромінювача і приймача.

1.1. Типи димових сповіщувачів.

Принцип дії димового сповіщувача полягає у визначенні наявності диму, встановленої концентрації. За методом виявлення диму всі пристрої можна розділити на три великих групи:

- оптико-електронні;

					123.УДК:004:681.5	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- іонізаційні;
- аспіраційні.

Найбільш поширений перший, оптико-електронний тип димових сповіщувачів. Вони аналізують дисперсійну структуру повітря, виявляючи зміни. У разі відхилень від заданих норм, пристрій посилає сигнал тривоги на пульт керування. У свою чергу, пристрої з оптико-електронною системою можна розділити на:

- лінійні (однокомпонентні або двокомпонентні);
- точкові.

Лінійні визначають наявність продуктів горіння на уявній лінії проходження світлового променя від джерела до приймача. Вони реагують на будь-який вид диму і поділяються на одно- і двокомпонентні. Перші являють собою єдиний блок з пасивним відбивачем, а другий - складається з випромінювача і приймача, розташованих на протилежних стінах приміщення. Такий димовий сповіщувач буде реагувати при високих концентраціях диму. Двокомпонентні лінійні пристрої представлені передавачем і приймачем, які встановлюються на стелі в різних кутах приміщення (рис. 1.2.). Спрацьовують, коли дим потрапляє в промінь їх видимості. Однокомпонентні системи мають тільки один блок і відбивач (рефлектор).



Рис. 1.2. Забраження роботи лінійного димового сповіщувача.

В основі роботи цього сповіщувача лежить ефект відбивання димом інфрачервоних променів. На одній зі стін кімнати встановлений потужний

									Арк.
									10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

вузьконаправлений випромінювач, що працює в інфрачервоному діапазоні. На протилежній стіні встановлено приймач з фотоелементом. Контролер визначає рівень сигналу з фотоелемента, який відповідає чистому повітрю, з урахуванням допустимого зниження сигналу, яке пов'язане з запиленістю та іншими факторами. Коли сигнал з фотоелемента стає меншим мінімально допустимого, сповіщувач передає сигнал тривоги на контролер пожежної сигналізації. Середня площа, на якій такий пристрій забезпечує ефективне виявлення диму, становить 1000 м² (ширина не більше ніж 10 м).

Однокомпонентний пожежний сповіщувач об'єднує в одному корпусі джерело і приймач випромінювання. Другим елементом такого приладу є пасивний рефлектор, наявний на іншому кінці контрольованого відрізка. У двокомпонентному пристрої випромінюючий і приймаючий діоди розміщені в різних блоках. Таким чином, в одноблочному приладі інфрачервоний промінь двічі перетинає контрольований простір: спочатку від світлодіода до рефлектора, потім, відбившись, повертається до фотоприймача. Відмінності конструкцій одно- і двоблокових приладів обумовлюють особливості їх функціонування і застосування на різних об'єктах. Розташування оптичної пари сповіщувача в одному блоці обумовлює те, що приймач і передавач синхронізовані, тобто схема реагує тільки на сигнал, який приймається та ідентичний відправленому. Двоблокові конструкції можуть реагувати на будь-яке інфрачервоне випромінювання, що негативно позначається на завадозахищеності.

Точкові димові сповіщувачі мають дещо інший принцип дії. Такі пристрої аналізують характеристику задимленості дуже маленького простору, практично точки, в якій вони встановлені, звідси і назва. Точкові реагують на появу диму в зоні установки. Дія такого пристрою заснована на фіксації відбитих інфрачервоних променів від частинок продуктів горіння. В їх основі лежить приймач, який реагує на задимлення та інфрачервоний випромінювач. При попаданні диму в камеру приладу, система спрацьовує. Точкові модифікації відрізняються невеликими розмірами, простотою в установці і тривалим терміном роботи.

									Арк.
									11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

Не рекомендується встановлювати точкові сповіщувачі в приміщеннях, де присутня висока ймовірність пожежі з високою щільністю чорного диму, так як інфрачервоний випромінювач не здатний спрацювати в таких умовах.

Два інших типи димових сповіщувачів (іонізаційні і аспіраційні) зустрічаються рідше, що обумовлено більш складною будовою і високою ціною.

Іонізаційні. Розрізняють радіоізотопні і електроіндукційні. На відміну від інфрачервоних сповіщувачів, добре визначають чорний дим. Сигнал про пожежу формується в результаті зміни струму, викликаного іонізацією повітря.

Радіоізотопні, як правило, використовують радіоактивний ізотоп. Безпечними їх вважати не можна, тому вони встановлюються на складах і в приміщеннях, де перебування людей обмежено. Аспіраційні відрізняються не тільки складним принципом дії, але і високою вартістю. Принцип дії аспіраційних заснований на примусовому заборі повітря і прокачування його через вимірювальну камеру. Контроль прозорості середовища здійснюється лазерним променем. Вони складаються з герметичної коробки, в яку вбудований точковий випромінювач, і трубки, через яку фільтрують повітря. Зважаючи на великі витрати на експлуатацію, вони встановлюються в приміщеннях, де зберігається дороге обладнання або матеріальні цінності. Найчастіше застосовуються в архівах і музеях.

1.2. Принцип роботи димових сповіщувачів.

Після виявлення загоряння, сповіщувач передає інформацію на приймально-контрольний прилад. Дані пристрої можна розділити ще на кілька типів за характером обміну інформацією:

- порогові;
- аналогові;
- радіоканальні.

Порогові. Пристрій порогового сповіщувача є найбільш простим. Виявлення диму та спрацювання відбувається тільки тоді, коли концентрація досягає певного значення. Порогові моделі коштують недорого, прості в

									Арк.
									12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

експлуатації, але серйозно поступаються за надійністю роботи моделям з іншим принципом роботи.

Аналогові. Більш прогресивніші димові сповіщувачі використовують аналогову схему передачі для виявлення загоряння та обміну інформацією з приймально-контрольним приладом. Головна її відмінність від порогових полягає у відстеженні станів повітря в реальному часі. Тобто, моделі з аналоговим пристроєм постійно проводять вимірювання рівня задимлення і відправляють їх на контрольний-приймальний прилад, який представлений сучасним автоматизованою системою. Програмне забезпечення аналізує отриману інформацію, реагуючи на найменші відхилення.

Так само, як і порогові, такі пристрої бувають адресними і неадресними. Однак другий тип зустрічається рідко, оскільки їхнє виробництво недоцільне. Тому більшість аналогових моделей мають підтримку відправки адреси.

Радіоканальні. Цей тип доцільніше віднести до способів підключення, але і під класифікацію за типами передачі інформації він теж потрапляє. Радіоканальні моделі, тобто бездротові, застосовують для зв'язку з приймально-контрольним приладом не проводи, а радіозв'язок на певних частотах. За допомогою таких сповіщувачів відбувається і передача інформації про стан повітря, якщо пристрій аналогового типу, або про виникнення пожежі, якщо він пороговий. Бездротові сповіщувачі зручні в експлуатації, але мають вищу вартість.

Димові сповіщувачі встановлюються переважно під перекриттям. Якщо через деякі причини такий монтаж неможливий, допускається розміщення пристроїв на несучих конструкціях (колонах, стінах). Точне місце розташування ніде не прописано, оскільки нормативна документація містить лише інформацію про відстань від кутів і перегородок у приміщеннях. Рекомендується проводити монтаж в місцях, де буде забезпечуватися контроль максимальної площі.

Згідно норм, які прописують відстань від перекриттів та кутів для димових сповіщувачів точкового і лінійного типу, визначено, що для точкових сповіщувачів відстані від стін для установки: мінімум – 10 см, максимум – 450 см.

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

Якщо монтаж проводиться на колони, прилад слід розташовувати на відстані 10-30 см від стін і 10 см від кутів.

Для встановлення димових сповіщувачів лінійного типу необхідно дотримуватися наступних правил, а саме: приймач і джерело встановлюються так, щоб оптична вісь проходила на відстані не менше 10 см від перекриття. Рекомендована відстань між приймачем і джерелом – не більше 0,5 м. Оптичну вісь не повинні перекривати інші предмети, що заважають своєчасному виявленню пожежі. Пристрої кріпляться, як правило, на два саморізи. Підключення проводиться за допомогою провідників (в разі лінійного типу їх два). При підключенні обов'язковим є дотримання полярності, вказаної на сповіщувачі і приймально-контрольному приладі.

Розглянемо більш детально, що являє собою пожежний сповіщувач, які є види протипожежних датчиків та як працює димова сигналізація.

Пожежний сповіщувач – це прилад, який призначений для передачі сигналу про виникнення пожежі на приймально-контрольний пристрій автоматичної протипожежної системи.

Встановлюється прилад безпосередньо в приміщенні, яке контролюється. У більшості випадків давачі задимленості визначають можливості системи виявлення займань. Від правильності їх вибору залежить час виявлення диму і кількість помилкових спрацьовувань.

На сьогодні найпоширенішими є оптико-електронні димові пожежні сповіщувачі. Принцип дії таких сповіщувачів ґрунтується на зміні оптичних властивостей повітря (розсіювання світла) продуктами горіння. Дим є першою ознакою загоряння, тому детектори здатні виявити пожежу на початковій стадії.

Димові сповіщувачі обладнані темною оптичною камерою, в яку вбудовані випромінювач (ІЧ світлодіод) і фотоелемент. Частинки диму, потрапляючи у внутрішню камеру, призводять до зміни прозорості повітря. Промінь в такому колоїдному середовищі розсіюється. Фотоелемент починає фіксувати зміну випромінювання і перетворює його в електричний сигнал. Оброблений сигнал по

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

шлейфу передається до приймального пристрою системи пожежогасіння. Насиченість повітря частками диму визначає швидкість спрацьовування приладу.

1.3. Автономні димові сповіщувачі.

Автономний пожежний сповіщувач – це функціонально самодостатній пристрій, що виконує функції виявлення загоряння і подачі тривожного звукового сигналу. Ці види пожежних сповіщувачів сьогодні широко використовується в житловому будівництві для захисту приміщень від загоряння. Перевага таких давачів перед іншими в тому, що вони не залежать від наявності електрики в контрольованому приміщенні. Їх живлення здійснюється від пальчикових батарейок або елементів типу «Крона». Власне споживання електроенергії давачем настільки мале, що автономність досягає року. Працездатність приладу і стан елементів живлення повинні періодично перевірятися. Для цього передбачена кнопка, при натисканні якої включається світлодіод «Небезпека» на безперервне свічення і спрацьовує звуковий сигнал. За яскравістю свічення цього індикатора визначається стан джерела живлення.

Слід відзначити, що виробники рекомендують проводити перевірку працездатності сповіщувачів не менше одного разу на тиждень. При виявленні диму пристрій включає власну світло-звукову сигналізацію. Рівень звуку становить не менше 85 дБ. Такого рівня гучності буде достатньо, щоб розбудити сплячу людини.

Якщо розглянути організацію системи протипожежної охорони то ці сповіщувачі об'єднані в групи загальним шлейфом з наступним виведенням інформації на загальбудинковий пульт автоматичної пожежної сигналізації (АПС). У деяких сповіщувачах передбачена можливість установки схеми для підключення до пульта по радіоканалу або й вбудовані GSM-передавачі. У цьому випадку інформація може надходити на смартфон власника квартири або будинку. Монтувати автономні системи пожежної сигналізації в своїй квартирі або будинку можна самостійно, без залучення спеціалізованої організації, однак при цьому необхідно керуватися рекомендаціями нормативних документів.

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

При виборі пожежних сповіщувачів необхідно перевірити його відповідність наступним вимогам:

- звуковий сигнал в режимі «Пожежа» повинен тривати не менше 4 хв;
- можливість перевірки приладу в тестовому режимі;
- наявність світлової індикації;
- охоронна зона сповіщувача повинна бути не менше 30 м²;
- температура функціонування приладу повинна відповідати температурному режиму приміщення.

Давачі диму з сиреною. Такі димові давачі пожежної сигналізації є різновидом автономних сповіщувачів. Вони виконують функції повноцінної системи сигналізації, від контролю стану повітря до включення сирени та світлової індикації. Такі сповіщувачі можуть використовуватися як окремі сигналізатори, так і бути складовими елементами охоронної системи, поряд з відеоконтролем і давачами руху.

У квартирах і приватних будинках застосовують автономні точкові димові пожежні сповіщувачі, які реагують на появу диму в місці установки. У системах “розумний будинок” використовують або провідні прилади або сповіщувачі, які передають інформацію по радіоканалу на пост АПС або безпосередньо власнику квартири на телефон.

До особливостей надвідповідальних бездротових сповіщувачів диму належить наявність не тільки основного, але і резервного джерела живлення, яке забезпечує роботу приладу протягом 3 місяців. Крім цього, існує можливість передачі сигналу про втрату працездатності, яка виявилася в ході самодіагностики. Весь період роботи бездротового сповіщувача проводиться контроль стану обох джерел живлення. Дані про це передаються по радіоканалу на пульт АПС. Такі особливості накладають високу вартість і складність проведення налагоджувальних робіт при монтажі системи.

Провідні давачі задимленості не мають вбудованих джерел живлення. Енергія до давача підводиться по окремому проводу. Системи протипожежної охорони, які зібрані з таких пристроїв, відносяться до слабострумівих

									Арк.
									16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

електричних мереж напругою до 24 В. Усі сповіщувачі пов'язані з пультом АПС за допомогою шлейфа.

На сьогодні близько 90% всіх АПС є провідними.

Незважаючи на таку популярність, вони мають ряд недоліків:

- відсутність можливості візуального контролю працездатності приладу в замкнених приміщеннях;
- необхідність прокладання додаткової кабельної лінії для резервного живлення;
- необхідність використання тільки мідних провідників.

Для контролю роботи точкових пожежних сповіщувачів в закритих приміщеннях з зовнішньої сторони встановлюють пульт контролю. Аналогічні пристрої повинні бути в кінці кожного шлейфу. Незважаючи на складність такого монтажу, це поки єдиний варіант установки АПС у виробничих приміщеннях, місцях зберігання палива та інших займистих речовин.

Приймально-контрольні пункти пожежної сигналізації забезпечують постійну напругу на шлейфі від 20 до 28 В, а при спрацьовуванні сповіщувача, отримують стрибкоподібний сигнал, що призводить до зменшення опору сповіщувача до значень менше 450 Ом (за стандартом).

1.4. Чутливість сповіщувачів.

Чутливість сповіщувача повинна бути приблизно від 0,05 до 0,2 дБ/м. Більш високий показник може провокувати некоректне спрацьовування, а нижчий – зменшить швидкість реагування. Більшість таких приладів чутливі до пари, тому застосовувати їх на невеликій кухні не рекомендується.

Слід нагадати що оптична густина (вимірюється в дБ) – це безрозмірна міра поглинання світла для даної довжини хвилі λ або міра ослаблення світла прозорими об'єктами (такими, як кристали, скла, фотоплівка) або відбиття світла непрозорими об'єктами (такими, як фотографія, метали і т. д.). Обчислюється як десятковий логарифм відношення потоку випромінювання, що падає на об'єкт, до

									Арк.
									17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

поток випромінювання, яке пройшло через нього (або відбилося від нього), тобто це є логарифм від величини, зворотної до коефіцієнта пропускання (відбиття)

$$D = \log_{10} \frac{I}{I_0},$$

де I_0, I – інтенсивність світла що падає та проходить.

1.5. Сповіщувач пожежний димовий оптичний точковий Артон СПД-3

Розглянемо один із найпопулярніших промислових сповіщувачів диму вітчизняного виробництва який зображений на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Фотографія промислового сповіщувача.

Опис особливостей сповіщувача

Сповіщувач пожежний димовий оптичний точковий, 2-х провідний, з номінальною напругою живлення 12/24В; Ø100 x 48мм

Сповіщувач розрахований на безперервну цілодобову роботу з ППК (пульт пожежного контролю) по двопровідному шлейфу пожежної сигналізації з номінальною напругою живлення шлейфу 12 або 24 В. Для підключення

									Арк.
									18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

На рис. 1.5. показана камера, яка в деяких моделях димових сповіщувачів обладнана заслінкою.

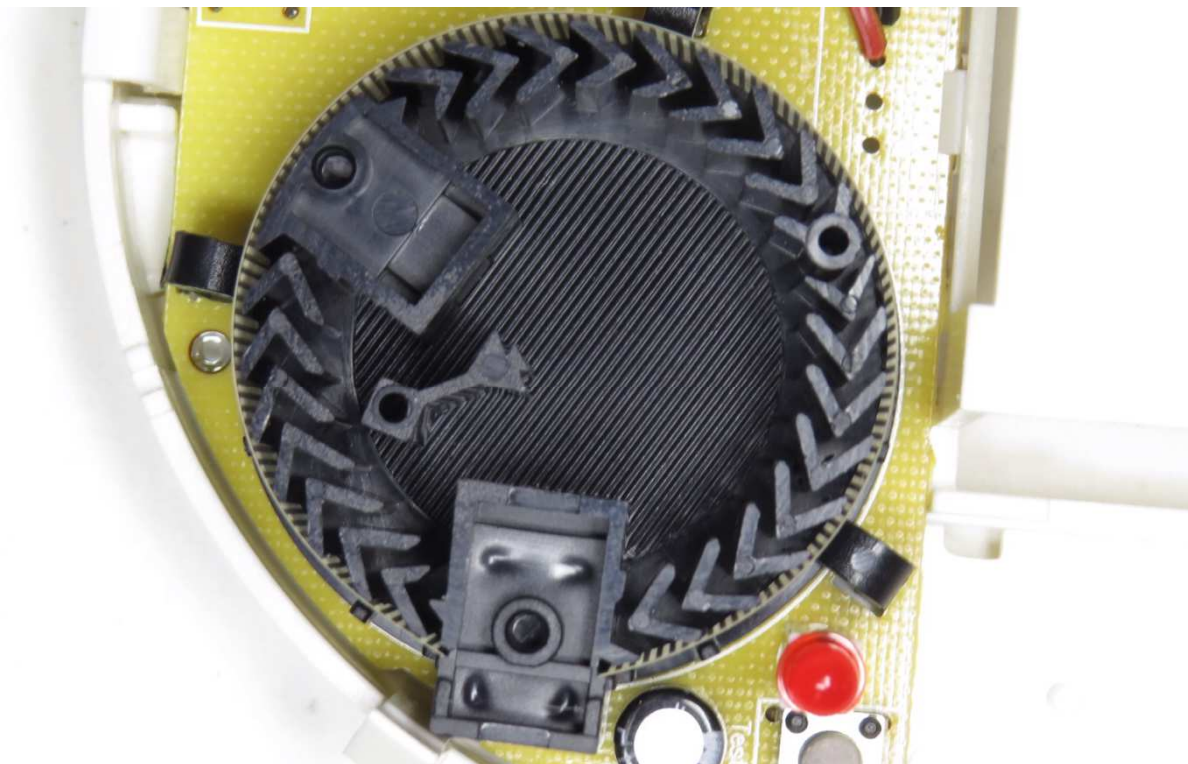


Рис. 1.5. Оптична камера сповіщувача диму.

Цікавим технічним рішенням є будова стінок камери, яка виготовлена з чорного матового пластику та дозволяє унеможливити попадання світла ззовні. Для виключення відбиття випромінювання від стінок димової камери і помилкового спрацьовування сигналізації, камера виготовлена зі спеціального чорного пластику, поверхня якого поглинає ІЧ - промені. Для забезпечення цієї характеристики, камера має складну, спеціально сконструйовану форму. По своєму периметру димова камера має наскрізні отвори, які забезпечують вільний доступ в неї повітря (і, можливо, диму) з приміщення. Рефракційні шторки необхідні не тільки для захисту від світла, але і для відсікання частинок пилу.

Оскільки в повітрі присутні багато пилу а також комахи стінка камери вбрана в металеву сітку з маленькими отворами (рис. 1.6). Рекомендується раз на 3 роки проводити технічне обслуговування димових сповіщувачів.

									Арк.
									20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

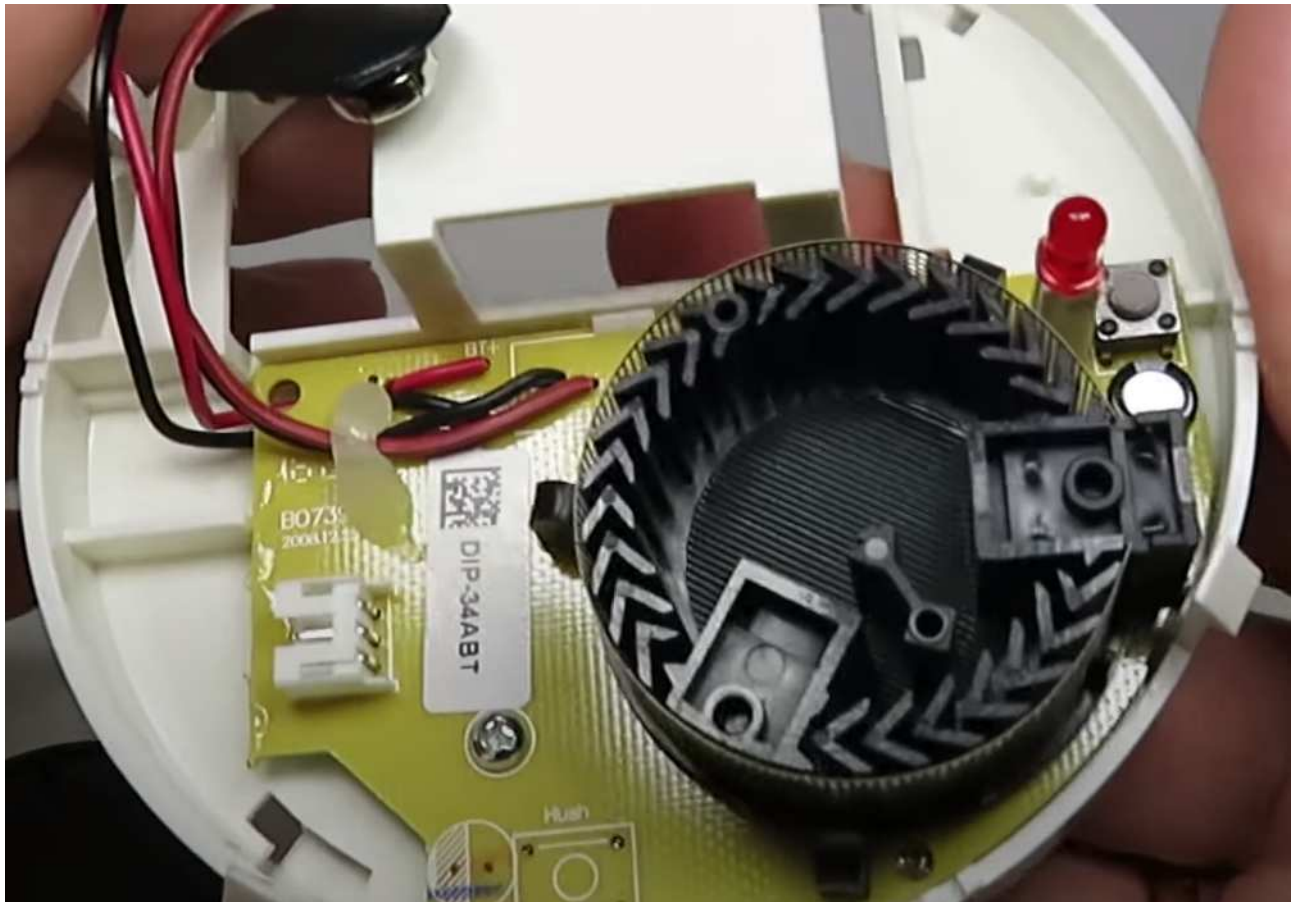


Рис. 1.6. Камера сповіщувача в змонтованому корпусі.

Особливості сповіщувача Артон СПД-3:

- 2-х провідне підключення до ППКП (пожежно-приймальний контрольний пристрій)
- індикація чергового режиму роботи та режиму «Пожежа»;
- висока стійкість до хибних спрацювань;
- широкий діапазон напруги живлення;
- сумісність з різними ППКП;
- можливість монтажу як на стелі, так і на стіні;
- наявність декоративних кілець для монтажу на підвісних стелях;
- можливість підключення ЗПОС (зовнішня пожежна охоронна система).

Технічні характеристики:

- чутливість, дБ/м: 0,05 – 0,2;
- діапазон напруги живлення: 10 - 30 В

									Арк.
									21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

- струм споживання в черговому режимі: 0,095 мА
- спосіб підключення до ППК: двохпровідний ШС
- габаритні розміри: не більше 100×48 мм
- маса: не більше 0,15 кг
- наявність індикації чергового режиму: так
- максимально допустимий струм в режимі “ПОЖЕЖА”: 30 мА
- час відключення живлення для повернення в черговий режим роботи: 3 с;
- спосіб формування вихідного сигналу: безконтактний.

1.7. Електрична схема та функціональні блоки.

За інформацією з інтернет-сторінки вітчизняного виробника пожежного обладнання <https://arton.com.ua> можна навести структурні та електричні схеми сповіщувачів та провести порівняння з аналогічними закордонними аналогами.

Найчастіше в пожежних сповіщувачах застосовуються спеціалізовані мікросхеми, при цьому скорочується кількість активних і пасивних радіоелементів. Це так звані ASIC (аббревіатура від англ. application-specific integrated circuit, «інтегральна схема спеціального призначення») - інтегральна схема, спеціалізована для вирішення конкретного завдання. На відміну від інтегральних схем загального призначення, спеціалізовані інтегральні схеми застосовуються в конкретному пристрої і виконують строго обмежені функції, характерні тільки для даного пристрою; внаслідок цього виконання функцій відбувається швидше при меншій кількості інших елементів в пристрої і, в кінцевому рахунку, значно дешевше.

Відомий димовий оптико-електронний сповіщувач виробника Sistem Sensor містив спеціалізовану мікросхему, яка за своєю внутрішньою архітектурою мало відрізнялася від широко відомої спеціалізованої мікросхеми MC145010 для димових пожежних сигналізаторів фірми Motorola. Блок-схема цієї мікросхеми наведена на рис. 1.7.

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

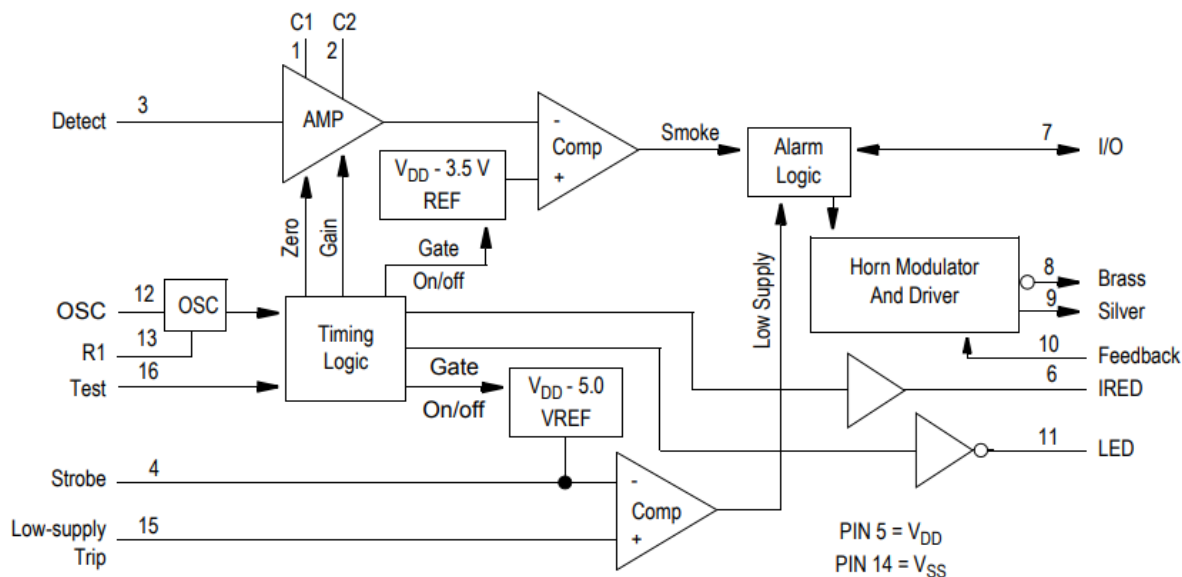


Рис. 1.7. Блок схема спеціалізованої мікросхеми димового сповіщувача.

Функціональні блоки позначені цифрами, де:

- 1 - підсилювач;
- 2 - перший компаратор;
- 3 - перше джерело опорної напруги;
- 4 - блок логіки пожежної тривоги;
- 5 - тактовий генератор;
- 6 - блок тимчасової логіки;
- 7 - друге джерело опорної напруги;
- 8 - другий компаратор;
- 9 - драйвер звукового сигналу;
- 10 - драйвер ІЧ випромінювача;
- 11 - драйвер світлового індикатора.

Застосовуючи подібні мікросхеми проводилося виробництво шлейфного димового пожежного сповіщувача AHS-871 фірмою HORING LIH INDUSTRIAL (Тайвань) і сповіщувача СПД-А1 чернівецьким підприємством «АРТОН» для атомних електростанцій. Блок-схема цього сповіщувача представлена на рис. 1.8.

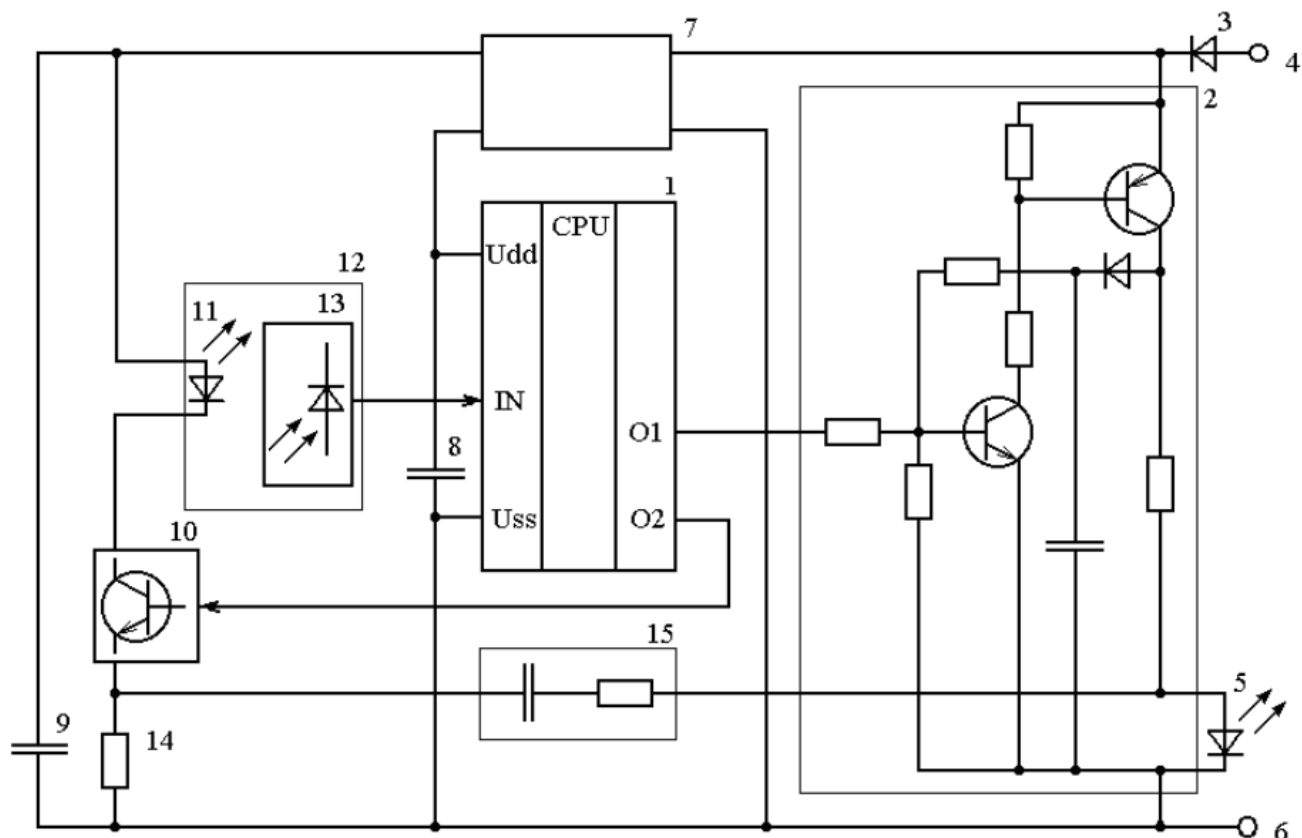


Рис. 1.8. Блок-схема сповіщувача Артон СПД-3.

На рисунку позначені функціональні блоки, а саме: 1 – внутрішній мікроконтролер, 2 – схема навантаження шини живлення, 3 – захисний діод, 4 – клемма живлення, 5 – світлодіод який вказує на спрацювання, 6 – клемма підключення до земляної шини, 7 – стабілізоване джерело живлення, 8, 9 – конденсатори для згладження перешкод по живленню, 10 – транзистор для роботи ІЧ-світлодіода в імпульсному режимі, 11 - ІЧ-світлодіод, 12 – робоча камера, 13 - ІЧ-фотодіод, 14 – обмежувальний резистор.

Українським підприємством НТФ ЕЛКОР, яке є приватним розробником інтегральної схемотехніки, було розроблено кілька видів спеціалізованих мікросхем для димових пожежних сповіщувачів серії 1845.

Інтегральна схема 1845П10 є спеціалізованим контролером для побудови димових оптико-електронних сповіщувачів. Мікросхема 1845П10 є основним електронним компонентом в оптико-електронних сповіщувачах диму і використовується спільно з робочою димовою камерою в інфрачервоному спектрі. Вбудований фото-підсилювач зі змінним коефіцієнтом посилення

						123.УДК:004:681.5	Арк.
							24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ

2.1. Загальний опис системи.

Пристрій для сповіщення про виявлення диму в повітрі складається із мікроконтролера для обробки електричних сигналів із давача, промислового давача сигналу Артон СПД-3, інтегрального стабілізатора напруги для живлення мікроконтролера, рідкокристалічного дисплею для відображення стану системи, п'єзоелектричного динаміка для звукової сигналізації, світлодіода для візуального сповіщення про небезпеку, польового транзистора для перезавантаження давача сигналу та кількох резисторів для узгодження рівнів напруг з якими працює як і давач так і мікроконтролер. Польовий транзистор може бути замінений на механічне реле, що є більш завадостійкіше в реальних умовах контролю за станом задимленості але вимагає більшого споживання всією системою загалом.

2.2. Розробка програмного забезпечення.

Програму розроблено на мові C в редакторі CODE Vision 2.05.

Для реалізації пристрою було вибрано мікроконтролер Atmega8. На даний момент це один із найпопулярніших мікроконтролерів у світі. Хоча він вважається вже не надто сучасним але для наших потреб його ресурсів вистачить з великим запасом.

Вікно вибору цільового мікроконтролера представлено на рис. 2.1.

Для відображення інформації використано символний дисплей із розміщенням знакомісць 16 символів у два рядки.

У програмі реалізована робота з символним дисплеєм 16×2 , n-канальним транзистором в режимі ключа та опрацювання сигналу за допомогою десятибітного АЦП.

Текст кінцевої програми був складений із кількох функціональних підпрограм роботу яких відлагоджувалося окремо. Така диференціалізація

									Арк.
									27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

програми дозволила оптимально опрацювати програмні помилки на етапі створення програмної реалізації.

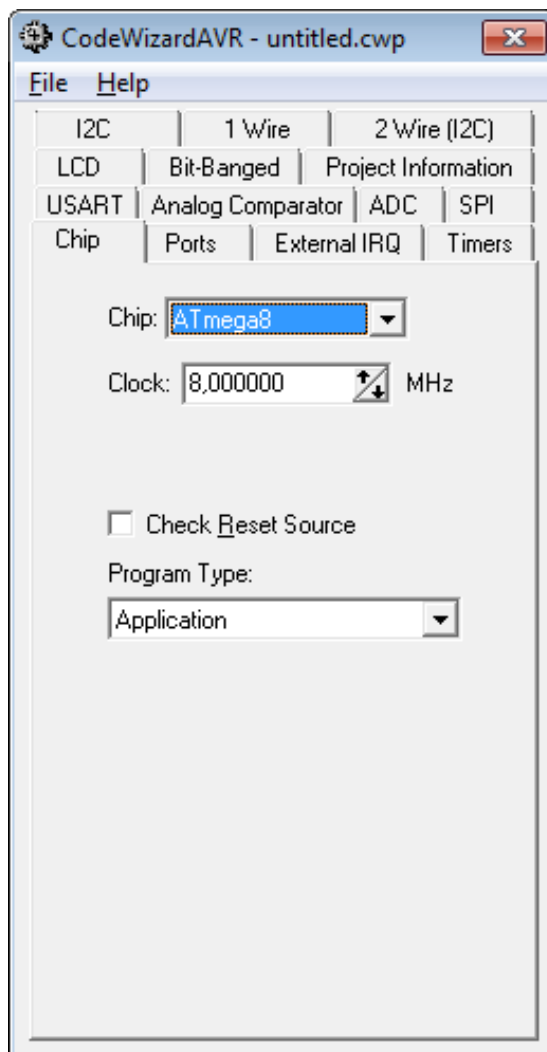


Рис. 2.1. Діалогове вікно вибору цільового мікроконтролера.

Розглянемо ці функціональні блоки окремо і більш детально

2.2.1 Реалізація візуальної сигналізації.

Для включення світловізуального сповіщення в схему підготовленого проекту додано світлодіод який з мінімальними доопрацюваннями може бути замінений на більш потужний світловий візуалізатор небезпеки, наприклад обертовий проблісковий маячок.

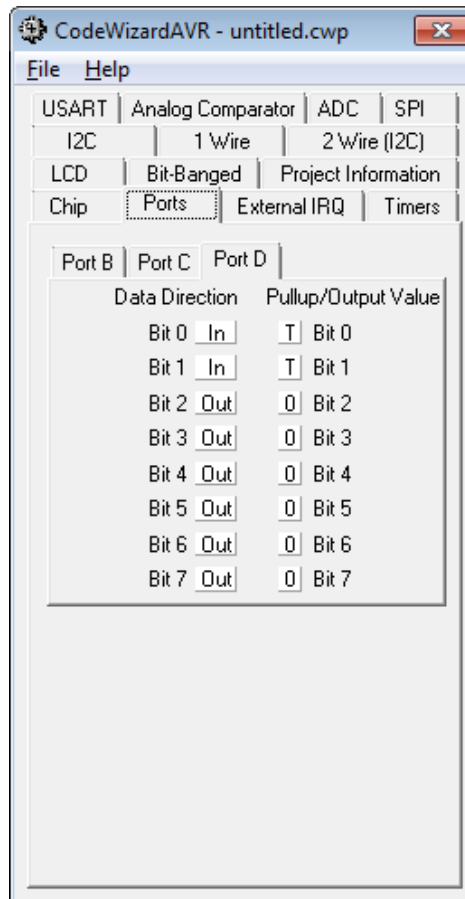


Рис. 2.2. Діалогове вікно налаштування ніжок мікроконтролера та підключення внутрішнього підтягуючого резистора.

Програмна реалізація даної функції полягає в ініціалізації відповідної ніжки мікроконтролера як виходу і підтягування його через внутрішній резистор до живлення (рис. 2.2). Для цього в тексті програми використано наступні команди

```
PORTD.4=0;
```

```
DDRD.4=0;
```

Перша команда включає в залежності від функції ніжки на виході логічний «ноль» а друга комутує цю ніжку як вихід.

Аналогічно реалізовано ініціалізацію іншої ніжки до якої підключений польовий транзистор який комутує підключення димового сповіщувача.

Для уніфікації програмного коду в тексті програми дані операції застосовані в ініціалізації всього порту D, а саме

```
PORTD=0x00;
```

```
DDRD=0xFC;
```

2.2.2 Робота з символьним дисплеєм.

Слід відзначити що робота з символьним дисплеєм передбачає його ініціалізацію за допомогою наступних команд (рис. 2.3).

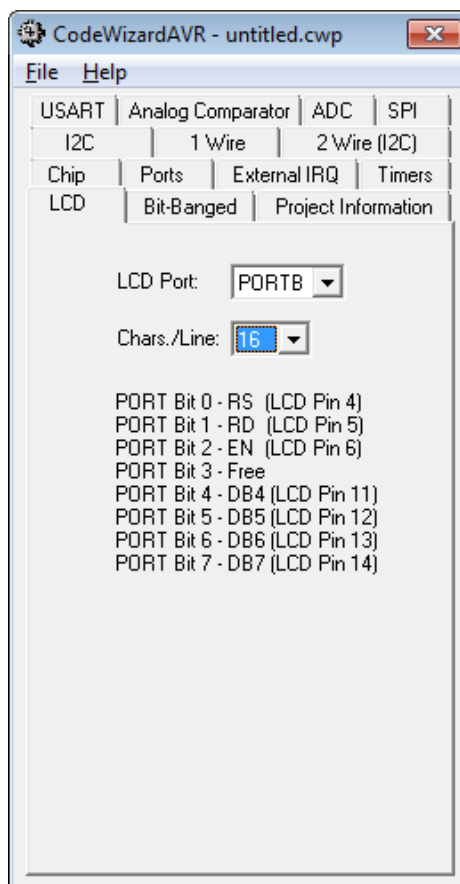


Рис. 2.3. Діалогове вікно підключення символьного дисплею та вибору довжини буферу знакомісць в рядку.

```
#asm
```

```
.equ __lcd_port=0x18 ;PORTB
```

```
#endasm
```

яка визначає що дисплей буде під'єднаний до порту В по чотирипровідній лінії передачі даних.

Також потрібно оголосити масив даних для роботи з символами

```
char lcd_buf[16];
```

Сама робота з екраном полягає в установленні знакомісця для виведення стрічки lcd_buf у форматі lcd_gotoxy(x,y), де x – це значення символу у стрічці

									Арк.
									30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

виведення на яке вказують внутрішньому процесору екрану, а у – це номер уже стрічки для виведення.

Після вказання місця для виведення використовуємо команду `lcd_putsf`.

2.2.3. Реалізація звукової сигналізації.

Для реалізації звукового сповіщення потрібно підключити п'єзодинамік. Оскільки система в цілому повинна бути відмовостійкою, а це, в свою чергу, накладає певні обмеження у виборі між пасивним і активним п'єзодинаміком в плані складності програмної реалізації. Тому вибір випав саме на пасивний але більш складніший звуковий випромінювач, що дозволить в майбутньому відтворювати різні тони звукової сигналізації при використанні аналогових димових сповіщувачів.

Для створення звукового тону потрібно проводити циклічну зміну логічної одиниці та нуля на вихідній ніжці мікроконтролера до якої підключений п'єзодинамік.

Найпростішою реалізацією такої циклічної зміни стану вихідної ніжки може бути переключення з логічного нуля на логічну одиницю з використанням пауз, наприклад:

```
PORTD.3=1;
```

```
delay_ms(1);
```

```
PORTD.3=0;
```

```
delay_ms(1);
```

Але це призведе до простоювання мікропроцесора в періоди пауз що є недопустимим для такої відповідальної системи. Тому було вирішено організувати переключення стану ніжки в перериваннях апаратного таймера. Налаштування таймера показано на рис. 2.4.

									Арк.
									31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

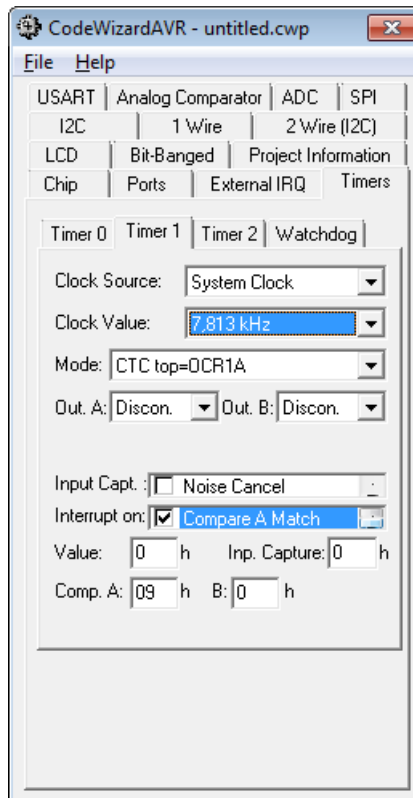


Рис. 2.4. Діалогове вікно налаштування «Таймера 1» та встановлення «переривання по співпадінню».

Ініціалізація переривання здійснюється за допомогою наступної послідовності встановлень значень регістрів таймера 1:

```
TCCR1B=0x05;
```

```
OCR1A=0x06;
```

яке відповідає за налаштування таймера на частоту 7,813 кГц та спрацювання переривання «Compare A Match Interrupt» при рівності значення таймеру та значення OCR1. Це означає що значення змінної таймера апаратно збільшується на одиницю кожні 1/7813 секунду і при рівності значення таймера і встановленого значення переривання відбувається саме переривання в якому ми можемо виконати потрібний нам код а саме змінити значення вихідної ніжки до якої підключений п'єзодинамік на інверсне. Змінюючи значення переривання ми можемо міняти тон звукового сигналу і відповідно здійснювати різні повідомлення користувачам нашого пристрою.

```
PORTD.3=!PORTD.3;
```

									Арк.
									32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таке програмне вирішення частотного задання тону звукового сповіщення потребує занулення таймера наступною командою

```
TCNT1=0;
```

Слід визначити ще один момент застосування такої реалізації, який полягає у включенні та виключенні таймера та відмовитися від використання прапорців подій. Звісно, використання прапорців дозволило б розглядати схему як автомат станів, що звісно цікаво, але не ефективно, оскільки в нас використовується тільки один таймер.

Таймери включаються зміною регістру TIMSK

```
TIMSK=0x00; - для виключення;
```

```
TIMSK=0x40; - для включення.
```

2.2.4. Застосування та налаштування АЦП.

Для контролю стану димового сповіщувача повинно відстежуватися спад напруги на вихідних клеммах. Оскільки мікроконтролер не може визначити більшу напругу за ту якою він заживлений застосовується дільник напруги. Базові налаштування АЦП здійснюється у діалоговому вікні рис. 2.5.

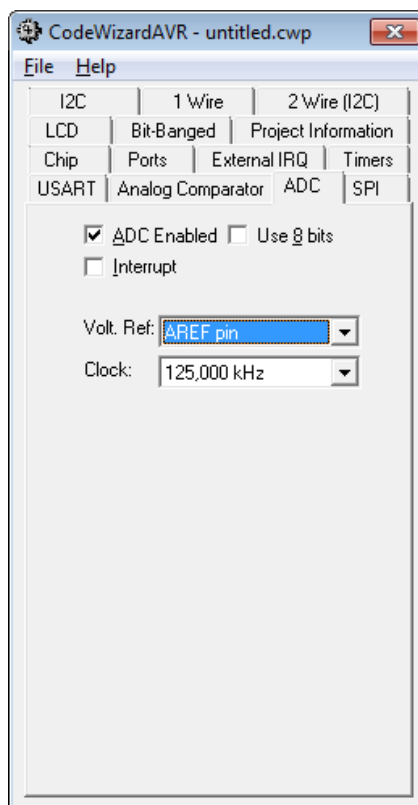


Рис. 2.5. Діалогове вікно налаштування АЦП.

Ініціалізація АЦП відбувається за допомогою наступної послідовності команд

```
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
  ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
  delay_us(10);
  ADCSRA|=0x40;
  while ((ADCSRA & 0x10)==0);
  ADCSRA|=0x10;
  return ADCW;
}
```

Оскільки вибраний десятибітний режим роботи АЦП програмно отримуються значення від 0 до 1023. В залежності від значень отриманих командою `read_adc(0)` в основному циклі програми відбувається вибір подій які відповідають стану димового сповіщувача, а саме «Все добре», «Увага. Ризик пожежі» та «Тривога. Пожежа».

Для більш високої точності роботи системи та завадостійкого опрацювання результатів отриманих командою читання даних АЦП в програмі реалізований алгоритм накопичення даних та порівняння в умовах вже накопичених даних, для цього оголошується двобайтна беззнакова змінна

```
unsigned int fire=0;
а сам алгоритм накопичення реалізований циклом
for (i=0;i<20;i++) {
  fire=fire+read_adc(0);
  delay_us(20);
};
```

Хоча, слід зазначити, для моделювання схеми в середовищі Протеус такий завадостійкий алгоритм не потрібен, він ефективний в реальних умовах.

									Арк.
									34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2.2.5. Реалізація послідовного інтерфейсу UART.

Для відлагодження програми на етапі створення доцільно використовувати такий протокол для виведення проміжних значень. Також він може замінити в деяких ситуаціях інтерфейс JTAG. Але найбільш важливим його реалізація може бути в подальшому розвитку проекту для розширення каналів зв'язку, наприклад за допомогою Wi-Fi та GSM.

На етапі налаштування задаються значення наступних регістрів

```
// USART initialization
```

```
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
```

```
// USART Receiver: On
```

```
// USART Transmitter: On
```

```
// USART Mode: Asynchronous
```

```
// USART Baud Rate: 9600
```

```
UCSRA=0x00;
```

```
UCSRB=0x18;
```

```
UCSRC=0x86;
```

```
UBRRH=0x00;
```

```
UBRRL=0x33;
```

Для універсальності програми доцільно зразу провести налаштування послідовного інтерфейсу і на приймання даних (рис. 2.6). Це дозволить при добавленні в програмне тіло відповідних умов проводити віддалений контроль та організувати перевірки.

									Арк.
									35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

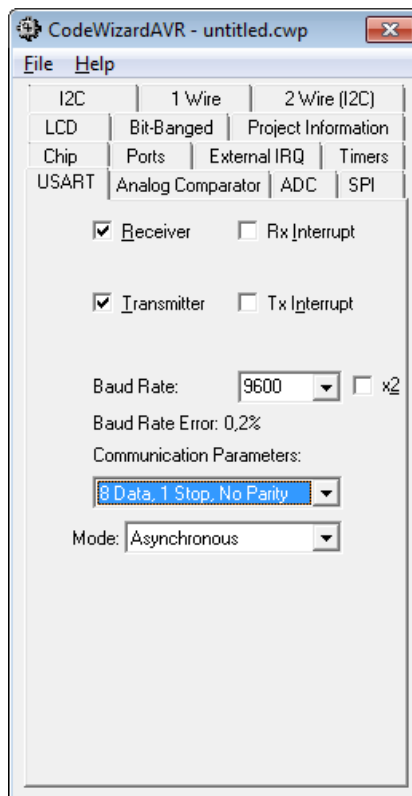


Рис. 2.6. Діалогове вікно налаштування універсального послідовного порту.

Для виведення значень через USART означимо буфер за допомогою наступного запису

```
char bufer[10];
```

Тепер в основній програмі проведемо виведення проміжних значень

```
printf(bufer, "fire=%d", fire);
while (j<9)
{
    UDR=bufer[j];
    j++;
    delay_ms(2);
}
if(j==9){j=0; printf("; \n\r");}
delay_ms(2);
```

Для візуально кращого сприйняття інформації використовується форматування *printf* за допомогою ключів переведення каретки.

2.3. Код програми та компіляція.

Для зручності код програми приведений в додатках.

Загальний вигляд середовища розробки, в якому проводиться відлагодження програмного коду, подано на рис. 2.7.

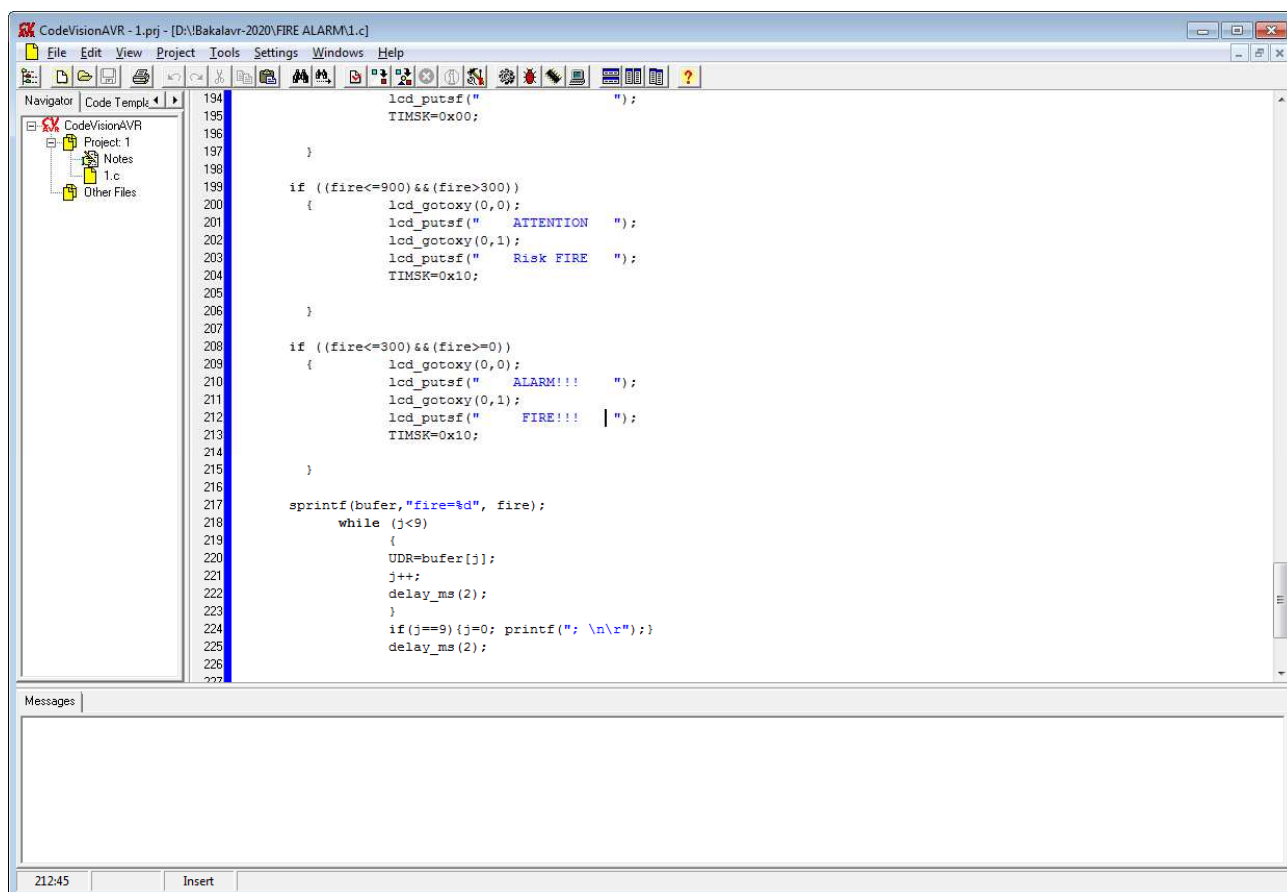


Рис. 2.7. Загальний вигляд середовища для відлагодження програмного коду.

Робота пристрою забезпечується кодом який знаходиться в безкінечному циклі. В ньому проводиться зчитування значення в точці подільника напруги, з наступним накопиченням даних для підвищення завадостійкості системи в цілому. Потім проводиться визначення меж в які попадають визначені дані і відбувається виконання операндів у відповідних умовах.

На рис. 2.8 показано загальний розмір програми та відсутність помилок.

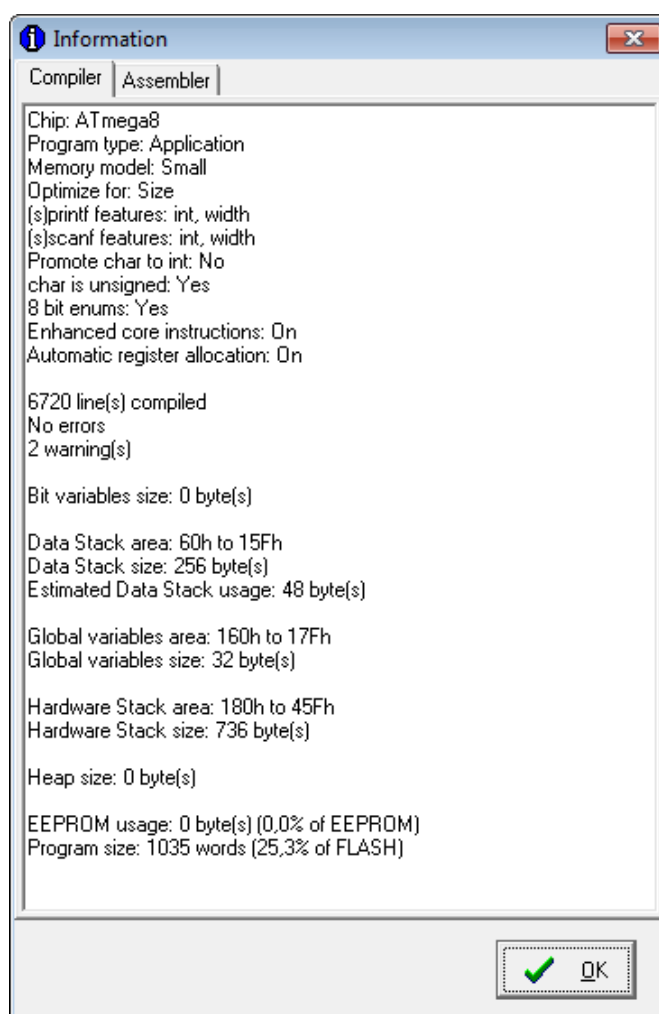


Рис. 2.8. Діалогове вікно виведення інформації після компілювання програми.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМОТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ ВИЯВЛЕННЯ ДИМУ

3.1. Користувацький інтерфейс.

Робота системи проектувалася в програмному середовищі Proteus 7.8 за допомогою стандартних бібліотек.

Після подачі живлення на схему відбувається перевірка відповідності напруги живлення при відключеному польовому транзисторі. Потім відбувається перевірка звукосвітлової індикації поданням звуку на п'єзодинамік і свічення 2 с світлодіода. На екрані з'являється відповідне повідомлення, що система готова і відображається напруга живлення. Після ініціалізації відбувається підключення сповіщувача за допомогою комутації польового транзистора до шини заземлення. Потім система очікує 2 с на ініціалізацію сповіщувача і починає контролювати напругу в точці подільника напруги між обмежуючим резистором і сповіщувачем.

Коли з'являється відповідний спад напруги за умовою роботи даного сповіщувача то відбувається реагування на задимленість або перевірка сповіщувача на придатність, яку можна провести зануренням голки в центральну чашу сповіщувача через технологічний отвір. За рекомендаціями виробника перевірку потрібно здійснювати двічі, тому після спрацювання сповіщувач потрібно переініціалізувати за допомогою вимкнення напруги. Для цього призначений польовий транзистор.

3.2. Математичне опрацювання результатів отриманих із димового сповіщувача.

Проведемо розрахунок елементів схеми для узгодження рівнів. Оскільки стандарт роботи сповіщувачів про задимленість прийнятий давно і на теперішній

									Арк.
									39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

час вважається загальноприйнятим, його робота трохи нестандартна для мікроконтролерних систем в яких вхідні параметри контролюються вихідними лініями, а не спадами напруг на шині живлення. Але така система отримання даних має ряд переваг оскільки можна отримувати дані, не переживаючи за стан самого давача. Мається на увазі, що система контролю залишиться цілою навіть при повному руйнуванні давача задимленості. Оскільки з паспортних характеристик відомо, що напруга живлення такого сповіщувача може бути в межах 12-24 В і максимальний струм в режимі тривога становити 30 мА то за цих умов можна визначити опір обмежуючого резистора для сповіщувача як відношення напруги живлення системи до струму споживання в режимі спрацювання. Оскільки розробляється система заміни пульта пожежного контролю на аналогічну реалізовану на мікроконтролері, то можна суттєво обмежити струм для можливості використання з багатьма сповіщувачами при незначному споживанні системи в цілому. Дана обставина дозволить нам розробляти автономні системи контролю. Отже, струм для одного сповіщувача обмежимо на рівні 6 мА, тому значення резистора $R_1=4$ кОм. При такому підборі варто перевірити чи такий опір не занадто великий для режиму моніторингу, при якому споживання становить всього лиш 0,095 мА. Як видно, залишається як мінімум два порядки величини запасу.

Наступним треба розрахувати дільник напруги для точки підключення живлення сповіщувача. Врахуємо напругу живлення самого мікроконтролера, яка становить 5 В. Також зауважимо що у точці вимірювання до якої підключений дільник у режимі моніторингу пожежного сповіщувача буде напруга живлення системи. При цьому треба врахувати що опори повинні бути не надто малими щоб не впливати на загальне споживання в режимі контролю і не надто великі щоб система була завадостійкою. Вибрано 100 кОм і 27 кОм (рис. 3.1).

										Арк.
										40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

123.УДК:004:681.5

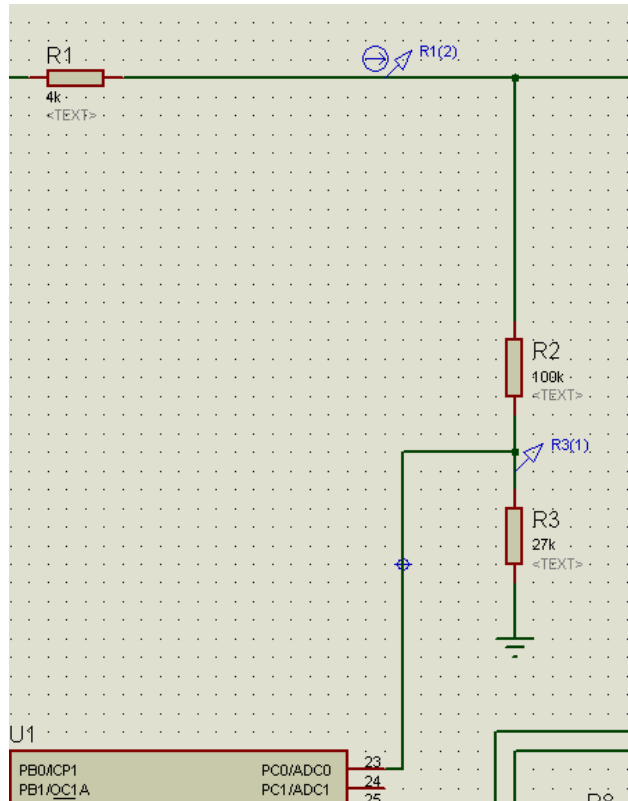


Рис. 3.1. Подільник напруги, який під'єднаний до точки підключення сповіщувача про задимленість.

Для можливості переініціалізації сповіщувача використаний польовий транзистор в затвор якого поставимо резистор на 1кОм. Транзистор працює в ключовому режимі (рис. 3.2).

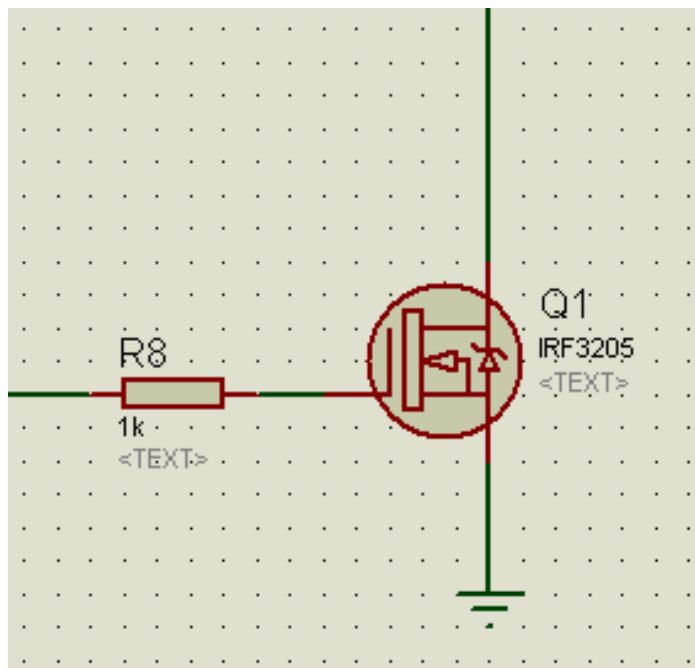


Рис. 3.2. Ключ комутації навантаження якого є сповіщувач диму.

3.3. Реалізація світлозвучової сигналізації.

Для функцій сповіщення про небезпеку використано світлодіод з обмежувачим резистором та п'єзодинамік (рис. 3.3). Spice-модель п'єзодинаміка дозволяє прослуховувати сигнал через динамік комп'ютера при виконанні проекту.

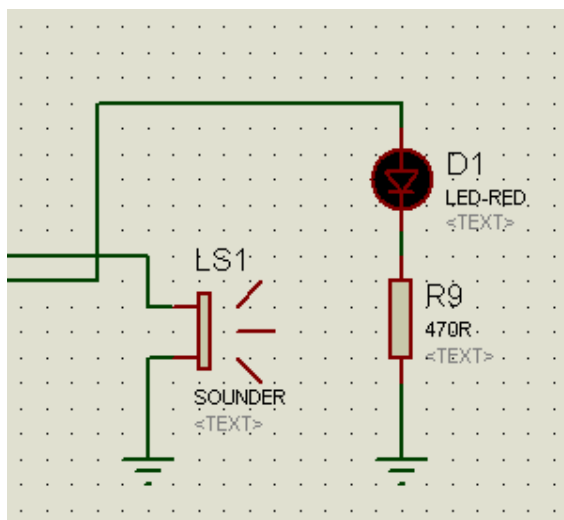


Рис. 3.3. Компоненти звукосвітлової сигналізації.

Для графічного відображення сигналу який подається на п'єзодинамік використано цифровий осцилограф (рис. 3.4).

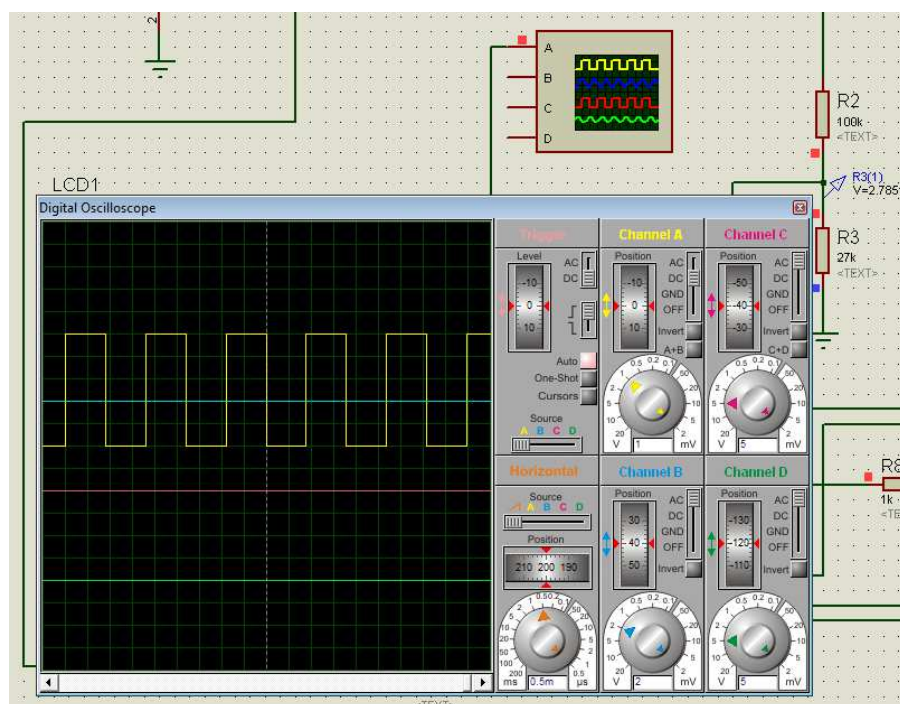


Рис. 3.4. Знімок екрану з розгорнутим осцилографом. На екрані осцилографа показаний сигнал «меандр», який створений за допомогою роботи таймера.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Виведення інформації на символний дисплей. На рис. 3.5. показано повідомлення, що «все гаразд».

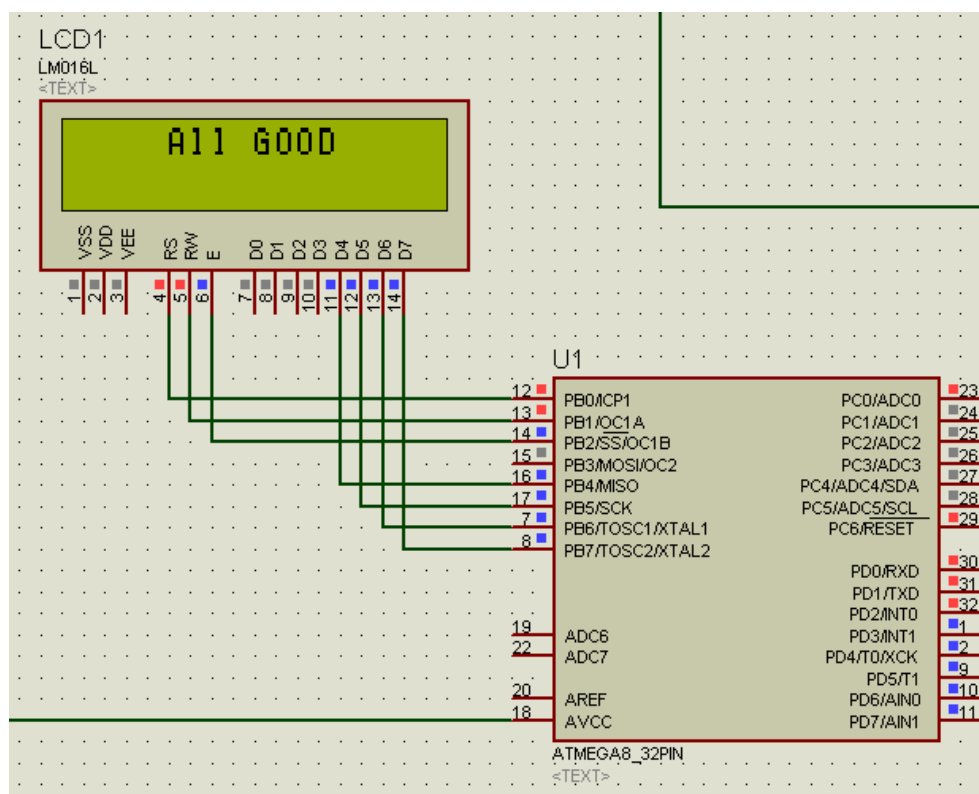


Рис. 3.5. Відображення роботи символного екрану.

3.4. Проектування апаратного забезпечення сповіщувача диму.

На даний момент немає жодної spice-моделі роботи в Proteus аналогічних сповіщувачів. Щоб вирішити цю задачу було опрацьовано технічні характеристики сповіщувача і його роботу тому його принципову роботу можна замінити на роботу механічного перемикача з магазином опорів, які відповідають режимам роботи сповіщувача в різних станах. При цьому можна змодельовати схему роботи аналогічних аналогових сповіщувачів, які на сьогодні працюють в протижежній охороні. При цьому на нашій системі можна отримувати дані, які будуть відповідати різним степеням задимленості, від назначних до сильних.

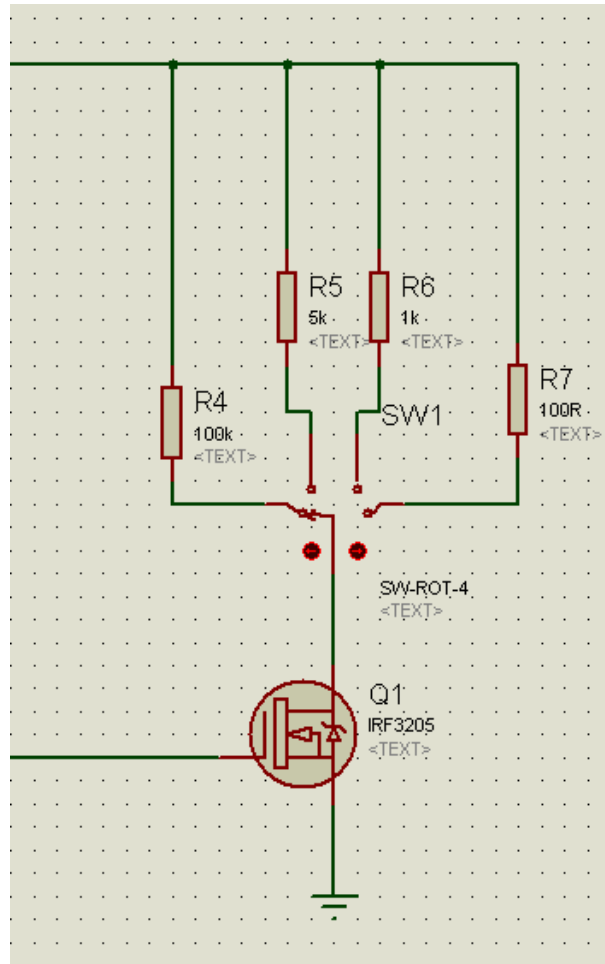


Рис. 3.6. Графічна примітива, що моделює роботу димового сповіщувача.

На рис. 3.6 представлені чотири комбінації внутрішнього еквівалентного опору які відповідають наступним режимам роботи реального сповіщувача: 100 кОм – режим очікування з мінімальний струмом споживання, 5кОм – додатковий режим який обраний для можливості моделювати аналогові сповіщувачі, 1 кОм – режим тривоги, обраний відповідно до технічних характеристик уніфікованого стандарту роботи всіх сповіщувачів (димових і теплових). При такому режимі роботи сповіщувач споживає більше потужності що викликає зменшене падіння напруги на клемі живлення. За стандартом роботи промислових пультів протипожежної охорони будь-яке падіння напруги менше 15 В (для стандартних 24 В-вих систем охорони) інтерпретується «логічним нулем» та викликає спрацювання сигналу «ТРИВОГА». Четвертий режим

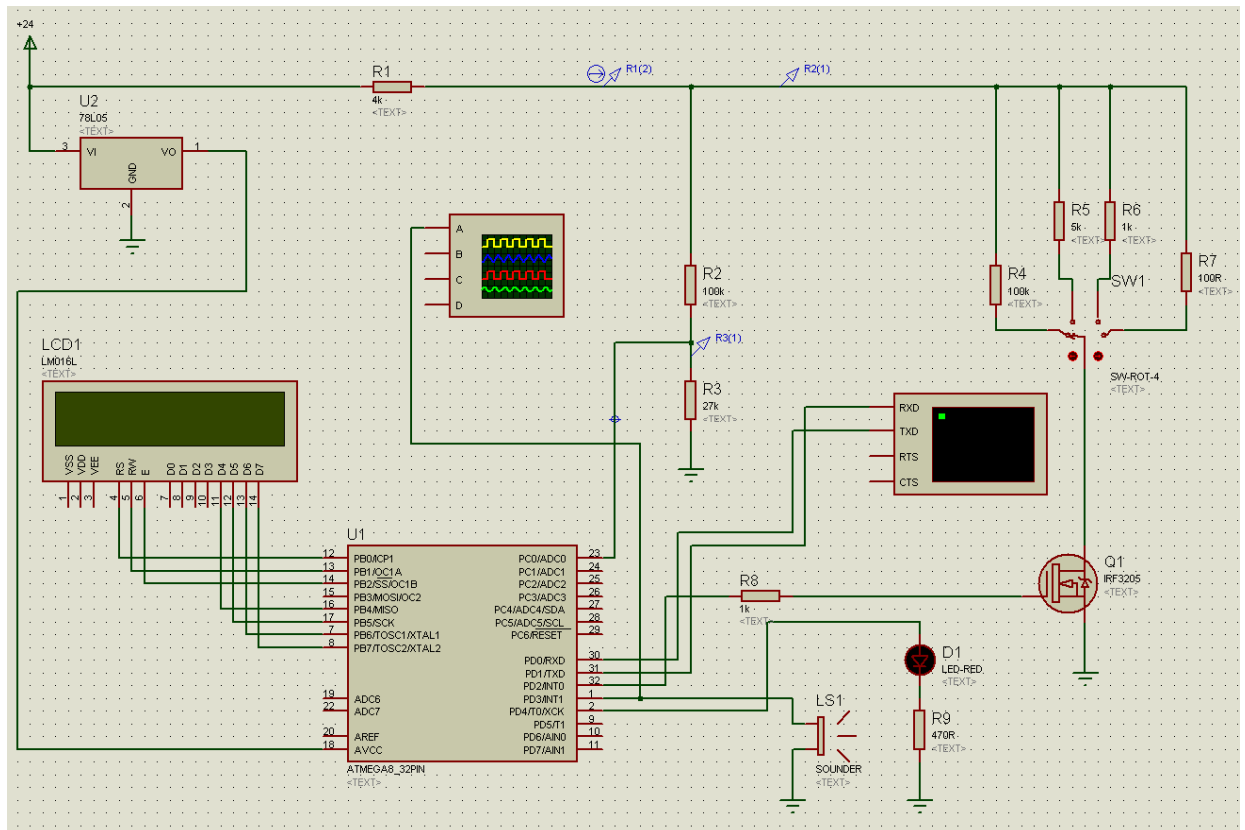


Рис. 3.8. Знімок екрану роботи середовища Proteus до моменту включення моделювання.

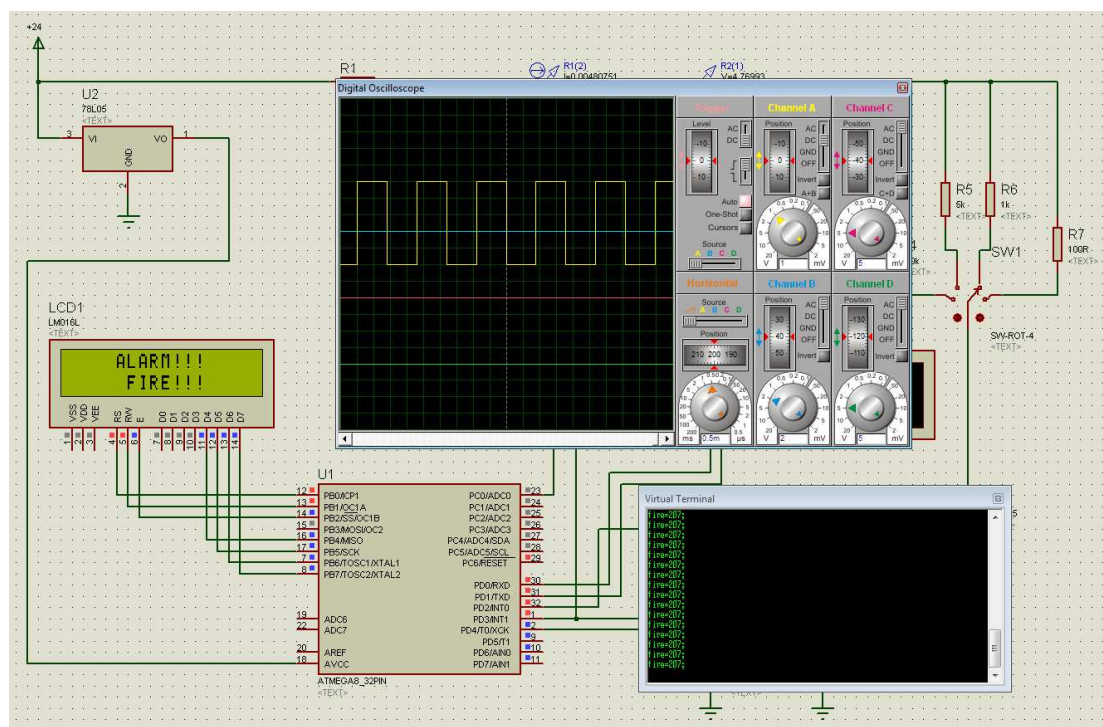


Рис. 3.9. Знімок екрану роботи середовища Proteus після моменту включення моделювання. Представлені додаткові вікна осцилографа і послідовного порту.

3.6. Економічна ефективність та собівартість проекту.

Після розробки програмного коду та моделювання роботи схеми в спеціалізованому середовищі розробки доцільно порахувати вартість виробництва такого пристрою.

Ціни на комплектацію доцільно представити актуальними для купівлі в Івано-Франківську, а саме на найпопулярніших інтернет-майданчиках для роздрібної торгівлі (пром та олх).

Комплектація:

Сповіщувач пожежний димовий СПД-3.10 – 101 грн;

МК Atmega8 – 23 грн;

пасивний п'єзодинамік – 5 грн;

символьний дисплей 16*2 – 69 грн;

польовий транзистор – 8 грн;

набір резисторів 5 номіналів – 5 грн;

конденсатор по живленню електролітичний – 8 грн (2 шт);

конденсатори керамічні – 4 грн (4 шт)

лінійний стабілізатор на 5В – 5 грн;

склотекстоліт розміром 4*6 – 8 грн;

провідники – 10 грн;

світлодіод червоний – 2 грн;

розчини для витравлювання схем методом ЛУТ -12 грн.

Загальна вартість складає 260 грн.

У вартість не включені джерела живлення, які в таких системах повинні монтуватися окремо, оскільки для них висуваються теж підвищені вимоги в плані стабільності та надійності.

Подальшим розвитком проекту може стати додавання інших сучасних каналів зв'язку за допомогою стільникової мережі або широкопasmового доступу до Інтернету. Вартість конструкції за попередньою оцінкою зросте на 100-120 грн.

									Арк.
									47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПРИСТРОЮ

4.1. Санітарні норми засобів для виготовлення плат.

У зв'язку з незначним обсягом виробництва передбачається виготовлення тільки однієї одиниці пристрою, також доцільно застосовувати ручну пайку з огляду на кількість елементів на друкованій платі.

Для забезпечення електробезпеки необхідно застосувати електропаяльник потужністю 20-70Вт при напрузі живлення 24 В. Даній вимозі повністю відповідає електропаяльник на жалах Т12.

Друковану плат потрібно паяти припоєм ПОС-61 що відповідає вимогам стандарту ГОСТ 21931-76. Хімічний склад цього припою приведений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Хімічний склад низькотемпературного припою ПОС-61.

Марка припою	Олово	Свинець	Вісмут	Домішки
ПОС-61	60-62%	37,7 –39,7%	немає	0,29%

Процес паяння даним припоєм проводиться із використанням флюсів. У якості флюсів застосовують каніфоль, спиртовий розчин каніфолі або флюс макри КІМБО. Флюси також містять солянокислий гідразин.

Для паяння припоєм ПОС-61 вибрано поширений і дешевий смоловмісний флюс марки ФКСП по ОСТ4Г 0.033.200. Склад флюсу:

- 70-60% соснової каніфолі;
- 30-40% спирту етилового.

Як змивний (змивка) засіб для вилучення залишків флюсу вибрано суміш бензину калоша та ізопропілового спирту у співвідношенні 1:1.

4.2. Небезпечні та шкідливі фактори при паянні.

Потенційно небезпечні та шкідливі фактори при процесі пайки:

- високий вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони;

									Арк.
									48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

- незадовільна освітленість робочих місць;
- можливе ураження бризками та крапельками розплавленого припою;
- можливе ураження електричним струмом;

Процес пайки доцільно проводити в захисних полікарбонатових окулярах.

4.3. Біологічна дія небезпечних та шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Процеси пайки електронних компонентів супроводжуються значним забрудненням повітряного середовища аерозолями припою, флюсу, парами різних рідин, що застосовуються для змивання залишків флюсу і розчинення лаків. Перебуваючи у середовищі з перевищеними нормами ГДК (гранично-допустимі концентрації), респіраторні органи працівників піддаються впливу шкідливих парів та аерозолів. Шкідливі речовини осідають на шкірному покриві, потрапляють на слизові оболонки порожнини носових пазух, очей, верхніх дихальних шляхів, вдихаються у легені. Особливо шкідливі при паянні олов'яно-свинцевими припоями пари свинцю. Свинець і його сполуки отруйні. Частина свинцю який потрапляє в організм виводиться через кишечник і нирки, а частина затримується в кістковій тканині, м'язах, печінці. При несприятливих умовах свинець починає циркулювати в крові, спричиняючи симптоми свинцевого отруєння. Хоча на даний момент не зафіксовано жодного отруєння таким шляхом. Для запобігання гострих і професійних захворювань вміст свинцю не повинен перевищувати гранично-допустимі концентрації. Біологічна дія і гранично-допустимі концентрації компонентів, які входять до складу свинцевовмісного припою наведені в табл. 4.2.

Застосування флюсів при паянні шкідливо впливає на організм людини. Компоненти що входять до складу флюсу, мають подразнюючу та наркотичну дію.

									Арк.
									49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

Таблиця 4.2 – Біологічна дія, клас небезпеки і ГДК в повітрі робочої зони компонентів припою

Компонент	Характер токсичності та дія	Клас небезпечності	ГДК в повітрі робочої зони
Олово	Викликає ураження бронхів та легень. При тривалому впливі можливий пневмоконіоз.	3	10мг/м ³
Свинець	При отруєнні спостерігається ураження нервової системи, крові, шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, статевої системи, порушення перебігу вагітності.	1	0,01мг/м ³
Вісмут	Подібно до дії інших металів викликає пригнічення активності ферментів, має ембріотропну і гонадотропну дію.	-	-

Токсичні дії і гранично допустимі концентрації для компонентів які входять до складу флюсів та змивних засобів наведені в табл. 4.3 і 4.4 відповідно.

Таблиця 4.3 – Токсична дія компонентів флюсу марки ФКСП

Компонент	Характер токсичності та дія	Клас небезпечності	ГДК в повітрі робочої зони
Каніфоль соснова	Має подразнюючу дію. При тривалому впливі на шкіру викликає дерматит.	-	-
Спирт етиловий	Має наркотичну й подразнюючу дію. Викликає зміни в печінці, серцево-судинній і нервовій системі, спричиняє сухість шкіри при тривалому контакті.	4	1000 мг/м ³

Таблиця 4.4 – Токсичні властивості змивних засобів

Компонент	Характер токсичності та дія	Клас небезпечності	ГДК в повітрі робочої зони
Бензин	Має подразнюючу і наркотичну дію. Призводить до функціональних нервових розладів, які супроводжуються м'язовою слабкістю, млявістю, сонливістю або безсонням. Спричиняє розлад травного тракту, печінки, тремтіння пальців, ураження шкіри. Характерні ознаки отруєння - судома, зниження кров'яного тиску, сповільнення пульсу.	4	300 мг/м ³

4.4. Вимоги і розрахунок освітленості.

При монтажі друкованих плат рівень освітленості повинен бути оптимальним. При надмірно яскравому освітленні оператор процесу збирання швидко стомлюється, що може призвести до втрати працездатності.

Природне освітлення приміщення здійснюється боковим світлом через вікна. Основна величина для розрахунку освітлення це коефіцієнт природної освітленості (КПО). Він залежить від широти місцевості, пори року і погоди. За цим коефіцієнтом нормується природне освітлення робочих зон виробничих та навчальних приміщень. При односторонньому боковому освітленні повинно нормуватися мінімальне значення КПО в точці, яка розташована на відстані 1 метр від найбільш віддаленої від вікон стіни і умовної робочої поверхні.

									Арк.
									51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

4.5. Заходи пожежної безпеки.

Деякі речовини і матеріали, що застосовуються у процесі пайки електронних компонентів є пожежно і вибухо небезпечні. Ці речовини, деякі їх характеристики і засоби пожежогасіння наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Пожежно і вибухо небезпечні речовини

Назва речовини	Температура займання	Температура само-займання	Межі вибуховості		Засоби пожежогасіння
			Нижня	Верхня	
Каніфоль	-	850 °С	12,6г/м ³	-	Хімічна та повітряно-механічна піна, розпилена вода
Спирт етиловий з бензином	18 °С	104 °С	3,6%; 68 г/м ³	19%; 340г/м ³	Хімічна піна, вода, інертні гази
Бензин	17-44 °С	255-474 °С	0,76-1,1%	5,16-8,12%	Піна, водяна пара, інертні гази
Скло-текстоліт	-	-	-	-	Вода, хімічна піна

Для того щоб визначити категорію приміщення з вибухо та пожежної безпеки відповідно до ОНТП 24-86, необхідно розрахувати надлишковий тиск вибуху в приміщенні. Надмірний тиск вибуху визначається за формулою:

$$\Delta P = [P_{\text{MAX}} - P_0] \frac{m \cdot Z}{V_{\text{CB}} \cdot \rho_{\text{ГП}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{СТ}}} \cdot \frac{1}{K_1}, \quad (4.1)$$

де: P_{MAX} – максимальний тиск вибуху газо-повітряної або паро-повітряної суміші в замкнутому об'ємі;

P_0 – початковий тиск, $P_0 = 101 \text{кПа}$;

m – маса горючої речовини, кг;

Z – площа випаровування, m^2 ;

V_{CB} – вільний об'єм приміщення;

$\rho_{ГП}$ – щільність газу і пари;

$C_{СТ}$ – стехіометрична концентрація горючого газу або парів, %;

K_1 – коефіцієнт який враховує негерметичність приміщення і неіабатність процесу горіння, $K_1 = 3$;

Основними причинами виникнення пожежі є:

- порушення встановлених правил пожежної безпеки та необережне поводження з вогнем;

- несправність і перевантаження електричних пристроїв (коротке замикання);

- несправність вентиляційної системи, що викликає самозаймання або вибух пилу;

- халатне і необережне поводження з вогнем;

- самозаймання бавовняної тканини просоченої маслом, бензином або спиртом;

- статична електрика, що утворюється від тертя пилу або газів в вентиляційних установках;

- грозові розряди при відсутності або несправності блискавковідводів.

У приміщеннях, де проводиться монтаж друкованих плат передбачена електрична пожежна сигналізація, яка служить для швидкого сповіщення служби пожежної охорони про виникнення пожежі.

Кількість розміщених вогнегасників в робочому приміщенні відповідає вимогам ISO 3941-77.

У робочому приміщенні повинні бути виконані всі вимоги пожежної безпеки відповідно до вимог «Правил пожежної безпеки в Україні».

Вхід в приміщення, проходи між столами і коридори забороняється захащувати різними предметами та обладнанням. Для зберігання всіх речовин і матеріалів передбачено спеціальні шафи і ємності.

									Арк.
									53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ВИСНОВКИ

1. Здійснено огляд схемотехнічної та функціональної реалізації промислових сповіщувачів диму та визначено параметри для обробки мікропроцесорною схемою.

2. Запропоновано та реалізовано імітаційне моделювання функціонального блоку сповіщувача для якого відсутня spice-модель у середовищі Proteus.

3. Розроблена програмна реалізація роботи системи виявлення диму за допомогою оптоелектронного давача.

4. Складений кошторис виготовлення пристрою.

5. За допомогою включення в шини живлення додаткових опорів можлива реалізація адресації димових сповіщувачів які промислово розроблені як порогові без можливості адресації (потребує налаштування в кожному конкретному випадку).

6. Реалізовано вивід інформації через універсальної послідовний порт для забезпечення можливості подальшого розширення каналів зв'язку інформування розробленого пристрою.

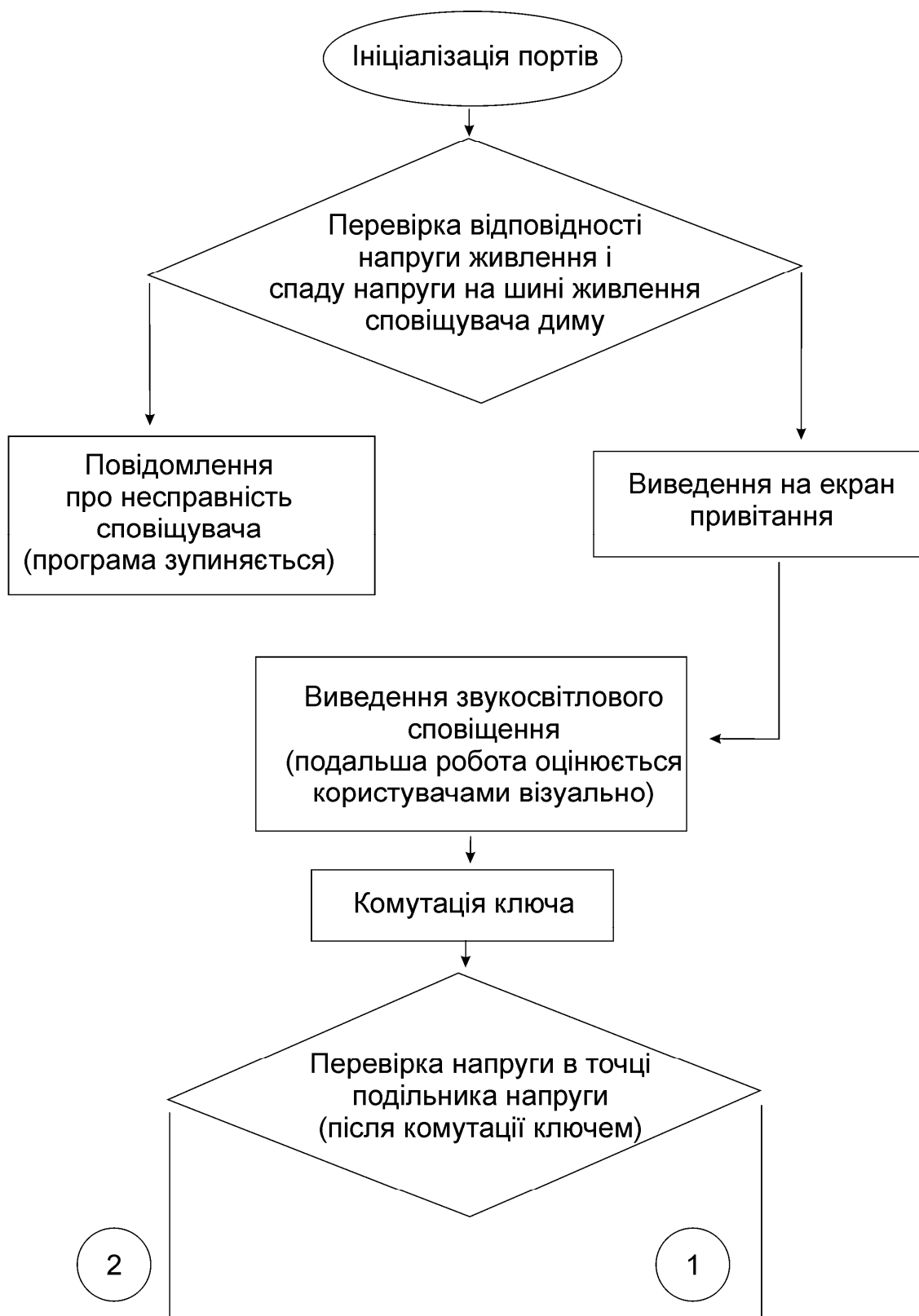
					123.УДК:004:681.5	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Підготовка пожежного-рятувальника: теорія та практика, Підручник пожежного-рятувальника, Бичев А.П., Білецький Б.І., Боцва О.Л., Брень Ю.М., Гончарук В.О., Дишкант О.В., Дужицький О.В., Жиголін Д.Г., Завада М.В., Іванов А.В., Козаченко А.В., Мельник В.В., Миронець С.М., Михайлов В.М., Нікітенков О.Є., Осипенко С.І., Парталян С.А., Стець М.М., Стрига О.І., За загальною редакцією С.А. Парталяна, Київ – 2014, 707с
2. Борн М., Вольф Э. (1973). Основы оптики. Москва: Наука.
3. ДСТУ 2681-94 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологія. Терміни та визначення.
4. https://uk.wikipedia.org/wiki/Оптична_густина
5. https://ua.arton.com.ua/products/fire_detectors/conventional_smoke_detectors/spd_3
6. http://arton.com.ua/files/publfiles2/dymovye_optiko.pdf
7. http://arton.com.ua/files/publfiles2/dymovye_optiko1_5.pdf
8. <http://avr-start.ru>
9. <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MC145010.pdf>.
10. Романюк М. О., Крочук А. С., Пашук І. П. Оптика. – Л. : ЛНУ ім. Івана Франка, 2012. – 564 с.

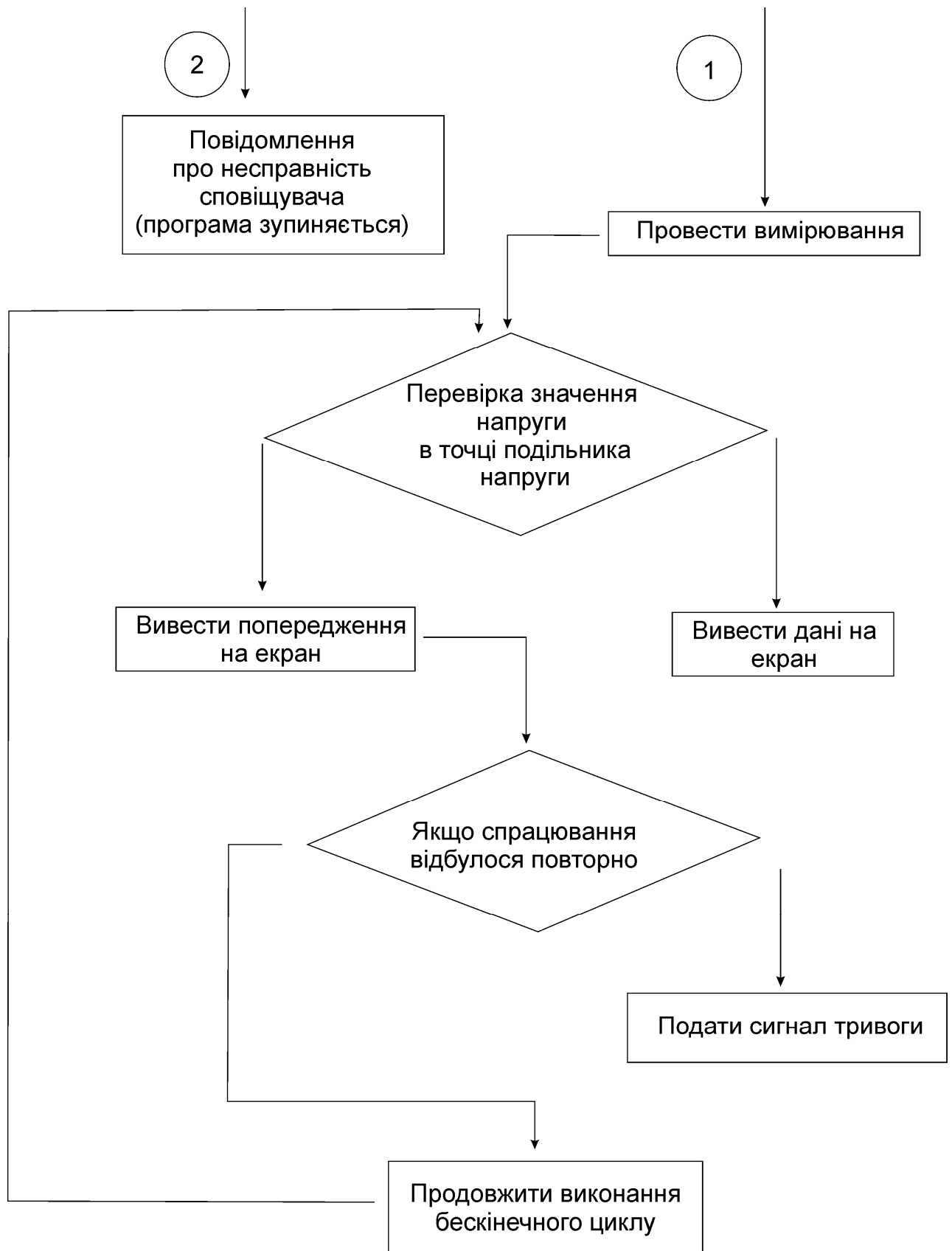
										123.УДК:004:681.5	Арк.
											55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

ДОДАТКИ



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

123.УДК:004:681.5



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

123.УДК:004:681.5

Арк.

57


```

int j=0;          // j для послідовного виводу в USART

// Timer 1 output compare A interrupt service routine
interrupt [TIM1_COMPA] void timer1_compa_isr(void)
{
// Place your code here
PORTD.3=!PORTD.3;
TCNT1=0; //обнуляєм таймер

}

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}

// Declare your global variables here

void main(void)
{

```

									Арк.
									59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

```

// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=In
Func0=In
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0 State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0xFC;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock

```

									Арк.
									60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.УДК:004:681.5

```

// Clock value: 7,813 kHz
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: On
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x05;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x06;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

```

```

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;

```

										Арк.
										61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	123.УДК:004:681.5					

```

TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
MCUCR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x33;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization

```

										Арк.
										62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	123.УДК:004:681.5					

```

// ADC Clock frequency: 125,000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x86;

// LCD module initialization
lcd_init(16);

lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("FIRE ALARM v1");
delay_ms(2000);
PORTD.2=1;

// Global enable interrupts
#asm("sei")

while (1)
{
// Place your code here

/*
for (i=0;i<20;i++) {
fire=fire+read_adc(0);
delay_us(20);
};
*/

fire=read_adc(0);

if (fire>900)

```

										123.УДК:004:681.5	Арк.
											63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

```

{   lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("  All GOOD  ");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("          ");
    TIMSK=0x00;

}

if ((fire<=900)&&(fire>300))
{   lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("  ATTENTION  ");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("  Risk FIRE  ");
    TIMSK=0x10;

}

if ((fire<=300)&&(fire>=0))
{   lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("  ALARM!!!  ");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("  FIRE!!!  ");
    TIMSK=0x10;

}

sprintf(bufer,"fire=%d", fire);
while (j<9)
{
    UDR=bufer[j];
}

```

									Арк.
									64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

```
    j++;
    delay_ms(2);
}
if(j==9){j=0; printf("\n\r");}
delay_ms(2);

delay_ms(200);
fire=0;

//PORTD.3=1;
//delay_ms(1);
//PORTD.3=0;
//delay_ms(1);
};
}
```

					123.УДК:004:681.5	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		