

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення «Інженерна інфраструктура та комп'ютерні науки»

Кафедра «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

**До захисту допущений
Завідувач відділення**

Лавріщев О.О.

« ____ » _____ 2025 року

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

на тему: «Автоматизація системи пожежогасіння в деревообробному цеху»

Виконав студент IV курсу, групи Е-42

спеціальність

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

_____ Шевчук Б.В.

Керівник роботи _____ Дурас М.В.

Консультант з охорони праці _____ к.т.н. Нездвєцька І.В.

Консультант з економічної частини _____ Мельничук В.В.

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Житомир - 2025 року

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення «Інженерна інфраструктура та комп'ютерні науки»

Кафедра «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійний ступінь «Фаховий молодший бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач

кафедрою

І.В. Нездвєцька

“ ____ ” _____ 202__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Шевчуку Богдану Віталійовичу

1. Тема проєкту: «Автоматизація системи пожежогасіння в деревообробному цеху»

1. Керівник проєкту Дурас Марія Володимирівна,
затверджені наказом навчального закладу від “ 3_” грудня_2024_року

2. Строк подання студентом проєкту “ 1_” червня_2024_року

3. Вихідні дані до проєкту: характеристика та обстеження підприємства.

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

Вступ.

1. Технічне обґрунтування проєкту автоматизації системи пожежогасіння деревообробного цеху

2. Технологічна частина

3. Охорона праці, протипожежна та екологічна безпека

4. Економічна частина

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

1. Шафа керування системою автоматизації пожежогасіння. Схема електрична принципова.

2. Шафа керування системою автоматизації пожежогасіння. Електрична схема з'єднань.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Дурас М.В. викладач спеціальних дисциплін.	03.12.2024	
Розділ 2	Дурас М.В. викладач спеціальних дисциплін.	03.12.2024	
Розділ 3	Дурас М.В. викладач спеціальних дисциплін.	03.12.2024	
Розділ 4	Дурас М.В. викладач спеціальних дисциплін.	03.12.2024	
ГЧ та технічна документація.	Дурас М.В. викладач спеціальних дисциплін.	03.12.2024	

7. Дата видачі завдання “__03__” __12__ 2024__ року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Вступ. Розділ 1.	18.02.2025р.	
2.	Розділ 2.	21.03.2025р.	
3.	Розділ 3.	25.04.2025р.	
4.	Розділ 3.	27.04.2025р.	
5.	Розділ 4.	29.05.2025р.	
7.	ГЧ1. Схема електрична принципова.	29.05. 2025р.	
8.	ГЧ2. Схема електрична з'єднань.	01.06. 2025р.	

Студент _____ Шевчук Б.В.

Керівник проєкту _____ Дурас М.В.

[illegible]

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт складається з 86 аркушів пояснювальної записки, яка включає чотири розділи, додатки, а також графічну частину, виконану на аркушах формату А1.

У першому розділі проєкту виконано технічне обґрунтування автоматизації системи пожежогасіння деревообробного цеху. Надано характеристику технологічних процесів деревообробки та описано основне обладнання. Розглянуто сучасні типи установок газового пожежогасіння, виявлено їх переваги та недоліки, а також обґрунтовано необхідність модернізації на основі мікроконтролерів.

У другому розділі розроблено технологічну частину системи автоматизації. Побудовано функціональну та електричну принципову схеми, обґрунтовано вибір основних компонентів. Проведено розрахунки: надійності, перерізу проводів, заземлення, габаритів щита. Визначено правила монтажу, налагодження та експлуатації системи, а також розроблено план-графік монтажних і пусконаладжувальних робіт.

У третьому розділі описано питання охорони праці, пожежної та екологічної безпеки під час монтажу і експлуатації автоматизованої системи. Надано оцінку виробничим ризикам, а також запропоновано заходи щодо їх зменшення і створення безпечних умов праці.

У четвертому розділі проведено економічну оцінку впровадження автоматизованої системи пожежогасіння. Розраховано вартість обладнання, монтажних робіт, визначено розмір економії та ефективність впровадження проєкту порівняно з аналогами.

Проєкт демонструє практичне використання сучасної електроніки для підвищення пожежної безпеки на виробництві та може бути адаптований для захисту інших промислових об'єктів.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Технічне обґрунтування проєкту автоматизації системи пожежогасіння деревобробного цеху.....	10
1.1 Основні відомості про технологічні процеси та обладнання деревобробного цеху.....	10
1.2 Огляд основних напрямлень модернізації системи пожежогасіння.....	11
2 Технологічна частина.....	14
2.1 Технічне завдання модернізації системи пожежогасіння.....	14
2.2 Розробка схеми функціональної системи пожежогасіння.....	14
2.3 Розрахунок та вибір апаратури системи управління.....	17
2.4 Вибір та розрахунок параметрів датчика MQ-2.....	25
2.5 Розрахунок та вибір автоматичного вимикача.....	29
2.6 Вибір електромагнітних клапанів та розрахунок їх параметрів.....	33
2.7 Розробка схеми електричної принципової системи управління пожежогасінням.....	34
2.8 Розрахунок надійності системи автоматизації.....	37
2.9 Розрахунок перерізу та вибір марки проводів (кабелів).....	38
2.10 Розрахунок перерізу проводу для електромагнітних клапанів.....	39
2.11 Розрахунок розмірів, вибір щита (пульта, панелі) та розробка виду загального.....	42
2.12 Розробка схеми електричної з'єднування.....	45
2.13 Розробка схеми, розрахунок і вибір заземлюючих пристроїв.....	47
2.14 Розробка правил монтажу.....	51
2.15 Розробка правил налагодження та експлуатації системи автоматизації.....	53

					ДП.141.042.033.ПЗ				
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата					
Розроб		Шевчук Б.			Автоматизація		Літ	Арк	Архивів
Перевір		Дурас М						6	86
Н. Контр		Антипчук			системи		ЖАТФК, Гр. Е-42		
Затвердл		Лаврішнев							

2.16 Розробка плану-графіка виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт.....	55
3 Охорона праці, протипожежна та екологічна безпека.....	59
3.1 Аналіз умов праці і виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях.....	59
3.2 Розробка організаційних і технічних заходів для забезпечення безпечних та комфортних умов праці на робочих місцях і захисту навколишнього середовища.....	62
3.3 Пожежна безпека та профілактика.....	65
4 Економічна частина.....	72
4.1 Розрахунок витрат на розробку та впровадження.....	72
4.2 Розрахунок розміру економії та економічної ефективності.....	78
4.3 Складання порівняльної таблиці технічних та економічних показників	80
Висновки.....	82
Список використаних джерел.....	83
Додатки.....	84

ВСТУП

Приватне підприємство «ГРІНТОП» розташоване в місті Житомир. Підприємство працює на ринку з 2011 року та зарекомендувало себе як відповідальний виробник у сфері виготовлення дерев'яних виробів та іншої продукції з деревини.

Основними видами діяльності підприємства є:

- виробництво дерев'яних виробів побутового та спеціального призначення;
- надання послуг із обробки деревини та виготовлення продукції для потреб місцевих громад;
- участь у виконанні замовлень соціального характеру.

На території підприємства розміщені адміністративні приміщення, виробничі площі, деревообробний цех та складські приміщення. У зв'язку з використанням технологічного обладнання, яке потребує особливих умов безпеки, на підприємстві впроваджено автоматизовану систему пожежогасіння.

Система пожежогасіння призначена для запобігання поширенню вогню на ранніх стадіях виникнення загоряння. Її модернізація є важливим етапом удосконалення загальної системи безпеки підприємства, спрямованої на захист людей, обладнання та матеріальних цінностей.

Промислові підприємства, які займаються виготовленням будівельних матеріалів, зазвичай мають широкий спектр діяльності. До основних видів належать виробництво готового дерев'яних конструкцій та столярних виробів, лісопильне та стругальне виробництво, виготовлення шпону, фанери, плит. Також поширене виготовлення виробів із пробки, соломки та матеріалів для плетіння.

З метою збереження людських життів та майна підприємства від пожежі, на підприємствах встановлюють системи пожежогасіння.

Пожежогасіння — процес дії сил і засобів, а також використання методів і прийомів для ліквідації пожежі. Установки пожежогасіння — сукупність

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
						8
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		

стаціонарних технічних засобів гасіння пожежі шляхом випуску вогнегасної речовини. Установки пожежогасінні повинні забезпечувати локалізацію або ліквідацію пожежі. Установки пожежогасінні по конструктивному пристрою підрозділяються на агрегатних і модульних, по мірі автоматизації — на автоматичних, автоматизованих і ручних, по вигляду вогнегасної речовини — на водяних, пінних, газових, порошкових, аерозольних і комбінованих, за способом гасіння — на об'ємні, поверхневі, локально-об'ємні і локально-поверхневі. На сьогоднішній день одним з найефективніших засобів гасіння пожеж є установки автоматичної пожежогасінні з різними вогнегасними речовинами. Автоматична установка пожежогасінні (АУПГ) — установка пожежогасіння, що автоматично спрацьовує при перевищенні контрольованим чинником (чинниками) пожежі встановлених рівнів значень в зоні, що захищається.

Застосування таких систем, де вогнегасна речовина при виникненні пожежі автоматично подається в приміщення, яке захищається, особливо виправдано при захисті дорогого обладнання, матеріалів або цінностей. Установки автоматичного пожежогасіння дозволяють ліквідовувати на ранній стадії спалах твердих, рідких і газоподібних речовин, а також електроустаткування під напругою. Такий спосіб гасіння може бути об'ємним при створенні вогнегасної концентрації за всім обсягом приміщення, яке захищається, або локальним — у випадку, якщо вогнегасна концентрація створюється довкола пристрою, яке захищається (наприклад, окремого агрегату або одиниці технологічного обладнання).

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		9

1 ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДЕРЕВООБРОБНОГО ЦЕХУ

1.1 Основні відомості про технологічні процеси та обладнання деревообробного цеху

Деревообробний цех є важливою складовою виробництва, що забезпечує виготовлення пиломатеріалів, дерев'яних заготовок, конструкцій та виробів із деревини. Основне завдання цеху — механічна обробка деревини для надання їй необхідної форми, розмірів і якості поверхні.

Технологічні процеси деревообробного цеху включають:

- Сорткування та підготовка сировини — первинна перевірка деревини, очищення від кори, відбір за якістю.
- Поздовжнє та поперечне розпилювання — здійснюється на стрічкопиляльних або круглопиляльних верстатах для отримання заготовок необхідної довжини та товщини.
- Фрезерування — надання заготовкам необхідного профілю (шипи, пази, округлення країв тощо).
- Стругання — вирівнювання поверхні виробу для досягнення гладкості.
- Шліфування — фінішна обробка для покращення зовнішнього вигляду і підготовки до лакування або фарбування.

Основне обладнання деревообробного цеху:

- Фрезерні верстати — для профілювання та обробки торців.
- Шліфувальні машини — для обробки поверхні деревини.
- Сушильні камери — для зниження вологості деревини.
- Преси для склеювання — при виготовленні щитів або клеєних деталей.
- Свердлильні та збірні установки — для виготовлення з'єднань і складання виробів.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		10

1.2 Огляд основних напрямлень модернізації системи пожежогасіння

АСГП є швидкодіючої системою гасіння по об'єму, гасіння пожежі відбувається за рахунок зниження концентрації кисню в повітрі шляхом розбавлення негорючими газами. Встановлення АСГП широко використовують для гасіння газоподібних речовин, таких як: побутовий газ, пропан, водень, аміак та інші, вони складається з датчиків пожежної сигналізації та балонів з газом, до яких підключається розподільна трубопровідна мережа з форсунками для розпилення газу в замкнутому об'ємі захисного приміщення.

При виникненні пожежі АСГП працює наступним чином: пожежні сповіщувачі виявили пожежу, вони дають команду на запуск таймера, який відлічує 30 секунд. Цей час необхідно, щоб персонал залишив приміщення і зачинив за собою двері. Через заданий час надходить команда на розподільні пристрої за напрямом пожежі на відкриття клапанів балонів з вогнегасним газом. Газ по трубопроводах подається на форсунки в приміщення, що захищається, де і гасить пожежу. У станції пожежогасіння встановлені балони з вогнегасним газом, розподільні пристрої, трубопроводи за напрямками гасіння, шафи управління.

Перед входом у приміщення, що захищається встановлений пульт управління і сигналізації про режим роботи системи, а також встановлюється попереджувальне світлове табло «Газ – не заходити», яке запалюється під час подачі газу в приміщення.

В закритому приміщенні знаходяться пожежні сповіщувачі, попереджувальне світлозвукова сигналізація «Газ – йди» і трубопроводи з форсунками. На всіх дверях в захищених приміщеннях встановлені кінцеві вимикачі. Від них надходить інформація про стан дверей: закриті або відкриті. Тільки при закритих дверях газ надійде в захищаються приміщення.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		11

Якщо захищаєме приміщення обладнане примусовою вентиляцією, то час повного закриття клапанів вентиляції має не перевищувати 30 секунд. У АСГП використовуються зріджені та стислі гази, такі як: аргон, азот, двоокис вуглецю, пентафторетан, гептофторпропан, ограніт, інерген, хладони, noves 1230.

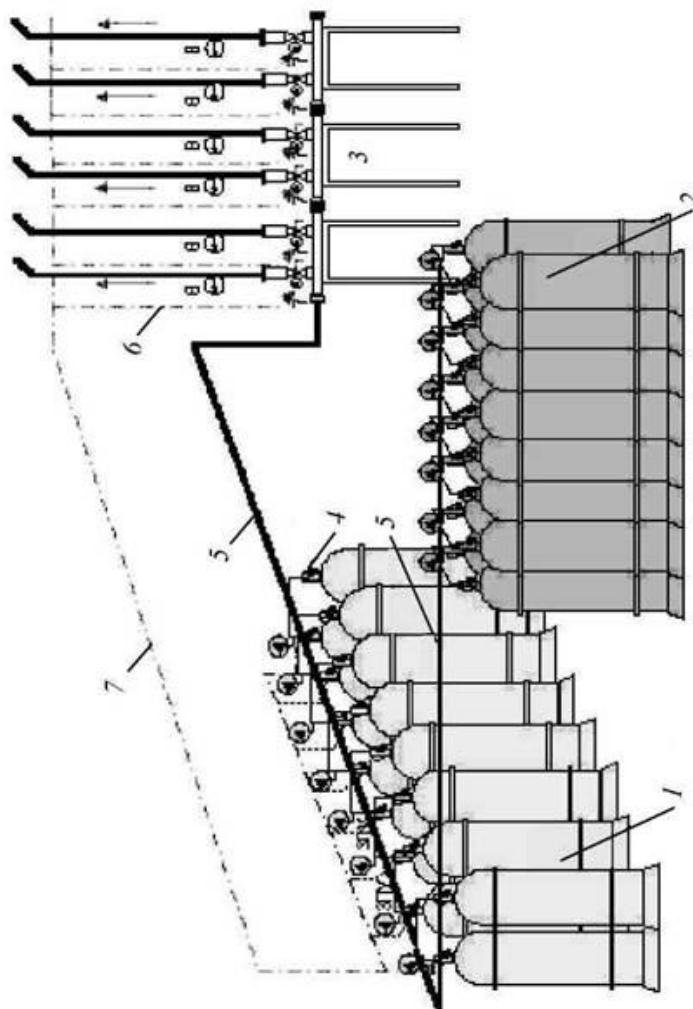


Рисунок 1.1 –Вигляд схеми розміщення обладнання пожежогасіння в станції: 1 – АСГП з робочими модулями; 2 – АСГП з резервними модулями; 3 – розподільчий пристрій; 4 – запірне-пускове приладдя; 5 – загальний колектор; 6 – пускові ланки; 7 – сигналізатори тиску.

Переваги автоматичної системи газового пожежогасіння:

- ефективна флегматизація горіння в обсязі будь-якої конфігурації;

- швидкодія при створенні вогнегасні концентрації;
- використання інертних газів та їх сумішей (інерген, ограніт) безпечно для обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища;
- сумісність з вогнегасними порошками;
- відсутність провідності електричного струму;
- відсутність надлишкового тиску в зоні гасіння (для газів fm 200, noves 1230);
- швидко руйнуються в атмосфері (noves 1230, інерген).

Але у АСПГ існують такі недоліки, як:

- висока вартість системи;
- необхідна площа для «станції пожежогасіння»;
- необхідна повна перезарядка балонів після спрацювання;
- необхідно передбачати отвори для скидання надлишкового тиску (інерген, ограніт).

Забороняється застосування газових вогнегасних речовин для гасіння:

- хімічно активних металів (натрій, калій, магній, титан, уран, плутоній);
- хімічних речовин та їх сумішей, здатних швидко окислюватися без доступу повітря (нітроцелюлоза, порох);
- волокнистих, сипучих і пористих матеріалів, здатних до самозаймання з подальшим тління шару зсередини (ганчір'я в тюках тощо);
- метало-водневі сполуки.

Розглянувши роботу системи автоматизації пожежогасіння АСПГ та виявивши їх недоліки є наступні напрямки модернізації:

- Розробка системи автоматизації пожежогасіння на базі контролера Arduino;
- Керування системою автоматизації пожежогасіння через спеціальне програмне забезпечення або web – інтерфейс;
- Контроль диму та горючого газу.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		13

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технічне завдання модернізації системи пожежогасіння

В розділі 1 розглянуто структуру та обладнання підприємства. Огляд показав, що для збереження обладнання та функціонування слід модернізувати систему автоматизації пожежогасіння в деревообробному цеху на приватному підприємстві «ГРІНТОП» враховуючи недоліки за наступними пунктами:

- модернізувати систему автоматизації пожежогасіння розробивши схему управління блоком пожежогасіння на базі Arduino;
- Забезпечити доступ до керування системою автоматизації пожежогасіння через мережу інтернет;
- залишити резервний канал зв'язку через Wi-Fi;
- забезпечити резервне живлення, або додатковий ввід резерву для стабільної і цілодобової роботи системи автоматизації пожежогасіння;
- розряд обслуговуючого персоналу після автоматизації системи пожежогасіння зменшити з п'ятого на четвертий.

2.2 Розробка схеми функціональної системи пожежогасіння

Функціональна схема автоматизації є основним проєктним документом, який визначає структуру і рівень автоматизації технологічного процесу об'єкта. На функціональній схемі за допомогою умовних графічних позначень вказують технологічне обладнання, комунікації, органи керування, прилади і засоби автоматизації та ін. із зазначенням зв'язків між ними, таблиці умовних позначень і необхідних пояснень.

Функціональна схема автоматизації графічно поділяється на дві зони. У верхній частині креслення зображується технологічна схема, а в нижній креслять умовні графічні позначення, які умовно зображують: встановлення

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ док-м	Підпис	Дата		14

місцевих приладів, щитів, пультів, пунктів контролю та керування, керуючих машини тощо Графічні умовні зображення приладів і засобів автоматизації, їх розміри і літерні позначення повинні відповідати ДСТУ Б А.2.2008:16-4.

Пристрої і засоби автоматизації показують на функціональних схемах розгорнутим способом, згідно з яким кожний прилад чи блок, який входить в єдиний комплект, показують окремими умовними графічними зображеннями. У верхній частині зображення (кола, овалу) наносять позначення вимірюваної величини та функції, яка виконується приладом в порядку їх розміщення зліва направо. В нижній частині вказують позиційне позначення комплекту вимірювання або його окремих елементів. Функціональна схема автоматизації пожежогасіння представлена на рис 2.1.

В якості сприймаючих елементів системи пожежогасіння використовуються датчики виявлення диму / газу котрі можна налаштувати на певний діапазон в будь якому приміщенні, тобто створюється досить універсальна система пожежогасіння, котру можна буде використовувати й в будь-яких інших приміщеннях.

В якості виконавчих механізмів використані електромагнітні клапани. Використання клапанів на розподільчих пристроях в якості запірної-пускової апаратури дасть змогу безперешкодно замінювати балони з сумішшю пожежогасіння, а також при необхідності забезпечить досить легкий та комфортний перехід при модернізації балонної системи, або переходу на інші аналоги.

Також оскільки ми розглядаємо газову систему пожежогасіння в ній встановлені контактні датчики тиску котрі дають змогу переконатись, що в системі є необхідний за нормами тиск відповідного газу.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		15

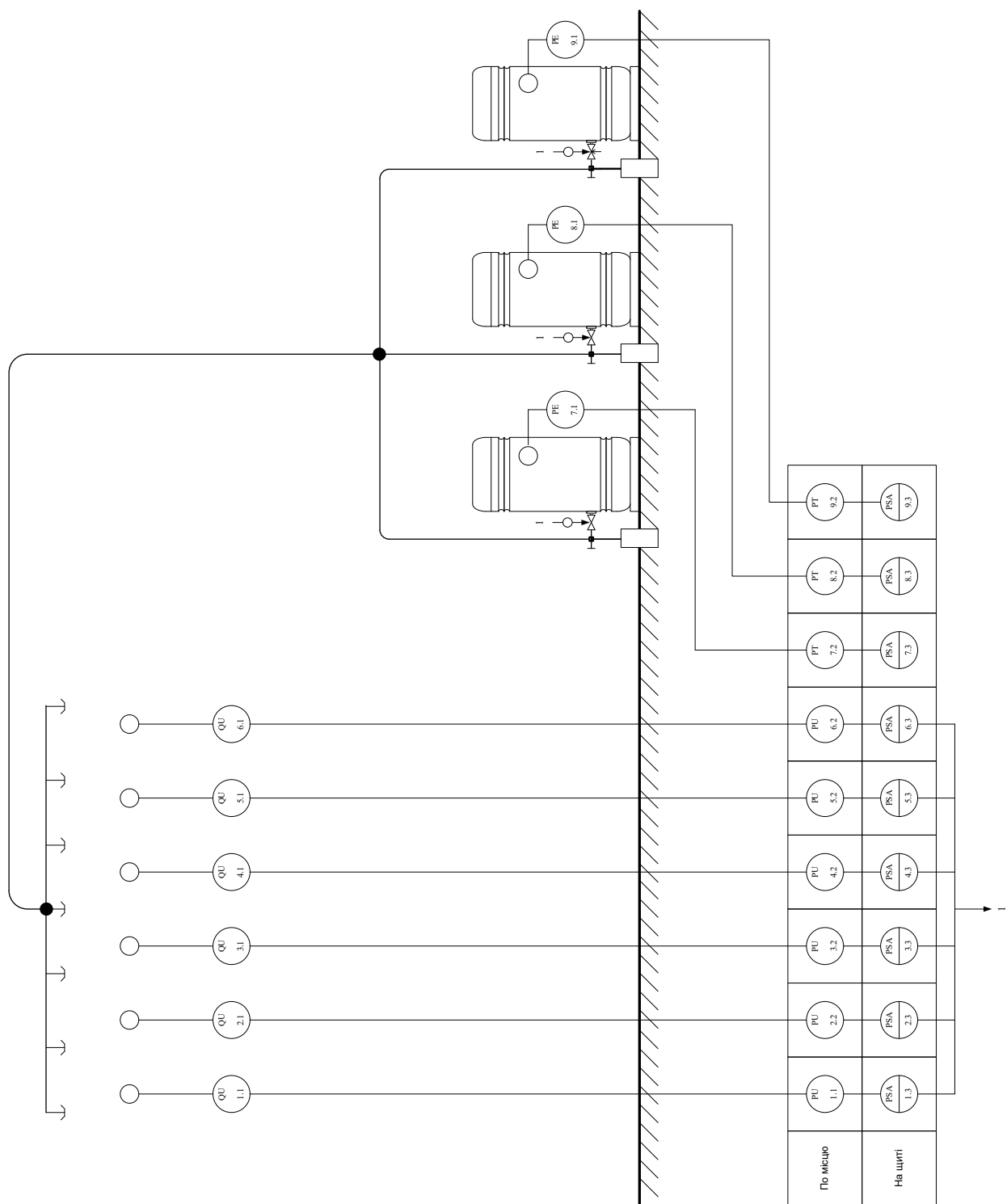


Рисунок 2.1 - Функціональна схема автоматизації пожежогасіння

2.3 Розрахунок та вибір апаратури системи управління

1. Розробка системи автоматизації пожежогасіння на базі контролера Arduino.

З метою спрощення організації і зменшення обсягів проектування пропонується рішення на основі контролера Arduino Leonardo R3 ATmega32U4 плата USB. Контролери Arduino Leonardo R3 ATmega32U4 використовують у програмуванні, а також щоб контролювати різноманітні проекти, які реалізуються із застосуванням мікроконтролерів, та керувати ними. Крім цього, даний контролер можна підключити до комп'ютерного ПЗ: приміром, використати його в комплекті з Processing, Adobe Flash, Max/MSP, SuperCollider, Pure Data. Додатковий плюс: сумісність контролера з абсолютно усіма платами розширення, розрахованими на форм-фактор Arduino Uno.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики Arduino Leonardo R3

Мікроконтролер	ATmega32U4
робоча напруга	від 5 до 12 В;
рекомендована вхідна напруга	від 7 до 12 В;
гранична вхідна напруга, від зовнішнього джерела	мінімальна – 6 В, максимальна – від 13 до 20 В;
кількість цифрових входів-виходів:	20;
входів	шість – A0-A5;
максимальне значення струму для виводу 3,3 В:	50 мА;
флеш-пам'ять	32 Кб (ATmega32U4), з них 4 Кб
ОЗП / EEPROM	2 Кб / 1 Кб;
тактова частота	16 МГц;
габарити	6,9 x 5,3 x 1 см;
вага:	40 г.

Контролером керують, використовуючи спеціальне програмне забезпечення Arduino IDE на основі VisualS. У комплекті постачання мікроконтролера ATmega32U4 є вже записаний завантажувач, завдяки чому Вам легко записувати нові програми – не потрібно використовувати зовнішні програматори. Проте якщо з якоїсь причини Вас не влаштовує застосування стандартного завантажувача, Ви можете програмувати мікроконтролер за допомогою виводів ICSP (тобто шляхом застосування внутрішньосхемного програмування). Плата контролера оснащена кнопкою для скидання параметрів і перезавантаження. Також на платі є 2 світлодіоди, позначені як RX і TX. Світлодіод RX загоряється, коли Ви отримуєте дані на мікроконтролер, а TX навпаки горить, коли дані передаються.



Рисунок 2.2 - Зовнішній вигляд та розпінування Arduino Leonardo R3

У контролера Arduino Leonardo R3 ATmega32U4 є чимало аналогових і цифрових входів/виходів, а також інтерфейсів для виведення і введення інформації та сигналів управління:

- контролер має шість аналогових входів, котрі позначені як A0-A5. Цифрові виводи 4, 6, 10, 9, 8 і 12 підключені до АЦП (аналогово-цифрового перетворювача) – їх також можна використати в якості аналогових входів;
- у контролера є кварцовий генератор частоти, розрахований на 16 МГц;
- контролер обладнаний 20 цифровими контактами, які здатні бути як входами, так і виходами;

- до контролера можна підключити послідовну шину, виводи 0 і 1 – відповідно RX і TX (емулятор RS232);
- виводи 0 і 1 підключаються до виводів послідовної шини мікроконтролера ATmega32U4, що відповідають їм;
- виводи 2 і 3 застосовують, коли потрібно здійснити зовнішнє переривання;
- виводи 3, 11, 10, 9, 6, 5 і 13 забезпечують ШІМ (широко-імпульсну модуляцію), кожний вивід гарантує ШІМ (PWM) при роздільності в 8 біт;
- інтерфейсом SPI оснащений тільки роз'єм ICSP, цей інтерфейс не дублюється на цифрових виводах. Таким чином, якщо в платі розширення використовується SPI, а знизу немає роз'єму ICSP, який би відповідав штировим контактам контролера, необхідно буде самостійно виконати додаткові дії для перенесення сигналів за допомогою провідників, оскільки інакше SPI-інтерфейс не функціонуватиме на платі розширення;
- цифрові виводи 4, 10, 9, 8, 6 і 12 підключаються до АЦП (аналогово-цифрового перетворювача) мікроконтролера ATmega32U4: таким чином, ці виводи можна використати в якості аналогових входів, які доповнять стандартні A0-A5;
- вбудований світлодіод помаранчевого кольору з позначкою L підключений до цифрового виводу 13. Він горить тільки тоді, коли значення на виводі характеризується високим потенціалом;
- контролер оснащений інтерфейсом ІІС (TWI, I2C): колодка цифрових виводів і вводів має додаткове число виводів, позначених як SCL (Serial Clock) і SDA (Serial Data);
- розробник передбачив наявність роз'єму ICSP (для внутрішньосхемного програмування): до роз'єму підключають програматор і перепрограмують вбудований мікроконтролер;
- вивід AREF забезпечує опорну напругу для входів аналогового типу;
- вивід GND є загальним контактом.

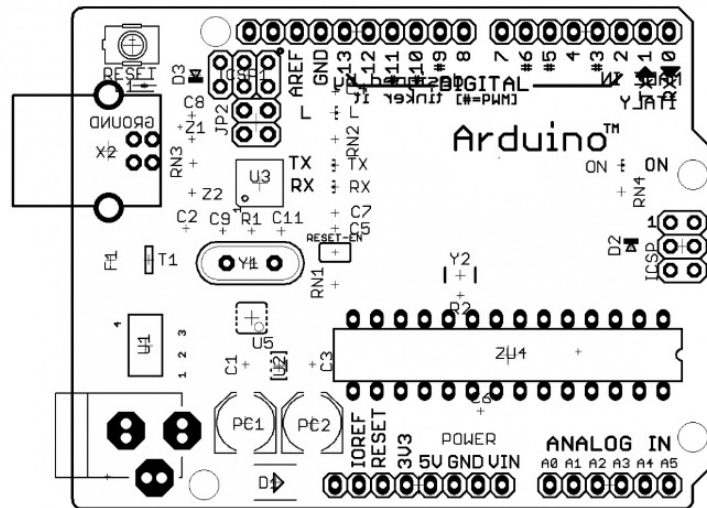


Рисунок 2.3 – Функціональна схема Leonardo R3

2. Керування системою автоматизації пожежогасіння через спеціальне програмне забезпечення або web – інтерфейс.

Для керування системою автоматизації з смартфона або планшету робітників котрі працюють на підприємстві через спеціальне програмне забезпечення необхідно зв'язати плату Arduino Leonardo з мережею Wi-Fi, для цього будемо використовувати Wi-Fi модуль ESP8266 версія ESP-01.

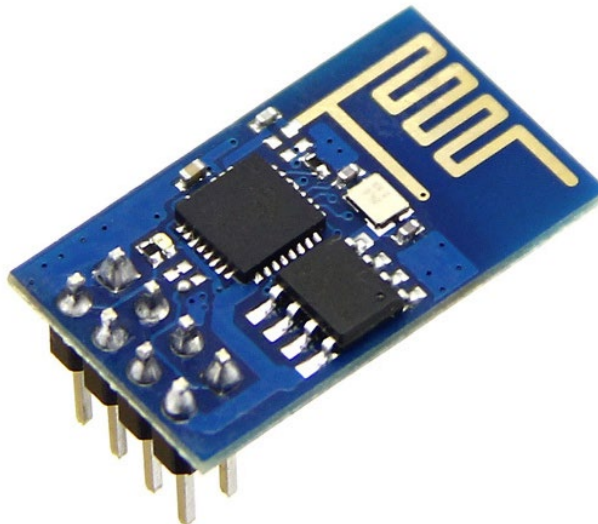


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд Wi-Fi модуля ESP8266

Характеристики Wi-Fi модуля ESP8266:

- підтримка WiFi протоколів 802.11 b/g/n;
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP;

- вбудований стек TCP / IP;
- вбудований TR перемикач, balun, LNA,
- вбудований PLL, регулятори, і система управління живленням;
- вихідна потужність +205. дБм в режимі 802.11b;
- підтримка Діверсیتی антен;
- струм витоку в вимкненому стані до 10 мкА;
- SDIO 2.0, SPI, UART, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO;
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4μs guard interval;
- споживання в режимі Standby до 1.0 мВт (DTIM3);
- розміри: 245.x14 мм.

3. Вибір релейного модулю.

Для управління схемою за чотирма незалежними каналами для управління клапанами та сигналізацією необхідно використати модуль реле для "Ардуіно" на чотири виходи.

- Напруга контактів реле 250 В;
- Допустимий струм на контакти реле 10 А;
- Індикація – Світлодіодна;
- Модуль 4 – канальний;
- Розмір плати управління - 7.5x5.5x2см.

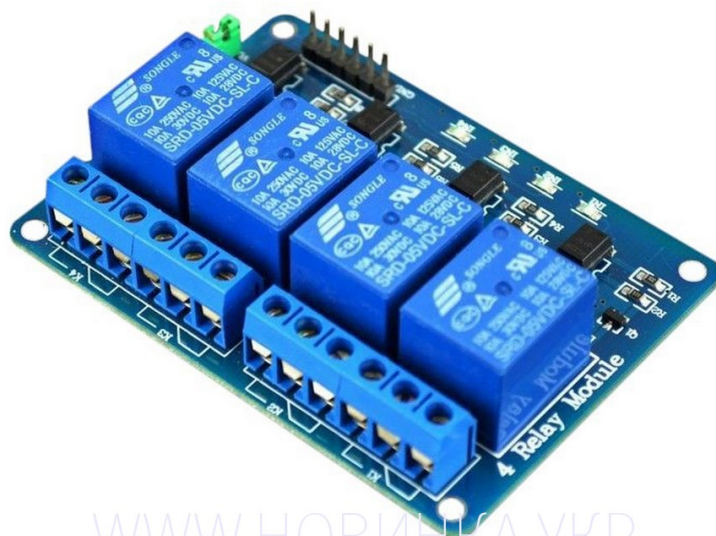


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд модулю реле

4. Вибір модулю передачі повідомлень.

Для передачі повідомлень будемо використовувати GSM модуль на основі NEOWAY M590 для роботи під керуванням контролера чи комп'ютеру (через UART перетворювач). Дозволяє приймати дзвінки з мобільних телефонів і виконувати виклики на мобільні, виконувати обмін даними: прийом/передача, точка-точка MO/MT, широкосповіщувальний режим вбудований стек протоколів TCP/UDP/FTP/DNS, клієнт TCP/UDP – серверу або M2M.

- Робочі радіо-частоти 900 і 1800 МГц;
- GPRS Class 10;
- Напруга живлення 3,3...5 В;
- Можливий піковий струм споживання до 2 А;
- Робочий струм споживання 210 мА;
- Струм споживання в режимі очікування 2,5 мА;
- Робоча температура -40 °С 80...+ °С;



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд модулю передачі повідомлень

5. Вибір датчиків тиску.

В системі пожежогасіння будуть встановлюватись газові балони фірми MINIMAX MX200 котрі в комплекті мають датчики тиску (Pneumatic Discharge Pressure Switch) вже встановлені на балонах, вони мають нормально відкритий контакт NO з номінальним робочим струмом до3 А при напрузі до48 VDC.

Характеристики датчику тиску (Pressure Switch)

Назва: Pneumatic Discharge Pressure Switch, Part No5867 82. (MINIMAX)

Характеристики:

- Контакт: Нормально відкритий (NO)
- Номінальний робочий струм: до3 А (при 48 VDC)
- Максимальна напруга: до48 VDC, до 250 VAC
- Максимальний струм: до16 А (при 250 VAC)
- Робочий тиск: до300 бар (залежно від виконання)
- Матеріал корпусу: метал (сталь/алюміній) з антикорозійним покриттям
- Робоча температура: від -20°C до +70°C
- Вологозахист: IP54 і вище
- Сертифікації: EN, NFPA, FM (пожежна безпека)

Датчик тиску MINIMAX із нормально відкритим контактом має максимально допустиму напругу до 48 В DC. Експлуатація від 12 В DC є технічно обґрунтованою, оскільки робоча напруга значно нижча за номінальну, а механічний контакт датчика забезпечує надійне замикання при струмах до 3 А незалежно від зниження робочої напруги в межах допустимого діапазону.

Датчик тиску з нормально відкритим контактом реагує на досягнення заданого тиску механічним замиканням контакту, подаючи сигнал на систему без цифрового вимірювання — працює як реле тиску

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		23

6. Вибір сигналізації.

Для сигналізації виявлення та спрацювання системи пожежогасіння будемо використовувати світлозвуковий сповіщувач «Гном-5» зовнішнього виконання, котрий використовується з пожежними та охоронними ППК.

- Струм споживання по входу «сирена» не більше 30 мА;
- Струм споживання по входу «світло діод» не більше 35 мА;
- Рівень звукового тиску 120 дБ;
- Напруга живлення 12 В;
- Ступінь захисту IP53 ;
- Матеріал корпусу: метал;
- Діапазон робочих температур: -40 °С ...+50 °С;
- Габаритні розміри: 125 x 110 x 26.



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд світлозвукового сповіщувача

7. Вибір блока безперебійного живлення

Для постійного стабільного живлення системи пожежогасіння будемо використовувати блок безперебійного живлення NetPRO.

Номінальна потужність: 600 ВА

Номінальна потужність: 360 Вт

Напруга акумулятору: 12В

Ємність акумулятору: 7 А/г

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
						24
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		

Частота: 50/60 Гц

Вхідна напруга: 220В / 230В / 240В

Вихідна напруга: 220В / 230В / 240В



Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд блока безперебійного живлення

2.4 Вибір та розрахунок параметрів датчика MQ-2

Для даного напрямку будемо використовувати модуль датчика диму або газу MQ-2 – це простий в використанні газу спроектований на основі газо-аналізатору MQ-2 і компаратору LM393. Датчик MQ-2 здатен виявити: бутан, пропан, метан, спирт и різні види диму. Модуль може використовуватись в якості приладу для виявлення витoku газу, в пожежних системах або в проєктах автоматизації пристроїв. LM393 часто використовується в датчиках для Arduino, для перетворення імпульсів в аналоговий або цифровий сигнал.

Особливостями модуля являються: швидка реакція на газ і налаштування чуттєвості датчика. Чутливість налаштовується за допомогою потенціометра, розміщеного на протилежній стороні плати.

Принцип роботи датчика полягає в зміні напруги на виході модуля. Номінал напруги змінюється залежно від кількості газу в приміщенні. Чим вище концентрація газу, тим менше опору в ланцюзі, відповідно вище вихідна напруга. Аналогічно при низькій кількості газу в довкіллі, низька вихідна напруга.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		25

Так само на платі розміщені два індикаторні світлодіоди. PWR - Led сигналізує об подання живлення на плату, асвітлодіод D0 - Led спалахує при виявленні газу або диму датчиком.

Модуль оснащений 4 контактами для підключення датчика до Arduino. Контакти VCC і GND потрібні для подання напруги на плату, вихід A0 служить для передачі аналогового сигналу, відповідно D0 використовується для передачі цифрового сигналу до мікроконтроллера.



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд датчика диму / газу MQ2-

Характеристики датчика диму / газу MQ2-

- діапазон чутливості: 3010000 -0 ppm;
- R_s (опір чутливого елемента) 1...20 кОм 50ppm толуол;
- час відклику ≤ 10 с;
- чутливість $(R \text{ в повітрі}) / (R \text{ в присутності характерного газу}) \geq 5$ с.

Для визначення концентрації газу в повітрі використовується датчик MQ-2, який формує аналоговий сигнал, що зчитується мікроконтролером через АЦП. Для визначення його робочих параметрів виконуємо відповідні розрахунки.

1. Визначення опорної напруги живлення

Датчик MQ2- живиться від джерела постійного струму. За результатами вимірювання:

$$V_c = 5 \text{ В}$$

Де V_c - напруга живлення датчика

2. Обчислення напруги на виході V_{RL}

Значення аналогового сигналу A_0 , отримане з АЦП Arduino:

$$ADC=130$$

Оскільки розрядність АЦП становить 10 біт, тобто 1024 рівня, то один крок АЦП:

$$U_{\text{крок}} = \frac{V_C}{1024} = \frac{5}{1024} \approx 0,0048 \text{ В}$$

Тоді напруга на резисторі навантаження V_{RL}

$$130 \cdot 0,0048 \approx 0,624 \text{ В}$$

Переходимо до опору датчика. На платі модуля є резистор, який підтягує аналоговий вихід на землю, номіналом 5 Ом. По суті весь модуль є дільником напруги. Формула опору датчику наведена в технічній документації:

$$R_s = \left(\frac{V_C}{V_{RL}} - 1 \right) \cdot R_L$$

де V_C – опорна напруга;

V_{RL} – напруга на виході A_0 ;

R_L – стійкість до навантаження.

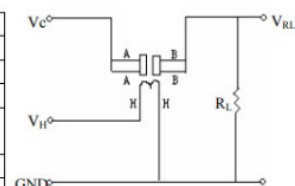
Дивимося схему і таблицю

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
						27
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		

Technical Data

Model No.		MQ-2	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Bakelite (Black Bakelite)	
Detection Gas		Combustible gas and smoke	
Concentration		300-10000ppm (Combustible gas)	
Circuit	Loop Voltage	V_L	$\leq 24V$ DC
	Heater Voltage	V_H	$5.0V \pm 0.2V$ AC or DC
	Load Resistance	R_L	Adjustable
Character	Heater Resistance	R_H	$31\Omega \pm 3\Omega$ (Room Tem.)
	Heater consumption	P_H	$\leq 900mW$
	Sensing Resistance	R_s	$2K\Omega - 20K\Omega$ (in 2000ppm C_2H_6)
	Sensitivity	S	$R_s(\text{in air})/R_s(1000ppm \text{ isobutane}) \geq 5$
	Slope	α	$\leq 0.6(R_{5000ppm}/R_{3000ppm} CH_4)$
Condition	Tem. Humidity	$20^\circ C \pm 2^\circ C$; $65\% \pm 5\% RH$	
	Standard test circuit	$V_C: 5.0V \pm 0.1V$ $V_H: 5.0V \pm 0.1V$	
	Preheat time	Over 48 hours	

Basic test loop



The above is basic test circuit of the sensor. The sensor need to be put 2 voltage, heater voltage(V_H) and test voltage(V_C). V_H used to supply certified working temperature to the sensor, while V_C used to detect voltage (V_{RL}) on load resistance (R_L) whom is in series with sensor. The sensor has light polarity. V_C need DC power. V_C and V_H could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor. In order to make the sensor with better performance, suitable R_L value is needed:
Power of Sensitivity body(P_s): $P_s = V_C^2 \times R_s / (R_s + R_L)^2$

Рисунок 2.10 – Технічні характеристики датчика диму / газу MQ-2

3. Розрахунок опору сенсора R_s

Де:

$$R_L = 5 \text{ Ом}$$

$$V_{RL} = 0,6 \text{ В}$$

$$R_s = \left(\frac{5}{0,6} - 1 \right) \cdot 5 = 8,17 - 1$$

Переходимо до формули розрахунку РРМ. Для цього знову звертаємося до документації на MQ-2.

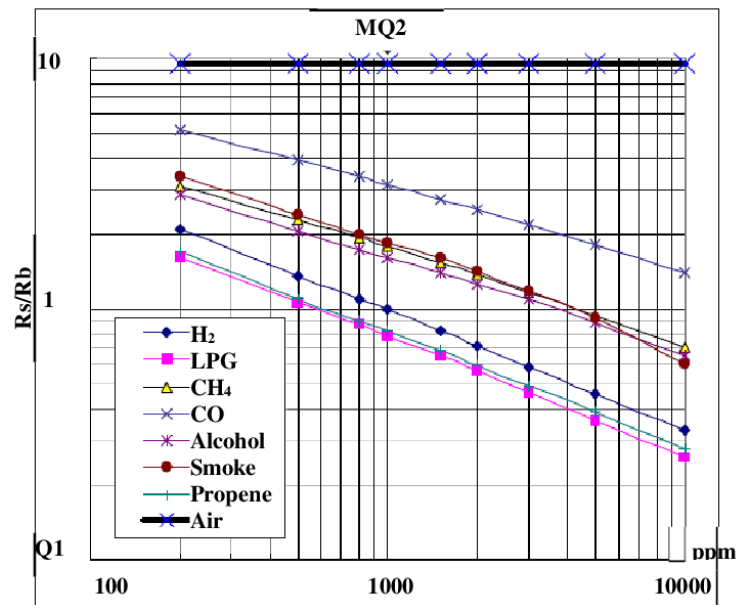


Рисунок 2.11 – Графік залежності PPM від $\frac{R_s}{R_0}$

4. Розрахунок номінального опору R_0 на чистому повітрі

Згідно з графіками залежності $\frac{R_s}{R_0}$ від концентрації газів (із документації до MQ-2), у чистому повітрі:

$$\frac{R_s}{R_0} \approx 9,5$$

$$\text{Звідси отримаємо: } R_0 = \frac{R_s}{9,5} = \frac{36,6}{9,5} \approx 3,85$$

У процесі загоряння або пожежі у повітрі зростає концентрація горючих газів, зокрема чадного газу (CO), метану (CH₄), ізобутану (C₄H₁₀), пропану (C₃H₈) та диму. Датчик MQ-2 є чутливим до вказаних газів, і зі збільшенням їх концентрації опір напівпровідникового елемента сенсора R_s зменшується:

$$\frac{R_s}{R_0} \approx 0,7$$

5. Визначаємо опір сенсора в умовах пожежі:

$$R_s = R_0 \left(\frac{R_s}{R_0} \right) = 3,85 \cdot 0,7 \approx 2,$$

6. Розрахунок напруги на виході V_{RL} :

$$V_{RL} = \frac{R_L}{R_L + R_s} \cdot V_c = \frac{5}{5 + 2},$$

7. Переведення у значення АЦП (при 10-бітному АЦП):

$$ADC = \frac{V_{RL}}{V_{ref}} \cdot 1024 = \frac{3,25}{5} \cdot 1024 \approx 665$$

Розрахунок опору сенсора дозволяє перевести фізичну реакцію датчика у конкретне цифрове значення, яке Arduino легко обробить. Це є критично важливим етапом у налаштуванні надійної системи пожежогасіння, яка вчасно реагує на загрозу.

2.5 Розрахунок та вибір автоматичного вимикача

Для забезпечення електробезпеки та захисту елементів системи автоматичного пожежогасіння від перевантаження і короткого замикання необхідно передбачити встановлення автоматичного вимикача.

1. Визначення сумарної потужності системи

До складу системи входять наступні споживачі:

Таблиця 2.2 - Сумарна потужність системи

№	Елемент	Кількість	Потужність, Вт	Сума, Вт
1	Arduino Leonardo R3	1	0,5	0,5
2	ESP8266 Wi-Fi модуль	1	0,3	0,3

3	NEOWAY M590 GSM модуль	1	1	1
4	MQ-2 датчик	6	0,8	4,8
5	4-канальний модуль реле	1	1	1
6	Електромагнітні клапани	3	5	45
	Блок UPS	1	15	15
7	Сирена «Гном-5»	1	0,8	0,8
			Загальна потужність	68,4

$$P_{\text{загальна}} = 0,5 + 8 + 15 + 8 + 0,3 + 68,4 \text{ Вт.}$$

2. Розрахунок номінального струму

Сумарна пускова потужність трьох клапанів: $S_{\text{клапанів}} = 3 \cdot 15 \text{ ВА} = 45 \text{ ВА}$

Для визначення номінального струму використовуємо формулу:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

де:

P — активна потужність (Вт),

$U = 220 \text{ В}$ — напруга мережі,

$\cos \varphi \approx 0,9$ — коефіцієнт потужності для побутових/електронних приладів.

$$I = \frac{68,4}{220 \cdot 0,9} \approx 0,35 \text{ А}$$

3. Вибір номіналу автоматичного вимикача

Стандартні номінали для автоматичних вимикачів — 2 А, 4 А, 6 А тощо.

Отже, вибираємо: iK60N 1P 2A B Schneider Electric A9K23102,
автоматичний вимикач на 2 А

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		31

4. Тип вимикача за характеристикою спрацювання

Для електронних пристроїв, які споживають малі струми та чутливі до перевантажень, рекомендовано використовувати тип В, який спрацьовує при струмах $3-5 \cdot I_{ном}$.

Для індуктивного навантаження (електромагнітні клапани) іноді допускається тип С, але у нашому випадку переважає електроніка, тому обираємо тип В

5. Визначаємо струм електромагнітного розчіплювача:

$$I_{e.m.p} = 1,25 \cdot I_{max}$$

$$I_{e.m.p} = 1,25 \cdot 0,44$$

5. Визначаємо каталожний струм спрацьовування електромагнітного розчіплювача

$$I_{ср.к} = 5 \cdot I_{н.р.}$$

Де 5 - коефіцієнт враховує помилковість спрацьовування автоматичного вимикача типу В

$$I_{ср.к} = 2 \cdot 5 \approx 10 \text{ A}$$

Оскільки умова $I_{ср.к} > I_{e.m.p}$

$10 \text{ A} > 0,44$, виконується остаточно обираємо автоматичний вимикач iK60N 1P2 A B Schneider Electric A9K23102

5. Розрахунок струму короткого замикання

Візьмемо довжину проводу до найвіддаленішого споживача: 15 м
Тип кабелю — ПВС $3 \times 1,5 \text{ мм}^2$ (мідь)

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		32

Опір проводу:

$$R = 0,69 \cdot 0,33 \cdot 2 = 0,4554 \text{ Ом}$$

Додамо внутрішній опір джерела/мережі $\approx 0,3 \text{ Ом}$:

$$Z_{\text{петлі}} = 0,69 + 0,3 = 0,99 \text{ Ом}$$

Струм короткого замикання:

$$I_{\text{кз}} = \frac{220}{0,99} \approx 222,2 \text{ А}$$



Рис 2.12. Зовнішній вигляд Автоматичного вимикача iK60N 1P 2A B Schneider Electric A9K23102

Характеристики:

- Номінальна напруга: 230/400 В AC
- Номінальний струм: 2 А
- Номінальна частота: 50/60 Гц
- Гранична комутаційна здатність: 4.5 кА (IEC/EN1-60898)

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		33

- Електрична зносостійкість: 4000 циклів
- Механічна зносостійкість: 20000 циклів
- Перетин приєднаних провідників: 1...25 мм²
- Ступінь захисту: IP20 (IP40 у збірці)
- Діапазон робочих температур: від -5 °С до +60 °С

2.6 Вибір електромагнітних клапанів та розрахунок їх параметрів

Для подачі газу з розподільчого пристрою будемо використовувати клапани електромагнітні 2/2-ходові нормально закриті непрямої дії, моделі 21WA3R0B130 котрі використовуються для автоматичного перекриття потоків води, повітря, пари, продуктів переробки нафти і інших рідких та газоподібних речовин.



Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд електромагнітного клапана

. Технічні характеристики клапана:

- Максимально допустимий тиск на виході 20 bar;
- Максимальна в'язкість 12 сСт;
- Напруга живлення 12 VDC;
- Температура навколишнього середовища -10 °С ...+80 °С;

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		34

- Споживана потужність 5 W;
- Споживана потужність утримання 10 VA;
- Споживана потужність пуску 15 VA.

Система пожежогасіння використовує електромагнітні клапани моделі Samozzi 21WA3R0B130, які забезпечують відкриття подачі вогнегасної речовини у разі спрацювання системи. У даному випадку робочим середовищем є газова вогнегасна суміш з балонів фірми MINIMAX. Це дозволяє забезпечити швидке, ефективне та екологічне гасіння без пошкодження електронного обладнання, що часто використовується на виробництві.

1. Формула витрати для газу

$$Q = K_v \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\gamma}}$$

де:

- Q — витрата, м³/год;
- ΔP — перепад тиску (бар), приймаємо 2 бар;
- γ — питома вага газу. Для газової суміші (наприклад, Novac або CO₂) орієнтовно: 0,9 кг/м³ (у зрідженому стані при 20 °C).

2. Розрахунок:

$$Q = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{2}{0,9}} = 0,298 \cdot \sqrt{\frac{2}{0,9}} = 0,4922$$

Для 3 клапанів:

$$Q_{\text{загальний}} = 3 \cdot 0,4922$$

Обрані електромагнітні клапани забезпечують достатню витрату газової вогнегасної речовини з балонів MINIMAX для ефективного гасіння пожежі, що

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		35

підтверджено розрахунком. Уся система може пропускати близько 0,894 м³/год інертного або вогнегасного газу.

2.7 Розробка схеми електричної принципової системи управління пожежогасінням

Згідно з розробленою функціональною схемою та вибраними для неї елементами побудуємо принципову схему системи автоматизації.

Електрична принципова схема автоматизації пожежогасінням представлена на рис. 2.11., на схемі сигнали управління від датчиків BQ1...BQ6 приходять на плату управління Arduino Leonardo, також сигнали відпрацьовують від датчиків SP1...SP3 – при невідповідному тиску спрацює сигнал управління на сигналізацію, що сповістить робітників про необхідність заміни балону з газом, або усунення несправності в системі загального колектора та пускових ланок.

При спрацюванні датчиків на дим або горючий газ, спрацьовують реле управління електромагнітними клапанами та звукова сирена з світловим сповіщенням. В схемі передбачений модуль з'єднання по Wi-Fi, а також модуль NEOWAY M590 котрий забезпечує GSM зв'язок.

Живлення схеми управління пожежогасінням буде відбуватись від безперебійного блоку живлення, в який встановлено акумулятор (обирається відповідно до потреб, по ємності в залежності від місця розташування об'єкта, частоті вимикання електричної енергії, тощо), при відключенні живлення від мережі буде відбуватись живлення від безперебійного блоку.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		36

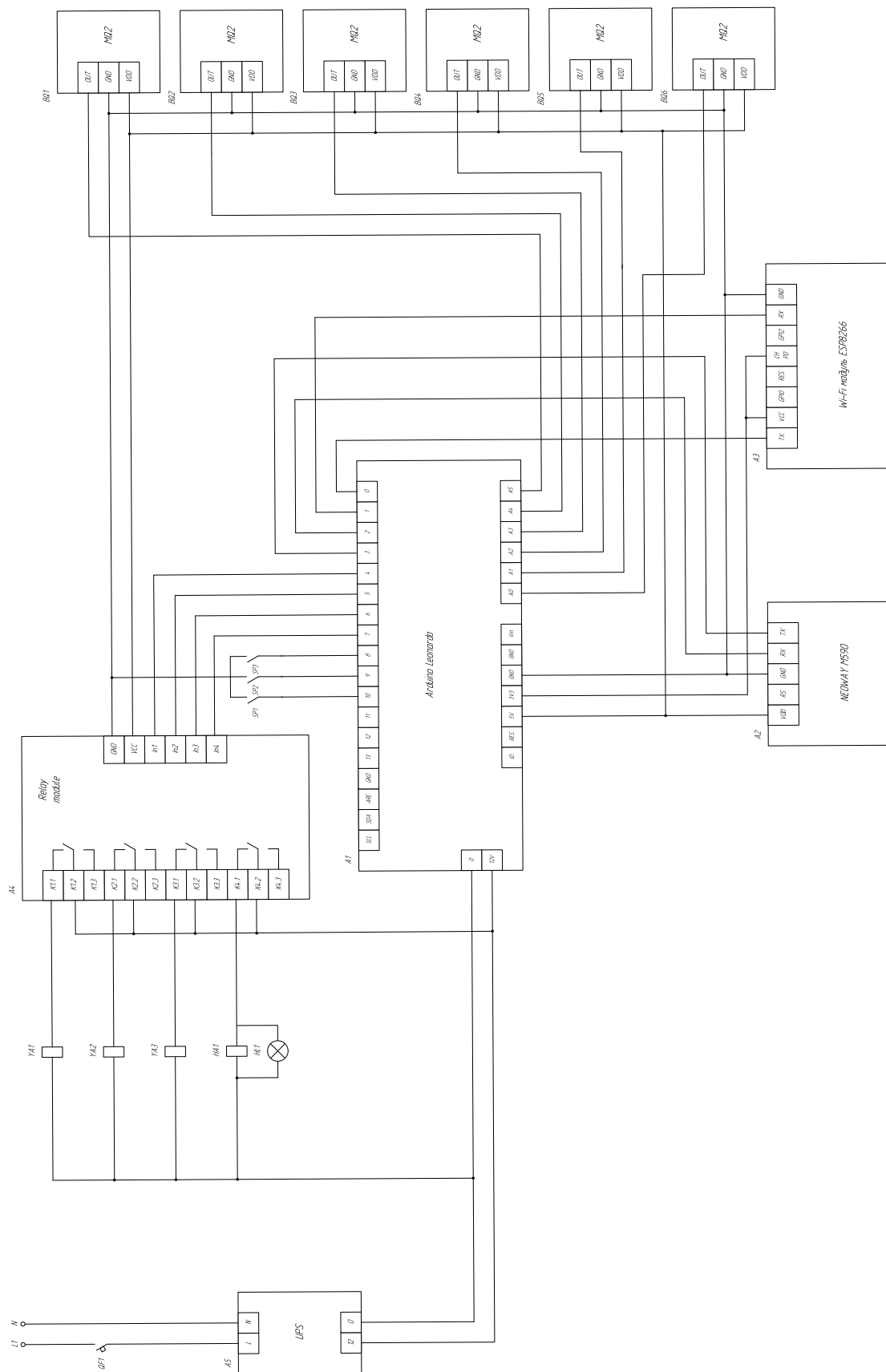


Рисунок 2.14 – Електрична принципова схема автоматизації пожежогасіння

2.8 Розрахунок надійності системи автоматизації

Надійність — це властивість елементів або систем виконувати задані функції в певних умовах експлуатації. Низька надійність систем призводить до зниження продуктивності, збільшення кількості обслуговуючого персоналу, затрат на ремонт і обслуговування.

На практиці використовують орієнтований розрахунок надійності по середньо груповій інтенсивності відказів елементів. В цьому випадку в якості вихідних даних використовуються значення інтенсивності відказів λ_i елементів різних груп і чисел N_i елементів які входять в систему. Сутність розрахунку зводиться до знаходження T_0 і вірогідності безвідказної роботи $P(t)$. Порядок розрахунку наступний

1 Елементи спроектованої системи розбивають на групи приблизно з однаковими інтенсивностями відказів і підрахунку кількості елементів N_i в кожній групі.

2 По табличним інтенсивностям відказів встановлюють значення λ_i кожної групи елементів.

3 Розраховують добуток $\lambda_i N_i$ які характеризують долю відказів вносимих елементами кожної групи в загальну інтенсивність відказів системи.

4 Визначають загальну інтенсивність відказів системи [4, ст182.]:

$$\lambda_c = \sum_{i=0}^{i=c} N_i \lambda_i \quad (2.1)$$

5 Розраховуємо час напрацювання на відказ T_0 [4, ст183.]:

$$T_0 = 1/\lambda_c \quad (2.2)$$

6 Визначаємо вірогідність безвідмовної роботи системи [4, ст184.]:

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_0}} \quad (2.3)$$

Таблиця 2.3- Розрахунок надійності схеми управління пожежогасінням

Найменування	Кількість	Відмова одного елемента, $\times 10^{-6}$	Загально групова відмова, $\times 10^{-6}$
Контролер управління	1	1,3	1,3
Модуль Wi-Fi	1	1,2	1,2
Блок UPS	1	142,	142,
Модуль GPS	1	2,6	2,6
Релейний модуль	1	6,4	6,4
Датчики	6	8,2	492,
Автоматичний вимикач	1	6,4	6,4
Датчик тиску	3	5,2	156,
Елементи сигналізації	2	4,83	9,66
Загальна інтенсивність відмов			106,56

$$T_{0,561/10} = \lambda \times 9384,38 = 6 \times 10 \text{ год.}$$

Будуємо номограму управління пожежогасінням:

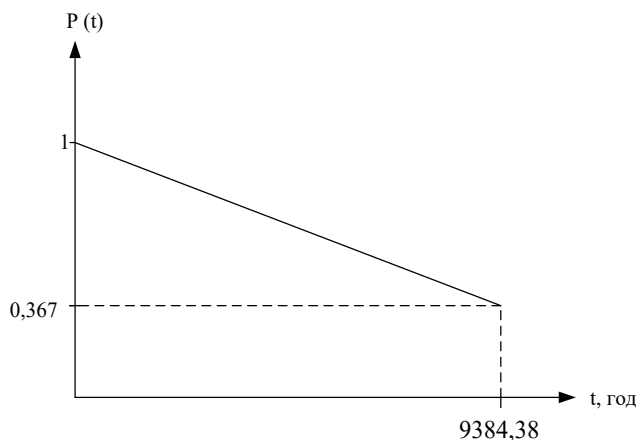


Рисунок 2.15 - Номограма безвідмовної роботи схеми управління пожежогасінням

2.9 Розрахунок перерізу та вибір марки проводів (кабелів)

Для підключення кіл управління на основі контролера Arduino Leonardo будемо використовувати рекомендований кабель 10-ти провідний з різнокольоровою ізоляцією типу 28 AWG. Він використовується для з'єднання в

колах управління, підключення цифрових схем, а також для монтажу IDC або інших обжимних конекторів. Шлейф можливо легко розділити на окремі проводи або стрічки з меншою кількістю жил.

Тип кабелю: плоский шлейф;

Шаг провідників: 1.18 мм;

Перетин: 0.08 кв.мм (28AWG);

Матеріал ізоляції: ПВХ;

Номинальна напруга: до 250 В;

Матеріал жили: мідь, багатожильний;

Умови експлуатації: от -20 до +95 °С.

Підключення датчиків та інших елементів буде здійснюватись за допомогою звітої пари, для підключення датчиків котрі використані в даній схемі нам необхідно три жили.

Для монтажу інших елементів в схемі управління (сигналізація, автоматичний вимикач) будемо використовувати монтажний кабель ПВ1 перетином 1,5 мм².

- Струмopровідна жила: Мідна
- Кількість жил, штук: 1 (одна);
- Зовнішній діаметр проводу: 2,8 мм
- Поперечний переріз жили: 1,5 мм²;
- Ізоляція жили: ПВХ пластикат.

2.10 Розрахунок перерізу проводу для електромагнітних клапанів

У системі автоматичного пожежогасіння застосовуються електромагнітні клапани, які керуються подачею напруги постійного струму 12 В. Для забезпечення стабільної роботи цих елементів особливо важливо правильно обрати переріз проводу, щоб уникнути надмірного падіння напруги та запобігти перегріву провідника під час тривалого навантаження.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		40

Загальний номінальний струм всієї системи на етапі вибору автоматичного вимикача був розрахований по мережі 220 В. Проте для розрахунку перерізу проводу ми працюємо з низьковольтним живленням 12 В після ДБЖ, де струми значно вищі.

1. Загальний струм навантаження

$$I = 3 \cdot 0, \quad \text{де } 0=1,$$

Напруга живлення: 12 В DC

Допустиме падіння напруги: не більше 5% від 12 В

$$\Delta U = 0,05 \cdot$$

Довжина проводу 30 м

Питомий опір міді

$$\rho = 0,0175 \text{ Ом}$$

Для обчислення перерізу проводу при подачі постійного струму використовується наступна формула:

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{\Delta U}$$

S—проводу, мм²

P—питомий опір матеріалу (міді)

L—довжина одного напрямку проводу, м

I—струм у провіднику, А

ΔU—допустиме падіння напруги, В

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		41

$$S = \frac{2 \cdot 0,}{0}$$

Згідно з нормами електропостачання (ПУЕ, ДБН), рекомендується округлювати значення в бік більшого стандартного номіналу. Тому обираємо найближчий більший стандартний переріз — 1,5 мм².

Для надійної та безпечної роботи електромагнітних клапанів у системі пожежогасіння рекомендовано використовувати мідний провід ПВ1 з перерізом не менше 1,5 мм².

Це забезпечує відповідність електротехнічним нормам, знижує теплові втрати та гарантує стабільну роботу системи навіть за умов аварійного живлення від ДБЖ.

2.11 Розрахунок розмірів, вибір щита (пульт, панелі) та розробка виду загального

В даному дипломному проєкті використовується нестандартне проєктне рішення по автоматизації системи пожежогасіння на базі Arduino Leonardo тому для монтажу елементів схеми управління будемо використовувати захисний металевий корпус виготовлений на замовлення за розмірами приведеними на рис. 2.15.2 – 13.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ док-м	Підпис	Дата		42

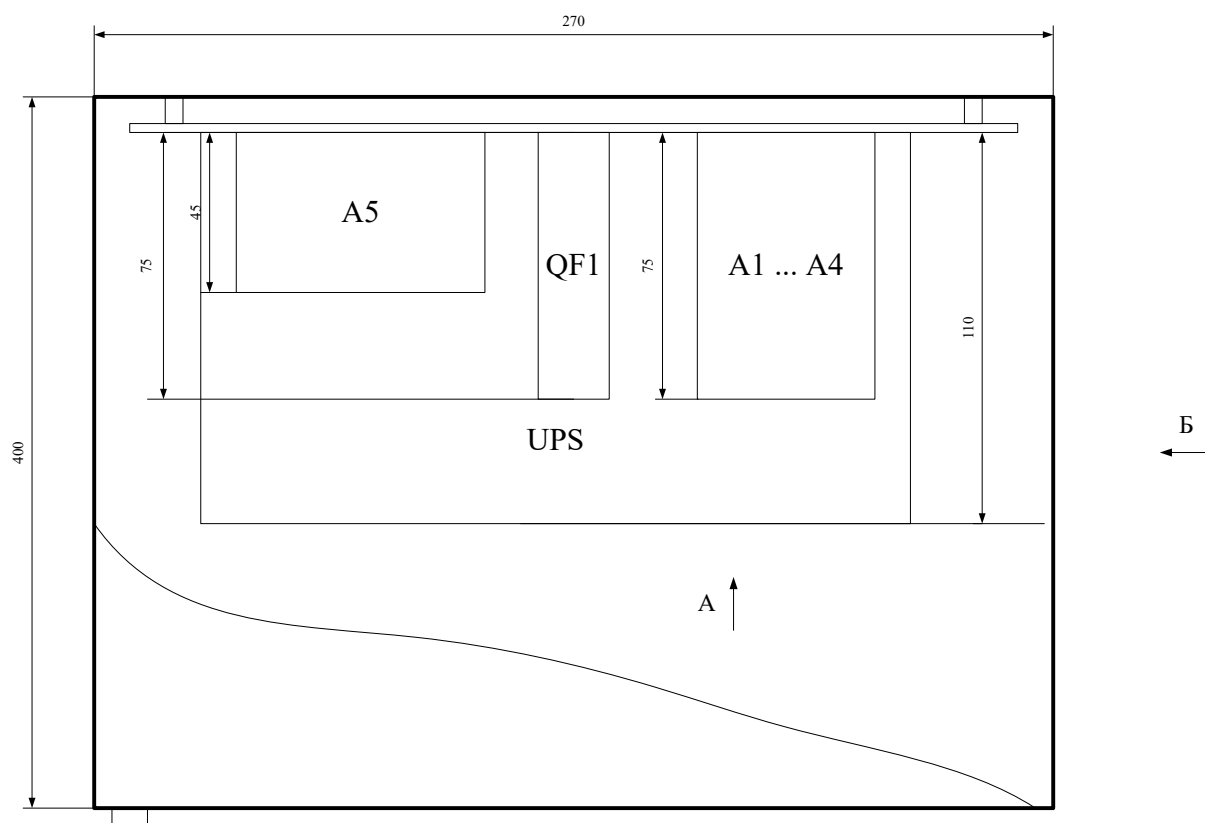


Рисунок 2.16 – Боковий вигляд щита системи автоматичного пожежогасіння

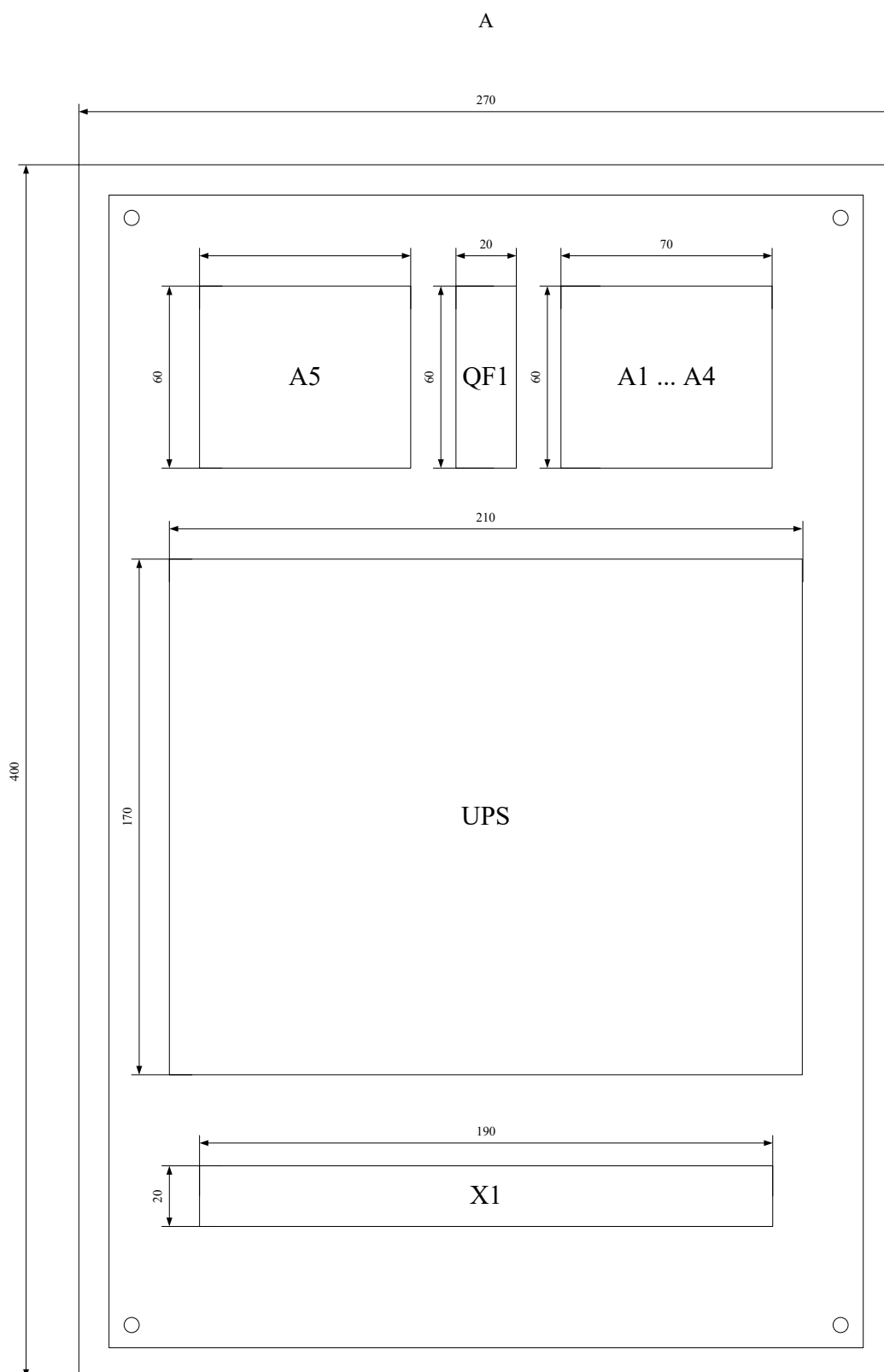


Рисунок 2.17 – Схема монтажної панелі системи автоматичного пожежогасіння

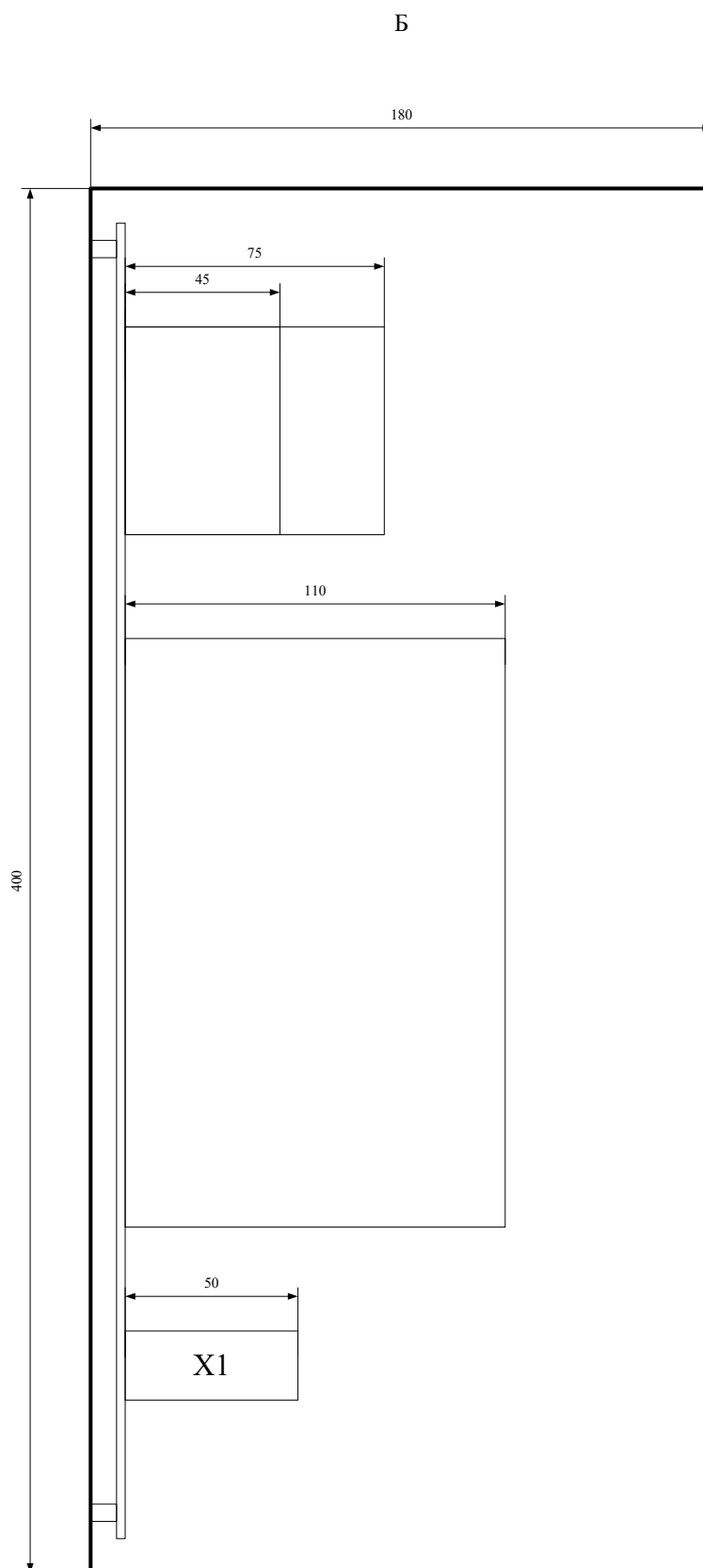


Рисунок 2.18 – Схема щита управління системи автоматичного пожежогасіння

					ЛП 1А1 АЛ2 А22 П2	Днк
						45
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		

2.12 Розробка схеми електричної з'єднування

Схема електричних з'єднань автоматизованої системи пожежогасіння показує з'єднання між сполучними елементами приладів і пристроїв. Схеми можуть виконуватися графічним, адресним чи табличним методом. На схемі показують контури приладів без розмірів, але наочно показують місце взаємного розташування. У середині контуру зверху записують позиційне позначення приладу.

На схемах з великим числом приладів останні нумерують ліворуч праворуч і зверху вниз у такому порядку, у якому вони знаходяться. Тоді прилади позначаються у вигляді дробів: чисельник - номер на схемі, знаменник - позиційне позначення. У середньому контурі показують схему приладу чи його умовну позначку.

Також показують сполучні клеми у вигляді колодки діаметром 2 мм. Якщо прилад має заводське маркірування клем, то їх показують кружками $d=(6.8..)\text{мм}$. У середині проставляють заводське маркірування клем. Якщо клеми об'єднані в кілька колодок, то їх розміщують так, як вони взаємо розташовані на корпусі приладу. Над малюнком клеми ставлять номер приладу, що до неї підходить. Усі розгалуження електричних вузлів роблять на клемах. При цьому потрібно мати на увазі, що до однієї клеми приєднують не більше 2 проводів.

Від клем роблять відводи по 12-10 мм і над ними пишуть адреси приладу, куди йде даний провід, позиційне позначення чи номер приладу за монтажною схемою і його позиційне позначення. У спеціальній таблиці чи в примітках дають зведення про провід.

Схеми, розроблені адресним способом, легко читаються. Але вони утрудняють перебування числа проводів у джгуті в процесі проектування. Ця ситуація веде до того, що в процесі монтажу з метою спрощення роботи мають місце відключення від схеми.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		46

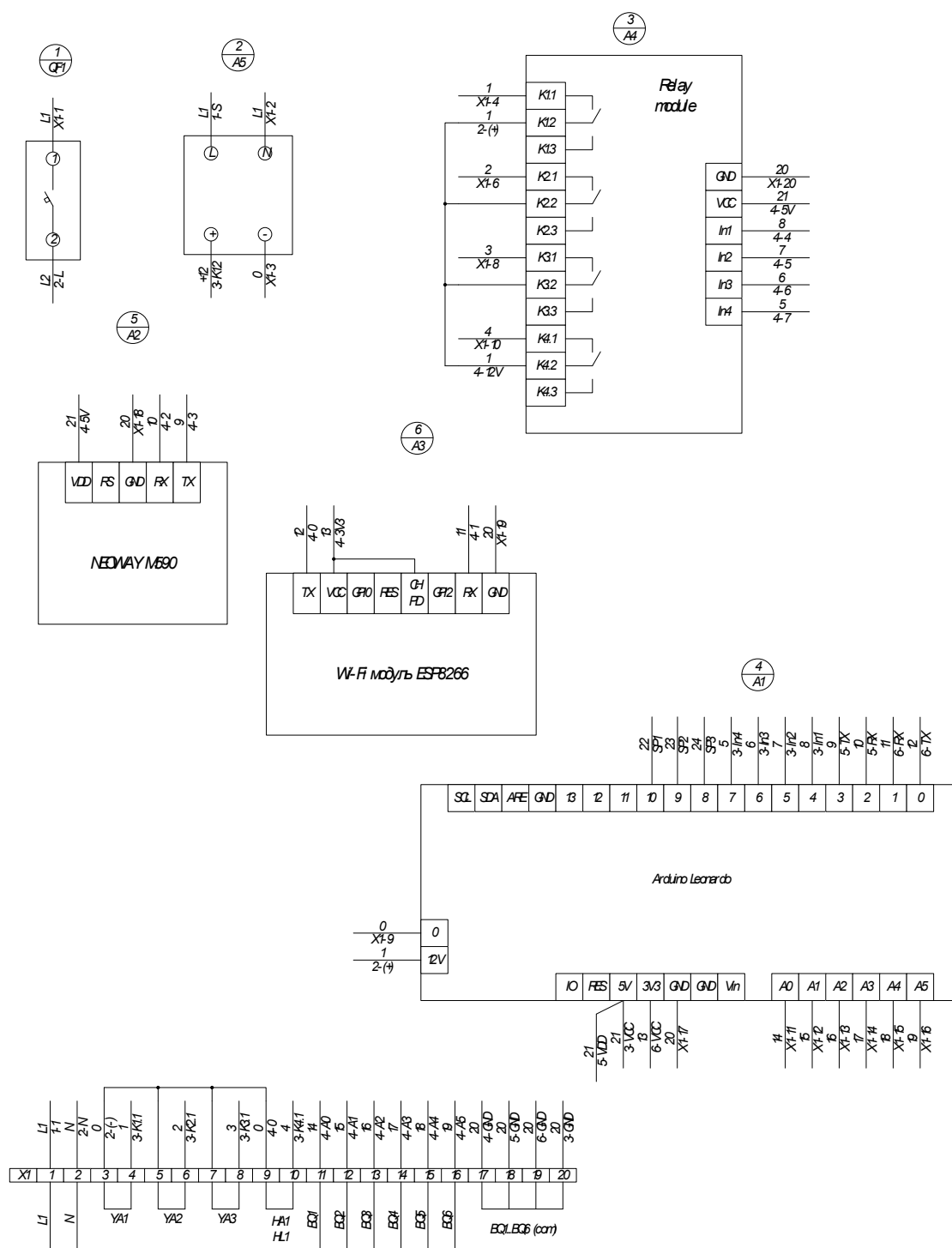


Рисунок 2.19 – Електрична схема з'єднань системи автоматичного пожежогасіння

2.13 Розробка схеми, розрахунок і вибір заземлюючих пристроїв

Заземлювач характеризується опором, що навколишня земля робить стікаючому з його струму.

Ґрунт мінерального або органічного походження, у якому відбувається розтікання струму з заземлювача, має в сухому стані незначну електропровідність твердої основи. Однак різні солі і кислоти, що утримуються в землі, при наявності вологи створюють електроліти, що і визначають в основному електропровідність землі. Чим менше розміри часток ґрунту, тим більше його вологоємність. Пісок має пористу структуру, бідний електролітами і має дуже малу вологоємність, глина і перегній мають колоїдну будівлю часток, значну вологоємність, багаті електролітами і кращі для розміщення заземлювачів.

У відповідності до вимог ПУЕ допустимий опір розтіканню струму в заземленні R_z для мереж з напругою до 1000 В складає 4 Ом.

Алгоритм розрахунку заземлення приведено нижче.

1. У відповідності до вимог ПУЕ визначаємо допустимий опір розтіканню струму в заземленні: $R_z = 4$ Ом (для мереж з напругою до 1000 В).

2. Визначаємо питомий опір ґрунту, $\rho_{\text{табл}} = 2000$, який рекомендовано для розрахунків, Ом·см :

Таблиця 2.4 - Приблизні значення питомих опорів, $\rho_{\text{табл}}$.

Ґрунт	Значення, які рекомендуються для розрахунків Ом·см
Пісок	70000
Глина	30000
Суглинок	10000
Супісок	4000
Чорнозем	2000
Торф	2000

3. Визначаємо підвищувальні коефіцієнти для труб вертикальних заземлювачів $K_{П.С}=4$ та для з'єднувальної полоси $K_{П.Т}=1,7$ які враховують зміну опору ґрунту в різні пори року залежно від наявності опадів:

Таблиця 2.5 - Значення підвищувальних коефіцієнтів $K_{П.Т}$ та $K_{П.С}$ за кліматичними зонами

Кліматична зона	Тип заземлювачів	
	Горизонтально прокладені заземлювачі (полосові та ін.) при глибині від поверхні ґрунту $h_f=0,8$ м, $K_{П.С}$	Стрижневі вертикально встановлені заземлювачі при глибині від поверхні землі $h_b=0,8-0,5$ м, $K_{П.Т}$
I	4,5-7	1,2-8
II	3,5,4-5	1,8,1-6
III	2,5-4	1,6,1-4
IV	1,5-2	1,4,1-2

4. Знаходимо питомий розрахунковий опір ґрунту для вертикальних електродів (труб або стрижнів) з урахуванням несприятливих умов за допомогою підвищувального коефіцієнта:

$$\rho_{розр.т.} = \rho_{табл} \cdot K_{П.Т.} = 2000 \cdot 4 =$$

5. Визначаємо питомий розрахунковий опір ґрунту для горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги):

$$\rho_{розр.п.} = \rho_{табл} \cdot K_{П.С.} = 20 \cdot 4 = 80 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

6. Розраховуємо відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача:

$$t = h_3 + \frac{l_{тр}}{2} = 80 + \frac{250}{2} = 205, \text{ см.}$$

7. Знаходимо опір розтіканню струму для одиночного вертикального заземлювача, який розташований нижче від поверхні землі:

$$R_{розр.т.} = 0,366 \sqrt{\frac{\rho_{розр.т.}}{t}} = 0,366 \sqrt{\frac{8000}{205}} = 24,1 \text{ Ом}$$

8. Визначаємо відстань між вертикальними заземлювачами $h_{ст}$ із співвідношення $c = \frac{L_{ст}}{l_{тр}}$. Для стаціонарних заглиблених заземлювачів це співвідношення береться таким: $c = 1$.

$$L_{ст} = l_{тр} \cdot c = 250 \cdot 1 = 250,$$

9. Розраховуємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування:

$$n_T = \frac{R_{розр.Т.}}{R_3} = \frac{24,1}{4} = 6,02, шт.$$

Результат розрахунку округлюємо до найближчого цілого числа - 6.

10. Знаходимо коефіцієнт екранування труб $\eta_{Е.Т}$ 0,68= при числі труб n_T :
Таблиця 2.6 - Коефіцієнт екранування вертикальних заземлювачів.

Кількість вертикальних заземлювачів, n_T , шт.	Коефіцієнт екранування вертикальних заземлювачів, $\eta_{Е.Т}$
2	0,85
3	0,78
5	0,7
10	0,59
15	0,55

11. Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$n_{Т.Е.} = \frac{R_{розр.Т.}}{R_3 \cdot \eta_{Е.Т}} = \frac{24,1}{4 \cdot 0,68}$$

Результат розрахунку округлюємо до найближчого цілого числа - 9.

12. Знаходимо розрахунковий опір розтіканню струму при взятому числі вертикальних заземлювачів $n_{Т.Е.}$:

$$R_{розр.n_{Т.Е.}} = \frac{R_{розр.Т.}}{n_{Т.Е.} \cdot \eta_{Е.Т}} = \frac{24,1}{8,86 \cdot 0,68} = 4 \text{ Ом.}$$

13. Знаходимо довжину з'єднувальної смуги:

$$L_{з.с.} = 1,05 \cdot L_{ст}(n_{Т.Е.} - 1) = 1,05 \cdot 250 \cdot 8,86 - 1$$

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
						51
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		

14. Визначаємо опір розтіканню струму в з'єднувальній смузі:

$$R_{з.с.} = 0,366 \frac{\rho}{b_c \cdot h_3}$$

де h_3 – глибина заглиблення вертикальних заземлювачів, см;

b_c – ширина з'єднувальної смуги, см.

15. Знаходимо коефіцієнт екранування для з'єднувальної смуги $\eta_{Е.З.С.}$

Таблиця 2.7 - Коефіцієнт екранування з'єднувальних смуг $\eta_{Е.З.С.}$ при розташуванні заземлювачів в ряд (чисельник) чи по чотирикутному контуру (знаменник).

Кількість вертикальних заземлювачів	4	5	6	10	20	30	50	60	100
Коефіцієнт екранування з'єднувальних смуг $\eta_{Е.З.С.}$	$\frac{0,77}{0,45}$	$\frac{0,74}{0,4}$	$\frac{0,67}{0,45}$	$\frac{0,62}{0,34}$	$\frac{0,42}{0,27}$	$\frac{0,31}{0,24}$	$\frac{0,21}{0,21}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{0,19}{0,19}$

16. Визначаємо розрахунковий опір для розтікання електричного струму в з'єднувальній смузі з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$R_{розр.С.} = \frac{R_{з.с.}}{n_{Е.С.} \cdot \eta_{Е.З.С.}} = \frac{2,67}{1 \cdot 0,77} = 3,47 \text{ Ом}$$

де: $n_{Е.С.}$ – дорівнює 1.

17. Знаходимо загальний розрахунковий теоретичний опір розтіканню струму від вертикальних заземлювачів та з'єднувальної смуги:

$$R_{заг.роз.} = \frac{1}{\frac{1}{R_{розр.Т.}} + \frac{1}{R_{розр.С.}}} = \frac{1}{\frac{1}{24,1} + \frac{1}{3,98}} = 3,42 \text{ Ом}$$

Отриманий результат порівнюємо із допустимим за вимогами ПУЕ значенням опору розтіканню струму в заземленні: $R_{доп} = 4 \text{ Ом}$.

2.14 Розробка правил монтажу

Монтаж приладів на щитах виконують після завершення будівельних робіт, після монтажу зовнішніх проводок. Прилади та апарати групують за об'єктами та змінними параметрами. В центральній частині щита встановлюють прилади для управління найбільш важливим параметром або прилад найбільшого розміру. На внутрішній стороні щита встановлюють джерела живлення, апаратуру захисту та інші безшкальні прилади, а також не оперативні прилади та допоміжні пристрої. В середині щита встановлюють освітлювальну арматуру і розетки для підключення електрофіційного інструменту. Прилади та апарати не повинні заважати установці і обслуговуванню приладів лицьової сторони щита. Після встановлення приладів у щиті до них приєднують електричні проводки згідно з проєктною документацією. Провідники в місцях приєднання до приладів та клемних наборів, а також прилади маркірують згідно з монтажною схемою.

Заземленню підлягають щити до яких підведена напруга більше 36 В та всі прилади, що в них встановлені. Заземлюючий стальний провід діаметром 5 мм або профільний прокат з товщиною стінок 2 мм приварюють до щита, або з'єднуються болтами. При цьому місця з'єднань повинні забезпечувати хороший електричний контакт. Під одним зі з'єднувальних болтів зачищають щит до металічного блиску, а місце з'єднання покривають без кислотним вазеліном. Опорні рами щитів, дверцята, поворотні рами та інші рухаючи елементи мають спеціальні вузли для приєднання заземлюючого провідника –

приварюємі скоби з отворами М8. Вузли заземлення повинні мати не стираємий знак "Земля" в процесі експлуатації. Для цих цілей можуть використовуватись и отвори в каркасі, рейках.

Кріплення заземлюючого провідника виконується болтом М8 з обов'язковим використанням пружинних шайб та інших приладів виключаючи само відкручування. В якості заземлюючих провідників для з'єднання рухомих

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Пілпис	Дата		53

металоконструкцій використовують мідний гнучкий провід січенням не менше 2,5 мм².

Прокладка електричних проводок включає наступні операції: розмітку траси; прокладку борозд, встановлення закладних елементів та інші будівничі роботи; заготовку захисних труб; встановлення труб, арматури, кріплень, зажимних труб та інших металічних деталей проводки; розділка, зрощування та окінцювання жил, приєднання жил до затискачів апаратів; окраску захисних труб та кріплень; маркування жил та проводок; випробування.

Послідовність розмітки траси; спочатку відмічають місця установки обладнання електрофітінгів, з'єднувальних коробок, місця поворотів траси, проходів через перекриття та стіни. Потім намічають місця встановлення кріплень – в крайніх точках: біля вводу в апарати та на поворотах; на прямолінійних ділянках кріплення встановлюють на рівній відстані одне від одного. Для розмітки траси проміняють універсальний інструмент (метри, рулетки та інше), а також геодезичні прилади. Підготовка траси заключається в установці кріплень, пробивці борозд та проємів.

Кріплення на будівельних конструкціях кріплять цвяхоподібними дяделями, котрі забивають в кладку будівельно-монтажним пістолетом. Для кріплення пластмасових кріплень, а також у випадках, коли застосування пістолетів заборонено, застосовують розпірні дюбелі. В кладці свердлять кругле гніздо, в котре вставляють розпірну втулку-дюбель. В неї вкручують шуруп, який тримає закріплену деталь.

В сухих приміщеннях кріплення проводок можуть бути приклеєними до бетонних, чи металічних поверхонь за допомогою клею на базі синтетичних смол. Борозни пробивають ударним пневматичним інструментом або проміняють електрообладнання чи бороздофрезерні пристрої.

Обробка захисних труб включає очистку, окраску, різку, обробку різьб та гнуття. Окрашають труби бітумним лаком, методом окунання їх у ванну. Розрізають труби на маятникових дискових пилах. Для нарізання різьби

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		54

застосовують токарні станки спрощеного типу. Труби та інші сталі вироби кріплять та з'єднують між собою за допомогою різьбових з'єднань або зваркою з відповідністю до конструкції проводки. Затягують провід в трубу після її закріплення. Для цього в трубу вставляють поршень з прив'язаною капроною ниткою. Потім з допомогою приладу у трубу подають стиснуте повітря. Під дією стиснутого повітря поршень переміщується по трубі і протягує за собою нитку. Коли поршень вийде із труби, до нитки прив'язують трос та протягують його через трубу. На кінець тросу кріплять головку для закріплення жил.

Зрощують та розгалужують проводу в коробках чи арматурі. Проводу, прокладені у трубі, не повинні мати зрощувань. Зрощують проводку скруткою, пайкою або опресовкою чи зваркою. Місце з'єднання закривають пластмасовим ізоляційним ковпачком або наклеюють ізоляційну стрічку. Прокладка кабелю здійснюється в відповідності до конструкції проводки. По кабельним конструкціям кабель прокладають без натяжки з %3-2-ною стрілою підвісу, рівномірно розташованою по всій довжині проводки між опорами чи точками кріплення. Зрощують кабелі в спеціальних свинцевих чи пластмасових муфтах. Зрощування допускається, якщо довжина проводки перевищує будівельну довжину кабелю. Після того як проклали проводу визначають кінці кожного проводку чи жили.

2.15 Розробка правил налагодження та експлуатації системи автоматизації

Для автоматичних систем пожежогасіння, пожежної сигналізації та оповіщення існують «Правила приймання і контролю. Методичні вказівки» [12, ст221.]. В них викладені основні вимоги, що визначають ефективність і безпека автоматичних систем пожежогасіння (АПТ), автоматичних систем пожежної сигналізації (АПС) та автоматичних систем оповіщення та управління евакуацією під час пожежі (СОУЭ).

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докum	Піппис	Лата		55

Готовий об'єкт до здачі чи ні – складається акт випробування системи. У ньому указуються всі недоліки, список яких може бути нескінченним. В цьому разі сенс акта – пред'явити замовнику хоч якийсь результат і оформити документально. На підставі цього акта підрядник повинен у визначений термін усунути зауваження і знову пред'явити об'єкт до здачі. Червона стрічка перерізана, бенкет закінчено, гості роз'їхалися. Можна здавати об'єкт системами (а точніше, частинами). Тобто здаються системи в окремих спорудах: будівлях, ангарах. Тому, проєктуючи систему, важливо будувати її гнучкою, щоб вона працювала незалежно від того, підключене обладнання в інших будівлях чи ні.

Щоб уникнути пуску установки пожежогасіння її випробування проводяться при відключеному живленні від модулів газового пожежогасіння, а замість модулів, що підключаються імітатори. При випробуванні системи здійснюється:

- перевірка автоматичного, місцевого (ручного) і дистанційного пуску установки;
- перевірка відключення і відновлення автоматичного пуску установки;
- перевірка формування сигналів і команд в зовнішні ланцюги;
- перевірка часу затримки випуску газу і включення пристроїв оповіщення про включення установки;
- перевірка автоматичного переключення електроживлення установки з основного джерела на резервний;
- перевірка працездатності приладів керування системи пожежогасіння.
- відповідальність за організацію експлуатації протипожежних систем покладається на керівників об'єктів. При цьому на підприємстві призначаються:
 - особа, відповідальна за експлуатацію установки;
 - черговий персонал для цілодобового контролю за працездатним станом установок.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		56

Черговий персонал повинен мати і заповнювати «Журнал обліку несправностей установки». Підприємство, що здійснює технічне обслуговування та ремонт протипожежних систем, повинен мати ліцензію МНС на «Монтаж, налагодження, ремонт і технічне обслуговування устаткування і систем протипожежного захисту».

Допускається проведення технічного обслуговування і ремонту фахівцями об'єкта, які мають відповідну кваліфікацію. У приміщенні диспетчерського пункту повинна бути інструкція про порядок дій чергового. Також на об'єкті повинна бути експлуатаційна документація, яка виконує служба експлуатації у відповідності з ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 і ДСТУ ГОСТ 2.612006-0.

2.16 Розробка плану-графіка виконання монтажних та пусконалагоджувальних робіт

План виробничих робіт складають на монтаж систем автоматики на підприємствах, при виконанні капітальних ремонтів і модернізації крупних технологічних об'єктів. План виробничих робіт складають на підставі проєктної документації і пов'язують із строками виконання будівельних чи ремонтних робіт, поставками та монтажем технологічного обладнання, а також із директивними термінами введення об'єкта в експлуатацію. План виробничих робіт складають у наступній послідовності: виділяють заготівельні роботи, виконані за межами будівельної площадки, потім – монтажні роботи, виконані на автоматизованому об'єкті; визначають об'єм робіт в фізичному та грошовому виразах і фонд заробітної плати;

Визначають терміни виконання кожного виду робіт, необхідність у робочій силі професіональний склад та кваліфікацію робітників; складають графік виконання робіт з урахуванням руху монтажних бригад; визначають витрату матеріалів та інструмента на весь об'єм робіт; визначають потрібність у механізмах станках та іншому обладнанні. Об'єм робіт визначають із переліку

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		57

по робочим кресленням та уточнюють по місцю монтажу. Отримані розрахункові дані про об'єм робіт вносять до відомості.

Дані о матеріалах та обладнанні визначають по специфікаціям та ціникам. Сумарні дані, які приведені в графах зарплата, та матеріали та обладнання приводять до графі загальна, де вказують загальну вартість кожного виду робіт. Потім підводять підсумки окремо по заготівельним та монтажним роботам, а потім їх сумують. Сумарні дані по графі загальна вартість визначають загальний об'єм робіт по об'єкту в грошовому виразі, а сумарні дані графі трудоміткість. Після заповнення відомості об'ємів робіт та складання графіків початку та кінця монтажних робіт з урахуванням строку вводу в експлуатацію об'єкту в цілому складають календарний план виконання окремих видів заготовчих та монтажних робіт.

Таблиця 2.8 - Найменування та трудомісткість монтажно налагоджувальних робіт автоматизованої системи пожежогашіння

№ п/п	Найменування робіт	Розряд роботи	Професія	Трудомісткість, людино-год.
1. Заготовчі роботи				
1	Виготовлення кріплення для датчиків	4	Сл.	4
2	Виготовлення щита управління	4	Сл.	6
2. Підготовчі роботи				
1	Встановлення щита управління	4	Сл.	7
2	Встановлення датчиків	4	Сл.	3
3. Монтажні роботи				
1	Підключення модулю wi-fi	4	Ем.	3
2	Підключення Arduino Leonardo	4	Ем.	6
3	Підключення плати реле	4	Ем.	4
4	Підключення автоматичного вимикача	4	Ем.	4
5	Підключення UPS	4	Ем.	4
6	Підключення електромагнітних клапанів	4	Ем.	4
7	Підключення сигналізації	4	Ем.	4
8	Підключення модулю GPC	4	Ем.	3
9	Підключення датчиків	4	Ем.	4

Продовження Таблиці 2.8

4. Пуско-налагодочні роботи				
1	Випробування електричних проводок	4	Н.	4
2	Подача живлення в схему управління	4	Н.	5
3	Завантаження програми в контролер Arduino Leonardo	4	Н.	5
4	Пробний пуск та наладка системи	4	Н.	5
5	Налаштування параметрів	4	Н.	5
Всього				80

Таблиця 2.9 – План-графік виконання монтажних робіт

№	Характеристика монтажних робіт			Монтаж									
	Найменування робіт	Кількість працівників	Трудомісткість, люд/ г	Травень									
				Число									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Транспортування елементів монтажу	1	4	X	X								
2	Вивчення особливостей об'єкта	1	2		X	X							
3	Розмітка розмірів	1	2			X	X						
4	Підготовка отворів для проводів	1	8				X	X					
5	Підготовка місця для щита	1	2					X					
6	Монтаж щита управління	1	4						X				

Продовження Таблиці 2.9

7	Встановлення силових кабелів	1	4							X				
8	Прокладка кабелів	2	7								X			
9	Встановлення датчиків, реле	1	4								X			
10	Монтування електрообладнання	1	2								X	X		
11	Підключення щита	1	2									X	X	
12	Підключення ввідного живлення	1	2										X	
13	Випробування електричних проводок	1	2											X
14	Налаштування реле	1	2											X
15	Пробний пуск та наладка системи	1	6							+				

3. ОХОРОНА ПРАЦІ, ПРОТИПОЖЕЖНА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

3.1 Аналіз умов праці і виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях

Підстерігати небезпека у вигляді різних негативних факторів нас може практично скрізь. Навіть на самих нешкідливих робочих місцях можна говорити про шкідливий вплив комп'ютерів, тривалої сидячої роботи і про багато іншого. Але в даному випадку хотілося б торкнутися шкідливих виробничих фактори, з якими люди стикаються на підприємстві «ГРІНТОП».

На багатьох заводах і фабриках виробництво пов'язане з постійним впливом на працівників несприятливих умов. Шкідливі та небезпечні виробничі фактори нерозривно пов'язані між собою. ВПФ — це ті фактори, які в результаті свого тривалого або короткочасного впливу на людину призводять до погіршення стану його здоров'я або до травми. На виробництвах з такими умовами праці різні нещасні випадки відбуваються досить часто.

ВПФ — це фактори, які, діючи на працівника, знижують його працездатність або призводять до різних захворювань, їх часто ще називають професійними хворобами. Варто зазначити, що межа між цими двома групами факторів досить умовна. При деяких умовах шкідливі виробничі фактори можуть стати небезпечними.

Класифікація шкідливих виробничих факторів.

Всі фактори на будь-якому підприємстві можуть мати різне походження.

Часто можна стикатися з несприятливими умовами праці, які виникають з вини керівництва. Це питання потребує особливої уваги з боку перевіряючих органів. Хочеться сподіватися, що велика частина небезпечних факторів має природне походження, і людині просто необхідно взяти всі заходи, щоб їх вплив був мінімальним.

Всі шкідливі виробничі фактори ДСТУ поділяє на наступні групи:

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
						61
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		

- Фізичні.
- Хімічні.
- Біологічні.
- Психофізіологічні, які поділяються на:
 - Психологічні небезпеки
 - Фізіологічні (ергономічні) небезпеки

Слід відзначити, що немає чіткої межі між шкідливими та небезпечними факторами, вона завжди умовна і в будь-який момент може бути зруйнована.

Джерела шкідливих хімічних факторів:

На виробництві завжди є технологічні процеси, обладнання, які є джерелом виділення ВПФ. До цих проваджень можна віднести:

- Очищення деталей за допомогою хімічних засобів.
- Фарбування устаткування.
- Зварювальні роботи.
- Процеси нанесення захисних антикорозійних покриттів.
- Обробку або переробку металів.

При здійсненні всіх цих процесів виділення шкідливих речовин неминуче, але, як правило, посилене їх утворення пов'язане з недотриманням технологій або невмілим їх використанням.

Фізичні фактори:

На багатьох виробництвах просто неможливо уникнути впливу деяких факторів. Серед них особливе місце займають:

- Температура, висока вологість і випромінювання.
- Електромагнітні поля.
- Лазерне і ультразвукове випромінювання.
- Вібрація.
- Сильний шум.
- Освітлення, яке може бути як занадто інтенсивним, так і недостатнім,

що однаково шкідливо для зору.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		62

- Вплив пилу і аерозолів.
- Працюючі частини обладнання.

Кожен фактор окремо начебто і не становить особливої небезпеки для здоров'я людини при короткочасному впливі. Але часто працівник перебуває тривалий час у їх оточенні, та ще відразу декількох, тому їх вплив стає цілком відчутним.

Шум і його вплив на людину:

На підприємствах, де в цехах стоять верстати та інше обладнання, без шуму, як правило, не обходиться. Постійно працює техніка видає гучні звуки, які можуть змінювати свою інтенсивність. Якщо людина змушений регулярно зазнавати такого впливу, то це негативно позначиться на його здоров'ї. Від сильного шуму починає боліти голова, підвищується тиск, знижується гострота слуху. Зрештою, від таких умов знижується працездатність, з'являється втома, знижується увага, а це вже може призвести до нещасного випадку. Керівники на подібних підприємствах повинні подбати про своїх працівників, щоб постаратися хоч трохи зменшити негативний вплив шуму на організм. Для цього можна використовувати:

- Глушники шуму.
- Індивідуальні засоби захисту, наприклад навушники, беруші.
- Виробляти звукоізоляцію галасливих місць з допомогою використання захисних кожухів, обладнання кабінок.
- Оздоблення приміщень звукопоглинаючими матеріалами.

Ці заходи допоможуть створити більш сприятливу обстановку для працівників.

Вплив вібрації та її усунення:

Вібрація входить в перелік шкідливих виробничих факторів. Її можна класифікувати по декількох категоріях:

- За способом передачі: загальна і локальна.
- По своєму напрямку: вертикальна і горизонтальна.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ док-м	Підпис	Дата		63

- По часу дії: тимчасова і постійна.

В результаті постійного впливу даного фактора починає страждати не тільки нервова система, а й опорно-рухова, і система аналізаторів. Робітники, які змушені працювати в таких умовах, часто скаржаться на головні болі, запаморочення, заколисування.

Якщо додати ще і вплив супутніх чинників, таких як вологість, висока температура, шум, то це тільки посилює шкідливий вплив вібрації. Для захисту від неї можна запропонувати наступні заходи:

- Заміна обладнання на більш технологічне.
- Використання м'яких покриттів на віброуючих частинах приладів або устаткування.
- Установка агрегатів на ґрунтовний фундамент.

До психофізіологічних факторів можна віднести тягар умов праці і його напруженість. Коли мова йде про важку працю, то мається на увазі:

- Велике навантаження на опорно-рухову, серцеву і дихальну системи.
- Величина статичного навантаження.
- Число однакових рухів.
- Величина вантажів, які доводиться піднімати.
- Поза робітника під час виконання процесу.

Під напруженістю роботи мається на увазі навантаження на нервову систему, органи почуттів. Сюди можна віднести тривалу розумову роботу, монотонність виконуваних процесів, емоційні перевантаження. Все це шкідливі виробничі фактори, які, якщо розібратися, практично кожен з нас на своєму робочому місці відчуває в тій чи іншій мірі.

3.2 Розробка організаційних і технічних заходів для забезпечення безпечних та комфортних умов праці на робочих місцях і захисту навколишнього середовища

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		64

На будь-якому підприємстві необхідно з метою створення сприятливих умов для працівників намагатися забезпечувати комфортну обстановку. Це стосується, насамперед, чистоти повітря у виробничих приміщеннях. Санітарно-гігієнічні служби розділяють основні шкідливі виробничі фактори на хімічні речовини та промисловий пил. Перші, в свою чергу, поділяються на:

- Промислові отрути, які часто знаходять своє застосування на виробництві.
- Отрутохімікати для сільського господарства.
- Лікарські препарати.
- Битову хімію.
- Отруйні речовини.

Велика кількість пилу також є актуальною проблемою гірничодобувної промисловості, металургійної, машинобудівної, сільського господарства. Негативний вплив пилу проявляється в тому, що вона здатна провокувати розвиток легеневих захворювань. На будь-якому підприємстві працівників виявляється вплив шкідливих виробничих факторів відразу з кількох груп, тобто комплексне. Саме тому питання забезпечення захисту від негативного їх дії стоїть достатньо гостро у виробничій сфері.

Часто буває так, що всі вжиті заходи не можуть забезпечити повністю безпечні умови праці, в цих випадках без застосування ЗІЗ просто не обійтися. Серед них можна виділити наступні категорії, які найбільш поширені у використанні:

- Від вібрації можуть бути: рукавиці, надолонники, рукавички. Так як такий захист може знижувати ефективність праці за незручності роботи, то треба передбачати додаткові перерви.
- Навушники від шуму. Але вони можуть знижувати здатність людини орієнтуватися в просторі, провокувати головні болі через здавлювання.
- Респиратори і протигази. Тривалий час працювати в них дуже складно і незручно, тому слід шукати альтернативні засоби захисту.

Можна зробити висновок про те, що засоби індивідуального захисту, з одного боку, зменшують вплив шкідливих факторів, а з іншого — можуть створювати іншу небезпеку для здоров'я працівника.

Заходи безпеки спрямовані, насамперед, на те, щоб шкідливі виробничі фактори не чинили небезпечний вплив на людину. З цією метою на будь-якому підприємстві в обов'язковому порядку повинен проводитись інструктаж з безпеки. Дата проведення, зміст фіксуються у спеціальному журналі за підписом усіх проінструктованих і того, хто провів цей інструктаж. Всього можна виділити кілька різновидів такої роботи:

- Вступний інструктаж. Його проводять в обов'язковому порядку з прийнятими на роботу особами. Тут не має значення ні вік, ні стаж або посаду.
- Первинний. Здійснюється вже на своєму робочому місці, проводить його зазвичай майстер або керівник даного відділу або цеху.
- Повторний. Проводиться для всіх без винятку працівників через кожні півроку.
- Позаплановий. Його проводять, якщо:
 - Змінилися правила.
 - Змінився технологічний процес.
 - Придбали нове обладнання.
 - Були виявлені випадки порушення працівниками правил техніки безпеки.
- Після тривалих перерв у роботі.

Досить часто можна зустріти на практиці ситуацію, коли працівникам просто дають розписатися в журналах з техніки безпеки без проведення інструктажу. Це просто неприпустимо. Будь-який нещасний випадок у цій ситуації буде повністю лежати на совісті таких недбайливих керівників, які працюють тільки для галочки.

3.3 Пожежна безпека та профілактика

При проектуванні і будівництві виробничих будівель і споруд необхідно враховувати категорію приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Визначення категорії приміщення проводиться з урахуванням показників пожежевибухонебезпечності речовин та матеріалів, що там знаходяться, та їх кількості.

Відповідно до положень ДСТУ Б В.1.2016:36-1 «Системи протипожежного захисту. Визначення категорій приміщень, будівель та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»:

Приміщення, де зберігаються, транспортуються або використовуються горючі гази, легкозаймисті та горючі рідини з температурою спалаху до 61 °С, пил або волокна, що утворюють вибухонебезпечні суміші з повітрям, а також речовини, які можуть вибухати за умов нормального виробничого середовища або під час аварій, належать до категорії А (вибухонебезпечна).

Категорія Б (вибухопожежонебезпечна) включає приміщення, у яких можуть виникати вибухонебезпечні середовища внаслідок утворення аерозольних сумішей горючого пилу або волокон з повітрям, або ж за наявності горючих рідин із температурою спалаху від 61 °С до 100 °С.

Категорія В (пожежонебезпечна) охоплює приміщення, де перебувають значні кількості твердих горючих речовин та матеріалів, а також рідин з температурою спалаху понад 100 °С, за умови, що не утворюються вибухонебезпечні середовища.

Приміщення категорії Г використовуються для зберігання або обробки негорючих речовин та матеріалів у гарячому, розплавленому стані, а також обладнання, що споживає горючі рідини, газ або тверде паливо для виробництва енергії, без утворення вибухонебезпечного середовища.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		67

До категорії Д належать приміщення з негорючими речовинами, що перебувають у холодному стані, та технологічне обладнання, яке не створює загрози загоряння або вибуху.

Класифікація будівельних матеріалів та конструкцій за реакцією на вогонь, що використовується під час проектування, регламентується вимогами ДСТУ EN2015:1-13501 .

Головним заходом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний вибір і експлуатація обладнання у вибухо- і пожежебезпечних приміщеннях. Класифікація пожежебезпечних та вибухонебезпечних зон визначається НПАОП 4001-32.1-1. “Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок”.

Характеристика пожеже- та вибухонебезпеки може бути загальною для усього приміщення або різною в окремих його частинах. Це також стосується надвірних установок і ділянок територій. Приміщення, або їх окремі зони поділяються на пожежебезпечні та вибухонебезпечні.

Залежно від класу зони здійснюється вибір виконання електроустановок таким чином, щоб під час їх експлуатації виключити можливість виникнення вибуху або пожежі від теплового прояву електроструму.

Пожежебезпечна зона – простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

Класифікація пожежебезпечних зон

Пожежебезпечна зона класу П-I – простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, яка має температуру спалаху більше +61°C.

Пожежебезпечна зона класу П-II – простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		68

Пожежонебезпечна зона класу П-Па – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Пожежонебезпечна зона класу П-ІІІ – простір поза приміщенням, в якому знаходяться горюча рідина, яка має температуру спалахування понад +61°C або тверді горючі речовини.

Горюче середовище є обов'язковою передумовою виникнення пожежі. Пожежі або вибухи в будівлях та спорудах можуть виникати або через вибух устаткування, що в них знаходиться, або внаслідок пожежі чи вибуху безпосередньо в приміщенні, де використовуються горючі речовини та матеріали. Залежно від агрегатного стану та ступеня подрібненості речовин, горюче середовище може утворюватися твердими речовинами, легкозаймистими та горючими рідинами, горючим пилом та горючими газами.

Тверді горючі речовини, що зберігаються у приміщеннях та на складах, застосовуються у технологічному процесі, утворюють разом із повітрям стійке горюче середовище. Вони, як правило, не ізолюються від кисню повітря і можуть горіти безпосередньо у будівлях, приміщеннях, машинах та апаратах. Прикладами можуть бути паперові та книжкові фабрики, деревообробні комбінати, швацькі підприємства, склади та квартири.

При проведенні аналізу пожежної небезпеки такого середовища слід враховувати кількість матеріалів, інтенсивність та тривалість можливого горіння.

При обробці ряду твердих речовин (деревини, ін.) утворюється горючий пил, який перебуває у зваженому стані в повітрі або осідає на будівельних конструкціях, машинах, устаткуванні. При цьому як у першому, так і в другому випадку пил знаходиться в повітряному середовищі.

Таким чином, у суміші з повітрям горючий пил утворює горюче середовище підвищеної небезпеки, а також може вибухати.

Горюче середовище у приміщеннях виникає в разі виходу пилу через нещільності апаратів та трубопроводів, а всередині апаратів та трубопроводів –

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		69

коли співвідношення горючого пилю з повітрям складає вибухонебезпечну концентрацію.

Під час аналізу пожежної небезпеки технологій, в яких спостерігається утворення горючого пилю, слід додатково встановлювати його походження (органічний чи неорганічний), розмір частинок (ступінь здрібнення) та умови його займання та горіння (в окремих випадках – і вибуху).

Під час аналізу пожежовибухонебезпеки технологічного устаткування необхідно також оцінювати можливість утворення вибухонебезпечного середовища при параметрах стану, відмінного від нормального.

- вогнегасні речовини і апарати пожежогасіння;

Гасіння пожежі полягає у припиненні процесу горіння. Існують такі способи припинення горіння:

- охолодження зони горіння або речовин, що горять;
- зниження швидкості реакції окислення за рахунок розбавлення реагуючих речовин;
- ізоляція речовин, що горять, від зони горіння;
- хімічне гальмування реакції окислення.

Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів, які можна поділити на:

- охолоджуючі (вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота та інші);
- розбавляючі (вуглекислий газ, водяна пара, інертні гази та інші);
- ізолюючі (хімічна та повітряно-механічна піна, вогнегасні порошки, пісок та інші);
- засоби хімічного гальмування горіння (брометил, хладон, склад 3,5 та інші).

До первинних засобів гасіння пожежі відносять переносні (не більше 20 кг) та пересувні (не більше 450 кг) вогнегасники (типу ВВП-10; ВВ2-; ВП2-; ВАХ-0,5), внутрішні пожежні крани, відра, бочки з водою, лопати, ящики з

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		70

піском (об'ємом не менше 0,5 м³), кошма, лом, гак, багор, сокири, а також пожежний інвентар. (пожежний щит – фарбується у білий колір з червоною кайомкою).

Первинні засоби пожежогасіння застосовують при ліквідації невеликих загорань до приведення в дію стаціонарних засобів гасіння пожежі або до прибуття пожежної команди. Кожне приміщення, відділення, цех, повинні бути забезпечені такими засобами відповідно нормам оснащення протипожежним обладнанням та інвентарем. В Україні діє ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж», що встановлює класи пожеж та символи класів пожеж. Відповідно до цього стандарту всі пожежі поділяються на класи:

- Клас А – тверді речовини (деревина, папір тощо)
- Клас В – рідини (горючі, пальне)
- Клас С – гази
- Клас D – метали
- Клас Е (умовний) – електрообладнання під напругою

Розрахунок кількості та вибір типу вогнегасників проводиться відповідно до Наказу МВС України № 765 від 28.10.2020. р. «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників» та вимог стандарту ДСТУ EN142:20. Основними критеріями при визначенні належності вогнегасників є: клас пожежі згідно з ДСТУ EN 2:2014, площа приміщення, категорія вибухопожежної небезпеки, а також тип матеріалів, що можуть горіти.

При захисті приміщень, у яких розташовані електронно-обчислювальні машини, копіювальна та інша оргтехніка, телефонні станції, архіви та подібні об'єкти, необхідно враховувати специфіку вогнегасних речовин, що містяться у вогнегасниках. Деякі речовини можуть пошкодити обладнання під час гасіння пожежі. Для таких приміщень рекомендовано застосовувати вогнегасники з вуглекислим газом (CO₂) або аерозольні вогнегасники, які є безпечними для електроніки. При цьому слід враховувати максимально допустиму концентрацію вогнегасної речовини для запобігання пошкодженню техніки.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
						71
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		

Вибір типу вогнегасників та розрахунок їхньої кількості здійснюється на основі рекомендацій відповідно до Наказу Міністерства внутрішніх справ України № 765 від 28.10.20. р. «Про затвердження Типових норм оснащення об'єктів пожежними засобами», а також із урахуванням класу пожежі приміщення згідно з ДСТУ EN142:20, максимально допустима відстань від імовірного осередку пожежі до місця розташування вогнегасника становить:

- до 20 м — у громадських будівлях;
- до 30 м — у приміщеннях категорій А, Б (горючі гази, рідини);
- до 40 м — у приміщеннях категорії В і Г;
- до 70 м — у приміщеннях категорії Д.

У разі підвищеної пожежної небезпеки або великої площі приміщень слід використовувати автоматичні системи пожежогасіння: водяного, пінного, газового чи порошкового типу — відповідно до [ДСТУ EN 2:2014] щодо класифікації пожеж.

Основні організаційні заходи пожежної безпеки:

- Приміщення мають бути чистими та впорядкованими.
- Зберігання матеріалів повинно здійснюватися з урахуванням їх пожежної небезпеки та відповідно до вимог сумісності, визначених чинними стандартами ДСТУ 4479:2005.
- Двері мають бути замкнені, із зазначенням місця зберігання ключів, доступного цілодобово. На дверях повинно бути вказане призначення приміщення.
- Біля опалювальних приладів на відстані 15 см встановлюються металеві захисні решітки.
- У приміщеннях, де зберігаються речовини, що мають підвищену пожежну небезпеку, повинна бути інформаційна картка з даними про характер і кількість речовин, а також вказівками дій у разі пожежі.

Електрообладнання має відповідати:

					ЛП 1 А1 А2 А22 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		72

- вимогам Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та чинного законодавства у сфері охорони праці;
- освітлювальні прилади слід розміщувати на відстані не менше 0,5 м від горючих матеріалів.

Відстань від стін до штабелів — не менше 0,8 м.

Забороняється:

- зберігати легкозаймисті та горючі рідини без відповідного обладнання;
- складати речі у проходах, на підвіконнях, упитул до опалювальних приладів;
- користуватись побутовими електронагрівачами, газовими приладами;
- зберігати разом несумісні за властивостями матеріали
- палити або користуватись відкритим вогнем.
- Перед зачиненням приміщення:
- відповідальна особа має провести візуальний огляд;
- переконатися у відсутності джерел загоряння;
- вимкнути електроживлення.

У разі виникнення пожежі необхідно:

- негайно викликати пожежну охорону (101).
- Повідомити адміністрацію об'єкта.
- Вимкнути електроенергію в зоні загрози.
- Почати гасіння пожежі первинними засобами (вогнегасник тощо).
- За можливості організувати евакуацію матеріальних цінностей та осіб.

Уникати відчинення вікон і дверей, не розбивати шибки — це може спричинити поширення диму й вогню до інших приміщень.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Пілпис	Дата		73

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок витрат на розробку та впровадження

Витрати на виробництво відображають витрати на придбання усіх видів ресурсів, які безпосередньо спрямовані на виробництво продукції (виконання робіт, надання послуг). Наприклад, на сировину і матеріали, енергію, спожиту на технологічні цілі, заробітну плату основних робітників із нарахуваннями, амортизацію обладнання та ін.

Для розрахунку витрат застосовую позачасний метод, так як це одноразове замовлення, а саме проєкт монтажу та налагодження системи автоматизації пожежогасіння і потрібен прямий обрахунок затрат на виробництво окремого замовлення. Плануються такі витрати:

1. Амортизація основних виробничих засобів;
2. Витрати на МШП основних виробничих засобів;
3. Витрати на ремонт основних виробничих засобів;
4. Витрати на оборотні активи;
5. Витрати на силову технологічну електроенергію;
6. Витрати на оплату праці працівників;
7. Витрати на сплату єдиного соціального внеску;
8. Витрати на розрахунок проєктно-конструкторської документації.

Процес відшкодування зношування основних фондів здійснюється шляхом амортизації. Амортизація – економічний процес поступового перенесення вартості основних засобів в міру їхнього зношування на виготовлену продукцію і використання цієї вартості для відтворення засобів праці. У таблиці 4.1 показано розрахунок амортизаційних відрахувань прямолінійним методом та витрат на ремонт основних виробничих засобів.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Піппис	Дата		74

Таблиця 4.1 - Розрахунок амортизаційних відрахувань та витрат на ремонт основних виробничих засобів

Найменування основних засобів	Первинна вартість, грн-коп.	Нормативний термін використання, роки	Фактичний час використання, год.	Нормативний час використання за рік, год.	Сума амортизаційних відрахувань, грн. (гр.2×гр.4)/(гр.3 ×гр.5)	Затрати на ремонт, грн-коп. (гр×5×2. гр.4)/ (100×гр5.)
1	2	3	4	5	6	7
ПК для налагодження	22000,00	2	16	2080	84,62	8,46
Всього	22000,00	---	---	---	8462,	8,46

$$1) \text{ гр}6. = (\text{гр}2. \times \text{гр}4.)/(\text{гр}3. \times \text{гр}5. .$$

$$2) \text{ гр}7. = (\text{гр} \times 5 \times 2. \text{ гр. } 4)/ (100 \times \text{гр}5.)$$

Сума амортизаційних відрахувань: $(22000 \times 16) / 84,62) = 8020 \times 2$ (грн

Затрати на ремонт: $(22000 \times 5 \times 16 \times) / 46,8) = 2080 \times 010$ (грн

Також будуть використані малоцінні швидкозношувані предмети основних виробничих засобів, особливістю яких є перенесення їх вартості протягом 1 року експлуатації (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Витрати на малоцінні швидкозношувані предмети

Найменування сировини, матеріалів, робіт і послуг	Одиниця виміру	Кількість одиниць	Ціна ресурсу = обліковій ціні, грн. коп.	Коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат	Вартість, грн. (гр4.×гр5.)
1	2	3	4	5	6
Круг відрізний	шт.	5	1500,	1,05	7875,
Набор інструментів	шт.	1	5000,00		5250,00
Зварювальний апарат	шт.	1	2500,00		2625,00
Прес-кліщі	шт.	1	650,00		682,50
Дриль ударна	шт.	1	3000,00		3150,45
Кутова шліфмашина	шт.	1	2200,00		2310,00
Набір електродів	шт.	1	250,00		262,50
Всього:					14358,75
Здійснення МНР *					344,84

* витрати корегуємо на фактичний час їх використання $(\sum \text{гр}6. \times t_{\text{мнр}})/\Phi_e)$

Отже, витрати від використання МШП основних виробничих засобів становить 325,18 грн. $((782080/1 \times 75,) +)2080/8 \times 25,0026) + (2080/17 \times 50,0052(+$

$$(682080/2 \times 2,50) + 5,1832 = 2,5026 + 2080/4 \times 10,0023 + (2080/3 \times 50,0031) \text{ (грн.)}$$

Виробничі запаси – це запаси засобів виробництва, які знаходяться на складах суб'єктів господарювання та потрібні для забезпечення безперервного виробничого процесу, це лише ті предмети праці, які ще не приймають участь у процесі виробництва і зберігають свою натурально-речову форму. У таблиці 4.3 проведені розрахунки оборотних активів.

Таблиця 4.3 - Розрахунок витрати на оборотні активи

Найменування сировини, матеріалів, робіт і послуг*	Одиниця виміру*	Кількість одиниць*	Ціна ододиниці ресурсу**, грн. коп.	Коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат	Вартість*** грн.
Основні матеріали					
Датчик MQ2	шт.	6	50,00	1,05	315,00
Arduino Leonardo	шт.	1	750,00		787,50
4-х канальний модуль реле	шт.	1	120,00		126,00
NEOWAY M590	шт.	1	150,00		9870,
Wi-Fi модуль ESP8266	шт.	1	180,00		157,50
Ел.-магнітний клапан	шт.	3	1800,00		189,00
Сирена-ревун SA-111400-2	шт.	1	600,00		630,00
Блок UPC	шт.	1	1800,00		5670,00
Автоматичний вимикач	шт.	1	180,00		189,00
Всього:					11214,00
Куповані комплектуючі вироби					
Кабель ПВС 3х0,75	м.	30	1500,	1,05	472,50
Кабель вита пара	м.	100	8,00		840,00
Кабель ПВ0,5 1	м.	20	5,00		105,00
Всього:					1417,50
Допоміжні матеріали					
Технічний спирт	л.	0,1	100,00	1,05	10,50
Упаковка стяжок з вушком	шт.	3	30,00		94,50
Всього:					105,00
Загальна сума оборотних активів					12736,50

* Перелік елементів стор. 41

** Додаток 1;

*** $гр6. = гр3. \times гр4. \times гр5. .$

У таблиці 4.4 розраховані витрати на технологічну електроенергію для здійснення підготовчих та заготівельних робіт.

Таблиця 4.4 - Розрахунок витрати на силову технологічну електроенергію

Назва пристрою	Потужність, кВт/год.	Кількість одиниць, шт.	Фактична тривалість роботи, год.	Спожита ел.енергії кВт. год.	Тариф оплат, грн.-коп.	Сума, грн.-коп.
1	2	3	4	5	6	7
Зварювальний апарат	5	1	4	2000,	1081,	216,20
Кутова шліфмашина	0,72	1	2	1,44		1557,
Дриль ударна	0,65	1	1,5	0,975		10,54
Всього:				22415,		242,31

3) грб. – тариф оплати взято із сайту енергогенеруючої компанії;

4) гр. 7 = гр. 2 × гр. 3 × гр. 4 × гр. 6.

Для розрахунку оплати праці застосовуємо погодинно-преміальну систему оплати праці – це система оплати праці, коли робітник одержує не тільки прямий погодинний заробіток, але і премію, яка передбачена за виконання палнових показників роботи. У таблиці 4.5 розраховані витрати на заробітну плату працівників, які здійснюють монтажно-налагоджувальні роботи згідно плану-графіка [стор. 40].

Таблиця 4.5- Розрахунок витрати на оплату праці працівників, що здійснюють МНР

Вид робіт, професія, посада	Обсяг робіт		Годинна оплата праці, грн.	Сума основної оплати праці, грн.	Додаткова оплата праці, грн.	Всього оплата праці, грн.
	Одиниця виміру	Кількість				
1	2	3	4	5	6	7
Слюсар 4 розряду	години	19	120,00	2280,00	456,00	2736,00
Електромонтер 4 розряду	години	14	130,00	1820,00	364,00	2184,00
Наладчик 4 розряду	години	24	130,00	3120,00	624,00	3744,00
Всього:						8664,00

1) гр4. – посадовий оклад згідно актуальних даних;

2) гр. 5 = гр. 3 × гр. 4;

3) гр. 6 = гр. 5 20× % преміальної доплати;

4) гр7. = гр5. + грб. .

В таблиці 4.6 здійснено розрахунок витрат на сплату єдиного соціального

внеску.

Таблиця 4.6 - Розрахунок витрати на сплату єдиного соціального внеску

Вид обов'язкового платежу	База для нарахування платежів		Ставка платежів, %	Сума платежу, грн.- коп.
	Назва	Сума, грн.-коп.		
1	2	3	4	5
Єдиний соціальний внесок	ЗП нарахована	8664,00	22	1906,08

У таблицях 4.7 та 4.8 на основі інформації про обсяг проектно-конструкторської документації технічного проекту

Таблиця 4.7 - Знаходимо середньоденну оплату праці виконавця ПКД

Найменування посади працівників	Кількість, чол.*	Розмір посадового окладу*, грн.-коп.	Розмір додаткової оплати *, грн.-коп.	Всього нарахована зарплата, грн.-коп.	Фонд робочого часу за місяць, днів*	Середньоден на зарплата за період, грн.-коп. (гр5. /гр6.)
1	2	3	4	5	6	7
Розробник ПКД	1	25000,00	3750,00	28750,00	20	1437,50

Разом з тим, при розрахунку витрат маємо врахувати процес коригування та уточнення документації, витрати на сплату єдиного соціального внеску та інші витрати (витрати на папір, друк, силову електроенергію, папки тощо).

Вартість корегування ПКД становить 20% витрат на розробку ПКД. Тоді, витрати на коригування становлять 2875,32 грн. $(142,0 \times 376,58)$.

Сума витрат на сплату ЄСВ – 3795,42 грн. $((1475,3228 + 376,58) \times 22,0)$.

Амортизація комп'ютера для розробки конструкторської документації (дані табл. 4.1) – 8,1760 грн. $((22000 \times 115) / (8020 \times 2))$.

Затрати на ремонт комп'ютера для розробки конструкторської документації (дані табл. 4.1) 60,82 – грн. $((2225 \times 511 \times 000,00) / (8020 \times 2 \times 010))$.

Сплата електроенергії при використанні комп'ютера для конструкторської документації: $115 \times 0,92,38 = 81,10 \times 0313$ грн.;

Таблиця 4.8- Розрахунок середньоденного заробітку розробника ПКД

№ п/п	Найменування документації	Формат документу	Кількість документів	Норма трудомісткості на одиницю документації, нормо – год.	Загальна трудомісткість даного документу, нормо – год. (гр4. × гр5.)	Кількість виконавців, чол.	Трудомісткість кожної роботи, днів (гр.6 8,0 /)	Середньоденна оплата праці, грн. – коп.*	Оплата праці за дану роботу, грн. – коп. (гр.8 × гр.9)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Схема електрична принципова	A1	1	24	24	1	3,00	1437,50	4312,50
2	Загальний вигляд щита	A1	1	6	6	1	0,75	1437,50	1078,13
3	Схема з'єднування	A1	1	10	10	1	1,25	1437,50	1796,88
4	Схема функціональна	A1	1	5	5	1	0,63	1437,50	898,44
5	Технічна документація	A4	70	0,5	35	1	4,38	1437,50	6290,63
Сума виготовлення документації, грн.					115				Σ14376,58

У таблиці 4.9 подана інформація про загальні витрати пов'язані з розробкою та виготовленням проектно-конструкторської документації.

Таблиця 4.9 - Кошторис витрат на розробку та виготовлення ПКД

№ п/п	Вид конструкторської роботи	Вартість роботи, грн. – коп.	Розрахунок, джерело
1.	Витрати на розробку документації	14376,58	Табл. 4.8
2.	Витрати на корегування	2875,32	Розрахунок вище
3.	Витрати на сплату ЄСВ	3795,42	Розрахунок вище
4.	Амортизація комп'ютера	608,17	Розрахунок вище
5.	Затрати на ремонт комп'ютера	60,82	Розрахунок вище
6.	Сплата електроенергії	3892,	Розрахунок вище
Всього витрати		21755,23	

Кошторис витрат – це загальна сума витрат підприємства за усіма видами ресурсів, які будуть використані у плановому періоді незалежно від місця

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докum	Пілпис	Дата		79

виникнення (табл. 4.10)

Таблиця 4.10 - Кошторис витрат реалізації технічного проєкту

№ п/ п	Стаття витрат	Сума, грн. коп.	Джерело інформації
1.	Амортизація основних виробничих засобів	8462,	Таблиця 4.1
2.	Витрати на МШП основних виробничих засобів	325,18	Таблиця 4.2
3.	Витрати на ремонт основних виробничих засобів	8,46	Таблиця 4.1
4.	Витрати на оборотні активи	12736,50	Таблиця 4.3
5.	Витрати на силову технологічну електроенергію	242,31	Таблиця 4.4
6.	Витрати на оплату праці працівників	8664,00	Таблиця 4.5
7.	Витрати на сплату єдиного соціального внеску	1906,08	Таблиця 4.6
8.	Витрати на розрахунок ПКД	21755,23	Таблиця 4.10
	Всього	45722,38	сума статей витрат

4.2 Розрахунок розміру економії та економічної ефективності

Термін «ефект» має значення результату, наслідку зміни стану певного об'єкта, зумовленої дією зовнішнього або внутрішнього фактора. Ефекти можуть бути як позитивними, коли зміни є корисними, так і негативними, коли зміни деструктивні, або нульовими, коли змін немає. Таким чином, існує як об'єктивна зміна стану певної системи (об'єкта), так і її оцінка.

Передбачається досягнення наступних ефектів: економія фонду заробітної плати з обов'язковими відрахуваннями за рахунок зменшення кваліфікаційного рівня працівника. Базову систему обслуговує працівник 5-го кваліфікаційного розряду, а передбачається, що для роботи буде достатньо 4 розряду (згідно розділу 2 пункту 1 пояснювальної записки).

Розрахункова формула розміру економії фонду заробітної плати за рахунок зниження кваліфікаційного рівня працівника має вигляд:

$$E = (ЗП_5 - ЗП_4) \times (1 + 010 / 22) \quad (4.1)$$

У таблиці 4.11 наведені дані для розрахунку фондів оплати праці.

Таблиця 4.11 - Розрахунок фонду оплати праці

Кваліфікація оператора	Обсяг робіт		Годинна тарифна ставка 1-го розряду, грн.	Тарифний коефіцієнт	Сума основної оплати праці, грн. (гр.3 × гр.4 × гр.5)	Додаткова оплата праці, грн. (0,2 × гр.6)	Всього оплати праці (ЗП _і), грн. (грб. + гр7.)
	Один. виміру	Т річ, год.					
1	2	3	4	5	6	7	8
5-ий розряд	год.	2080	8000,	1,36	226304,00	45260,80	271564,80
4-ий розряд	год.	2080		1,27	211136,00	42227,20	253363,20

Примітка: * - у 2025 році норма робочого часу становить 2080 год.

** - ставка 1-го розряду робітника котрий відповідає за систему пожежогасіння становить 8000, грн., а тарифні коефіцієнти 4-го розряду – 1,27, тарифні коефіцієнти 5-го розряду – 1,36.

Тоді, величина економії фонду оплати праці становить:

$$E = (273363,2025 - 1564,80) \times 22205,95) = 010 / 22 + (1 \text{ (грн.} \quad (4.2)$$

Визначення економічної ефективності впровадження системи автоматизації полягає в оцінці результатів її модернізації. Такими результатами можуть бути обсяги виготовленої продукції в натуральному чи вартісному (за оптовими цінами або за собівартістю) виразі або прибуток. Звідси для отримання об'єктивної оцінки ефективності необхідно також урахувати оцінку цих витрат, що дали змогу одержати ті чи інші результати. Виходячи з цього можна дати таке визначення ефективності: ефективність підприємства являє собою комплексну оцінку кінцевих результатів використання основних і оборотних

фондів, трудових і фінансових ресурсів та нематеріальних активів за певний період часу.

Загальна методологія визначення економічної ефективності може бути формалізована таким співвідношенням :

$$F = \frac{E}{P} \quad (4.3)$$

де : F – ефективність;

E – результати;

P – витрати (ресурси).

До показників економічної ефективності належать термін окупності ($T_{ок}$) та коефіцієнт економічної ефективності (E_p). Для розрахунку терміну окупності загальну величину капітальних вкладень (ДКВ – всього витрат (табл. 4.8)) ділять на загальний розмір економії ($E_{заг}$).

$$T_{ок} = \frac{ДКВ}{E_{заг}} = \frac{45722,38}{22} = 2,06 \text{ роки}$$

Отримане розрахункове значення порівнюють з рекомендованою нормативною величиною ($T_{ок} = 4$ роки), і якщо розраховане значення є меншим рекомендованої нормативної величини, то реалізація даного проєкту є економічно вигідною для замовника. Проведені розрахунки дають право стверджувати, що розроблена система модернізації є економічно вигідною.

4.3 Складання порівняльної таблиці технічних та економічних показників

Складемо порівняльну таблицю технічних та економічних показників для наглядного спостереження показників при модернізації системи автоматизації пожежогасіння на приватному підприємстві «ГРІНТОП» котрі представлені в таблиці 4.10.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		82

Таблиця 4.10 - Таблиця техніко-економічних показників

№	Найменування показника	Аналог (база)	Пропонований варіант
1	2	3	4
Технічні показники			
1	Тип керування	Ручний	Автоматичний
2	Кількість контрольованих параметрів, шт	6	9
3	Споживана потужність, кВт	0,2 кВт	0,2 кВт
4	Норма обслуговування, чол	1	1
5	Кваліфікаційний рівень персоналу	5	4
Економічні показники			
1	Величина додаткових капітальних вкладень	-	45722,38
2	Загальна величина економії, в т.ч.:	-	22205,95
	- за рахунок зменшення потужності, що споживається	-	-
	- за рахунок зменшення фонду оплати праці у результаті зниження кваліфікаційного рівня працівників	-	22205,95
3.	Термін окупності капітальних вкладень	-	2,06

ВИСНОВКИ

У цьому дипломному проєкті була модернізована система автоматизації пожежогасіння в деревообробному цеху.

У процесі виконання роботи було проведено огляд сучасних систем пожежогасіння та визначено основні напрямки модернізації існуючої системи. Розроблено функціональну схему системи пожежогасіння та електричну принципову схему системи управління, а також проведено розрахунки і вибір апаратури для її реалізації.

Запропоновано побудувати систему управління на базі контролера Arduino Leonardo R3 Pro Micro ATmega32U4, що дозволяє реалізувати керування пожежною системою через мережу Інтернет за допомогою смартфона або планшету з бездротовим доступом.

Також виконано розрахунок надійності системи та часу її безвідмовної роботи. Розроблено проєкт щита для розміщення обладнання управління в цеху, а для монтажу визначено необхідний переріз і марки кабелів.

Було розроблено комплекс правил налагодження, експлуатації та монтажу системи автоматизації, а також план-графік виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт.

Додатково проведено аналіз умов праці та виявлено небезпечні й шкідливі виробничі фактори на робочих місцях, на основі чого розроблено організаційні і технічні заходи для забезпечення безпеки працівників та охорони навколишнього середовища.

Здійснено розрахунок витрат на розробку і впровадження системи, а також оцінено економічну ефективність проєкту. Результати виконаної роботи узагальнено у порівняльній таблиці технічних і економічних показників.

Прийняті в проєкті рішення забезпечують необхідний рівень пожежної безпеки та ефективний захист виробничого приміщення від пожеж.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ докум	Підпис	Дата		84

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Букович Н. Протиаварійна режимна автоматика електроенергетичних систем. Львів : Бескид Біт, 20224. 13 с.
2. Пістун Є. П. Основи автоматики та автоматизації. Львів : Політехніка, 20334. 18 с.
3. Теоретична електротехніка. Львів : ЛНУ, 2018. 185 с.
4. Малинівський С. М. Загальна електротехніка. Львів : Вид-во "Бескид Біт", 20640. 14 с.
5. Паначевний Б. І., Свергун Ю. Ф. Загальна електротехніка: теорія і практикум. Київ : Каравела, 20440. 17 с.
6. Твердотільна електроніка. Ужгород : ІВА, 2014. 388 с.
7. Колонтаєвський Ю. П., Сосков А. Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум. Київ : Каравела, 2021. 496 с.
8. Автоматизовані системи управління і нові інформаційні технології : Збірник наукових праць / відп. ред. Л. А. Пономаренко. Київ : Академперіодика, 2013. Вип. 1. 144 с.
9. Навчальний посібник з дисципліни "Автоматизовані системи управління експериментом". Запоріжжя : ЗДУ, 2052. 14 с.
10. Прищепа М. М., Погребняк В. П. Мікроелектроніка : Навч. посібник : у 3 ч. Ч. 1 : Елементи мікроелектроніки. Київ : Вища школа, 20432. 14 с.
11. Фізичні основи електроніки : курс лекцій : навч. посіб. для студ. / уклад. К. С. Дрозденко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 153 с.
12. Тимченко А. А. Основи системного проєктування та системного аналізу складних об'єктів: Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки : Навчальний посібник. Київ : Либідь, 20288. 14 с.

					ЛП 111 012 022 П2	Днк
Змн	Днк	№ док-м	Підпис	Дата		85

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Схеми модулів зв'язку та датчиків

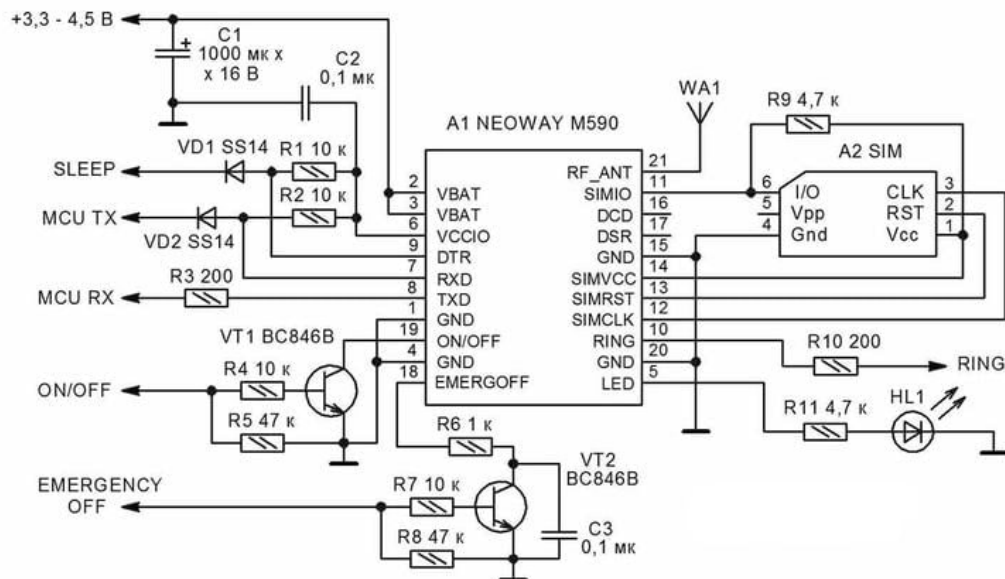


Рисунок А.1 – Схема GSM модулю на основі NEOWAY M590

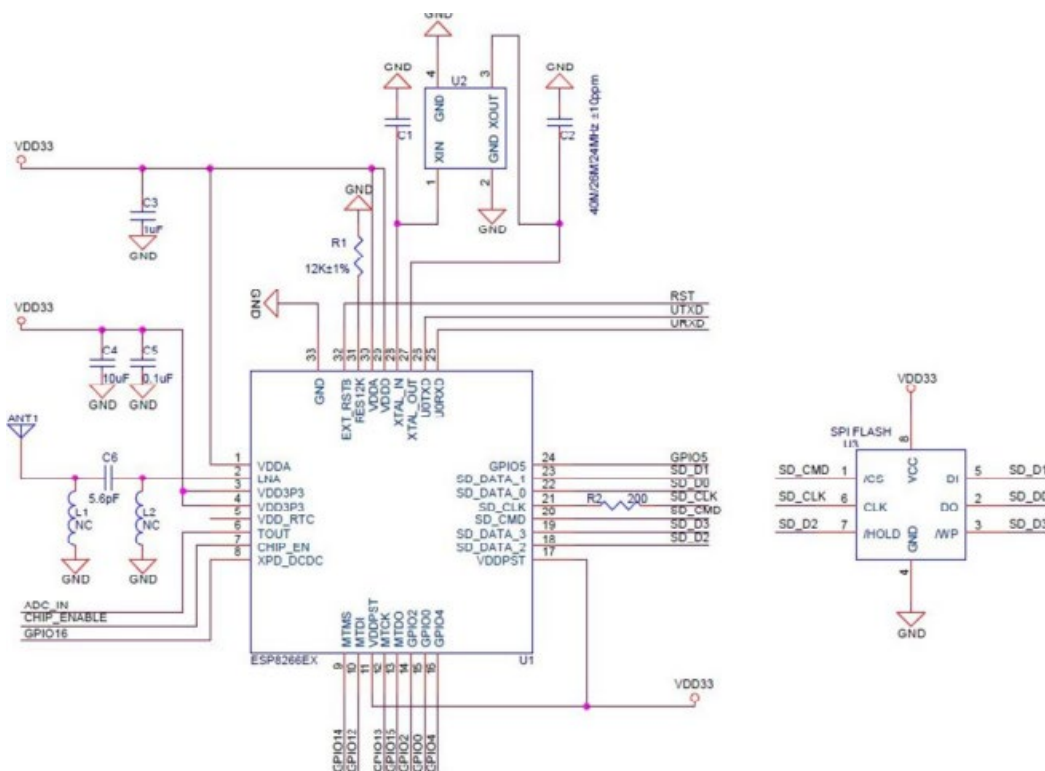


Рисунок А.2 – Схема Wi-Fi модулю ESP8266

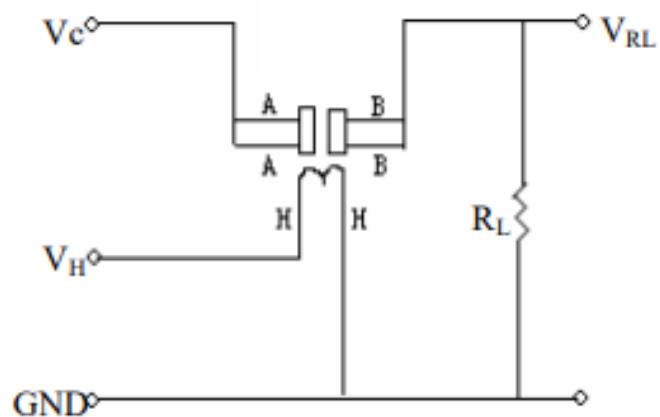


Рисунок А.3 – Схема датчику типу MQ-2

Схема розташування виводів модулів зв'язку та датчиків

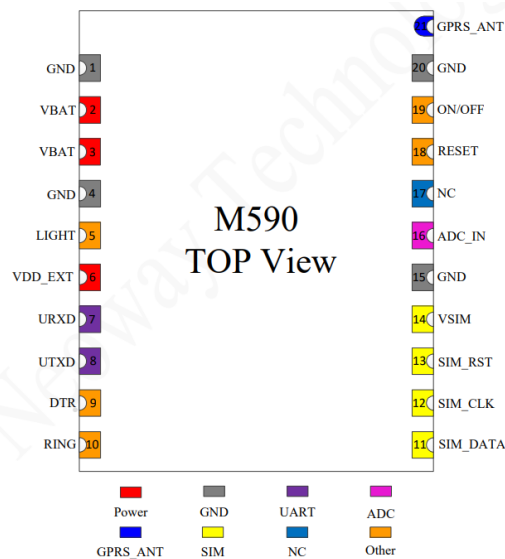


Рисунок Б.1 – Схема розташування виводів GSM модулю на основі NEOWAY M590

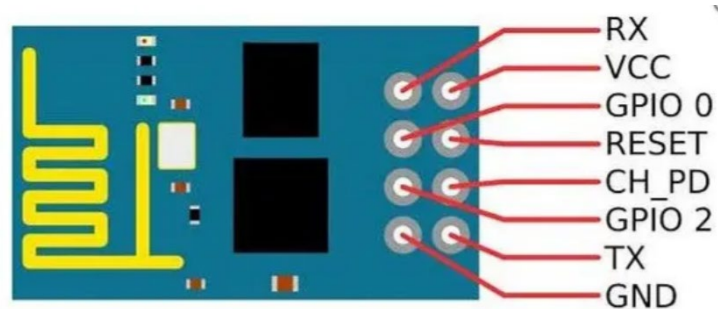


Рис. Б.2 – Схема розташування виводів Wi-Fi модулю ESP8266

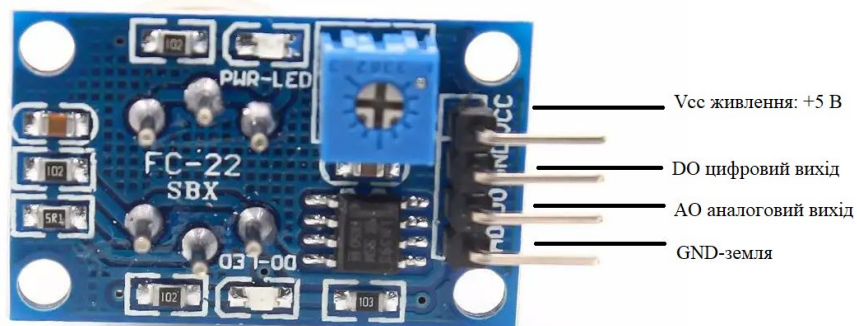


Рисунок Б.3 – Схема розташування виводів датчику MQ-2 і компаратору LM393