

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра «Автоматизації виробничих процесів»

«Допущено до захисту»
Зав. кафедри АВП
к.т.н., доцент
_____ Дідик О.К.
«__» _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему

**«Цифрова багатокамерна система замкнутого типу
спостереження об'єктів з підвищеною небезпекою в
умовах обмеженого доступу»**

**«Digital multi-camera system of a closed type of surveillance
of high-risk objects in the conditions of limited access»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу
групи АК-21М
151 «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»

_____ Чепіндяк А.В.
«__» _____ 2022 р.

Керівник роботи
к.т.н, доцент

_____ Мірошніченко М.С.
«__» _____ 2022 р.

Рецензент
к.т.н, професор

_____ Плешков П.Г.
«__» _____ 2022 р.

м. Кропивницький 2022

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет будівництва та транспорту
Кафедра автоматизації виробничих процесів
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Дідик О.К.

“ ” 2022 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Чепіндяка Анатолія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Цифрова багатокамерна система замкнутого типу спостереження об'єктів з підвищеною небезпекою в умовах обмеженого доступу
- Керівник роботи Мірошніченко М.С., канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- Строк подання студентом роботи до захисту 1.12.2022 р.
- Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи 1. Розглянути загальні питання автоматичного керування системами промислового телебачення, структуру систем та функції. 2. Проаналізувати автоматизоване керування системою промислового телебачення за спостереженням агрегатів енергоблоку атомної електростанції. 3. Розглянути питання надійності системи, зробити розрахунок надійності. 4. Розробити друковану плату та її монтаж. Охорона праці.
- Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Жесан Р.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Загальні питання автоматичного керування системами промислового телебачення, структура систем та функції	02.09.2022	
2.	Аналіз автоматизованого керування системою промислового телебачення за спостереженням агрегатів енергоблоку атомної електростанції	12.10.2022	
3.	Розгляд питання надійності системи, розрахунок надійності	01.11.2022	
4.	Розробка друкованої плати та її монтаж	14.11.2022	
5.	Охорона праці	03.11.2022	
6.	Оформлення магістерської роботи	21.11.2022	

Дата видачі завдання 01.09.2022 р.

Керівник роботи _____ Мірошніченко М.С.
« ____ » _____ 2022 р.

Завдання прийнято до виконання

Студент _____ Чепіндяк А.В.
« ____ » _____ 2022 р.

Анотація

На підприємствах атомної промисловості, металургійних і хімічних заводах часто потрібне постійне спостереження за технологічним процесом, його контроль і своєчасна реакція на будь-які події.

В магістерській роботі розглянуті телевізійні системи спостереження, які призначені для загального спостереження за простором і для пошуку в ньому необхідних спостерігачу об'єктів, вони складають основну групу систем прикладного телебачення, як по кількості апаратури що випускається і знов проектується, так і по різноманітності задач, що система може вирішити.

Зроблено розрахунок надійності системи

Також в магістерській роботі розглянута законодавча та нормативна бази України з питань охорони праці та техніки безпеки.

Annotation

At enterprises of the nuclear industry, metallurgical and chemical plants, constant monitoring of the technological process, its control and timely reaction to any events are often required.

The master's thesis examines television surveillance systems, which are intended for general observation of space and for searching for the objects needed by the observer in it, they make up the main group of applied television systems, both in terms of the number of equipment that is produced and redesigned, and in terms of the variety of tasks that the system can solve.

The calculation of the reliability of the system was made

Also, the legislative and regulatory framework of Ukraine on occupational health and safety issues is considered in the master's thesis.

Зміст

Розділ 1 Загальні питання автоматичного керування
системами промислового телебачення та
постановка задачі кваліфікаційної роботи

1.1 Структура систем промислового телебачення

1.2 Функції і параметри СПТ-1

1.3 Технічні характеристики відеотракту

1.4 Склад СПТ-1

1.5 Аналіз призначення складових частин та
постановка задачі дипломування

Розділ 2 Автоматизоване керування системою промислового
телебачення за спостереженням агрегатів
енергоблоку атомної електростанції

2.1. Опис структурних схем СПТ-1

2.2 Опис електричних принципових схем систем.

Розділ 3 Надійність системи

3.1. Основні поняття

3.2. Структурна схема надійності

3.3 Розрахунок надійності

3.4. Аналіз пожежостійкості системи

Розділ 4 Розробка друкованої та монтажної плат

4.1. Основні поняття

4.2 Розробка друкованої плати

4.3 Монтаж друкованої плати

Висновки

Література

Додатки

Додаток А Охорона праці

Вступ

Телевізійні системи, призначені для загального спостереження за простором і для пошуку в ньому необхідних спостерігачу об'єктів, складають основну групу систем прикладного телебачення, як по кількості апаратури що випускається і знов проектується, так і по різноманітності задач, що система може вирішити. Системи спостереження слугують для візуального чи автоматичного виявлення і впізнання об'єктів і можуть бути чорно-білими, кольоровими, стереоскопічними, аналоговими або цифровими.

З точки зору економічної доцільності бажано, щоб система могла вирішувати достатньо широкий круг задач, тобто бути в значній мірі універсальною. Звідси витікає необхідність автопідстройки режиму функціонування системи при зміні зовнішніх умов спостереження, таких як освітленість, відстань до об'єкта тощо. Універсальність використання характерна здебільшого для апаратури так званого промислового телебачення, яка випускається, як правило, серійно. Сучасні технології відрізняються високим ступенем складності і небезпеки. На підприємствах атомної промисловості, металургійних і хімічних заводах часто потрібне постійне спостереження за технологічним процесом, його контроль і своєчасна реакція на будь-які події. І тут на допомогу приходить правильно спроектована система промислового телебачення

Телевізійні системи промислового призначення

До систем промислового телебачення (СПТ) будемо відносити апаратуру, призначену для візуального спостереження і контролю за різного роду об'єктами, що знаходяться на вулиці, в цехах, торгівельних залах, операційних приміщеннях банків, на станціях метрополітенів тощо. Універсальність СПТ дозволяє використовувати їх в системах охоронної сигналізації(системах безпеки), системах технічного зору і в користі датчиків відеосигналу вимірювальних систем. Особливістю СПТ є робота в режимі стандартного розкладу з чотирьохстроковою розгорткою. СПТ, як правило, призначені для роботи в видимому діапазоні спектру оптичного

випромінення, але певні модифікації розраховані на ультрафіолетовий, інфрачервоний або рентгенівський діапазони.

Система СПТ має своєчасно оповістити про зміну технологічного процесу або про відхилення параметрів виробництва. Для швидкого сприйняття вихідної інформації спосіб її подачі має бути максимально інформативний. З цієї точки зору візуальний канал сьогодні знаходиться поза конкуренцією. Професійній людині досить одного погляду, щоб зрозуміти що відбувається. В разі аварії оператор віддалений від місця подій не піддається психологічному стресу як безпосередній учасник процесу, на нього не впливає "відчуття стадності" охопленого панікою натовпу, він бачить обстановку в різних місцях і з різних позицій. Отже, він, будучи в деякій мірі стороннім спостерігачем, може холоднокровно і зважено приймати оптимальні рішення або виконувати заздалегідь розроблені інструкції.

Серед додаткових вимог до систем промислового телебачення типові:

- високі технічні характеристики;
- хімічна стійкість;
- пило-вологозахищеного і вибухозахищеного виконання;
- розширений діапазон робочих температур.

У зв'язку з цим, промислове телебачення умовно можна розділити:

- жаростійкі системи промислового телебачення призначені для безперервного спостереження з поста оператора за об'єктами і виробничими процесами в умовах температури навколишнього повітря в районі передньої стінки телевізійної передавальної камери до +1 650 С на підприємствах металургійної, скляної, паливно-енергетичної промисловості.

- корозієстійкі системи промислового телебачення призначені для спостереження в технологічних зонах з агресивним середовищем. Виконання пристроїв системи забезпечує захист від корозії при експлуатації в атмосфері, що містить сірководень і сірчистий ангідрид в концентраціях допустимих ГОСТ 12.1.005 і в умовах промислової атмосфери категорії II по ГОСТ 15150.

- телевізійні системи для спостереження в радіаційно-небезпечних зонах призначені для спостереження в технологічних зонах з підвищеним рівнем радіації.

Розділ 1 Загальні питання автоматичного керування системами промислового телебачення та постановка задачі кваліфікаційної роботи

1.1 Структура систем промислового телебачення

Структурні схеми сучасних СПТ доволі різноманітні і відрізняються здебільшого набором елементів, кількість і призначення яких диктуються допустимою(з боку замовника) ціною апаратури та задачами, що їх потрібно виконати.

На рисунку 1.1 представлена схема установки, в комплект якої входять чотири передаючі камери (ПК), два відеоконтрольні пристрої (ВКП), пристрій відеозапису (ВП), два пульта управління (ПУ) та відеоконтакційний центр (ВКЦ).

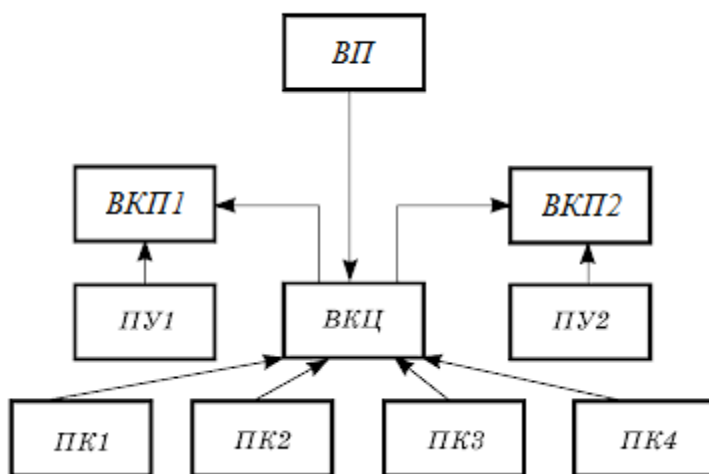


Рисунок 1.1 . Типова структурна схема промислової телевізійної установки

На ВКП2 одночасно можна спостерігати зображення з усіх чотирьох камер, на ВКП1 вибір зображення з будь-якої камери здійснюється вручну або по заданій програмі. Пристрій відеозапису ВП підключається з будь-якого пульта управління для реєстрації потрібного об'єкта спостереження. Крім основних елементів в склад апаратури можуть входити поворотні пристрої камер, пристрої для виявлення порушників, інфрачервоні освітлювачі, засоби маскування камер тощо. В залежності від зовнішнього

середовища камери можуть термостатуватися, поміщатися в герметичні, пило-(бризко-)захисні, рентгенозахисні, противандальні або спеціалізовані корпуси. Необхідно відмітити, що серійні камери часто випускаються без корпусів та об'єктивів.

На рисунку 1.2 представлена схема цифрової системи відеоспостереження, управління якою і отримання візуальної інформації відбувається за допомогою комп'ютеру 1. На комп'ютер надходить відеосигнал з трьох передаючих камер, кількість яких можна збільшити шляхом під'єднання через комутатор(мультиплексор). Управління поворотним пристроєм 4 кожної камери, а також за необхідності діафрагмою і фокусом об'єктива здійснюється з комп'ютера через контролери 2 і 3.

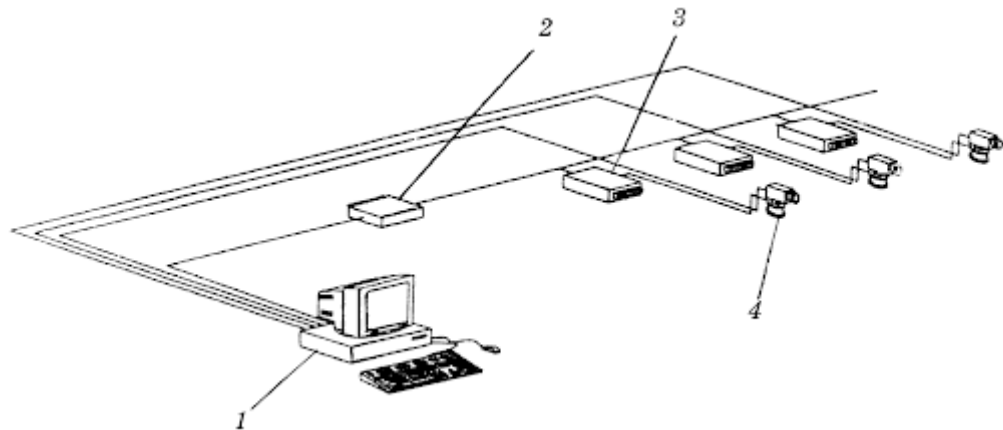


Рисунок 1.2. Типова цифрова схема відеоспостереження

Для полегшення роботи оператора і зниження вірогідності пропуску подій в системі передбачений програмний детектор руху, робота якого базується на порівнянні послідовно поступаючих кадрів. Відеодетектор дозволяє виділити зі загальної картини один або кілька об'єктів і контролювати їхнє переміщення. Можна також здійснити настройку на розмір об'єкта і вимикати спрацювання від сторонніх предметів(наприклад, птахів, падаючого снігу, листопаду, тощо). Такий пристій відеодетектора важливо, зокрема, для систем безпеки.

Обов'язковою для будь-якої системи безпеки, так само як і для багатьох інших систем, є цифровий відеозапис, за допомогою якого зручно формувати відеоархів спостереження. В якості пристроїв зберігання

відеоархівів можна використовувати різноманітні накопичувачі, зокрема вінчестер комп'ютерів. Пристрій відеозапису, який зв'язаний з відеодетектором руху, може вмикатися як автоматично, так і вручну. Швидкість відеозапису, дата, час та інші параметри можуть змінюватись, що дозволяє уникнути заповнення відеоархіву надлишковою інформацією.

На сьогоднішній день в якості фотоперетворювачів для передавальних камер СПТ використовують матричні прилади зарядового зв'язку(ПЗЗ). Передача повного телевізійного сигналу, що формується в камері, відбувається по дротовим лініям зв'язку або в діапазоні частот, що займає відеосигнал, або шляхом амплітудної модуляції однієї з несучих частот, стандартизованих в телевізійному мовленні. В останньому випадку для відтворення зображень виявляється можливим використання звичайних телевізорів, а довжина дроту може досягати 1 км і більше.

Передаючі камери часто комплектуються підприємствами-виробниками стандартних об'єktivів, призначених для роботи в фото- і кіноапаратурі, хоча таку практику з технічної точки зору і неможна вважати оптимальною з двох причин:

По-перше, хроматичні аберації таких об'єktivів коригуються в області спектральної чутливості кіноплівки, які значно відрізняються від спектральної чутливості більшості телевізійних фотоперетворювачів;

По-друге, при розробці фото- та кінооб'єktivів не враховується, що проєкціювання зображення на фоточутливу поверхню відбувається в телевізійних камерах через переднє скло колби передавальної трубки або захисне скло матриці.

На сучасному етапі розвитку світової спільноти управління природокористуванням передбачає вироблення і реалізацію загальних принципів забезпечення безпеки при експлуатації виробничих об'єktivів, що здійснюють негативний вплив на навколишнє середовище, населення та виробничий персонал. Негативний досвід, пов'язаний з використанням екологічно небезпечних об'єktivів, таких, як атомна електростанція (АЕС), змусив людство призупинити бурхливий розвиток атомної енергетики. Однак

необхідність пошуку альтернативних енергоресурсів, явні еколого-економічні переваги, що виражаються у високій ефективності атомної енергії і «екологічну чистоту» у порівнянні з іншими видами електростанцій, є сильними аргументами на користь АЕС. Тому використання системи промислового телебачення СПТ для контролю і моніторингу за технологічним процесом при експлуатації АЕС є досить актуальним. Після закриття сумнозвісної Чорнобильської АЕС в Україні залишились в експлуатації 4 атомні електростанції з реакторами типу ВВЕР: Запорізька, Рівненська, Хмельницька та Южно-Українська, на яких працює 15 ядерних енергетичних установок із загальною встановленою потужністю 13835 МВт. В електроенергетиці України генеруюча потужність атомних електростанцій (АЕС) становить приблизно 24,5 %. В критичні зимові періоди на частку АЕС припадає понад 40 % електроенергії, яка виробляється в Україні. Згідно з енергетичною стратегією України до 2030 року, всі атомні енергоблоки мають функціонувати і виробляти, як і сьогодні, близько 40 відсотків української електроенергії. Крім того, до 2030 року планують збудувати ще 6 нових атомних енергоблоків. Європейський банк реконструкції і розвитку надає кредит «Енергоатому» 300 мільйонів євро для модернізації атомних блоків. Тобто наразі є актуальним питання безпеки та посилення контролю за об'єктами АЕС.

Метою виконання роботи є розробка і виготовлення комплексу СПТ-1, що представляє собою багатокамерну телевізійну систему замкнутого типу.

СПТ-1 повинна бути розрахована на режим цілодобової безперервної роботи з урахуванням проведення технічного обслуговування і ремонту.

Впровадження СПТ-1 веде до підвищення ефективності і надійності експлуатації обладнання енергоблоку АЕС шляхом:

- своєчасного виявлення несправностей і порушення режимів роботи основного устаткування, що знаходиться в зоні контролю системи (в тому числі в приміщеннях, що не обслуговують за нормальних умов експлуатації), а саме - поява пара, диму, вогню, руйнувань і ін .;

- визначення можливості доступу оперативного персоналу в контрольовані приміщення після проектної аварії;
- аналізу зареєстрованих зображень пошкоджень і планування заходів по їх ліквідації;
- прискорення аварійно-відновлювальних і планових ремонтних робіт;
- зменшення доз опромінення персоналу.

1.2 Функції і параметри СПТ-1

СПТ-1 містить в собі обладнання передавання і прийому.

Обладнання сторони, яка передає формує зображення об'єкта спостереження і складається з пристроїв телевізійних передавальних (далі - ПТП) (відеокамера, світильники, поворотний пристрій наведення) і пристроїв сполучення (далі - ПС).

Обладнання сторони прийому здійснює прийом відеосигналів від всіх ПТП, комутацію і розподіл по споживачах, реєстрацію всіх відеосигналів і складається з комплексів реєстрації відеосигналу (далі - КРВ-1), шафи зовнішніх з'єднань (далі - ШВЗ-1) і робочого місця оператора.

Контролер СПТ-1 і реєстратор відеосигналів мають вбудовані датчики поточного часу з можливістю ведення ззовні сигналами від системи єдиного часу (при її наявності на об'єкті спостереження).,

Параметри

СПТ-1 і її складові частини (технічні засоби та програмне забезпечення) відносяться до елементів нормальної експлуатації (Н), клас безпеки 4 відповідно до НП 306.1.02 / 1.034-2000, категорія сейсмостійкості І відповідно до НП 306.2.208 та СОУ НАЕК 100, вид кліматичного виконання: для пристроїв телевізійних передавальних - УХЛ 2.1 ГОСТ 15150, для всіх інших складових частин СПТ-1 - УХЛ 4.2 ГОСТ 15150.

СПТ-1 розрахований на режим цілодобової безперервної роботи з урахуванням проведення технічного обслуговування і ремонту.

Технічне обслуговування та відновлення обладнання СПТ-1 проводиться шляхом заміни частини, яка відмовила на справну, взяту з комплекту запасних частин, без виключення СПТ-1 з штатного режиму.

Устаткування, що розміщується в гермозоні, передбачає роботу в нормальному режимі і зберігає працездатність після закінчення режиму «малої течі».

При підйомі всередині боксу ПТП-1 (2) температури вище плюс 60 °С відбувається автоматичне відключення телевізійної відеокамери, а при зниженні температури нижче плюс 45 °С телевізійна відеокамера автоматично вмикається.

1.3 Технічні характеристики відеотракту

Технічні параметри відеотракту

Нормовані характеристики якості зображення СПТ-1:

- роздільна здатність по горизонталі в центрі - не менше 350 твл;
- роздільна здатність в зоні контролю - не менше 300 твл;
- число відтворюваних градацій яскравості - не менше 6.

Освітлювачі забезпечують освітлення об'єкту на відстань до 7 м.

Технічні параметри системи відповідають вимогам, пропонованих до апаратури телевізійного контролю першої категорії, вимог по вимірюванню геометричних розмірів спостережуваних об'єктів не пред'являється.

Електричні параметри відеотракту

Відеотракт має наступні електричні характеристики:

- нерівномірність амплітудно-частотної характеристики в діапазоні частот до 5 МГц не більше 12%;
- перекид П-імпульсів частоти рядків і полів не більше 7%;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше 10%;
- відношення сигнал / шум не менше 36 дБ.

Контролюючі характеристики

За допомогою вбудованої системи контролю СПТ-1 контролює:

-технічний стан обладнання СПТ-1 після ввімкнення електроживлення (автоматично);

- відповідність складу і конфігурації СПТ-1 проектним характеристикам;

- відповідність завантаженої версії ПЗ складу СПТ-1;

- відсутність спотворень в програмах і даних, що зберігаються в пам'яті системи управління СПТ-1;

- правильність передачі даних по каналах зв'язку;

- наявність електроживлення обладнання;

- наявність помилок при обміні даними між складовими частинами СПТ-1;

- збої виконання програми;

- працездатність складових частин СПТ-1 за допомогою вбудованих перевіряючих тестів, передбачених розробником.

Контроль здійснюється автоматично і не впливає на виконання основних функцій СПТ-1.

Часові характеристики

Гранично допустимі значення затримок виконання функцій:

- формування тривожних повідомлень з метою оповіщення персоналу про виникнення змін стану контролюваного об'єкта - 10 с;

- формування тривожних повідомлень з метою оповіщення персоналу про дефекти складових частин СПТ-1 і недостовірності системи управління, які були виявлені при контролі технічного стану після ввімкнення живлення СПТ-1 або в процесі роботи - 20 с;

- комутація відеосигналу, відображається на моніторі, від введення команди комутації на пульті управління до початку відображення відеосигналу - 2 с;

- вибірка потрібного відеосигналу з оперативного архіву з метою відображення, від подачі команди до початку відображення - не більше 1 хв.

Час накопичення діагностичної інформації:

- в оперативному архіві - не менше 15 діб;

- в довгостроковому архіві - не менше 1 року.

СПТ-1 включається в роботу і виконує передбачені функції в повному обсязі з нормованими характеристиками не пізніше, ніж через 5 хв після подачі живлення, за умови, що при діагностуванні після подачі живлення не буде виявлено дефектів.

Стійкість до зовнішніх чинників

Всі поверхні СПТ -1 витримують дезактивацію методом протирання дезактивуючими розчинами 8 - внутрішні поверхні, 1, 4, 9, 10 - зовнішні поверхні відповідно до ГОСТ 29075-91.

СПТ-1 стійко працює при безперервному впливі на будь-яку складову частину синусоїдальної вібрації в діапазоні частот 1 - 100 Гц в вертикальному напрямку відповідно до ГОСТ 25804.7-83.

СПТ-1 виконує передбачені функції після впливу вібрації і механічних ударів, викликаних проектним землетрусом на майданчику АЕС.

1.4 Склад СПТ-1

Склад СПТ-1 наведено в таблиці 1 і схема складу СПТ-1, наведена на рисунку 1.3.

За розміщенням обладнання СПТ-1 може бути розділене на:

- обладнання, встановлене в окремому приміщенні [далі - обладнання апаратної СПТ-1 (ЩВ-1, КРВ-1, ШЗЗ-1, РМО-1, LanPro5-11)];
- обладнання, розташоване в місцях, близьких до об'єктів спостереження [ПТП-1 (2), ПС-1 (2), ШПС-1];
- комплекти дистанційного керування, які розміщені в різних приміщеннях атомної електростанції.

Таблиця 1.1 Повний склад СПТ-1

№	Назва
1.	Щит ввімкнення ЩВ-1
2	Пристрій телевізійний передавальний ПТП-1
3	Пристрій телевізійний передавальний ПТП-2
4	Пристрій сполучення ПС-1
4.1	Модуль живлення JWS 300-12
4.2	Модуль живлення ZWS 15-12/JA
4.3	Модуль живлення ZWS 10-5/JA
4.4	Передатчик оптоволоконний LTC 4641/50
4.5	Модуль відеокоректора MBK-3
4.6	Модуль управління МУ-1
5	Комплекс реєстрації відеосигналів КРВ-1
5.1	Вентиляційний пристрій 10713-108
5.2	Промисловий комп'ютер PPC-123 T
5.3	Блок перетворювачів ОЕП LTC4637/50
5.3.1	Модуль перетворювачів ОЕП LTC4642/00
5.3.2	Блок живлення
5.4	Блок підсилювачів розподільників БПР-1
5.4.1	Модуль підсилювача-розподільника МПР-1
5.4.2	Модуль діагностики та управління МДУ-1
5.4.3	Блок живлення MAX 212
5.5	Промислова клавіатура KBD-6307
5.6	Блок відеокмутатора БВК-1
5.6.1	Модуль вхідної комутації MBK-1
5.6.2	Модуль виходів та управління МВУ-1
5.6.3	Модуль відеопідсилювачів MB-1
5.6.4	Блок живлення MAX 212
5.7	Реєстратор DLS24S1
5.8	Блок контролера БК-3
5.8.1	Модуль контролера МК-1
5.8.2	Модуль оптичного прийомо-передатчика МОПП-1
5.8.3	Модуль прийомо-передатчика RS-485 МПП-1
5.8.4	Модуль прийомо-передатчика RS-232 МПП-2
5.8.5	Модуль прийомо-передатчика RS-232/RS-485/RS-232 МПП-3
5.8.6	Модуль введення-виведення MBV-1
5.8.7	Блок живлення SEC 105
5.9	Панель живлення
6	Шкаф зовнішніх з'єднань ШЗЗ-1
6.1	Вентиляційний пристрій 10713-108
6.2	Блок відеомодулятора БВМ-1
6.2.1	Модуль відеомодулятора MBM-1
6.2.2	Модуль діагностики та управління МДУ-1
6.2.3	Блок живлення MAX 212

Продовження таблиці 1.1

№	Назва
6.3	Блок відеокомутатора БВК-2
6.3.1	Модуль відеокомутації МВК-2
6.3.2	Модуль діагностики и управління МДУ-1
6.3.3	Блок живлення МАХ 212
6.4	Комутатор мережевий EP-816DX-FS
6.5	Місце під оптичний крос
6.6	Панель живлення
7	Шкаф пристроїв сполучення ШПС-1
7.1	Блок вентиляції БВ-10-01
7.2	Пристрій сполучення ПС-2
7.2.1	Модуль живлення М JWS 300-12
7.2.3	Модуль живлення ZWS 10-5/JA
7.2.4	Передатчик оптоволоконний LTC 4641/50
7.2.5	Модуль відеокоректора МВК-3
7.2.6	Модуль управління МУ-1
7.3	Місце під оптичний крос
8	Робоче місце оператора РМО-1
8.1	Робоча станція PVS III або IPS-61 MB-H
8.2	Пульт управління ПУ-1
8.3	Дисплей 17" AL1731 LCD
8.4	Клавіатура робочої станції
8.5,8.6	Маніпулятор «миша» ,Стіл
9	Комплект дистанційного управління
9.1	Пульт управління ПУ-1
9.2	Дисплей 17" AL1731 LCD
10	Блок безперебійного живлення LanPro 5-11

Схема складу СПТ-1

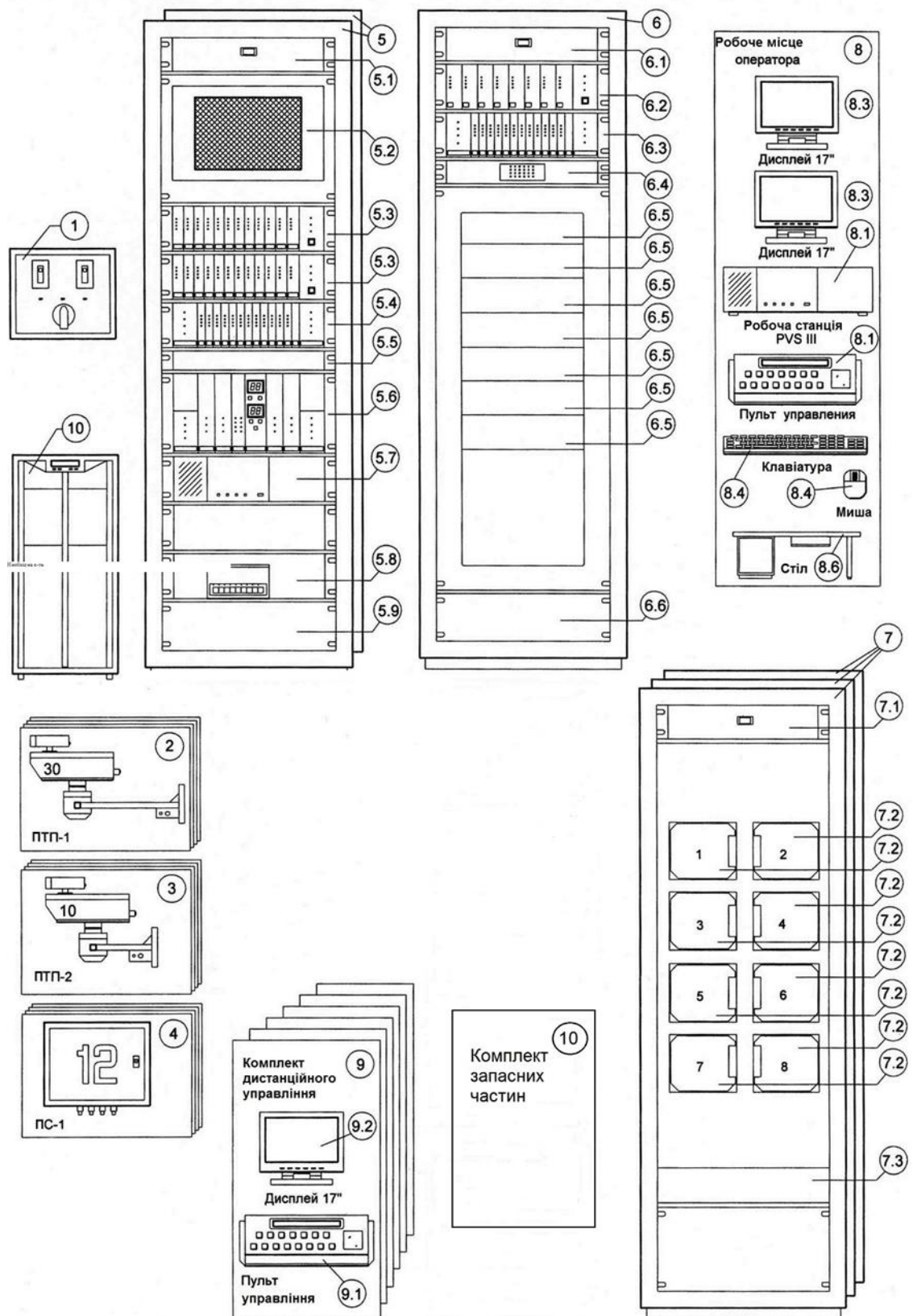


Рисунок 1.3. Склад СПТ-1

1.5 Аналіз призначення складових частин та постановка задічі дипломування.

СПТ-1 являє собою багатокамерну телевізійну систему замкнутого типу призначену для:

- забезпечення спостереження за важливими агрегатами енергоблоку атомної електростанції, в тому числі і за агрегатами, що знаходяться в замкнутих приміщеннях, доступ персоналу в які неможливий при нормальній експлуатації енергоблоку;
- своєчасного виявлення несправностей і порушення режимів роботи основного устаткування, що знаходиться в зоні контролю системи (в тому числі в приміщеннях, що не обслуговують за нормальних умов експлуатації), а саме - поява пару, диму, вогню, руйнувань та ін .;
- визначення можливості доступу оперативного персоналу в контрольовані приміщення після проектної аварії;
- аналізу зареєстрованих зображень пошкоджень і планування заходів щодо їх ліквідації;
- прискорення виробництва аварійно-відновлювальних і планових ремонтних робіт;
- зменшення доз опромінення персоналу.

Призначення складових частин СПТ-1

Пристрій телевізійний передавальний ПТП-1 (2) [далі - ПТП-1 (2)] - призначений для наведення телевізійної відеокамери на об'єкт спостереження, освітлення об'єкту і формування сигналу зображення об'єкта.

Пристрій сполучення ПС-1 (2) [далі - ПС-1 (2)] - призначений для електроживлення ПТП-1 (2), перетворення відеосигналу і сигналу сигналізації з електричного виду в оптичний, перетворення сигналів управління з оптичного виду в електричний, діагностики стану ПТП-1 (2) і ПС-1 (2).

Комплекс реєстрації відеосигналів КРВ-1 (далі - КРВ-1) призначений для:

- перетворення оптичних сигналів від всіх телевізійних відеокамер в електричні;
- корекції електричних відеосигналів і подачі їх на пристрої реєстрації, на відеокомутатор матричного типу об'ємом 48 входів на 8 виходів;
- забезпечення оператору СПТ-1 управління ПТП-1 (2) (наведення телевізійної відеокамери на необхідну ділянку об'єкта спостереження, налаштування зображення, керуючи об'єктивом телевізійної відеокамери);
- документування відеоінформації в процесі спостереження і можливості переглядати її;

- автоматичного формування сигналу тривоги при зміні будь-якого з відеосигналів при порівнянні його з попереднім [для ПТП-1 (2), які знаходяться в стані дистанційного керування, сигнал тривоги блокується];
- управління всіма об'єктами СПТ-1, діагностики стану ПТП-1 (2), ПС-1 (2), матричного комутатора за допомогою контролера;
- документування результатів діагностики, довготривалого зберігання діагностичної інформації, виведення діагностичної інформації на монітор;
- автоматичного контролю технічного стану СПТ-1 після ввімкнення електроживлення і в процесі роботи;
- формування тривожного повідомлення при виявленні будь-якої відмови в процесі діагностики;
- архівування, відображення та реєстрації відомостей про місце виникнення відмови складової частини СПТ-1, часу виявлення відмови і часу відновлення після відмови.

З робочого місця оператора РМО-1 (далі -РМО-1) здійснюється:

- якісний контроль над об'єктом або групою об'єктів (в випадку набору вихідного відеосигналу одного з реєстраторів) за допомогою відеоконтрольного пристроюї (далі - ВКП);
- формування сигналу дистанційного керування кожним ПТП-1 (2) за допомогою пульта управління ПУ-1 (далі - ПУ-1);
- формування сигналу дистанційного керування однією з вихідних ліній відеокомутатора (дозволяє набрати на контроль будь-яке з ПТП-1 (2) або вихідний відеосигнал кожного з реєстраторів).

Розділ 2 Автоматизоване керування системою промислового телебачення за спостереженням агрегатів енергоблоку атомної електростанції

2.1. Опис структурних схем СПТ-1

Електроживлення СПТ-1 має здійснюватися від мережі власних потреб АЕС змінним струмом частотою 50 Гц і номінальною напругою 220 В (однофазна мережа), в якій допускаються тривалі відхилення усталеної напруги живлення від мінус 15% до плюс 10%, частоти -від мінус 2% до плюс 2% від номінального значення, і коефіцієнт гармонійної складової напруги до 10%.

Електроживлення обладнання апаратної СПТ-1 здійснюється з використанням джерела безперебійного електроживлення.

Шафи апаратної СПТ-1 мають три входи електроживлення мережі 220 В.

Активна потужність, споживана обладнанням апаратної СПТ-1, не перевищує 3000 Вт.

Електроживлення ПС-1 (2) має здійснюватися від тієї ж мережі власних потреб АЕС змінним струмом частотою 50 Гц і номінальною напругою 220 В.

Електроживлення ПТП-1 (2) здійснюється від джерел живлення постійного струму напругою 12 В і від джерел живлення змінного струму напругою 24 В [тільки для ПТП-1 (2) з поворотними пристроями].

Імпульсні джерела живлення, що входять до складу ПС-1 (2), мають захист від перевантаження по струму і захист від короткого замикання по виходу.

Активна потужність, споживана кожним ПС-1 (2) і ПТП-1 (2) від мережі власних потреб АЕС, не перевищує 400 Вт.

На наведених нижче рисунках показані структурна схема електроживлення апаратної СПТ-1 (рисунок 2.1) і структурна схема живлення ПС-1 (2) - ПТП-1 (2) (рисунок 2.2).

Щит ввімкнення ЩВ-1

Щит ввімкнення ЩВ-1 (далі - ЩВ-1) забезпечує підключення обладнання апаратної СПТ-1 до мережі змінного струму номінальною напругою 220 В частотою 50 Гц.

ЩВ-1 має два входи "ВХІД ~ 220 В МЕРЕЖА А" і "ВХІД ~ 220 В МЕРЕЖА В", скомутовані на два виходи "ВИХІД 1 ~ 220 В", "ВИХІД 2 ~ 220 В". "ВИХІД 3 ~ 220 В" підключається в разі зникнення напруги на одному з входів на вхід, на якому напруга електроживлення присутня.

ЩВ-1 має світлову індикацію напруги на входах і виходах.

СТРУКТУРНА СХЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ АПАРАТНОЇ СПТ-1

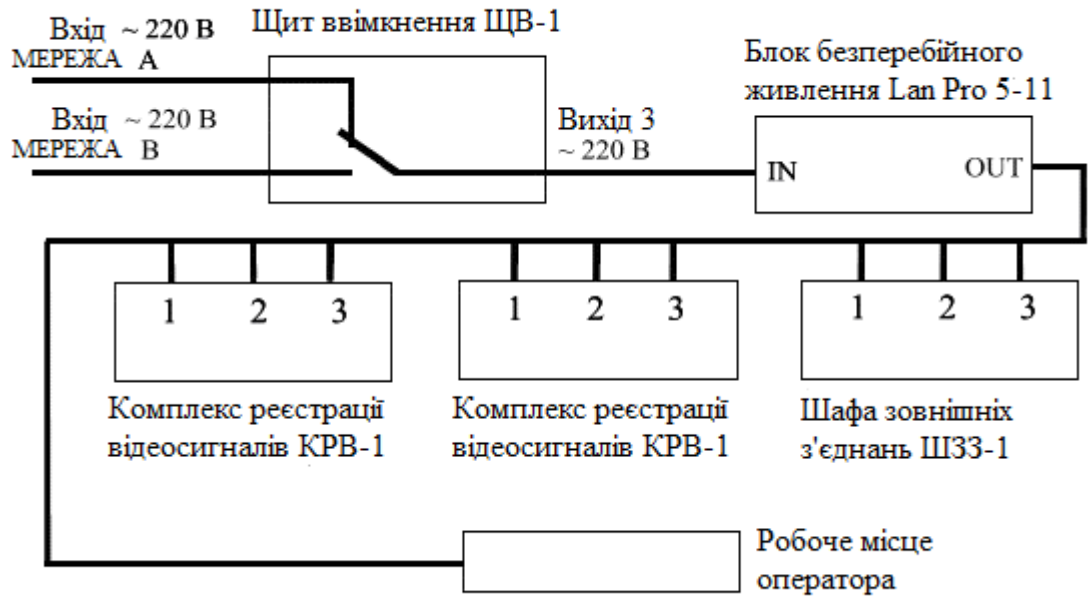


Рисунок 2.1 Структурна схема електроживлення апаратної СПТ-1

СТРУКТУРНА СХЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ПС-1(2), ПТП-1(2)



Рисунок 2.2 Структурна схема електроживлення ПС-1(2), ПТП-1(2)

Блок безперебійного живлення

Блок безперебійного живлення типу LanPro 5-11 забезпечує обладнання апаратної СПТ-1 якісним електроживленням і дозволяє проводити перемикання вхідної напруги живлення ("МЕРЕЖА А","МЕРЕЖА В") без порушення функціонування обладнання СПТ-1.

Для вивчення принципів роботи і особливостей блоку безперебійного

живлення LanPro5-11 необхідно користуватися "Інструкцією по експлуатації джерела безперебійного живлення DIGITAL ENERGY LP11 3-5-6-8-10 кВА "(російськомовна версія).

Блок відеокомутатора БВК-1

Блок матричного відеокомутатора 64х12 БВК-1 (далі - БВК-1) призначений для розподілу відеоінформації, одержуваної від телевізійних відеокамер, на пристрої відображення робочого місця оператора і комплектів дистанційного керування.

БВК-1 має наступні технічні характеристики:

- кількість входів - 64. Вхідний опір по кожному входу становлять 75 Ом для узгодження з хвильовим опором коаксіального кабелю;
- кількість виходів - 12. Вихідний опір по кожному виходу становить 75 Ом для узгодження з хвильовим опором коаксіального кабелю;
- управління та діагностика БВК-1 виконується з використанням стандартного послідовного інтерфейсу RS-485;
- електроживлення БВК-1 здійснюється від мережі змінного струму 220 В, частотою 50 Гц з основної та резервної ліній. Потужність, споживана від мережі електроживлення, не перевищує 40 Вт.

Електричні характеристики для будь-якого напрямку комутації:

- коефіцієнт передачі $1 \pm 0,02$;
- нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц відносно значення, виміряного на частоті 1 МГц не більше $\pm 2\%$;
- перекози П-імпульсів частоти рядків і полів не більше 1,5%;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше 1,5%;
- точність прив'язки вихідних сигналів ± 20 мВ;
- ослаблення перехресної перешкоди по сусідньому каналу на частоті 4,43 МГц не менше 40 дБ.

До складу БВК-1 входять наступні елементи:

- чотири модуля вхідної комутації МВК-1 (далі - МВК-1);
- модуль видеопідсилювачів МВ-1 (далі - МВ-1);
- модуль виходів і управління МВУ-1 (далі МВУ-1);
- два імпульсних блоки живлення МАХ-212.

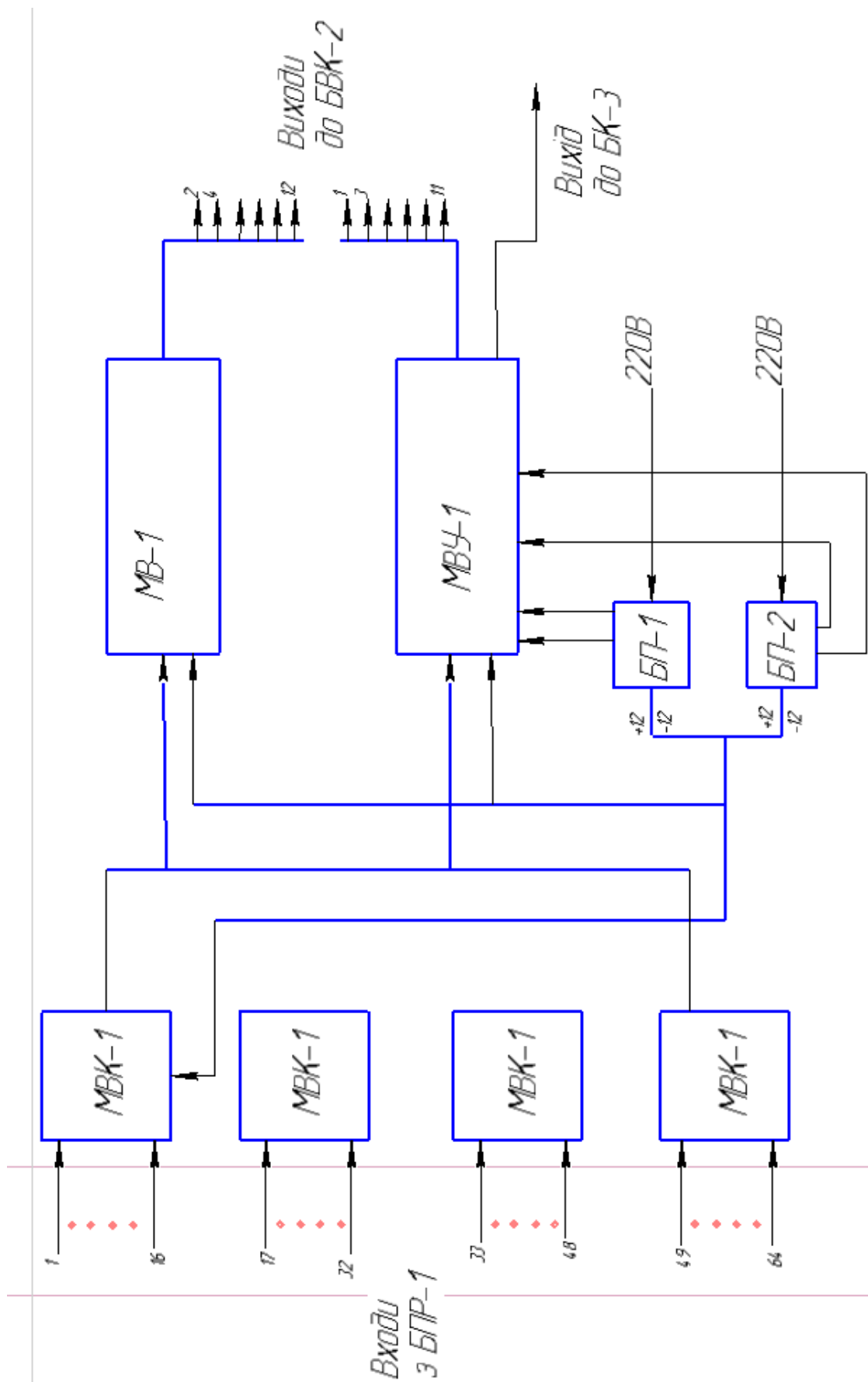


Рисунок 2.3. Блок відеокмутатора БВК-1. Структурна схема.

Комутаційна матриця з необхідним числом входів реалізована в БВК-1 використанням високоімпедансного стану виходів проміжних комутаційних MBK-1, що мають комутаційну ємність 16x12.

Вихідні ланцюги MBK-1 об'єднані спільною шиною кросплати таким чином, що з чотирьох вихідних каналів активним завжди є тільки один. Зв'язок внутрішньої сигнальної шини з навантажувальними ланцюгами здійснюється буферними відеопідсилювачами, розподіленими між MB-1 і MBY-1.

Управління MBK-1 здійснюється по послідовній внутрішній шині RS-485.

Електроживлення модулів ББК-1 виконується двома імпульсними джерелами електроживлення, які працюють в режимі "гарячого" резервування.

Блок ББК-1 має стоєчний варіант виконання висотою 6U, модулі що входять в ББК-1 мають "врубну" конструкцію.

MBK-1 призначений для забезпечення комутації композитних відеосигналів в межах групи, що включає 16 входів на 12 виходів.

MBK-1 володіє наступними технічними характеристиками для будь-якого напрямку комутації:

- вхідний опір кожного входу становить $(75 \pm 0,4)$ Ом;
- коефіцієнт передачі $1 \pm 0,02$;
- перекося П-імпульсів частоти рядків і полів не більше 1,5%;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше 1,5%;
- ослаблення перехресної перешкоди по сусідньому каналу на частоті 4,43 МГц не менше 40 дБ.

До складу MBK-1 входять наступні функціональні вузли:

- інтегральний відеокомутатор;
- контролер управління з драйвером послідовного інтерфейсу;
- вузол вторинного стабілізованого джерела електроживлення;
- вузол діагностики та сигналізації аварії.

Комутатор зібраний на базі великої інтегральної схеми, що містить мультиплексор і вихідні буферні відеопідсилювачі з фіксованим коефіцієнтом підсилення, що виключає необхідність виконання додаткових регулювань.

Вузли керування, електроживлення і сигналізації аварії є типовими і описані в попередніх розділах.

MB-1 має шість ідентичних підсилюючих каналів і призначений для посилення відеосигналів по потужності для забезпечення роботи на навантаження опором 75 Ом.

MB-1 має наступні технічні характеристики:

- вихідний опір кожного каналу становить $(75 \pm 0,4)$ Ом;
- коефіцієнт передачі $1 \pm 0,02$;

- нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц відносно значення, виміряного на частоті 1 МГц не більше 2%;
- перекоси П-імпульсів частоти рядків і полів не більше 3%;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше 3%;
- точність прив'язки вихідних сигналів ± 20 мВ.

МВ-1 також забезпечує:

- світлову сигналізацію аварії вузла вторинного електричного живлення;
- самодіагностику наявності відеосигналу в каналах підсилення;
- передачу діагностичної інформації ведучому пристрою по стандартному

послідовному каналу RS-485.

До складу МВ-1 входять наступні функціональні вузли:

- шість ідентичних каналів видеопідсилювачів;
- контролер діагностики з драйвером послідовного інтерфейсу;
- вузол вторинного стабілізованого джерела електроживлення;
- вузол діагностики та сигналізації аварії.

Канал видеопідсилення зібраний на широкосмуговому буферном підсилювачі. Videопідсилювач охоплений петлею стабілізації рівня гасіння (системою прив'язки). У каналі також передбачені регулювання коефіцієнта передачі і смуги пропускання потенціометрами відповідно.

Решта функціональних вузлів зібрані за типовими схемами і описаних в попередніх розділах.

МВУ-1 має шість ідентичних підсилюючих каналів і призначений для підсилення відеосигналів по потужності для забезпечення роботи на навантаження опором 75 Ом.

МВУ-1 володіє наступними технічними характеристиками:

- вихідний опір кожного каналу становить $(75 \pm 0,4)$ Ом;
- коефіцієнт передачі $1 \pm 0,02$;
- нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц відносно значення, виміряного на частоті 1 МГц не більше 2%;
- перекоси П-імпульсів частоти рядків і полів не більше 3%;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше 3%;
- точність прив'язки вихідних сигналів ± 20 мВ.

МВУ-1 також забезпечує:

- світлову сигналізацію аварії вузла вторинного електроживлення;
- самодіагностику наявності відеосигналу в каналах підсилення;
- діагностику поточної температури блоку БВК-1;
- передачу діагностичної інформації ведучому пристрою по стандартному послідовному каналу RS-485;
- дистанційне керування станом відеокомутатора по командам,

переданим по зовнішньому інтерфейсу RS-485;

- місцеве управління комутатором за допомогою клавіатури, що на передній панелі модуля.

До складу МВУ-1 входять наступні функціональні вузли:

- шість ідентичних каналів відеопідсилювачів;
- контролер діагностики та управління з драйверами внутрішнього і зовнішнього послідовних інтерфейсів;
- вузол вторинного стабілізованого джерела електроживлення;
- вузол діагностики та сигналізації аварії;
- інтегральний датчик температури.

Крім того, на передній панелі МВУ-1 встановлена плата індикації, що включає чотирьохрозрядний семисегментний дисплей для відображення поточного режиму блоку БВК-1 і клавіатуру для місцевого управління.

Канал відеопідсилення зібраний на широкосмуговому буферному підсилювачі. Відеопідсилювач охоплений петлею стабілізації рівня гасіння (системою прив'язки). У каналі також передбачені регулювання коефіцієнта передачі і смуги пропускання потенціометрами.

Решта функціональні вузли зібрані за типовими схемами і описаними в попередніх розділах.

Місцева панель управління активізується в разі відсутності зв'язку по каналу дистанційного керування і забезпечує при цьому кілька режимів роботи. Режим місцевого управління обирається клавішами "Up", "Down", значення параметра встановлюється клавішами "Left", "Right", введення набраного значення здійснюється кнопкою "Enter".

Панель забезпечує наступні основні режими управління:

- "0 - 12" - комутація будь-якого з 64 входів на відповідний вихід;
- "Ao" - комутація будь-якого з 64 входів одночасно на всі виходи;
- "t°" - індикація поточної температури всередині блоку БВК-1.

Крім того, на семисегментному дисплеї в автоматичному режимі може відобразитися діагностична інформація в наступних випадках:

- при відмові одного з первинних джерел електроживлення з вказанням конкретної позиції;
- при відмові вузла вторинного електроживлення з зазначенням номера модуля, що відмовив.

Шафа зовнішніх з'єднань ШЗЗ-1

Шафа зовнішніх з'єднань ШЗЗ-1 (далі -ШЗЗ-1) виконує наступні функції:

- комутує відеовиходи комутаторів основного або резервного комплексів реєстрації відеосигналів КРВ-1;

- переносить відеосигнали на оптичну несучу для передачі на робоче місце оператора і комплекти дистанційного керування;
- виконує спряження магістральних волоконно-оптичних дротів з оптичними входами і виходами КРВ-1;

Відповідно до призначення ШВС-1 включає наступні функціональні пристрої;

- дванадцятиканальний блок відеокмутатора БВК-2 другого ступеню комутації;
- багатоканальний блок відеомодуляторів БВМ-1;
- волоконно-оптичні крос-панелі;
- комутатор мережевий EP-816DX-FS.

Блок відеокмутатора БВК-2

Блок багатоканального відеокмутатора 12 (4x1) БВК-2 (далі - БВК-2) призначений для комутації відеосигналів у випадках відмови робочого комутатора першого ступеня.

БВК-2 має такі технічні характеристики:

- кількість каналів - 12. Комутаційна ємність кожного каналу 4x1. Вхідний опір по кожному входу і виходу становить 75 Ом для узгодження з хвильовим опором коаксіального кабелю;
- управління та діагностика блоку БВК-2 виконується з використанням стандартного послідовного інтерфейсу RS-485;
- електроживлення БВК-2 здійснюється від мережі змінного струму 220 В, частотою 50 Гц з основної та резервної ліній. Потужність, спожита від мережі електроживлення, не перевищує 60 Вт.

Електричні характеристики для будь-якого напрямку комутації задовольняють наступним вимогам:

- коефіцієнт передачі $1 \pm 0,01$;
- нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц відносно значення, виміряного на частоті 1 МГц не більше $\pm 2\%$;
- перекози П-імпульсів частоти рядків і полів не більше 1,5%;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше 1,5%;
- точність прив'язки вихідних сигналів ± 20 мВ;
- ослаблення перехресної перешкоди по сусідньому каналу на частоті 4,43 МГц не менше 40 дБ.

До складу БВК-2 входять наступні елементи:

- дванадцять модулів відеокмутаторів МВК-2 (далі - МВК-2);
- модуль діагностики і управління МДУ-1 (далі - МДУ-1);
- два імпульсних блоки електроживлення МАХ-212.

БВК-2 являє собою об'єднання незалежних ідентичних відеокмутаторів 4x1, керованих по послідовній внутрішній шині RS-485.

Таким чином, резервування комутаторів першого ступеня може здійснюватися автономно по кожному каналі.

Управління та діагностика БВК-2 виконується уніфікованим модулем МДУ-1.

Електроживлення модулів, що входять до складу БВК-2, виконується двома імпульсними джерелами електроживлення, які працюють в режимі "гарячого" резервування.

БВК-2 має стосєчний варіант виконання висотою 3U, модулі ,що входять в БВК-2 мають "врубну" конструкцію.

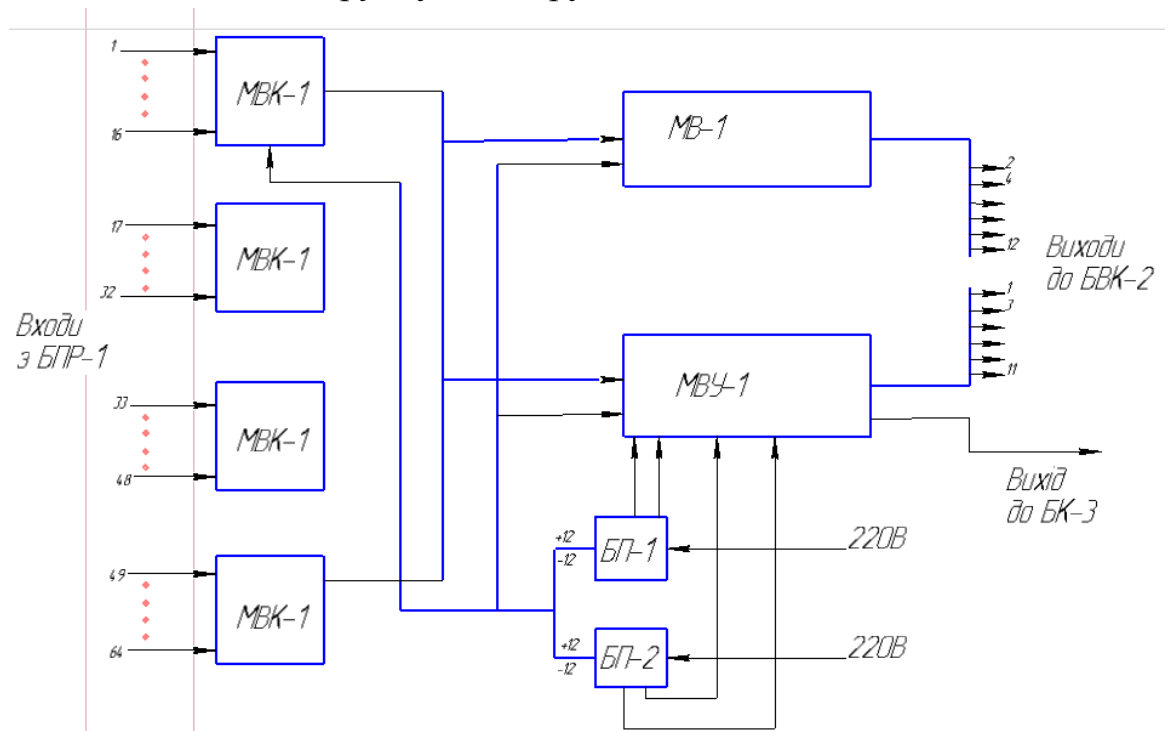


Рисунок 2.4. Блок відеокмутатора БВК-2. Схема структурна.

МВК-2 забезпечує комутацію композитних відеосигналів в межах групи, що включає 4 входи, на 1 вихід.

МВК-2 має розмножений вихід, що забезпечує узгоджену роботу на дві коаксіальні лінії з хвильовим опором 75 Ом.

МВК-2 володіє наступними технічними характеристиками для будь-якого напрямку комутації:

- коефіцієнт передачі $1 \pm 0,01$;
- нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц відносно значення, виміряного на частоті 1 МГц не більше 2%;
- перекося П-імпульсів частоти рядків і полів не більше $\pm 1,5\%$;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше $\pm 1,5\%$;
- точність прив'язки вихідних сигналів не гірше ± 20 мВ;
- ослаблення перехресної перешкоди по сусідньому каналу на частоті 4,43 МГц не менше 40 дБ.

МВК-2 також забезпечує:

- світлову сигналізацію аварії вузла вторинного електроживлення;
- діагностику наявності входних відеосигналів при всіх режимах комутації;
- передачу діагностичної інформації пристроїв верхнього рівня по стандартному послідовному каналу RS-485;
- місцеве управління при відсутності зовнішніх команд, що передаються по послідовному каналу RS-485;
- збереження в незалежній пам'яті і відновлення при перезапуску поточного стану комутатора.

МБК-2 має наступний функціональний склад:

- вхідний вузол фіксації відеосигналу;
- інтегральний відеокмутатор 4x1;
- контролер управління, інтерфейсу і збору діагностичної інформації;
- вузол вторинного стабілізованого електроживлення;
- вузол діагностики та сигналізації аварії.

Вузол прив'язки в кожному каналі є автономним і зібраний по замкненій схемі стеження. Вузол має закритий вхід, що виключає вплив постійної складової вхідного відеосигналу. Управління прив'язкою здійснюється селектором сигналу синхронізації. Вихідні сигнали селекторів використовуються також контролером діагностики для виявлення наявності відеосигналу. Вхідні відеопідсилювачі мають фіксовані параметри і не вимагають регулювань в процесі експлуатації.

Вбудований контролер призначений для отримання команд управління станом комутатора і передачі діагностичної інформації на МДУ-1 по внутрішній шині RS-485. Двоколірний світлодіодний індикатор, розміщений на передній панелі, вказує поточний стан комутатора МБК-2, а також забезпечує світлову діагностику наявності відеосигналу в робочому каналі. При цьому зеленому світлу індикатора відповідає наявність відеосигналу, червоному - відсутність або неприпустимий рівень, червоне переривчасте світло індикатора вказує на зникнення відеосигналу.

На передній панелі МБК-2 розташовані також кнопки місцевого керування, що забезпечують послідовний режим вибору необхідного входу. Органи місцевого управління активізуються тільки при відсутності дистанційних команд на перемикання.

Вузол сигналізації аварії контролює внутрішні стабілізовані джерела "+5 VA", "+5 VD" і "-5 V" і управляє світлодіодним індикатором "АВАРІЯ", на передній панелі. Сигнал "Аварія" з виходу МБК-2 в логічних рівнях також передається на МДУ-1 для незалежної діагностики.

МДУ-1 призначений для трансляції команд управління на МВК-2, а також для безперервного збору і передачі зовнішнім пристроям наступної діагностичної інформації:

- наявність / відсутність модуля;
- наявність / відсутність відеосигналу в кожному каналі;
- відмова первинних і вторинних вузлів електроживлення;
- поточне значення робочої температури БВК-2.

До складу МДУ-1 входять наступні функціональні пристрої:

- мікроконтролер;
- драйвери зовнішньої і внутрішньої послідовних шин RS-485;
- порти введення сигналів "Аварія";
- датчики контролю первинних джерел електроживлення;
- датчик-вимірювач поточної температури;
- вузол стабілізованого вторинного електроживлення;
- вузол сигналізації аварії.

Контролер зібраний на базі однокристальної мікроконтролера з вбудованою програмною пам'яттю, має внутрішньосхемний режим програмування. Сигнал скидання формується монітором джерела живлення поєднаним з "сторожовим" таймером. Таймер автоматично перезапускає контролер при порушеннях нормального ходу виконання програми.

Драйвери послідовних шин RS-485 забезпечують спряження портів контролера з симетричними лініями прийому-передачі. Драйвер зовнішньої лінії захищений від сильних електромагнітних перешкод.

Введення сигналів " АВАРІЯ " від пристроїв, що входять до складу БПР-1 виконується за допомогою паралельних портів.

Безперервне вимірювання температури виконується інтелектуальним датчиком. Командний обмін датчика з контролером здійснюється через однопровідний інтерфейс.

Контроль первинних джерел електроживлення виконується оптронними перетворювачами рівня.

Місцева діагностика здійснюється за допомогою триколірного світлодіодного сигналізатора, який забезпечує такі режими індикації:

- зелений колір - режим нормальної роботи при наявності обміну по зовнішній лінії RS-485;
- червоний колір - припинення зв'язку за зовнішнім каналом RS-485;
- переривчастий зелений колір - втрата зв'язку;
- переривчастий червоний колір - відмова одного з каналів первинного електроживлення;
- переривчастий жовтий колір - відмова одного з каналів вторинного електроживлення.

Шафа пристроїв сполучення ШПС-1 (далі - шус-1) призначена для установки ПС-2. ШПС-1 забезпечує ПС-2 електроживленням від мережі змінного струму напругою 220 В частотою 50 Гц від мережі власних потреб АЕС.

До складу ШПС-1 входять кросові оптоволоконні панелі, за допомогою яких ПС-2 пов'язані з обладнанням апаратної СПТ-1.

У ШПС-1 можуть бути встановлені до восьми ПС-2.

Кожне ПС-2 живиться від окремих входних клемників, розташованих на панелі електроживлення ШПС-1.

Пристрій сполучення ПС-2

Пристрій сполучення ПС-2 (далі-ПС-2) забезпечує живлення ПТП-1 (2), перетворення відеосигналу і сигналу сигналізації з електричного виду в оптичний, перетворення сигналів управління з оптичного виду в електричний, діагностику стану ПТП-1 (2) і ПС-1 (2).

До складу УС-2 входять наступні модулі:

- модуль відеокоректора MBK-3 (далі - MBK-3);
- передавач оптичний LTC4641 / 50;
- модуль управління МУ-1 (далі - МУ-1);
- модуль живлення JWS 300-12;
- модуль живлення ZWS 15-12 / JA;
- модуль живлення ZWS 10-5 / JA;
- плата трансформатора (тільки для ПС-2 працюючих з ПТП-1 (2), які мають поворотні пристрої).

ПС-2 конструктивно виконано у вигляді пристрою, призначеного для установки в шафу пристроїв сполучення ШПС-1. Підключення зовнішніх кабелів проводиться на передній панелі ПС-2.

Модуль відеокоректора MBK-3

MBK-3 призначений для попередньої корекції відеосигналу, що приймається від ПТП-1 (2) по протяжному коаксіальному кабелю, і наступній передачі його на оптичній піднесній на центральний пристрій обробки. Крім того, MBK-3 виконує додаткові допоміжні функції:

- забезпечує введення текстової інформації з метою ідентифікації об'єкта спостереження і відображення діагностичних повідомлень;
- формує тестові сигнали у вигляді сигналів кольорових смуг і кольорового тону, призначені для контролю відеотракту.

MBK-3 функціонує в двох основних режимах: корекції входного відеосигналу з відомою синхронізацією знакогенератора і формування тестових сигналів з автономної синхронізацією.

У режимі відеокоректора MBK-3 характеризується наступними технічними характеристиками:

- діапазон регулювання коефіцієнта передачі не менше 0,7 ... 1,5;
- допустима нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц щодо значення, виміряного на частоті 1 МГц при роботі з коаксиальним кабелем довжиною до 150 м не більше $\pm 4\%$;
- перекося П-імпульсів частоти рядків і полів не більше $\pm 3\%$;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше $\pm 3\%$;
- точність прив'язки вихідних сигналів ± 20 мВ;
- рівень придушення фонові (синфазної) перешкоди не менше 40 дБ.

МВК-3 має один вхід з вхідним опором 75 Ом і один вихід композитного відеосигналу, що забезпечує роботу на одного споживача з вхідним опором 75 Ом.

У режимі датчика ДЦП / СПП МВК-3 має такі технічні характеристики:

- формує вихідні відеосигнали двох стандартів PAL і MESECAM;
- розмах сигналу яскравості від рівня гасіння до рівня білого (700 + 50) мВ;
- розмах ССП (300 ± 60) мВ;
- розмах сигналу кольоровості (спалаху колірної піднесна) - (300 ± 60) мВ;

Струм, споживаний модулем МВК-3 від первинного джерела плюс 12 В, не перевищує 600 мА.

4.5.4.7 Вбудований знакогенератор забезпечує заміс в яркостну складову вихідного сигналу 14 рядків символічної інформації в межах телевізійного кадру. У бібліотеку шрифтів входять цифри, букви російського, українського та англійського алфавітів, а також спеціальні знаки. При введенні можлива дискретна установка прозорості титрів.

МВК-3 має наступний функціональний склад:

- вхідний вузол компенсації синфазної перешкоди ("фоноподавитель");
- діапазонний коректор спотворень, що вносяться коаксіальним кабелем;
- вузол регулювання загасання, розмаху і завалу амплітудно-частотної характеристики;
- вбудований знакогенератор, який заміщує в коректований відеосигнал символічну інформацію;
- вбудований датчик відеосигналу, що забезпечує автономне тестування подальшого відеотракту;
- вузол контролера, що забезпечує місцеве і дистанційне управління. Місцеве управління реалізовано на клавіатурі, розміщеної на передній панелі, дистанційне - за допомогою послідовного асинхронного інтерфейса RS-485;

- вузол імпульсного малогабаритного перетворювача напруги, який формує необхідні питомі напруги внутрішніх ланцюгів з первинної напруги плюс 12 В.

Вузол управління МВК-3, зібраний на базі мікроконтролера забезпечує в режимах місцевого та дистанційного керування виконання наступних команд:

- вибір одного з трьох діапазонів корекції для роботи з вхідним відеодротом довжиною (0 ... 50) м, (50 ... 100) м і (100 ... 150) м відповідно;
- ввімкнення / вимикання режиму ДЦП / СПП;
- вибір типу вихідного сигналу вбудованого датчика: "ДЦП", "СПП", "Блокування";
- зміна стандарту вихідного сигналу датчика ДЦП / СПП;
- установку рівня прозорості титрів;
- в режимі дистанційного управління - висновок діагностичної інформації;
- в режимі місцевого управління - відновлення змісту рядків тексту за замовчуванням.

Крім того, контролер забезпечує також передачу зовнішнім пристроям діагностичну інформації про наявність / відсутність вхідного сигналу, перезавантаження, вихід робочої температури за допустимі межі і т.д.

Місцева клавіатура управління активізується тільки при відсутності запитів по послідовному інтерфейсу RS-485 дистанційного управління. Вибір режиму настройки здійснюється одноразовим натисканням кнопок "◀", "▶". При цьому обраний режим відображається переривчастим свіченням відповідних світлодіодних індикаторів. Значення обраного параметру модифікується кнопками "▲" і "▼". Фіксація обраного значення параметра здійснюється кнопкою "Ent", вихід з режиму налаштувань – кнопкою "Esc". Значення всіх регульованих параметрів зберігаються в енергонезалежній пам'яті і відновлюються в процесі перезавантаження контролера МВК-3.

У першому режимі настройки вибирається один з трьох діапазонів довжини дроту, що коректується - "0-50" м, "50-100" м і "100-150" м відповідно.

Точна установка параметрів вихідного відеосигналу виконується потенціометричними регуляторами "посилити", "КОР" і "ФОН", розміщеними на передній панелі МВК-3.

У другому режимі настройки включається / відключається режим "ДЦП / СПП". Червоному світлу індикатора відповідає режим "ДЦП / СПП", зеленому - нормальний режим відеокорректора.

У третьому режимі настройки встановлюється тип вихідного сигналу вбудованого датчика: зеленому кольору індикатора відповідає режим "СПП", жовтому - режим "ДЦП", червоному - блокування вбудованого датчика.

Четвертий режим настройки є спеціальним і виконується при контролі вихідного сигналу на відеомоніторі. Четвертому режиму відповідає відсутність світіння світлодіодної лінійки індикації. В даному режимі налаштувань встановлюється рівень прозорості текстової інформації, яка вводить в коректований відеосигнал.

Модуль управління МУ-1 (далі - МУ-1) призначений для управління і збору діагностичної інформації про стан обладнання, що входить до складу пристрою узгоджувального. Крім того, МУ-1 виконує управління пристроєм телевізійним передавальним, безпосереднім підключеним до даного пристрою узгодження.

МУ-1 функціонує наступним чином. Команди управління, що надходять по оптоволоконній лінії, перетворюються в електричний вид приймачем. Перетворений сигнал приймаються контролером послідовного каналу, з якого по перериванню зчитуються мікропроцесором. Після прийому всієї командної послілки мікропроцесор передає відповідну послілку через контролер і оптоволоконний передавач.

Команди, адресовані пристрою телевізійному передавальному ПТП-1 (2), транслуються контролером і прийомопередатчиком RS485.

Вихід підключений до магістралі через вузол захисту Команди, адресовані МВК-3, транслуються за допомогою приймача RS485.

Додатково МУ-1 збирає діагностичну інформацію про стан джерел живлення і дверей ПС-1 (2), температури всередині ПС-1 (2), інформацію про стан МВК-3 і МУ-1.

Струм, споживаний модулем МУ-1 від первинного джерела плюс 5 В не перевищує 400 мА.

Пристрій сполучення ПС-1

Пристрій сполучення ПС-1 здійснює живлення ПТП-1 (2), перетворює електричні відеосигнали і сигнали сигналізації в оптичні, сигнали управління з оптичного виду в електричні, проводить діагностику стану ПТП-1 (2) і ПС-1 (2).

До складу пристроїв сполучення ПС-1 входять наступні модулі:

- модуль відеокоректора МВК-3;
- передавач оптичного перетворювача LTC 4641/50;
- модуль управління МУ-1;
- модуль живлення JWS 300-12;
- модуль живлення ZWS 15-12 / JA;

- модуль живлення ZWS 10-5 / JA;
- плата трансформатора (тільки для ПС-1 (2), працюючих з ПТП-1 (2) з поворотними пристроями).

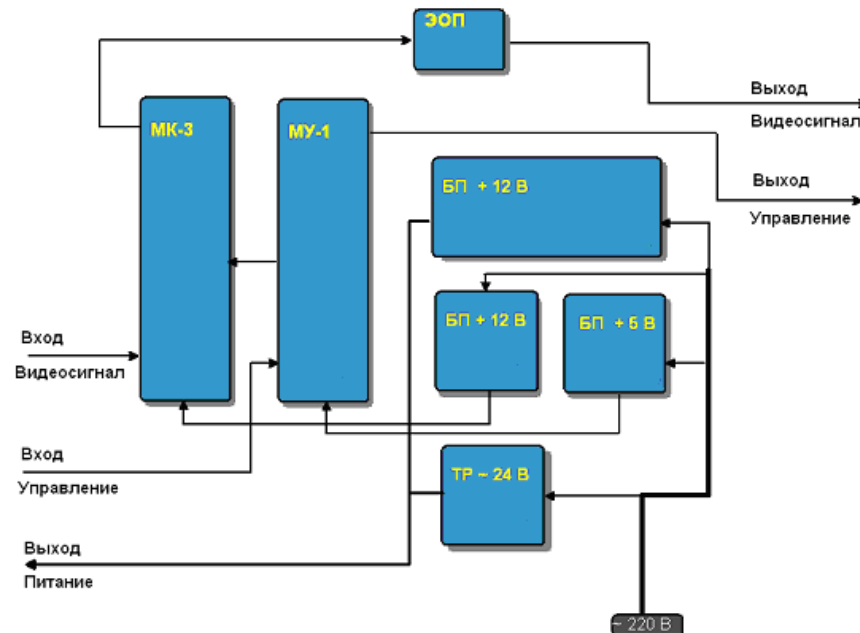


Рисунок 2.5 Пристрій сполучення. Структурна схема.

Пристрій сполучення ПС-1 конструктивно виконано у вигляді настенної шафи з дверима що закриваються на замок. Підключення зовнішніх дротів проводиться на нижній панелі шафи.

Модуль відеокоректора МВК-3

Модуль відеокоректора МВК-3 (далі - МВК-3) призначений для попередньої корекції відеосигналу, що приймається від ПТП-1 (2) по протяжному коаксіальному кабелю, і подальшої передачі на оптичній несучій на центральні пристрої обробки. Крім того, МВК-3 виконує додаткові допоміжні функції:

- забезпечує введення текстової інформації з метою ідентифікації об'єкта спостереження і відображення діагностичних повідомлень;
- формує тестові сигнали у вигляді сигналів кольорових смуг і кольорового тону, призначені для контролю відеотракту.

МВК-3 функціонує в двох основних режимах: власне корекції вхідного відеосигналу з відомою синхронізацією знакогенератора і в режимі формування тестових сигналів з автономної синхронізацією.

У режимі відеокоректора МВК-3 має такі технічні характеристики:

- діапазон регулювання коефіцієнта передачі не менше 0,7 ... 1,5;
- допустима нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц

щодо значення, виміряного на частоті 1 МГц при роботі з коаксиальним кабелем довжиною до 150 м не більше 4%;

- перекося П-імпульсів частоти рядків і полів не більше 3%;
- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше 3%;
- точність прив'язки вихідних сигналів ± 20 мВ;
- рівень придушення фонові (синфазної) перешкоди не менше 40 дБ.

МВК-3 має один вхід з вхідним опором 75 Ом і один вихід композитного відеосигналу, що забезпечує роботу на одного споживача з вхідним опором 75 Ом.

У режимі датчика ДЦП / СПП МВК-3 має такі технічні характеристики:

- формує вихідні відеосигнали двох стандартів PAL і MESECAM;
- розмах сигналу яскравості від рівня гасіння до рівня білого (700 + 50) мВ;
- розмах ССП (300 ± 60) мВ;
- розмах сигналу кольоровості (спалаху колірної піднесної) - (300 ± 60) мВ;

Струм, споживаний модулем МВК-3 від первинного джерела плюс 12 В, не перевищує 600 мА.

Вбудований знакогенератор забезпечує заміс в яркостну складову вихідного сигналу 14 рядків символічної інформації в межах телевізійного кадру. У бібліотеку шрифтів входять цифри, букви російського, українського та англійського алфавітів, а також спеціальні знаки.

При введенні можлива дискретна установка прозорості титрів.

МВК-3 має наступний функціональний склад:

- вхідний вузол компенсації синфазної перешкоди ("фоноподавитель");
 - діапазонний коректор спотворень, що вносяться коаксіальним кабелем;
 - вузол регулювання загасання, розмаху і завалу амплітудно-частотної характеристики;
 - вбудований знакогенератор, який заміщує в коректований відеосигнал символічну інформацію;
 - вбудований датчик відеосигналу, що забезпечує автономне тестування подальшого відеотракту;
 - вузол контролера, що забезпечує місцеве і дистанційне управління.
- Місьцеве управління реалізовано на клавіатурі, розміщеної на передній панелі, дистанційне - за допомогою послідовного асинхронного інтерфейса RS-485;

- вузол імпульсного малогабаритного перетворювача напруги, який формує необхідні питомі напруги внутрішніх ланцюгів з первинної напруги плюс 12 В.

Вузол управління МВК-3, зібраний на базі мікроконтролера забезпечує в режимах місцевого та дистанційного керування виконання наступних команд:

- вибір одного з трьох діапазонів корекції для роботи з вхідним відеодротом довжиною (0 ... 50) м, (50 ... 100) м і (100 ... 150) м відповідно;
- ввімкнення / вимикання режиму ДЦП / СПП;
- вибір типу вихідного сигналу вбудованого датчика: "ДЦП", "СПП", "Блокування";
- зміна стандарту вихідного сигналу датчика ДЦП / СПП;
- установку рівня прозорості титрів;
- в режимі дистанційного управління - висновок діагностичної інформації;
- в режимі місцевого управління - відновлення змісту рядків тексту за замовчуванням.

Крім того, контролер забезпечує також передачу зовнішнім пристроям діагностичну інформації про наявність / відсутність вхідного сигналу, перезавантаження, вихід робочої температури за допустимі межі і т.д.

Місцева клавіатура управління активізується тільки при відсутності запитів по послідовному інтерфейсу RS-485 дистанційного управління. Вибір режиму настройки здійснюється одноразовим натисканням кнопок "◀", "▶". При цьому обраний режим відображається переривчастим свіченням відповідних світлодіодних індикаторів. Значення обраного параметру модифікується кнопками "▲" і "▼". Фіксація обраного значення параметра здійснюється кнопкою "Ent", вихід з режиму налаштувань – кнопкою "Esc". Значення всіх регульованих параметрів зберігаються в енергонезалежній пам'яті і відновлюються в процесі перезавантаження контролера МВК-3.

У першому режимі настройки вибирається один з трьох діапазонів довжини дроту, що коректується - "0-50" м, "50-100" м і "100-150" м відповідно.

Точна установка параметрів вихідного відеосигналу виконується потенціометричними регуляторами "ПОСИЛИТИ", "КОР" і "ФОН", розміщеними на передній панелі МВК-3.

У другому режимі настройки включається / відключається режим "ДЦП / СПП". Червоному світлу індикатора відповідає режим "ДЦП / СПП", зеленому - нормальний режим відеокорректора.

У третьому режимі настройки встановлюється тип вихідного сигналу вбудованого датчика: зеленому кольору індикатора відповідає режим "СПП", жовтому - режим "ДЦП", червоному - блокування вбудованого датчика.

Четвертий режим настройки є спеціальним і виконується при контролі вихідного сигналу на відеомоніторі. Четвертому режиму відповідає відсутність світіння світлодіодної лінійки індикації. В даному режимі налаштувань встановлюється рівень прозорості текстової інформації, яка вводиться в коректований відеосигнал.

Модуль оптичного перетворювача LTC4641 / 50

Модуль LTC4641 / 00 (далі - модуль) призначений для переносу вхідного відеосигналу на оптичну несучу.

Передавач модуля працює на довжині хвилі 850 нм і забезпечує сполучення з багатомодовими волоконно-оптичними кабелями за допомогою з'єднувачів типу ST.

Енергетичний потенціал лінії при роботі з приймачем модуля становить 14 дБм, що гарантує довжину волоконно-оптичної лінії не менше 2,5 км.

Модуль встановлюється на корпусі відеокорректора MBK-3.

Електроживлення модуля здійснюється від джерела плюс 12 В. В процесі експлуатації модуль не вимагає оперативного регулювання.

Модуль управління МУ-1

Модуль управління МУ-1 (далі - МУ-1) призначений для управління і збору діагностичної інформації про стан обладнання, що входить до складу пристрою узгоджувального. Крім того, МУ-1 виконує управління пристроєм телевізійним передавальним, безпосереднім підключеним до даного пристрою узгодження.

МУ-1 функціонує наступним чином. Команди управління, що надходять по оптоволоконній лінії, перетворюються в електричний вид приймачем. Перетворений сигнал приймаються контролером послідовного каналу, з якого по перериванню зчитуються мікропроцесором. Після прийому всієї командної послілки мікропроцесор передає відповідну послілку через контролер і оптоволоконний передавач.

Команди, адресовані пристрою телевізійному передавальному ПТП-1(2), транслуються контролером і прийомопередатчиком RS485.

Вихід підключений до магістралі через вузол захисту команди, адресовані MBK-3, транслуються за допомогою приймача RS485.

Додатково МУ-1 збирає діагностичну інформацію про стан джерел живлення і дверей ПС-1(2), температури всередині ПС-1(2), інформацію про стан MBK-3 і МУ-1.

Струм, споживаний модулем МУ-1 від первинного джерела плюс 5 В не перевищує 400 мА.

2.2 Опис електричних принципових схем систем.

Комплекс реєстрації відеосигналів КРВ-1

Комплекс реєстрації відеосигналів КРВ-1 (далі - КРВ-1) виконує наступні функції:

- перетворює оптичні сигнали в електричні від всіх телевізійних камер;
- коригує електричні відеосигнали і подає їх на пристрої реєстрації, на відеокомутатор матричного типу об'ємом 48 входів на 8 виходів;
- забезпечує оператору СПТ-1 управління ПТП-1 (2) (наведення телевізійної відеокамери на необхідну ділянку об'єкта спостереження, настройку зображення, управління об'єктивом телевізійної відеокамери);
- документує відеоінформацію в процесі спостереження і дає можливість переглядати її;
- автоматично формує сигнал тривоги при зміні будь-якого з відеосигналів при порівнянні його з попереднім (для ПТП-1 (2), що знаходяться в стані дистанційного керування, сигнал тривоги блокується);
- забезпечує управління всіма об'єктами СПТ-1, діагностику стану ПТП-1 (2), ПС-1 (2), матричного комутатора за допомогою контролера;
- документує результати діагностики, забезпечує довготривале зберігання діагностичної інформації, забезпечує вивід діагностичної інформації на монітор;
- автоматично контролює технічний стан контролера після вмикання живлення і безперервно контролює його під час роботи;
- формує тривожне повідомлення при виявленні будь-якої відмови в процесі діагностики;
- архівує, відображає і реєструє відомості про місце виникнення відмови, складову частину СПТ-1 що відмовила, час виявлення відмови і час відновлення.

Відповідно до призначення КРВ-1 включає наступні функціональні пристрої:

- два блоки багатоканальних оптичних демодуляторів відеосигналів LTC4637 / 50;
- багатоканальний блок підсилювачів-розподільників БПР-1;
- блок матричного відеокомутатора БВК-1 з комутаційної ємністю 64x12;

Блок оптичного відеодемодулятора LTC4637 / 50

Блок оптичного відеомодулятора LTC4637 / 50 є дванадцятиканальним пристроєм і призначений для виділення композитних відеосигналів з

поступаючих на його входи амплітудно-модульованих оптичних сигналів, які передаються пристроями сполучення.

Блок оптичних демодуляторів має стоєчний варіант виконання висотою 3U. Електроживлення блоку виконується від мережі змінного струму напругою 220 В частотою 50 Гц.

Потужність, споживана від мережі, не перевищує 40 Вт.

Обробка оптичних сигналів здійснюється "врубними" модулями LTC4642 / 00, що володіють наступними технічними характеристиками:

- робоча довжина хвилі в многомодовому волоконно-оптичному дроті 850 нм;

- енергетичний потенціал лінії при роботі з передавачем LTC4641 / 50 складає 14 дБм, що гарантує довжину волоконно-оптичної лінії не менше 2,5 км.

Модуль LTC4642 / 00 має один оптичний вхід ST типу. Тракт обробки відеосигналу містить вузли стабілізації розмаху і рівня фіксації, що виключають залежність параметрів вихідного сигналу від розкиду потужності випромінювання передавача і довжини лінії.

У модулі передбачена самодіагностика контролю електроживлення і наявності вхідного сигналу. Діагностична інформація відображається на світлодіодних індикаторах, виведених на лицьову панель. Наявності відеосигналу відповідає зелене свічення світлодіода "VIDEO", відсутність - червоне.

БПР-1 має стоєчний варіант конструктивного виконання висотою 3U. До складу блоку входять дванадцять модулів підсилювачів-розподільників МПР-1 (далі - МПР-1), що утворюють двадцять чотири канали розподілу, модуль діагностики МДУ-1 (далі - МДУ-1) і два імпульсні блоки живлення, що працюють в режимі гарячого резервування. Усі вхідні модулі мають "врубну" конструкцію і об'єднуються за допомогою кросплати.

Електроживлення БПР-1 здійснюється від мережі змінного струму 220 В, 50 Гц по основній і резервній лініях. Потужність, споживана від мережі електроживлення, не перевищує 50 Вт.

МПР-1 є двоканальним відеопідсилювачем і має наступні технічні характеристики:

- забезпечує в кожному з двох каналів розподіл вхідного композитного відеосигналу від одного джерела на чотири коаксіальні лінії;
- вихідний опір кожного виходу ($75 \pm 0,4$) Ом;
- коефіцієнт передачі $1 \pm 0,02$;
- допустима нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц щодо значення, виміряного на частоті 1 МГц не більше $\pm 2\%$;
- перекося П-імпульсів частоти рядків і полів не більше $\pm 3\%$;

- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше $\pm 3\%$;
- точність прив'язки вихідних сигналів ± 20 мВ.

МПП-1 також забезпечує:

- світлову сигналізацію аварії вузла вторинного електроживлення;
- самодіагностику наявності відеосигналу в каналах розподільника;
- передачу діагностичної інформації зовнішніх пристроїв по стандартному послідовному каналу RS-485.

Вбудований контролер призначений для передачі діагностичної інформації на модуль МДУ-1 по внутрішній шині RS-485. Індикація наявності відеосигналу здійснюється також на передній панелі модуля індикатором "Синхрон. А" і "Синхрон. В". Зеленому світлу індикаторів відповідає захоплення відеосигналу, червоному - відсутність або неприпустимий рівень, червоне переривчасте світло вказує на зникнення відеосигналу.

Вузол сигналізації аварії контролює внутрішні стабілізовані джерела "+5 VA", "+5 VD" і "-5 V" і управляє світлодіодним індикатором "АВАРІЯ", виведеним на передню панель. Сигнал " АВАРІЯ " з виходу МПП-1 в логічних рівнях також передається на МДУ-1 для незалежної діагностики.

МДУ-1 призначений для безперервного збору і передачі зовнішнім пристроям наступної діагностичної інформації:

- наявність / відсутність модуля;
- наявність / відсутність відеосигналу в кожному каналі;
- відмова первинних і вторинних вузлів електроживлення;
- поточне значення робочої температури блоку.

До складу МДУ-1 входять наступні функціональні пристрої:

- мікроконтролер;
- драйвери зовнішньої і внутрішньої послідовних шин RS-485;
- порти введення сигналів "Аварія";
- датчики контролю первинних джерел електроживлення;
- датчик-вимірювач поточної температури;
- вузол стабілізованого вторинного електроживлення;
- вузол сигналізації аварії.

Контролер зібраний на базі однокристальної мікроконтролера з вбудованою програмною пам'яттю, яка має внутрішньосхемний режим програмування. Сигнал скидання формується монітором джерела живлення поєднаним з "сторожовим" таймером. Останній автоматично перезапускає контролер при порушеннях нормального ходу виконання програми.

Драйвери послідовних шин RS-485 забезпечують спряження портів контролера з симетричними лініями прийому-передачі. Драйвер зовнішньої лінії захищений від сильних електромагнітних перешкод.

Введення сигналів " АВАРІЯ" від пристроїв, що входять до складу блоку БПР-1 здійснюється за допомогою паралельних портів.

Безперервне вимірювання температури виконується інтелектуальним датчиком. Командний обмін датчика з контролером здійснюється через однопровідний інтерфейс.

Модулі прийомоприймачів МОПП-1, МПП-1, МПП-2, МПП-3 призначені для перетворення потоку команд, що надходять по восьмидротовій шині даних від модуля контролера МК-1 і назад, в один з послідовних сигналів RS- 485, RS-232 або багатомодовий оптичний сигнал.

Модуль вводу-виводу MBV-1 (далі - MBV-1) призначений для введення і виведення дискретних логічних сигналів.

Промисловий комп'ютер PPC-123T

Для управління комплексом СПТ-1 використовується промисловий панельний комп'ютер PPC-123T. Комп'ютер встановлений в кожній шафі КРВ-1.

Для управління СПТ-1 використовується тільки один комп'ютер - другий призначений для «гарячого» резервування. У разі відмови одного з комп'ютерів управління системою автоматично візьме на себе другий комп'ютер.

Промисловий комп'ютер працює під управлінням операційної системи Windows XP.

Промислова клавіатура KBD-6307

Промислова клавіатура KBD-6307 підключена до промислового комп'ютера, встановленому в шафі, і служить для локального управління цим комп'ютером.

Реєстратор DLS24S1

У складі КРВ-1 використовується відеореєстратор DLS24S1 фірми Dallmeier Electronic. Він являє собою систему цифрового запису зображень, що дозволяє одночасно записувати відеосигнал від 24 відеокамер на вбудовані жорсткі диски, переглядати раніше збережені зображення, архівувати їх для подальшого зберігання та використання.

Пристрій телевізійний передавальний ПТП-1 (2)[далі - ПТП-1 (2)] формують сигнали зображення спостережуваних об'єктів і розташовуються як в гермозоні, так і в інших місцях, обумовлених проектом.

ПТП-1 (2) - здійснює наведення телевізійної камери на об'єкт спостереження, освітлення об'єкту і формування сигналу зображення об'єкта.

ПТП-1 призначений для експлуатації в жорстких кліматичних умовах при підвищених температурах навколишнього середовища за рахунок використання вбудованого твердотілого мікрохолодильника. ПТП-2 має

кілька варіантів виконання для експлуатації в нормальних умовах і для зовнішньої установки в умовах негативних температур.

До складу ПТП-1 (2) входять:

- модулі телевізійні передавальні МТП-1, МТП-2 [далі - МТП-1 (2)];
- камера телевізійна КТП-215 [далі - КТП-215] (в складі ПТП-1-2)
- вузол підсвічування (світильники);
- електроприводний пристрій наведення (поворотний пристрій);
- вузол розшивки для зовнішніх підключень ланцюгів відео, управління і електроживлення;
- вузол перетворювача (в складі ПТП-1-2).

ПТП-1(2) поставляються в комплекті з установочними кронштейнами, що задовольняють вимоги сейсмо- і вібростійкості.

Модуль телевізійний передавальний зібраний на базі телевізійної відеокамери спостереження, що має вбудований варіооб'єктів.

Плата контролера, встановлена в корпусі МТП-1 (2), забезпечує управління всіма функціями відеокамери, поворотного пристрою, а також включенням / відключенням підсвічування зони спостереження. Крім того, плата контролера здійснює збір діагностичної інформації про внутрішню температуру МТП-1 (2) і величини напруг живлення. Обмін керуючою і діагностичною інформацією між пристроями ПТП-1 (2), ПТП-1-2 і ПС-1 (2) виконується з використанням послідовного інтерфейсу RS-485.

Оперативно регулюються:

- фокусна відстань вбудованого варіооб'єктива для вибору масштабу зображення;
- значення діафрагми з метою ручної примусової установки оптичної чутливості;
- фокус.

Оперативні регулювання виконуються відповідними органами управління пульта управління ПУ-1 (далі - ПУ-1).

Для ПТП-1 (2) фіксовані настройки здійснюються за допомогою власного меню (системи команд) відеокамери. Меню налаштувань має інтуїтивний інтерфейс користувача. Текстова інформація меню заміщується в вихідний сигнал відеокамери і відображається на екрані відеомонітору.

Для входу в меню налаштувань необхідно натиснути і утримувати кнопку

"МЕНЮ" ПУ-1. Вибір пункту меню виконується кнопками управління курсором "ВЛІВО", " ВПРАВО ", перехід на більш низький рівень меню здійснюється повторним натисканням кнопки "МЕНЮ", вихід - натисканням кнопки "НАЗАД". Зміна обраного параметра реалізується кнопками " ВЛІВО ", "ВПРАВО", фіксація нового значення - кнопкою "МЕНЮ".

Власна система налаштувань відеокамери дозволяє змінювати і встановлювати наступні параметри.

Опція меню "CAMERA ID" призначена для переднабору символьного ідентифікатора обраної відеокамери або приміщення, в якому вона знаходиться. Формування ідентифікатора здійснюється з цифр, букв англійського алфавіту, а також деяких спеціальних символів в режимі "EDIT". У режимі "DISPLAY" дозволяється або забороняється висновок ідентифікатора на екран монітора, режим "POSITION" забезпечує позиціонування ідентифікатора.

Опція меню "AGC" призначена для настройки режимів автоматичних або фіксованого регулювання оптичної чутливості відеокамери. Пріоритетним є режим автоматичного регулювання. Рівень стабілізації АРУ задається в підпункті "AGC", фіксований рівень - в підпункті "SENS" (рисунок 2.6).

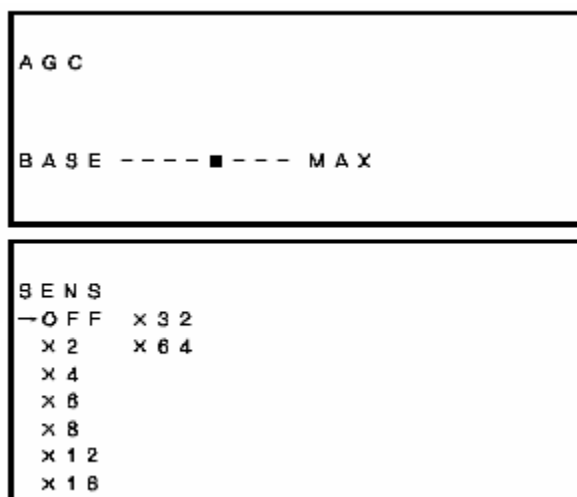


Рисунок 2.6

Опція меню "ALC / AES" призначена для регулювання яскравості зображення за допомогою функції електронного "затвору".

Опція меню "BLC" (компенсація фонові засвітки) призначена для вибіркового придушення засвічень від яскравих заважаючих об'єктів. Підпункт "BLC AREA" дозволяє задати простір придушення, підпункт "BLC LEVEL" - глибину придушення (рисунок 2.7).

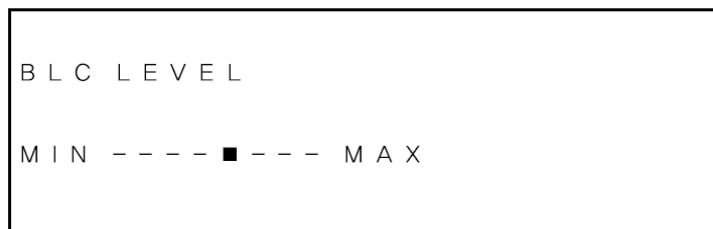
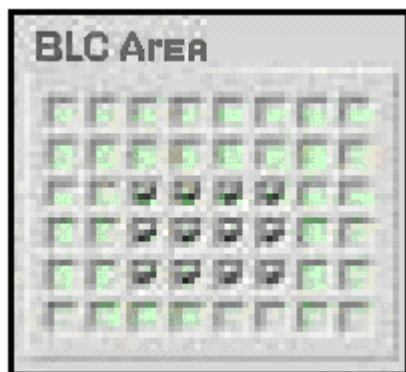


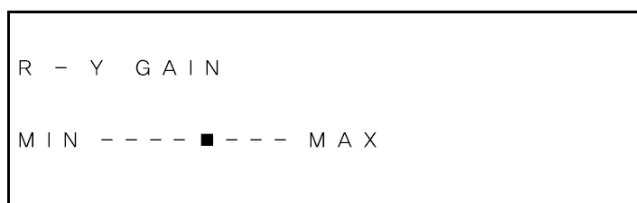
Рисунок 2.7

Опція меню "COLOR TONE" призначена для вибору режиму кольорового балансу - за рівнем білого ("ATW") або за рівнем чорного ("AWB"). Ця установка дозволяє також ввести корекцію в залежності від типу зовнішнього освітлення (рисунок 2.8).

● ATW LEVEL Screen



● R-Y GAIN Screen



● AWB LEVEL Screen



● B-Y GAIN Screen

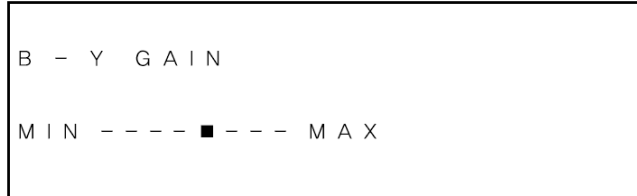


Рисунок 2.8

Опція меню "ENHANCE" призначена для настройки чіткості зображення об'єктів спостереження. Ця функція допускає роздільну апертурну корекцію по вертикалі і горизонталі (рисунок 2.9).

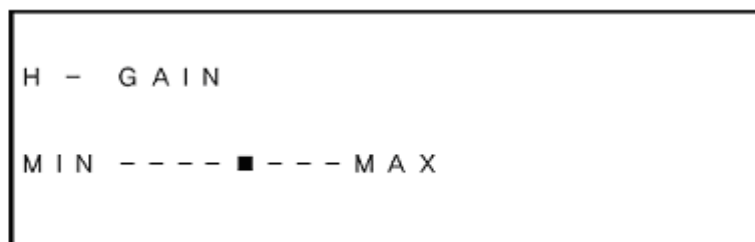




Рисунок 2.9

Опція меню "LENS" призначена для установки фокусної відстані вбудованого варіоб'єктива (режим "ZOOM"), установки чіткості зображення (режим "FOCUS"), включення / відключення режиму цифрового збільшення ("DIGITAL ZOOM"), а також включення / відключення режиму автофокусування (режим "AUTOFOCUS") (рисунок 2.10).

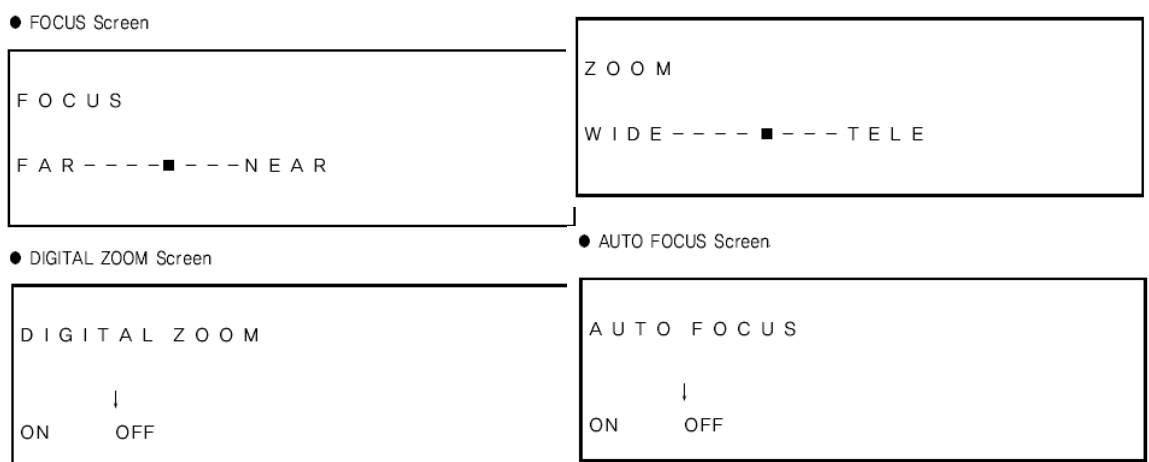


Рисунок 2.10

Опція меню "POSITION" дозволяє привласнити для одного з 64 положень відеокамери фіксовані значення групи наступних параметрів: масштаб, фокусування, колірний тон, чутливість.

Опція меню "MOTION" (детектор руху) дозволяє перевести відеокамеру в режим датчика тривожної сигналізації з руху об'єктів в заданій зоні виявлення. Підрежим "DETECTION" призначений для включення / відключення даної функції.

Функції "H-REVERSE" і "V- REVERSE" призначені для формування "дзеркального" зображення в горизонтальному і вертикальному напрямках. Загальний вигляд меню цих функцій наведено на рисунку 2.11.

- V-REVERS screen
- H-REVERS screen



Рисунок 2.11

Стан "OFF" відповідає формуванню нормального (незеркального) зображення.

Функція "NEGATIVE" призначена для виконання яркостної інверсії вихідного відеосигналу. Ця функція може бути корисною при аналізі слабконтрастних зображень. Опції меню даної функції приведені на рисунку 2.12.

- Positive/Negative screen



Рисунок 2.12

Стан "OFF" відповідає формуванню нормального (неінверсного) зображення.

Інші корисні функції меню є допоміжними і в системі СПТ-1 не використовуються. Крім того, різні модифікації відеокамер можуть мати також додаткові функції, спрямовані на поліпшення споживчих якостей.

Блок відеомодулятора БВМ-1

Блок багатоканального відеомодулятора БВМ-1 (далі - БВМ-1) призначений для перенесення вхідних відеосигналів на оптичні несучі з формуванням амплітудно-модульованих оптичних відеосигналів.

БВМ-1 має наступні технічні характеристики:

- кількість каналів - 8. Вхідний опір по кожному входу складає 75 Ом (для узгодження з хвильовим опором коаксиального кабелю);

- робоча довжина хвилі вихідного оптичного сигналу 850 нм. вихід передавача забезпечує сполучення з багатомодовими волоконно-оптичними кабелями за допомогою з'єднувачів типу ST.

- діагностика блоку БВМ-1 виконується з використанням стандартного послідовного інтерфейсу RS-485;

- електроживлення БВМ-1 здійснюється від мережі змінного струму 220 В, 50 Гц по основній і резервній лініях. Потужність, споживана від мережі, не перевищує 50 Вт.

Електричні характеристики наскрізної волоконно-оптичної лінії при роботі з сумісним приймачем типу LTC4642 задовольняють наступні вимоги:

- енергетичний потенціал лінії становить 14 дБм, що гарантує довжину волоконно-оптичної лінії не менше 2,5 км;

- коефіцієнт передачі $1 \pm 0,1$;

- нерівномірність АЧХ в діапазоні частот від 0,5 до 6 МГц відносно значення, виміряного на частоті 1 МГц не більше $\pm 2\%$;

- перекося П-імпульсів частоти рядків і полів не більше 2%;

- коефіцієнт нелінійних спотворень не більше 2%.

БВМ-1 являє собою об'єднання незалежних ідентичних відеомодуляторів.

Діагностика БВМ-1 виконується уніфікованим МДУ-1.

Електроживлення модулів, що входять до складу БВМ-1, виконується двома імпульсними джерелами, що працюють в режимі "гарячого" резервування. БВМ-1 має стоєчний варіант виконання висотою 3U, модулі, що входять в БВМ-1 мають "врубну" конструкцію.

Модуль відеомодулятора МВМ-1 (далі - МВМ-1) призначений для формування амплітудно-модульованих оптичних відеосигналів. Оптичний вихід відеомодулятора розташований з боку передньої панелі.

МВМ-1 також забезпечує:

- світлову сигналізацію аварії вузла вторинного електроживлення;

- діагностику наявності вхідного відеосигналу при всіх режимах комутації;

- передачу діагностичної інформації пристроїв верхнього рівня по стандартному послідовному каналу RS-485.

МВМ-1 має наступний функціональний склад:

- вхідний вузол фіксації відеосигналу;

- контролер інтерфейсу і збору діагностичної інформації;

- вузол вторинного стабілізованого електроживлення;

- вузол діагностики та сигналізації аварії.

Вузол прив'язки в кожному каналі є автономним і зібраний по замкненій схемі стеження. Вузол має закритий вхід, що виключає вплив

постійної складової вхідного відеосигналу. Управління прив'язкою здійснюється селектором сигналу синхронізації. Вихідні сигнали селекторів використовуються також контролером діагностики для виявлення наявності відеосигналу. У каналі також передбачені регулювання коефіцієнта передачі і смуги пропускання потенціометрами.

Вбудований контролер призначений для передачі діагностичної інформації на МДУ-1 по внутрішній шині RS-485.

Вузол сигналізації аварії контролює внутрішні стабілізовані джерела "+5 VA", "+5 VD" і "-5 V" і управляє світлодіодним індикатором "АВАРІЯ", на передній панелі. Сигнал " АВАРІЯ " з виходу МВК-2 в логічних рівнях також передається на МДУ-1 для незалежної діагностики.

Модуль діагностики та управління МДУ-1 (далі - МДУ-1) призначений для трансляції команд управління на МВК-2, а також для безперервного збору і передачі зовнішнім пристроям наступної діагностичної інформації:

- наявність / відсутність модуля;
- наявність / відсутність відеосигналу в кожному каналі;
- відмова первинних і вторинних вузлів електроживлення;
- поточне значення робочої температури БВК-2.

До складу МДУ-1 входять наступні функціональні пристрої:

- мікроконтролер;
- драйвери зовнішньої і внутрішньої послідовних шин RS-485;
- порти введення сигналів "Аварія";
- датчики контролю первинних джерел електроживлення;
- датчик-вимірювач поточної температури;
- вузол стабілізованого вторинного електроживлення;
- вузол сигналізації аварії.

Контролер зібраний на базі однокристального мікроконтролера з вбудованою програмно. пам'яттю, має внутрішньосхемний режим програмування. Сигнал скидання формується монітором джерела живлення поєднаним з "сторожовим" таймером. Таймер автоматично перезапускає контролер при порушеннях нормального ходу виконання програми.

Драйвери послідовних шин RS-485 забезпечують спраження портів контролера з симетричними лініями прийому-передачі. Драйвер зовнішньої лінії захищений від сильних електромагнітних перешкод.

Введення сигналів "АВАРІЯ" від пристроїв, що входять до складу БПР-1, виконується за допомогою паралельних портів.

Безперервне вимірювання температури виконується інтелектуальним датчиком . Командний обмін датчика з контролером здійснюється через однопроводний інтерфейс.

Розділ 3 Надійність системи

3.1. Основні поняття

Більшість технічних пристроїв є складними системами, що складаються з окремих вузлів, деталей, агрегатів, систем управління тощо. Під складною системою розуміється об'єкт, призначений для виконання заданих функцій, який може бути розчленований на елементи (компоненти), кожен з яких також виконує певні функції і знаходиться у взаємодії з іншими елементами системи.

З позицій надійності складна система володіє як негативними, так і позитивними властивостями.

Фактори, що негативно впливають на надійність складних систем, наступні:

- є велика кількість елементів, відмова кожного з яких може призвести до відмови всієї системи;
- оцінити працездатність складних систем вельми скрутно з погляду статистичних даних, так як вони часто є унікальними або є в невеликих кількостях;
- навіть у систем однакового призначення кожен екземпляр має свої незначні варіації властивостей окремих елементів, що позначається на вихідних параметрах системи;
- чим складніше система, тим більшими індивідуальними особливостями вона володіє.

Проте складні системи володіють і рядом властивостей, які позитивно впливають на їх надійність:

- складним системам властива самоорганізація, саморегулювання або самопристосування, коли система самостійно здатна знайти найбільш стійке для свого функціонування стан;
- для складної системи часто можливе відновлення працездатності по частинах, без припинення її функціонування.

При аналізі надійності складних систем їх розбивають на елементи (компоненти) з тим, щоб спочатку розглянути параметри і характеристики елементів, потім оцінити працездатність всієї системи. Під елементом, точніше кажучи, елементом розрахунку надійності можна розуміти складову частину складної системи, яка може характеризуватися самостійними вхідними і вихідними параметрами. При дослідженні надійності системи елементів не розчленовується на складові частини, і показники безвідмовності і довговічності відносяться до елемента в цілому. При цьому можливе відновлення працездатності елемента незалежно від інших частин і елементів системи.

Аналіз надійності складних систем має специфічні особливості. Різні відмови, а також зниження працездатності елементів системи по-різному впливають на надійність всієї системи.

При аналізі надійності складної системи всі її елементи і компоненти доцільно розділити на наступні групи:

- елементи, відмова яких практично не впливає на працездатність системи. Відмови (тобто несправний стан) цих елементів можуть розглядатися ізольовано від системи;

- елементи, працездатність яких за аналізований період часу практично не змінюється;

- елементи, ремонт або регулювання яких можливі при роботі виробу або під час зупинок, які не впливають на його ефективність;

- елементи, відмова яких призводить до відмов системи.

Таким чином, розгляду та аналізу, з точки зору надійності, підлягають лише елементи останньої групи. Як правило, є обмежене число елементів, які в основному і визначають надійність виробу. Ці елементи і підсистеми виявляються при розгляді структурної схеми параметричної надійності.

Розглянемо поняття структурної надійності виробів і резервування.

Структурної надійністю системи (пристрої) називається результуюча надійність системи (пристрої) при заданій її структурі і відомих значеннях надійності всіх вхідних в неї частин (блоків, осередків, компонентів і т.д., тобто конструктивів).

Взагалі з позицій теорії систем правильніше говорити про над-системи, системи, підсистеми як складових деякої зверхсистеми.

Моделі надійності встановлюють зв'язок між підсистемами (або елементами системи) та їх впливом на роботу всієї системи.

Резервування у техніці — спосіб забезпечення надійності об'єкта за рахунок використання додаткових засобів та (або) можливостей, надлишкових відносно мінімально необхідних для виконання потрібних функцій.

Резервування є одним з основних методів підвищення надійності технічних пристроїв, який дозволяє, підвищувати надійність виробу до як завгодно (принаймні теоретично) високого рівня.

Сукупність основного і резервних елементів називається резервною групою. Залежно від того, в якому стані знаходяться резервні елементи або пристрої до моменту їх включення в роботу, розрізняють три види резерву.

1. Навантажений (гарячий) резерв — резерв, що містить один чи декілька резервних елементів, які перебувають у режимі основного елемента.

Резервні елементи знаходяться в тому ж режимі, що й основний елемент, їх надійність не залежить від того, в який момент вони включилися на місце основного елемента.

2. Ненавантажений (холодний) резерв, що складається з одного чи декількох резервних елементів, які перебувають у ненавантаженому стані до початку виконання ними функцій основного елемента.

Такі резервні елементи перебувають у вимкненому стані і до моменту їх включення є справними.

3. Полегшений (очікувальний) резерв — резерв, що складається з одного чи декількох резервних елементів, які перебувають у режимі меншого навантаження порівняно з основним елементом.

Резервні елементи перебувають в полегшеному режимі роботи до моменту їх включення на місце основного. Під час очікування вони можуть відмовити, але з меншою ймовірністю, ніж основні елементи.

Полегшений резерв є найзагальнішим видом резервування, а навантажений і ненавантажений резерви можуть розглядатись як його крайні випадки.

Використання полегшеного чи ненавантаженого резерву дає можливість знизити витрату енергії, що споживає резервована система та збільшити надійність апаратури. Однак слід враховувати, що перерва на перемикання з основного пристрою на резервний допустиме не у всіх схемах.

3.2. Структурна схема надійності

Структурна (еквівалентна) схема надійності (С (Е) СН або просто ССН) - це модель реального об'єкта, що будується на основі або з урахуванням, наприклад, електричної схеми, топології, типу паяних з'єднань, способу резервування. Інакше кажучи, ССН виробів - це узагальнена модель приватних моделей (подмоделей) і значущих для надійності реальних частин виробу. Структурна схема надійності визначає функціональну взаємозв'язок між роботою підсистем (або елементів) в певній послідовності. Цю схему складають за принципом функціонального призначення відповідних підсистем (або елементів) при виконанні ними певної частини роботи, виконуваної системою в цілому.

Технічна система може бути сконструйована таким чином, що для успішного її функціонування необхідна справна робота всіх її елементів. У цьому випадку її називають послідовною системою (S-тип). Є також системи, в яких при відмові одного елемента інший елемент здатний виконати його функції. Таку систему називають паралельної (Р-тип). Дуже часто системи володіють властивостями як паралельних, так і послідовних систем - системи зі змішаним з'єднанням (С-тип). При розрахунку надійності необхідно

досліджувати дії системи, ґрунтуючись на її функціональній структурі та використовуючи імовірнісні співвідношення.

Таке дослідження структури дозволяє виявити вузькі місця в конструкції системи з погляду її надійності, а на етапі проектування - розробити конструктивні заходи щодо усунення подібних вузьких місць. Наприклад, можна заздалегідь підрахувати, скільки резервних елементів необхідно для забезпечення заданого рівня надійності системи. Далі можна розрахувати надійність системи, побудованої з елементів з відомою надійністю, або навпаки, виходячи з вимоги до надійності системи, пред'явити вимоги до надійності елементів.

Оскільки резервування - дуже ефективний метод підвищення надійності виробів, то доцільно розглянути окремі типові ССН (рис 3.1) і ключові показники надійності (спочатку без використання резервування, а потім і з його застосуванням).

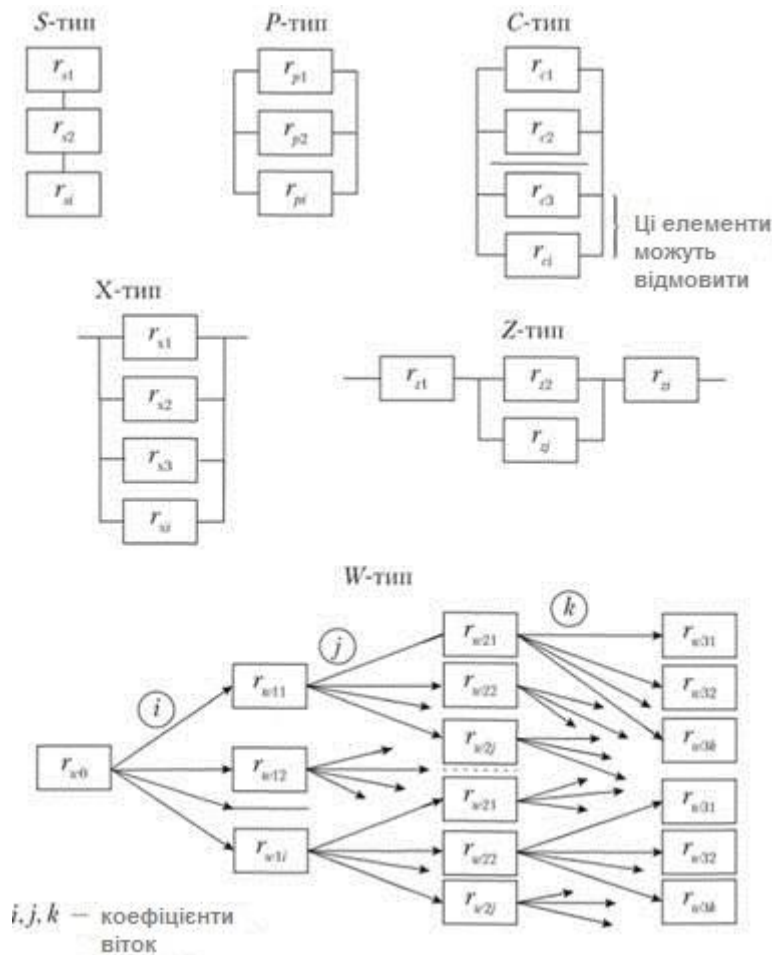


Рисунок 3.1. Типи ССН

Найбільш використовуваною (базовою) ССН без застосування резервування є ССН послідовного типу, або S-типу (S - serial). У структурних схемах надійності систем з послідовним з'єднанням елементів (рис. 3.2) відмова одного елементу викликає відмову іншого елемента, а потім третього і т.д. Таку структурну схему називають схемою з послідовним з'єднанням

залежних елементів. У цьому випадку надійність системи визначають по теоремі множення для залежних подій. На рис. 3.2 представлена ССН виробу, що складається з k частин, з'єднаних послідовно.

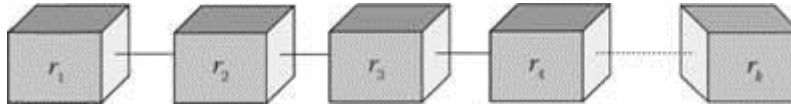


Рисунок 3.2 ССН послідовного S - типу без резервування:

$r_1, \dots, r_k$ - ВБР кожного конструктиву виробу

Якщо ВБР окремих частин не залежать одне від одного, тобто відмова будь-якої частини не змінює ВБР інших частин виробу, то ймовірність безвідмовної роботи виробу P_s визначається добутком ВБР його частин:

$$R_s = \prod_{i=1}^k r_i,$$

Якщо однотипні (однакові) конструктиви системи з'єднані послідовно (5-тип), то ВБР виробу R_s становить

$$R_s = \prod_{i=1}^k r_i = r^k,$$

де r - ВБР однотипних конструктивів; k - кількість конструктивів в ССН.

Середнє напрацювання на відмову T_s для ССП цього типу виражається формулою

$$T_s = \left(\sum_{i=1}^k \lambda_i \right)^{-1} = \frac{1}{k\lambda},$$

де λ - інтенсивність відмов входящих до ССН однакових конструктивів.

На рис.3.3 представлена ССН паралельного, або Р-типу (P - parallel) з застосуванням гарячого резерву, що складається з k частин, з'єднаних паралельно.

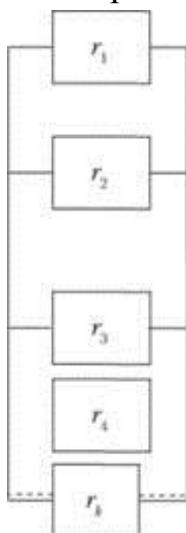


Рисунок 3.3 Фрагмент ССН Р-типу.

$r_1, \dots, r_k$ - ВБР кожного конструктиву виробу

У практиці проектування складних технічних систем часто використовують схеми з паралельним з'єднанням елементів, які побудовані таким чином, що відмова системи можлива лише у випадку, коли відмовляють всі її елементи, тобто система справна, якщо справний хоча б один її елемент. Таке з'єднання часто називають резервуванням. У більшості випадків резервування виправдовує себе, незважаючи на збільшення вартості. Найбільш вигідним є резервування окремих елементів, які безпосередньо впливають на виконання основної роботи. При конструюванні технічних систем в залежності від виконуваного системою завдання застосовують гаряче або холодне резервування.

Гаряче резервування застосовують тоді, коли не допускається перерва в роботі на перемикання несправного елемента на резервний з метою виконання завдання у встановлений час. Найчастіше гарячому резервуванню піддають окремі елементи. Використовують гаряче резервування елементів і підсистем, наприклад джерел живлення (акумуляторні батареї дублюються генератором і т.п.). Холодне резервування використовують в тих випадках, коли необхідно збільшення ресурсу роботи елемента, і тому передбачають час на перемикання несправного елемента на резервний.

Якщо конструктиви в ССН з'єднані паралельно (Р-тип), то ВБР виробу R_p виражається формулою

$$R_p = 1 - \prod_{j=1}^k (1 - r_j)^k.$$

А якщо конструктиви однотипні, то формула для ВБР спрощується:

$$R_p = 1 - \prod_{j=1}^k (1 - r_j) = 1 - (1 - r)^k.$$

Структурна схема надійності Р-типу відображає можливість відмови системи, якщо всі її конструктиви стануть непрацездатними.

Існують технічні системи з частково паралельним резервуванням, тобто системи, які виявляються працездатними навіть у разі відмови декількох елементів (С-тип, С - combinatorial)).

На рис 3.4 представлена ССН комбінаторного, або С-типу. Конструктиви в ССН з'єднані, як і в попередньому випадку, паралельно, але умовою працездатності системи є наступна вимога: не менше h конструктивів повинні бути працездатними і тільки не більше s (шт.) Будь-які конструктиви з безлічі $1, \dots, k$ можуть відмовити. Тоді ВБР виробу R_c має вигляд

$$R_c = \sum_{k,j} C_k^j r_j^{k-j} (1 - r_j)^j, \quad -$$

Де $C_k^j = \frac{k!}{j!(k-j)!}$ - число сполучень із до елементів по j .

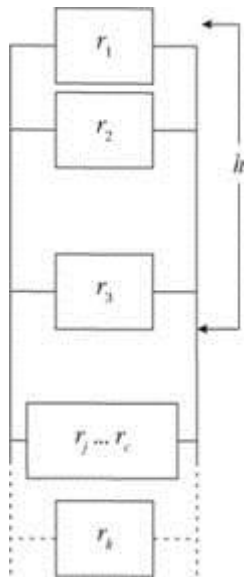


Рисунок 3.4 Фрагмент ССН комбінаторного типу (С-типу)

За цими формулами можуть бути отримані оцінки показників надійності мажоритарних схем резервування (по більшості невідмовивших конструктивів), а також виробів, у тому числі ІМНЕ, що використовують мажоритарну логіку.

На рис. 3.5 представлена ССН виробу, розробленого з використанням ненавантаженого (холодного) резерву, або Х-типу (х - холод). На малюнку в ССН використовується ненавантажений (холодний) резерв. Причому якщо система містить всього k конструктивів, з яких $h = 1$ - резервований конструктив, а $(k - 1)$ - резервний, то при допущенні найпростішого потоку відмов ВБР виробу R_x в загальному випадку має вигляд

$$R_x = e^{-h\lambda t} \sum_{j=0}^{k-h} \frac{(h\lambda t)^j}{j!},$$

де t - час активної роботи виробу; середнє напрацювання на відмову дорівнює

$$T_x = \frac{k-h+1}{h\lambda}.$$

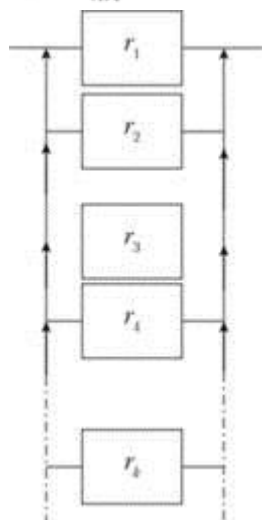


Рисунок 3.5 Фрагмент ССН з ненавантаженим резервом - резервуванням заміщенням (Х-типу)

Структурна схема надійності такого типу резервування відображає можливість багаторазової заміни, кратній $(k - 1)$ базового конструктиву, який відмовив.

Слід зазначити, що в практиці проектування технічних систем часто використовують структурні схеми надійності з паралельно-послідовним з'єднанням елементів. Так, часто при проектуванні систем з радіoeлектронними елементами застосовують схеми, що працюють за принципом два з трьох, коли працездатність забезпечується завдяки справному стану будь-яких двох елементів.

Надійність такої схеми з'єднання визначають за формулою

$$R(t) = r^3(t) - 3r^2(t)q(t),$$

де $r(t)$ - надійність кожного елемента за час роботи t (для всіх елементів однакова); $q(t) = 1 - r(t)$.

Широке застосування в проектуванні знайшли так звані місткові схеми. Надійність такої схеми визначають зі співвідношення виду

$$R(t) = r^5(t) - 5r^4(t)q(t) + 8r^3(t)q^2(t) - 2r^2(t)q^3(t).$$

Тут всі елементи також мають однакову надійність. Розрізняють структурні схеми надійності з поканальним і поелементним резервуванням.

Структурна схема надійності з поканальним резервуванням показана на рис.3.6, ця схема є комбінацією ССН S- і P-типів. Кожен канал є S-типом ССН.

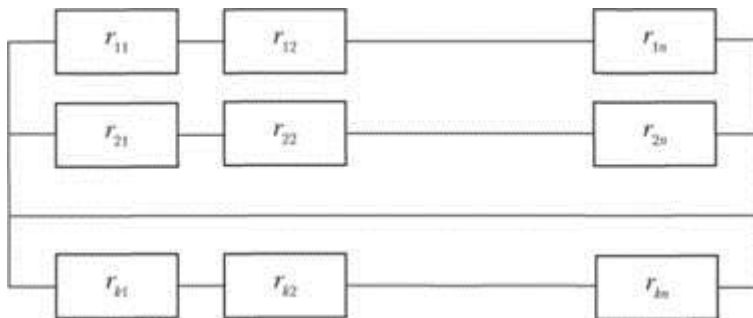


Рисунок 3.6 Структурна схема надійності з поканальним резервуванням
Формула надійності виглядає наступним чином:

$$R = 1 - (1 - r_{11}r_{12} \dots r_{1n})(1 - r_{21}r_{22} \dots r_{2n}) \dots (1 - r_{k1}r_{k2} \dots r_{kn}).$$

При

$$r_{ij} = r_j \quad R = 1 - (1 - r_1r_2 \dots r_n)^k.$$

Якщо

$$r_{ij} = r, \text{ то } R = 1 - (1 - r^n)^k.$$

У практиці проектування часто використовують структурну схему надійності з поелементним резервуванням (рис.3.7), яка являє собою

комбінацію ССН *P*- і *S*-типів (навпаки, на відміну від структурної схеми на рис. 3.6).

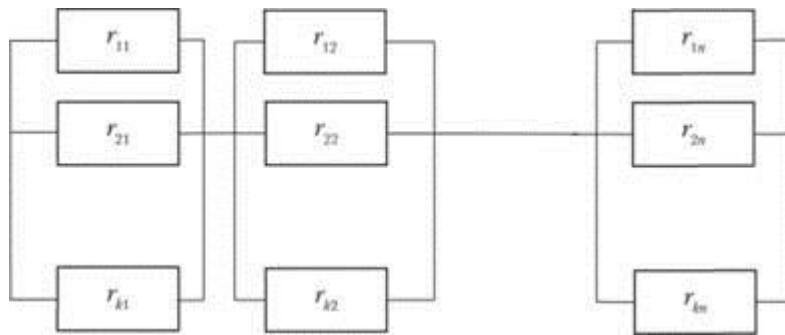


Рисунок 3.7 Структурна схема надійності з поелементним резервуванням

Надійність такої системи визначають за формулою

$$R = [1 - (1 - r_{11}) \cdots (1 - r_{k1})][1 - (1 - r_{12}) \cdots (1 - r_{k2})] \cdots [1 - (1 - r_{1n}) \cdots (1 - r_{kn})].$$

При

$$r_{ij} = r_i \quad R = [1 - (1 - r_1)^k][1 - (1 - r_2)^k] \cdots [1 - (1 - r_n)^k].$$

Якщо

$$r_{ij} = r, \text{ то } R = [1 - (1 - r)^k]^n.$$

У СПТ-1 використаний метод підвищення надійності шляхом застосування структурної надлишковості по відношенню до обсягу, мінімально необхідну та достатню для виконання заданих функцій (принцип резервування).

Резервування охоплює:

- відеоконтролер (першого ступеня);
- робочий контролер системи;
- пристрій, що реєструє сигнали діагностики.

При відмові будь-якого камерного поста або ПС зберігається здатність до прийому повідомлень від інших камерних постів і до виконання інших функцій в повному обсязі. Це забезпечується:

- гальванічним поділом ланцюгів передачі відеоінформації і сигналів управління;
- незалежним електроживленням кожного ПТП і ПС;
- фізичним поділом елементів, що відносяться до резервованих каналах;
- вибором структури зв'язків і протоколів передачі даних між об'єктом спостереження і апаратної, які забезпечують відсутність впливу відмов будь-якого каналу на можливість і безпомилковість передачі відеоінформації по іншим каналам.

3.3 Розрахунок надійності

Для кількісної оцінки надійності використовують такі кількісні показники:

- ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$;
- інтенсивність відмов $\lambda(t)$;
- середній час відмовної роботи T_0

Найбільше розповсюдження отримали методи розрахунку надійності :

- за середньогруповими інтенсивностями відмов елементів;
- коефіцієнтний метод.

Для нашого випадку застосовуємо метод розрахунку за середньогруповими інтенсивностями відмов елементів.

Метод розрахунку ведеться на основі принципової схеми, за допомогою якої складається логічна схема залежної послідовної дії. По принциповій схемі виділяють групи елементів з однаковою інтенсивністю відмов λ_1 . Інтенсивність відмов системи в цьому випадку знаходять за формулою:

$$\lambda = N_1\lambda_1 + N_2\lambda_2 + \dots + N_n\lambda_n$$

За отриманою величиною λ знаходиться наробка системи на відмову

$$T = 1/\lambda$$

Проведемо розрахунок сумарного значення λ_Σ , заздалегідь згрупувавши елементи електричної принципової схеми по групах. Дані зведемо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 Сумарне значення λ_Σ

№ п\п	Найменування елементів	Кількість елементів в схемі	Інтенсивність відмов $\lambda = 10^6 \text{ 1/год}$	
1	Мікросхеми	70	0,1	7,0
2	Транзистори	2	0,19	0,38
3	Діоди	6	0,08	0,48
4	Конденсатори	82	0,1	8,2
5	Резистори	107	0,06	0,42
6	Пайки	870	0,004	3,48
Загалом $\lambda_\Sigma = 10^6 \text{ 25,96}$				

По отриманому значенню λ_Σ проведемо розрахунок $p(t) = e^{-\lambda t}$. Отримані дані зведемо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2.

$t -$ <i>годин</i>	1000	1500	3000	5000	6000	7000	8000	9000
$p(t)$	0,995	0,989	0,977	0,959	0,950	0,934	0,918	0,903

Показники надійності:

1. Наробіток на відмову(час безвідмовної роботи з імовірністю $P=0,95$)

$$T_0 = 6000 \text{ год}$$

2. Імовірність безвідмовної роботи за 1000 год.

$$p(t)_{1000} = 0,983$$

3. Запас по надійності

$$\Delta P = 0,033$$

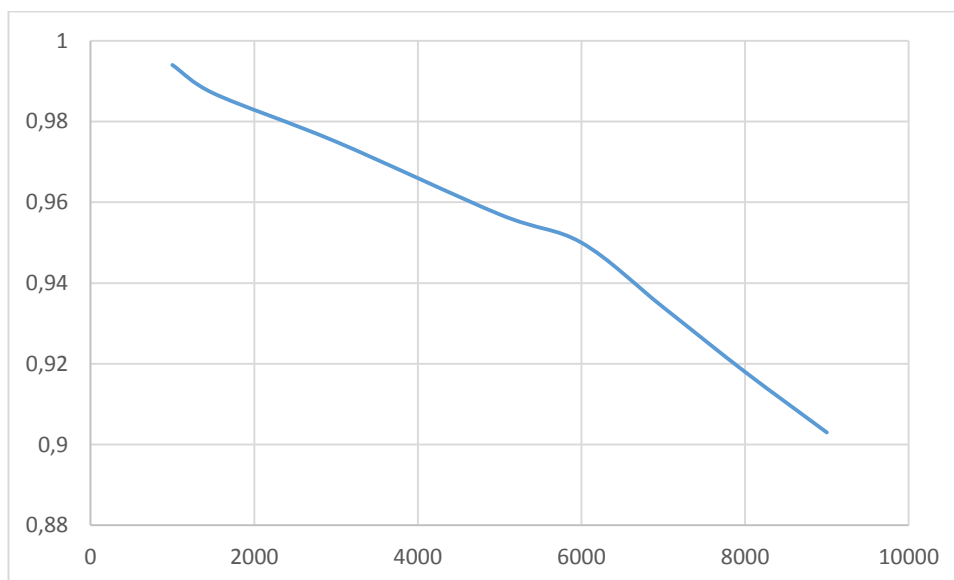


Рисунок 3.8 Графік залежності $p(t)$.

3.4. Аналіз пожежостійкості системи

Так як СПТ-1 використовуватиметься в умовах, де виникнення пожежі є недопустимим, доцільно розглянути питання пожежної безпеки.

Методика розрахунку ймовірності виникнення пожежі

Ймовірність виникнення пожежі в апаратурі є інтегральним показником враховуючим:

-інтенсивність відмови елементів, приводячих до характерного пожежонебезпечному режиму(ХПР);

- відмова елементів захисту;
- ймовірність загоряння(досягнення критичної температури елементами приладу);
- підтримка горіння матеріалами конструкції приладу в зоні теплової радіації елементів приладу.

ХПР має бути із числа найбільш небезпечних в пожежному відношенні режимом і мати найменшу ймовірність виникнення пожежі.

Ймовірність виникнення пожежі в СПТ-1 розраховуватиметься за наступною формулою:

$$Q_{\Pi} = Q_{\text{ПР}} \times Q_{\text{ПЗ}} \times Q_{\text{НЗ}} \times Q_{\text{В}} \leq 10^{-6} \text{1/рік}$$

Де $Q_{\text{ПР}}$ – ймовірність виникнення ХПР, обумовлена як вірогідність відмови ВЕТ та пристроїв, відмови яких призводять до виникнення пожежі;

$Q_{\text{ПЗ}}$ – ймовірність того, що значення характерного електротехнічного параметру параметру лежить в діапазоні пожежонебезпечних значень;

$Q_{\text{НЗ}}$ – ймовірність неспрацювання елементів захисту;

$Q_{\text{В}}$ – ймовірність досягнення горючим матеріалом температури займання.

В даному аналізі використовується консервативна модель ХПР, що передбачає:

$$Q_{\text{ПЗ}} = Q_{\text{В}} = 1$$

Це дозволяє отримати максимальну величину ймовірності виникнення пожежі.

В інтенсивності відмов ВЕТ використані дані довідника «Надійність електрорадіоприладів», для ВЕТ закордонного виробництва використані довідкові дані «Надійність закордонної елементної бази». У випадку відсутності в довідниках даних по інтенсивності відмов використані характеристики приладів-аналогів.

Ймовірність відмови ВЕТ та пристроїв, відмови яких можуть приводити до виникнення пожежонебезпечних режимів, визначається за формулою.

$$Q = 1 - e^{-\lambda t}$$

Де $t=8760$ годин на рік.

Якщо невідома інтенсивність відмов елемента (λ_e), то допустимо використати значення середнього часу безвідмовної роботи елементу(T_e):

$$T_e = 1/\lambda_e$$

Для визначення ймовірності виникнення пожежі проведений аналіз прийнятих схемотехнічних рішень на наявність в системі СПТ-1 найбільш характерних пожежонебезпечних режимів:

- короткого замикання(КЗ)
- підвищеної напруги у вхідних та вихідних ланцюгах.

Аналіз конструкторської документації на системи СПТ-1 з ціллю виявлення пожежонебезпечних режимів показав, що ХПР може виникнути:

- в пристрої телевізійному передавальному ПТП-1
- в пристрої телевізійному передавальному ПТП-2
- в пристрої спряження ПС-1
- в пристрої спряження ПС-2
- в робочому місці оператора РМО-1
- в комплексі реєстрації відеосигналів КРВ-1
- в шафі зовнішніх з'єднань ШЗЗ-1
- в щиті ввімкнення ЩВ-1

Аналіз конструкторської документації наявності в системі СПТ-1 засобів захисту первинних та вторинних ланцюгів електроживлення від перегрузок по струму та короткому замиканню показав, що в якості елементів захисту встановлені пристрої в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Найменування частини системи	Елемент, відмова якого створює пожежонебезпечний режим		Пристрій захисту	
	Тип елементу, позначення	Кількість елементів, шт.	Тип, позначення	Кількість, шт.
Робоче місце оператора РМО-1	Пульт управління ПУ-1 (блок живлення LWD15-0512-LAMBADA)	1	Запобіжник 217001	1
Комплекс реєстрації відеосигналів КРВ-1	Вентиляційний пристрій 10713-108 SCROFF	2	Запобіжник 10А	2
	Блок перетворювачів ОЕП LTC4637\50	4	Запобіжник 217 02. 5	4
	Блок підсилювачів розподільників БПР-1(блок живлення MAX212- SCROFF)	2	Запобіжник FUSE 3.15. AF 5×20(9)	2
	Блок відеоконтролера БВК-1(блок живлення MAX212- SCROFF)	2	Запобіжник FUSE 3.15. AF 5×20(9)	2
	Блок контролера БК-3(блок живлення SEC-105 SCROFF)	2	Запобіжник 217 02. 5	2
Шафа зовнішніх з'єднань ШЗЗ-1	Вентиляційний пристрій 10713-108 SCROFF	1	Запобіжник 10А	1
	Блок відеомодуляторів БВМ-1(блок живлення MAX212- SCROFF)	1	Запобіжник FUSE 3.15. AF 5×20(9)	1
	Блок відеоконтролера БВК-2(блок живлення MAX212- SCROFF)	1	Запобіжник FUSE 3.15. AF 5×20(9)	1
Щит ввімкнення ЩВ-1	Технічні засоби СПТ-1	1	Вимикач автоматичний RI 62D 16А(двополюсний)	1

Розрахунок вірогідності виникнення пожежі СПТ-1

Ймовірність виникнення пожежі СПТ-1, визначається згідно даних таблиці

Розрахунок робочого місця оператора РМО-1 $Q_{\text{РМО}}$

В РМО-1 може виникнути ХПР, такий як КЗ в ланцюгах 220В та, внаслідок цього, відмова елементів блоку живлення LWD15-0512 в пульті управління ПУ-1.

В якості вихідних даних для розрахунку використані інтенсивності відмов аналогічних блоків живлення вітчизняного виробництва з подібними характеристиками.

Вихідні дані для розрахунку ХПР в РМО наведено в таблиці 3.4

Таблиця 3.4

Номер пожежонебезпечного режиму	Елементи, відмови яких приводять до виникнення пожежі	Кількість елементів, шт.	λ_E $\left[\begin{matrix} 10^{-6} \\ 1 / \text{год} \end{matrix} \right]$	$N\lambda_E$ $\left[\begin{matrix} 10^{-6} \\ 1 / \text{год} \end{matrix} \right]$	$Q_{\text{ПРi}}$
1	LWD15-0512	1	0,13	0,13	0,001138

В якості засобів захисту в РМО-1 використовується запобіжник 217001.

Вихідні дані для розрахунку $Q_{\text{НЗ}}$ в РМО-1 наведено в таблиці 3.5

Таблиця 3.5

Номер пожежонебезпечного режиму	Пристрій захисту	Кількість елементів, шт.	λ_E $\left[\begin{matrix} 10^{-6} \\ 1 / \text{год} \end{matrix} \right]$	$N\lambda_E$ $\left[\begin{matrix} 10^{-6} \\ 1 / \text{год} \end{matrix} \right]$	$Q_{\text{НЗi}}$
1	Запобіжник 217001	1	0,00192	0,00192	0,001138

Розрахунок комплексу реєстрації відеосигналів КРВ-1 $Q_{\text{П КРВ-1}}$

В КРВ-1 можуть виникнути ХПР, такі як КЗ:

- вентиляційному пристрої 10713-108
- в блоці перетворювачів ОЕП LTC4637/50
- блоці модулів-підсилювачів БПР-1 (блок живлення MAX212- SCROFF)
- блоці відеокмутатора ББК-1 (блок живлення MAX212- SCROFF)

-блоці контролера БК-3(блок живлення SEC-105 SCROFF)

І внаслідок цієї відмови, можуть відмовити блоки живлення.

Вихідні дані для розрахунку $Q_{\text{пр}}$ в КРВ-1 наведено в таблиці 3.6

Таблиця 3.6

Номер пожежонебезпечного режиму	Елементи, відмови яких приводять до виникнення пожежі	Кількість елементів, шт.	λ_E $\left[\frac{10^{-6}}{1/\text{год}} \right]$	$N\lambda_E$ $\left[\frac{10^{-6}}{1/\text{год}} \right]$	$Q_{\text{пр } i}$
1	Вентиляційний пристрій 10713-108	2	0,17	0,34	0,0029784
2	Блок перетворювачів ОЕП LTC4637\50	4	0,13	0,52	0,0045552
3	Блок підсилювачів розподільників БПР-1	2	0,13	0,26	0,0022776
4	Блок відеоконтролера БВК-1	2	0,13	0,26	0,0022776
5	Блок контролера БК-3	2	0,13	0,26	0,0022776

В якості захисту в КРВ-1 використовуються запобіжники.

Вихідні дані для розрахунку $Q_{\text{нз}}$ в КРВ-1 наведено в таблиці 3.7

Таблиця 3.7

Номер пожежонебезпечного режиму	Пристрій захисту	Кількість елементів, шт.	λ_E $\left[\frac{10^{-6}}{1/\text{год}} \right]$	$N\lambda_E$ $\left[\frac{10^{-6}}{1/\text{год}} \right]$	$Q_{\text{нз } i}$
1	Запобіжник 10А	2	0,00192	0,00384	0,00003363
2	Запобіжник 217 02. 5	4	0,00192	0,00768	0,00006727
3	Запобіжник FUSE 3.15. AF 5×20(9)	2	0,00192	0,00384	0,00003363
4	Запобіжник FUSE 3.15. AF 5×20(9)	2	0,00192	0,00384	0,00003363
5	Запобіжник	2	0,00192	0,00384	0,00003363

	217 02. 5				
--	-----------	--	--	--	--

Розрахунок шафи зовнішніх з'єднань ШЗЗ-1 $Q_{\text{П шзз-1}}$

В ШЗЗ-1 можуть виникнути ХПР, такі як КЗ:

-в вентиляційному пристрої 10713-108

-в блоках відеомодуляторів БВМ-1

-в блоках відеокомутатора БВК-2

І внаслідок цієї відмови (КЗ), відмова елементів блоків живлення.

Вихідні дані для розрахунку $Q_{\text{ПР}}$ в ШЗЗ-1 наведено в таблиці 3.8

Таблиця 3.8

Номер пожежонебезпечного режиму	Елементи, відмови яких приводять до виникнення пожежі	Кількість елементів, шт.	λ_E $\left[\frac{10^{-6}}{1/\text{год}} \right]$	$N\lambda_E$ $\left[\frac{10^{-6}}{1/\text{год}} \right]$	$Q_{\text{ПР } i}$
1	Вентиляційний пристрій 10713-108	1	0,17	0,17	0,0014892
2	Блок відеомодуляторів БВМ-1	2	0,13	0,26	0,0022776
3	Блок відеокомутатора БВК-2	2	0,13	0,26	0,0022776

В якості засобів захисту в ШЗЗ-1 використовуються запобіжники.

Вихідні дані для розрахунку $Q_{\text{НЗ}}$ в ШЗЗ-1 наведено в таблиці 3.9

Таблиця 3.9

Номер пожежонебезпечного режиму	Пристрій захисту	Кількість елементів, шт.	λ_E $\left[\frac{10^{-6}}{1/\text{год}} \right]$	$N\lambda_E$ $\left[\frac{10^{-6}}{1/\text{год}} \right]$	$Q_{\text{НЗ } i}$
1	Запобіжник 10А	1	0,00192	0,00192	0,00001681
2	Запобіжник FUSE 3.15. AF 5×20(9)	2	0,00192	0,00384	0,00003363
3	Запобіжник FUSE 3.15. AF 5×20(9)	2	0,00192	0,00384	0,00003363

Розрахунок щита ввімкнення ЩВ-1 $Q_{\text{П щв-1}}$

В якості засобів захисту в ЩВ_1 використовується вимикач

автоматичний RI 62D 16A(двополюсний).

Вихідні дані для розрахунку $Q_{\text{НЗ}}$ в ЩВ-1 наведено в таблиці 3.10

Таблиця 3.10

Пристрій захисту	Кількість елементів, шт.	λ_E $\left[\begin{matrix} 10^{-6} \\ 1 / \text{год} \end{matrix} \right]$	$N\lambda_E$ $\left[\begin{matrix} 10^{-6} \\ 1 / \text{год} \end{matrix} \right]$	$Q_{\text{НЗ} i}$
Вимикач автоматичний RI 62D 16A(двополюсний)	1	0,5	0,5	0,004371

Логічна схема розрахунку СПТ-1 вказана на рисунку 3.8

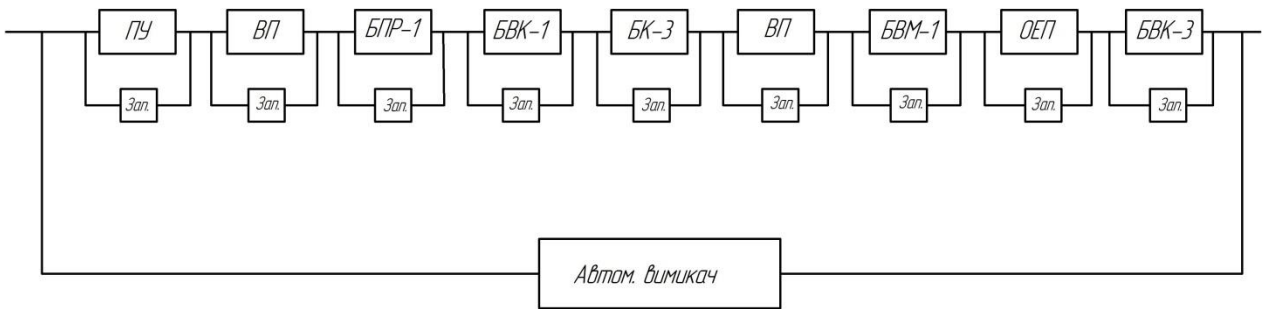


Рисунок 3.8. Логічна схема розрахунку

Результати розрахунку

Значення ймовірності виникнення пожежі в системі промислового телебачення СПТ-1 наведено в таблиці 3.11

Таблиця 3.11

Тип пристрою	Значення ймовірності виникнення пожежі згідно з вимогами пожежної безпеки на АЕС	Значення ймовірності виникнення пожежі, отримане в результаті розрахунків	Оцінка відповідності вимогам
Система промислового телебачення СПТ-1	Не більше 10^{-6} 1/рік	$3,79 \times 10^{-9}$ 1/рік	Відповідає вимогам

Розділ 4 Розробка друкованої та монтажної плат

4.1. Основні поняття

Друкована плата - пластина з отворами, виконана з ізолятора, на якій знаходяться провідники з контактними майданчиками для установки за допомогою пайки електронних компонентів. Перехід від об'ємного монтажу до монтажу на друкованих платах став новим етапом у виробництві електроніки. Монтаж в обсязі змінився монтажем на площині. Збірка приладу з використанням технології об'ємного монтажу важче, ніж використання монтажу на платах. Виконання об'ємного монтажу вимагає кріплення проводів для захисту від вібрації, компоненти встановлюються в спеціальні носії. Розгалуження сигналу по декільком проводам виконується за допомогою клем, які разом з власниками компонентів монтуються на шасі корпусу приладу. Розробка приладу на основі технології об'ємного монтажу вимагає від конструктора тривалого опрацювання механічних кріплень елементів схеми.

Плата поєднує функції носія провідників і носія компонентів. З впровадженням у виробництво електроніки плат з'явилася можливість автоматизації монтажу. Істотно спростилися ремонт і настройка. Значне зниження частки об'ємного монтажу в збірці електронного приладу дозволило знизити витрати і скоротити кількість помилок. Якщо раніше для збирання електричної схеми потреба у великій кількості проводів, то тепер достатньо однієї або декількох плат. Розташування провідників ідентично при тиражуванні плат, що дозволяє виробляти прилади з високою повторюваністю параметрів, обумовлених ємністю і індуктивністю між електричними зв'язками і їх електричним опором. Пошук несправності можна виробляти заміною плат, встановлених в роз'єм замість перевірки безлічі проводів, якими раніше виконувався об'ємний монтаж. Використання плат знижує металоємність, розміри і масу, дозволяє застосовувати мікросхеми, поліпшити тепловідвід, що підвищує характеристики приладів і

знижує ціну в порівнянні з застосуванням об'ємного монтажу.

Переваги монтажу на платах перед об'ємним монтажем зробили плати основним вибором виробників електроніки. Потреба у великій кількості плат постійно стимулює вдосконалення виробництва друкованих плат і поява нових технологій, матеріалів в цій області. З появою технології друкованих плат спростилася розробка електроніки.

Основні елементи конструкції друкованої плати - діелектрична основа і розміщений на одній або двох сторонах проводящий рисунок. Все більше застосування знаходять багатошарові плати. Для вирішення деяких інженерних завдань випускаються плати, виконані на гнучкій основі. Іноді доречно застосування комбінації двох і більше матеріалів в конструкції однієї плати і поєднання гнучких і твердих основ.

Термін друкована плата (printing plate) з'явився завдяки застосуванню у виробництві плат поліграфічних технологій. У перекладі printing plate означає друкована форма або матриця. Проводить малюнок на платі формується видаленням зайвих фрагментів фольги з використанням одного фотошаблону для партії плат. На першому етапі виготовлення в заготівлі плати свердлити отвори для монтажу компонентів і перехідні отвори для забезпечення електричного контакту між провідниками розташованими в різних шарах.

Після сверління отвори готуються до осадження металу хімічної очищенням. Монтажні і перехідні отвори металізуються осадженням декількох шарів металу на поверхню стінок. Металізовані отвори повинні витримувати не менше 4 (багатошарові не менше 3) перепайок.

Якщо плата розроблена для використання одностороннього фольгованого матеріалу і має один шар проводить малюнка, то перехідних отворів немає, надійність плати збільшується, а ціна знижується.

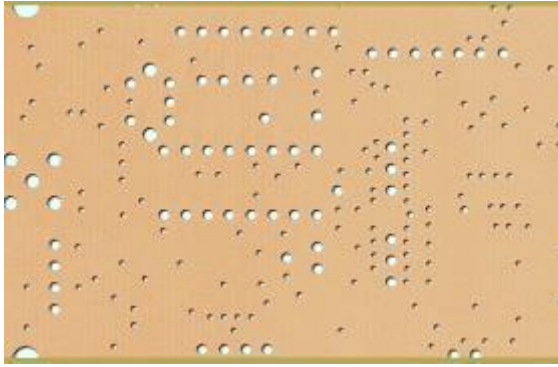


Рисунок 4.1 Ділянка заготовки плати з металізованими отворами.
На фольговану поверхню наноситься світлочутлива речовина.

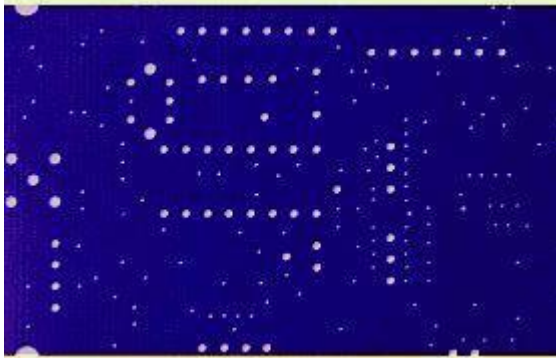


Рисунок 4.2 Ділянка заготовки плати з нанесеним шаром світлочутливого речовини.

Електронний файл, виконаний розробником друкованої плати, містить розташування отворів і проводить малюнок. Файл перетворюється в фотошаблон. Плата засвічується через фотошаблон малюнка друкованої плати. Виконується прояв світлочутливого шару.

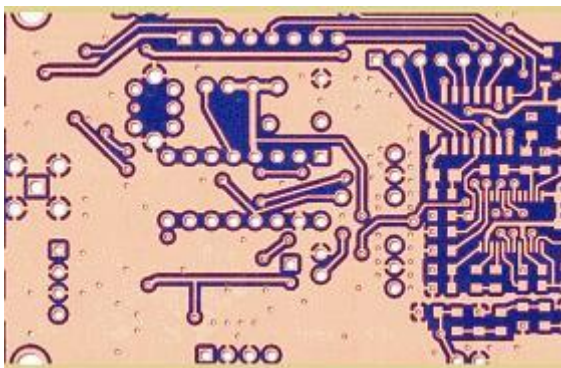


Рисунок 4.3 Ділянка заготовки плати з виявленим світлочутливим шаром.

Після проявлення одні ділянки світлочутливого шару змиваються, інші не розчиняються і залишаються на фользі, утворюючи малюнок провідників, контактних майданчиків і написів.

Потім плату занурюють в хімічний розчин, який вступає в реакцію з міддю. Виявлена світлочутлива речовина захищає мідну фольгу від впливу розчину. Відкриті ділянки мідної фольги витравлюються в хімічному розчині. Світлочутлива речовина змивається. На плату наноситься захисна маска для запобігання від замикань під час монтажу та впливу зовнішніх факторів на провідники і основа плати.

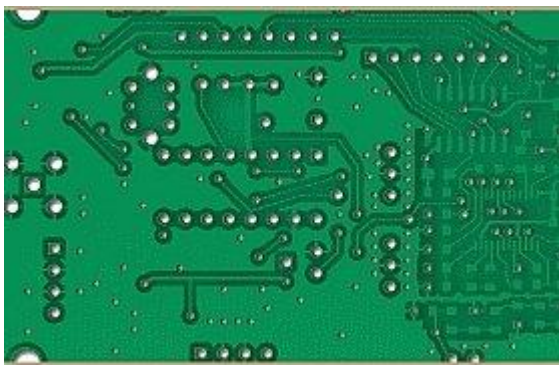


Рисунок 4.4 Ділянка плати із захисною маскою.

За бажанням на плату можна нанести маркування: позиційні позначення елементів схеми, децимальний номер розробки плати, найменування контактів пайки проводів і інші.

На платі, захищеною маскою, майданчики пайки покривають припоєм. Більшість виробників виключають свинець в своїх виробках. Все частіше застосовується іммерсійне олово - хімічне покриття, що забезпечує високу якість друкованих майданчиків плати. Покриття забезпечує хорошу пайку при зберіганні плати протягом декількох років і сумісний з усіма видами пайки, дозволяє проводити кілька перепайок. При необхідності виконується виборче золочення і нікелювання.

На останніх етапах виробництва в платі свердлять отвори для кріплення, що використовуються для механічного кріплення плати на шасі або для механічного кріплення

елементів до друкованої плати. В кінці виробництва фрезерують плату по контуру, надаючи точні розміри встановлені розробником.

Виробництво плат, що мають більше двох провідних шарів, складніше. Вони схожі на листовий пиріг, що складається з тонких двосторонніх плат і прошарків з просоченої смолою склотканини. Прошарок

називається препреги, її товщина 180-100 мікрон. Багатошарові плати можуть мати отвори для міжшарових з'єднань тільки між шарами і не проходять через плату наскрізь. Перехідний отвір для з'єднання зовнішнього шару і внутрішнього - сліпе, між внутрішніми шарами – приховане

4.2 Розробка друкованої плати

Файл, який використовується у виробництві плати, створюється розробником на основі електричної схеми модуля, вимог до конструкції плати та інших пунктів технічного завдання. Розробка плати виконується в спеціалізованих пакетах програм і виробляється на персональному комп'ютері.

Розміри плати повинні відповідати наступним вимогам ГОСТ: кратність довжини і ширини 2,5 мм при довжині плати до 100 мм, кратність довжини і ширини плати 5 мм при довжині плати до 350 мм, кратність довжини і ширини при довжині понад 350 мм, максимальний розмір будь-якої зі сторін не більше 470 мм, відношення довжини до ширини не більше 3:1. Якщо друкована плата має непрямокутну форму, то довжина кожної сторони повинна відповідати викладеним вище вимогам. Відповідно до обраних розмірами контур майбутньої плати зображується в спеціалізованому графічному редакторі, що входить в пакет розробки плат і записується в файл розробляється плати.

Електрична схема проведеної розробки може трансформуватися в провідить малюнок плати різними способами. Якщо схема, що розміщується на платі, містить 3-5 компонентів, то зручніше використовуючи графічні засоби редактора друкованих плат з'єднати компоненти провідниками в ручному режимі. При такому підході можна заощадити час розробника, що витрачається на креслення електричної схеми в редакторі схем, що входить в пакет розробки плат.

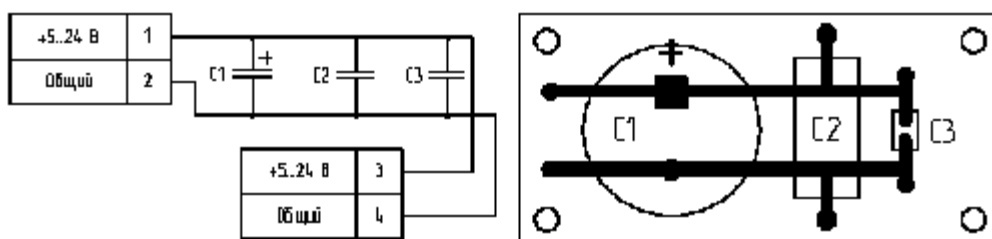


Рисунок 4.5 Схема і плата фільтра живлення, розроблена в ручному режимі.

Якщо схема складніша, то її потрібно трансформувати в проводящий рисунок плати в напіваавтоматичному режимі. Для цього схему доведеться повністю накреслити в редакторі схем і перевести в спеціальній програмі в сукупність електричних провідників.

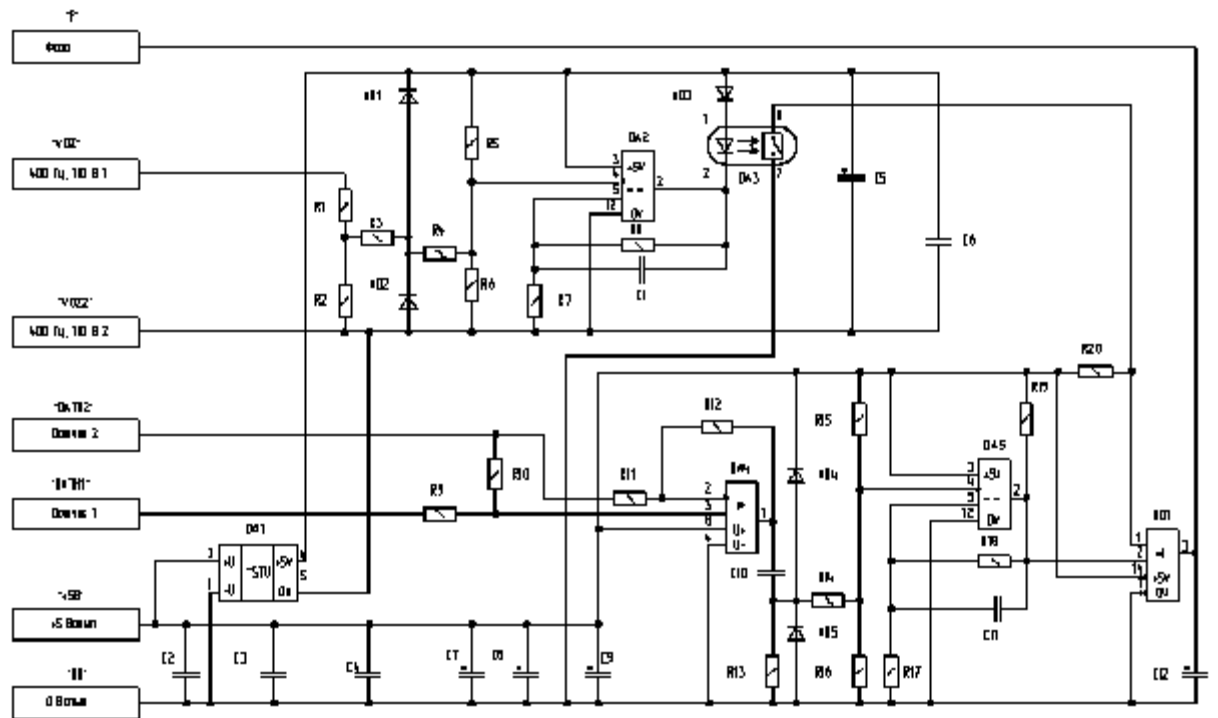


Рисунок 4.6 Схема, що вимагає напіваавтоматичного режиму розробки плати.

Файл плати перед початком переведу інформації з електричної схеми містить контур плати відповідно до необхідних розмірів. Відразу після переведення даних з схеми в плату розробник бачить корпуси елементів, які з'єднані лініями, що позначають електричні зв'язки.

75 x 49

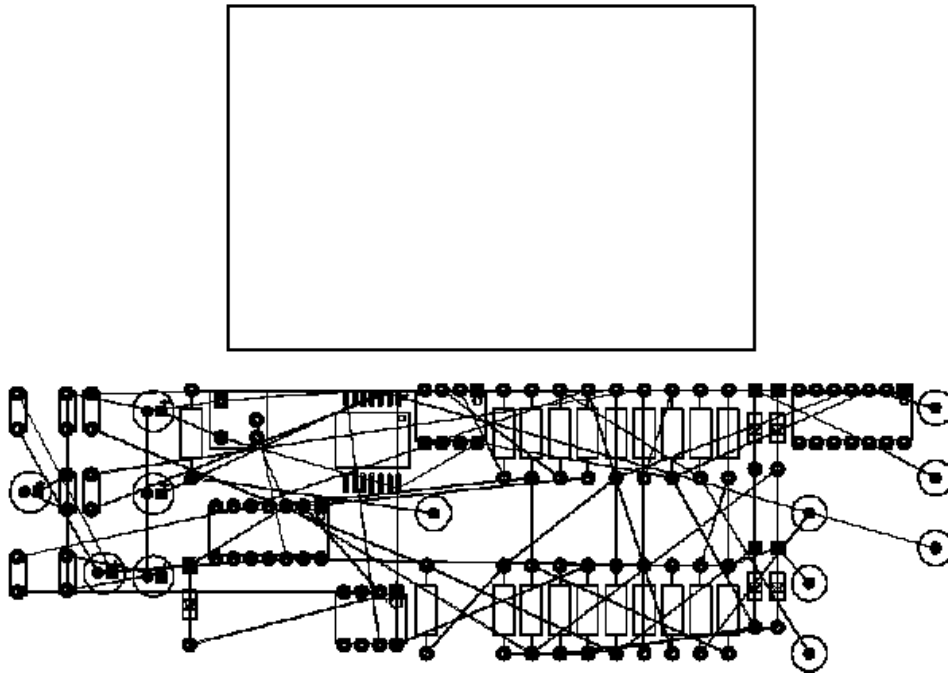


Рисунок 4.6 Результат перетворення схеми в інформацію для розробки плати.

Замінюючи лінії провідними доріжками, розробник формує малюнок плати. Від майстерності розробника залежить оптимальне розташування компонентів на платі, що виключає перетин і забезпечує найменшу довжину провідних доріжок. При розробці плати використовуються дані про компоненти. Умовне графічне позначення компонента схеми, креслення корпусу та інформація про висновки, відомості про тип корпусу елемента: вивідний або планарний, діаметри отворів для установки компонента і розміри контактної площадки для монтажу входять в групу даних про компоненті. Якщо в одному корпусі декілька елементів, наприклад резисторна матриця, здвоєний операційний підсилювач, логічні елементи в одній мікросхемі, то ці відомості вносяться до групи даних. Відповідно до типу компонента групі даних присвоюється найменування. Інформація по кожному компоненту може зберігатися в окремому файлі, ім'я якого відповідає типу компонента або об'єднуватися в кілька баз: база мікросхем, база конденсаторів і інші.

Часто при розробці застосовується кілька новітніх компонентів. Для них конструктор самостійно створює нові групи даних. Бази компонентів, що

надаються в інтернеті або поширювані закордонними виробниками компонентів, містять позначення, не відповідають вимогам ГОСТ. Створення комплекту документації, використовуючи запозичені дані про компоненти для розробки схем і плат неможливо. Перевага пакету програм для розробки плат перед креслярськими пакетами полягає в тому, що можна отримати не тільки файл друкованої плати для виробництва, але і електричну схему, що включається в комплект конструкторської документації. Графічну інформацію для креслень плати можна отримати в чернетці, що вимагає подальшого оформлення по креслярським правилам. Тому розробник постійно розширює власну базу даних компонентів, працюючи над правильністю і повнотою накопиченої інформації, що дозволяє дійсно автоматизувати процес розробки. Жорсткий зв'язок між всією інформацією, що входить в групу даних про один компонент дозволяє виключити помилки, редагувати, економити час розробника при повторному застосуванні компонентів.

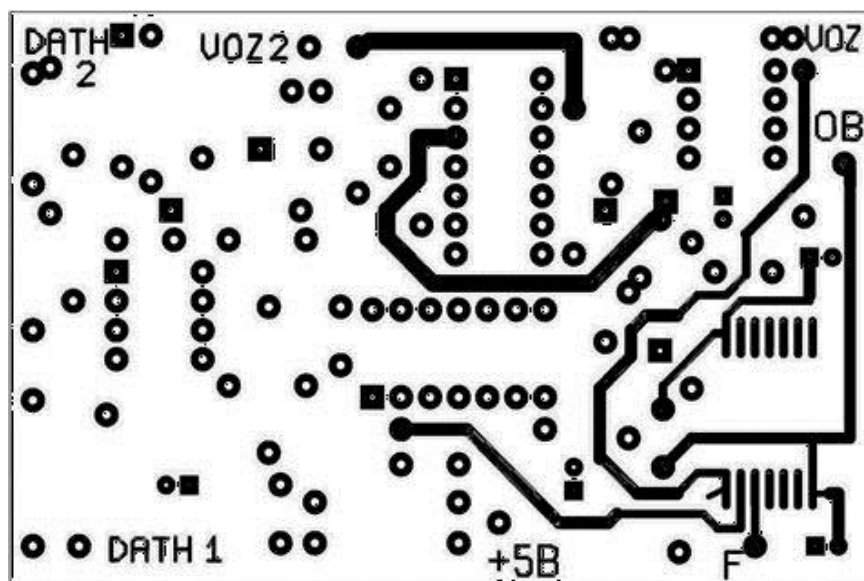


Рисунок 4.7 Сторона компонентів розробленої плати.

Елементи провідного рисунка, крім екранів, шин землі, кінцевих друкованих контактів і технологічних друкованих провідників рекомендується розташовувати на відстані від краю не менше товщини друкованої плати з урахуванням допуску на розміри сторін. Рекомендується застосовувати не більше трьох типорозмірів монтажних і перехідних отворів.

Майданчики, що позначають перший висновок компонента, роблять іншої форми, відмінної від інших. Для мідного провідника товщиною 35 мікрон і шириною 1 мм при перегріванні на 20 градусів гранична здатність навантаження струм 3 ампер. Максимальний струм слід зменшити на 15% для відстані між провідниками дорівнює або менше їх ширини.

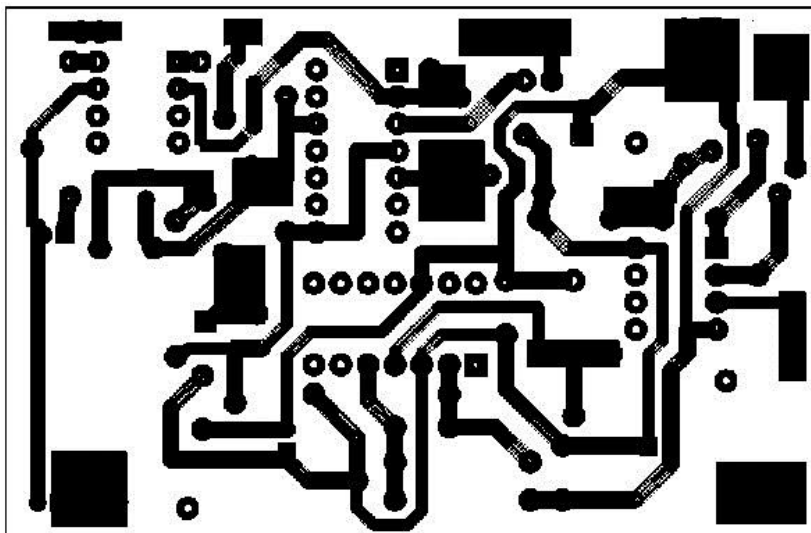


Рисунок 4.8 Сторона пайки розробленої плати.

Дві сторони плати, розташування отворів і розміри плати входять в один файл, який використовується у виробництві фотошаблону, сверлінні отворів і фрезерування контуру плати.

З урахування вказаних рекомендацій складаємо друковану плату, яка представлена в графічній частині проекту.

4.3 Монтаж друкованої плати

Розвиток електроніки супроводжується зменшенням розмірів електронних компонентів. На сучасному етапі розвитку електроніки з появою компонентів, що мають велике число виводів, стало ясно, що колишні методи розробки і виготовлення не можуть задовольняти вимогам сьогодення виробництва електроніки. Це призвело до появи планарних компонентів і поверхневого монтажу, що дозволило у високому ступені автоматизувати складальні процеси, досягти високої щільності монтажу, знизити обсяг, вага і розміри. Складання із застосуванням одних планарних компонентів, що встановлюються на провідних малюнок плати, називають поверхневим монтажем. Виготовлення складається з наступних етапів: перенесення

паяльної пасти, установка компонентів, розплавлення пасти і контроль. Поверхневий монтаж забезпечує високу надійність продукції, електроніки що виготовляється .

Широке поширення поверхневий монтаж отримав до кінця вісімдесятих років. Новизна полягає у використанні замість компонентів на виводах, що вставляються в отвори плати, застосування компонентів, що припаюють до контактних площадок, сформованим перевідним рисунком. Планарні компоненти не мають виводів зовсім або рідко мають короткі виводи. Відсутність отворів для установки компонентів знижує витрати на виготовлення плати. Планарні компоненти уніфіковані, в кілька разів менше, удвічі дешевше вивідних аналогів. Модулі, зібрані за технологією поверхневого монтажу мають щільне розміщення компонентів, мінімальну відстань між компонентами і контактними майданчиками. Зменшення довжини провідників покращує передачу високочастотних і слабких сигналів, зменшується небажана індуктивність і ємність. Планарні радіоелементи мають низьку ціну. Поверхневий монтаж сьогодні поширений набагато ширше монтажу в отвори. Постійно знижується собівартість виготовлення.

Поверхневий монтаж має низку недоліків. Жорстке кріплення компонента за корпус до переводного рисунку призводить до руйнування компонентів, що піддаються впливу перепадів температур. Модулі, зібрані з планарних компонентів бояться перегріву при пайці, згинах і ударах. Ці дії призводять до тріщин компонентів. Розробник друкованих плат повинен проектувати переводний рисунок, що забезпечує рівну швидкість нагрівання контактів компонента завдяки симетричності теплових полів. Технологія групової пайки включає в себе режим роботи обладнання і технологічне оснащення однакової значення швидкості нагрівання контактів кожного компонента для виключення браку. Потрібно точно дотримуватися вимог перенесення пасти на плату і режим роботи паяльного обладнання. Підвищуються вимоги до транспортування і зберігання планарних компонентів і матеріалів для монтажу. Відпрацювання трасування

переводного рисунку вимагає більше коштів. Зростають витрати на технологічне оснащення при випуску дослідних партій. Ремонт модулів зібраних поверхневим монтажем вимагає спеціалізованого інструменту.

Нанесення пасти на контактні площадки виконується дозатором при відпрацюванні макетного зразка плати, а при серійному виготовленні модулів використовується трафарет спільно з оснащенням.

Трафарет виготовляється з металевої фольги, що має товщину від 0,075 до 0,2 мм з отворами прямокутної, трапецієподібної або круглої форми. може бути виготовлений з різних матеріалів: нержавіючої сталі, нікелю, бронзи. Частіше за інших матеріалів для виготовлення трафарету застосовується сталь.

Щоб забезпечити сталість обсягу пасти і її легкий вихід на плату отвори виконують із закругленими кутами. Металеві трафарети мають тривалий термін служби і дозволяють швидко і точно нанести паяльну пасту або клей. Трафарет, виконаний з нержавіючої сталі, має поліровану поверхню, не потребує механічної обробки, не розтягується. Розрахунковий термін служби обчислюється десятками тисяч проходів. Отвори роблять за допомогою травлення, вирізаються лазером або за допомогою гальванопластики. При виготовленні лазерної різкою промінь випалює отвір необхідного розміру з відхиленням не більше 0,005 міліметра. Інша перевагою лазерного різання - можливість зміни конусності стінок отвору. Трафарети, виконані лазерної різкою, відрізняються високою точністю.

Застосування трафаретів дозволяє використовувати плати, що виготовляються з різних матеріалів, вони можуть бути застосовані для компонентів з відстанню між висновками менше 0,6 мм. Виготовлення трафаретів травленням має деякі недоліки. Відділення паяльної пасти утруднено через наявного в отворах ухилу, можливо змикання отворів, при фотолітографії затруднено поєднання рисунків на двох сторонах заготовки трафарету.

Для скорочення термінів виготовлення модулів кілька плат об'єднують в одну групову плату. Для групової плати виготовляється

великий трафарет. Паста переноситься на групову плату через один трафарет за один прохід.

Компоненти встановлюються на групову плату за допомогою автомата.

Після перенесення пасти на групову плату на неї встановлюються компоненти і виконується розплавлення пасти.

Проектування трафарету ведеться в програмах призначених для розробки друкованих плат. Виготовлення проводиться безпосередньо за даними файлу трафарету.

Проектування трафарету ведеться, орієнтуючись на переводний рисунок плати і розміри рамки установки трафарету. Виходячи з розмірів рамки, наявної в розпорядженні виробництва, розраховується скільки плат об'єднати в одну групу.

Трафарет закріплюється між шарами рамки завдяки штирів, що знаходяться на нижньому шарі. У файл трафарету вносяться отвори, відповідні розташуванню штирів рамки. Нанесення точної кількості пасти знижує ймовірність появи замикань провідників.

Паяльна паста - густа суміш, що складається з подрібненого припою і рідкого флюсу. Приклад сплаву припою: 61% олова, 37% свинцю, 2% срібла. Властивості пасти продиктовані складовими композиції і розмірами частинок порошку припою. Найчастіше, виробляються пасти, які не потребують відмивання після пайки, або залишки флюсу змиваються водою. Пасти без свинцю на основі каніфолі застосовуються значно рідше. Паста повинна зберігатися кілька місяців без погіршення властивостей, повинна забезпечувати якісне з'єднання компонентів і плати, при розплавленні не повинні утворюватися кульки припою. Паста повинна утримувати компоненти до пайки, не розтікатися при попередньому нагріванні, після пайки повинен залишатися мінімум флюсу

Перед нанесенням пасти слід перевірити збіг отворів трафарету з переводним рисунком плати. Паста продавлюється ракелем через отвори. Після нанесення пасти на плату трафарет чиститься від залишків пасти. В результаті на контактних майданчиках залишається шар пасти, що

знаходиться в центрі контактної площадки. Ракелі бувають різної конструкції і виготовляються з гуми, пластику або металу.

Ручний дозатор призначений для нанесення паяльної пасти на контактні площадки плати. Замість використання трафарету і супутнього устаткування паста наноситься малими порціями по черзі на контактні площадки за допомогою дозатора. При використанні дозатора витрачається більше часу, але не завжди є можливість розробляти і виготовляти трафарет. В умовах дрібносерійного виробництва і при виготовленні макетних зразків зручно використовувати дозатор. При цьому обсяг пасти визначається оператором або блоком управління.

Установка планарних компонентів на плату з нанесеною пастою може виконуватися вручну або за допомогою засобів автоматизації. При ручній установці неминучі помилки в номіналах компонентів. Неможливо забезпечити вірний та однаковий притиск компонентів до пасти. Щоб не допустити помилок при складанні модулів застосовують різну ступінь автоматизації.

Напівавтомат установки компонентів допомагає оператору збирати електронні модулі. Напівавтомат здійснює переміщення ємності з потрібним компонентом, променем світла вказує точку установки компонента і полегшує складання іншими способами, але установка компонента виконується оператором. Це зменшує ймовірність браку при установці. За ціною напівавтоматичні установники відрізняються до шести разів. Їх продуктивність знаходиться в діапазоні 300 ... 1000 компонентів на годину і залежить від досвіду оператора.

Повні автомати використовуються в стабільно працюючому виробництві при випуску великих партій модулів. Ціна повного автомата визначається конфігурацією і функціями: підтримувані види живильників, технічне зір, роздільна здатність установки, темп роботи, число головок і інші. Ціна повного автомата становить десятки тисяч доларів.

Недоліком печей є вібрація плат під дією інтенсивного руху повітря. Постійне зниження габаритів електронних приладів призводить до

скорочення розмірів плат. Чим менше плата, тим сильніше вона схильна до переміщення повітряним потоком. У момент розплавлення пасти компоненти плавають на поверхні розплавленого припою і незначною вібрації плати досить для зміщення компонента або випадання з плати. Потоки повітря всередині печі рухаються з різною інтенсивністю. При виготовленні партії вся решітка зайнята платами і від завантаження до завантаження плати в одній і тій же області печі вібрують і позбавляються компонентів. Виготовити оснащення для фіксації плат неможливо. Застосувати метал в умовах інфрачервоного випромінювання не можна - неминучий перегрів плат в точках фіксації. Потрібно кераміка. Виготовлення керамічної оснащення для кожного виду плат дороге.

Висновки

В магістерській роботі розглянуті телевізійні системи спостереження, які призначені для загального спостереження за простором і для пошуку в ньому необхідних спостерігачу об'єктів, вони складають основну групу систем прикладного телебачення, як по кількості апаратури що випускається і знов проектується, так і по різноманітності задач, що система може вирішити.

В роботі проаналізовані загальні питання автоматичного керування системами промислового телебачення та обгрунтована мета магістерської роботи.

Розроблена система автоматизованого керування промислового телебачення за спостереженням агрегатів енергоблоку атомної електростанції, наведені структурні та принципові схеми, розроблені переліки елементів до них.

Також розроблене робоче місце оператора РМО-1, яке призначене для управління обладнанням СПТ- 1 та складається з: робочої станції; пульта управління ПУ-1; двох моніторів LCD 17 "; клавіатури комп'ютерної; маніпулятору "миша".

Проаналізоване поняття структурної надійності виробів і резервування.

Розроблена структурна схема надійності, яка визначає функціональний взаємозв'язок між роботою підсистем (або елементів) в певній послідовності.

Розроблені структурні схеми надійності. Проведений розрахунок надійності елементів та системи в цілому.

Побудований графік надійності системи.

В магістерській роботі наведені також заходи з охорони праці та техніки безпеки.

Література

1. Босов Є. П., Жесан Р. В., Каліч В. М., Голик О. П., Зубенко В. О. Охорона праці при проектуванні систем автоматизації виробництва : навч. посіб. 2-е вид., перероб. і доп. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. 208 с.
2. Каліч В. М., Голик О. П., Зубенко В. О. Охорона праці при проектуванні систем автоматизації виробництва : навч. посіб. 2-е вид., перероб. і доп. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. 208 с.
3. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підруч. 3-є вид., перероб і доп. Львів : УАД, 2006. 336 с.
4. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М., Туряб Л. В., Лико Х. І. Практикум з охорони праці. Львів : Афіша, 2000. 352 с.
5. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования / Г.Ф. Зайцев. - Киев: Выща школа, 1988. – 431 с.
6. Кодекс законів про працю України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/322-08#Text> (дата звернення: 29.11.2022).
7. Кодекс цивільного захисту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/5403-17#Text> (дата звернення: 30.10.2022).
8. Конституція України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 26.10.2022).
9. Кунцевич В.М. Синтез оптимальных и адаптивных систем управления. Игровой подход / В.М. Кунцевич, М.М. Лычак. - Киев: Наукова думка, 1985. – 245 с.
10. Кунцевич В.М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации / В.М. Кунцевич. – Киев: Наукова думка, 2006. – 264 с.
11. Михайлов В.С. Теория управления / В.С. Михайлов - Киев: Вища школа, 1988.
12. Основи законодавства України про охорону здоров'я : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> (дата звернення 17.11.2022).

13. Основы проектирования следящих систем / Под ред. Е.П. Попова. - М.: Машиностроение, 1978. – 388 с.
14. Правила улаштування електроустановок : вид. офіц. К. : Міненерговугілля України, 2017. 617 с.
15. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Від 25.07.2006. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#Text> (дата звернення: 08.12.2022).
16. Про охорону праці : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2694-12#Text> (дата звернення: 24.10.2022).
17. Романюк О.Н., Савчук Т. О. Організація баз даних і знань: Навч. посібник / Мін-во освіти і науки України. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. — 217 с.
18. Созонник Г.Д. Цифровые системы управления. / Г.Д. Созонник, В.К. Стеклов. – К.:Техніка, 1991. – 191 с.
19. Томашевский В. М. Моделирование систем / В. М. Томашевский. – К.: Видавнича група BHV, 2005. – 352 с.
20. Ямпольский Л. С., Калинин О. М., Ткач М. М. Автоматизированные системы технологической подготовки робототехнического производства / Л. С. Ямпольский, О. М. Калинин, М. М. Ткач. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 271 с.
21. Форрестер Дж. Динамика развития города. — М.: Прогресс, 1974. – 286 с.
22. Kanwar R., Bjorneberg D., Baker D. An Automated System for monitoring the Quality and Quantity of Subsurface Drain Flow // Journal of Agricultural Engineering Research. — Vol. 73. — No. 2. — June 1999. — P. 123-129.

ОХОРОНА ПРАЦІ

Законодавчі та нормативні акти України з питань охорони праці

Охорона праці (ОП) – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці [2].

Законодавчими актами, що визначають у нашій країні основні положення з ОП, є загальні Закони України, а також спеціальні юридичні акти [1, 2, 3].

До загальних законів, що містять положення з ОП належать: Конституція України, Закони України: «Про охорону праці», «Основи законодавства України про охорону здоров'я», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», Кодекс цивільного захисту України (КЦЗ), та Кодекс законів про працю України (КЗпП) [1, 2].

Спеціальними юридичними актами в галузі ОП є: Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП), Міждержавні стандарти Системи стандартів безпеки праці (ГОСТ ССБТ), Державні стандарти України (ДСТУ), Державні будівельні норми (ДБН), Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН), Державні санітарні норми та правила (ДСНП), Державні санітарні норми (ДСН), Державні санітарні правила (ДСП), Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС), норми технічного проектування та інші нормативні акти, виходячи із сфери їх дії [1, 2, 3].

У статті 43 Конституції України записано: «Кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає», «Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом» [2, 7].

У статті 45 Конституції України записано: «Кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає, або на яку вільно погоджується», «Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом», «Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється» [7].

У тексті статті 46 Конституції України вказано на те, що громадяни мають право на соціальний захист, яке включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття, з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках, передбачених законом [2, 7].

Основоположним законодавчим документом в галузі ОП є Закон України «Про охорону праці» [15], прийнятий Верховною Радою України 14.10.1992 р., дія якого поширюється на всі підприємства, установи і організації, незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на усіх громадян, які працюють, а також залучені до праці на цих підприємствах. Викладені в статтях Закону основні принципи державної політики базуються на пріоритетах життя й здоров'я працівників підприємств і досить гуманні по відношенню до робочої людини. Зокрема, у статті 9 зазначено, що працівники, зайняті на роботах з важкими й шкідливими умовами праці, безкоштовно забезпечуються лікувально-профілактичним живленням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату роботи в підвищеному розмірі та інші пільги й компенсації, які надаються в передбаченому законодавством порядку [15]. До позитивних моментів цього Закону належить закріплення за державою функції управління охороною праці (у часи СРСР ця функція була покладена на громадські організації в особі профспілок).

В системі законодавства щодо охорони здоров'я та гігієни праці ключове місце займають закони України «Основи законодавства України про

охорону здоров'я» [11] і «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Вони передбачають розробку та здійснення адміністрацією підприємств санітарних та протиепідемічних заходів; здійснення в необхідних випадках лабораторного контролю за дотриманням вимог санітарних норм стосовно рівнів шкідливих факторів виробничого середовища; формування органів та установ державної санепідеміологічної служби при надзвичайній події та ситуації, що становлять небезпеку для здоров'я населення; відшкодування, в установленому порядку, працівникам і громадянам збитків, яких завдано їх здоров'ю в результаті порушення санітарного законодавства [1, 2, 11].

Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» був прийнятий 08.02.1995 р. для регламентації заходів з ліквідації наслідків чорнобильської катастрофи й запобігання подібним ситуаціям в майбутньому. Він встановлює пріоритет безпеки людини та навколишнього природного середовища, права і обов'язки громадян у сфері використання ядерної енергії, регулює діяльність, пов'язану з використанням ядерних установок та джерел іонізуючого випромінювання, встановлює також правові основи міжнародних зобов'язань України щодо використання ядерної енергії [1, 2].

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» (від 23.09.1999 р.), відповідно до Конституції України, визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі застрахованих на виробництві [1, 2]. Страхування від нещасного випадку є самостійним видом загальнообов'язкового державного соціального страхування, за допомогою якого здійснюється соціальний захист, охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності.

Основним законодавчим актом, що регламентує вимоги щодо пожежної безпеки є, на сьогодні, КЦЗ України (від 02.10.2012 р.) [6]. Він

також регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від інших надзвичайних ситуацій.

КЗпП України [5] регулює трудові відносини між працівниками та роботодавцями, сприяючи зростанню продуктивності праці, поліпшення якості роботи, підвищенню ефективності суспільного виробництва і піднесенню на цій основі матеріального і культурного рівня життя трудящих, зміцненню трудової дисципліни і поступовому перетворенні праці на благо суспільства. Законодавство про працю встановлює високий рівень умов праці й всемірну охорону трудових прав працівників (стаття 1 КЗпП). Крім того, у КЗпП зазначені наступні положення: забороняється залучати до надурочних робіт вагітних жінок і жінок, які мають дітей віком до трьох років (стаття 176), а також осіб молодших 18 років (стаття 192); забороняється застосовувати праці жінок на важких роботах і роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на підземних роботах (стаття 174). Власник або уповноважений ним орган повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизму і забезпечують санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників [1, 2, 6].

НПАОП, які до початку 2003 року носили назву Державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП), – це правила, норми, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові до виконання [1, 2]. Законодавством передбачено, що, залежно від сфери дії, НПАОП можуть бути міжгалузевими і галузевими. Реєстр ДНАОП, що діють на території України, виданий у 1997 році. З 2003 року ведеться реєстр НПАОП.

ГОСТ ССБТ колишнього СРСР застосовуються на території України до їх заміни іншими нормативними документами, якщо вони не суперечать чинному законодавству України [1, 3]. Поступово їм на заміну вводяться національні державні стандарти – ДСТУ. ДСТУ почали розроблятися з 1992 року [1, 3].

ДБН – нормативний акт технічного характеру, що встановлює

обов'язкові вимоги до об'єкта нормування у будівництві. Об'єктами нормування у будівництві є: планування та забудова території, об'єкт будівництва, містобудування та архітектури і його складові частини, склад і зміст документації об'єктів будівництва, містобудування та архітектури [1].

Складовою частиною права в галузі гігієни праці є постанови та положення (норми) затверджені Міністерством охорони здоров'я України (до них відносяться ДСанПіН, ДСНП, ДСН, ДСП та ін.) [1, 2, 7]. Слід зазначити, що перелічені різновиди нормативно-правових документів – це фактично однотипні юридичні акти, просто прийняті у різні роки.

ПУЕ – визначають будову, принципи улаштування, особливі вимоги до окремих систем, їх елементів, вузлів і комунікацій електроустановок. ПУЕ встановлюють вимоги до електроустановок загального призначення змінного струму напругою до 750 кВ та постійного струму напругою до 1,5 кВ [13].

ПТЕЕС встановлюють основні організаційні й технічні вимоги до експлуатації електроустановок та електрообладнання напругою до 150 кВ включно [14].

Власники підприємств, установ, організацій або уповноважені ними органи розробляють, на основі НПАОП, і затверджують власні нормативні акти, що діють у межах підприємства, установи, організації [1, 2]. При цьому відхилення вимог щодо ОП в нормативних актах підприємства від НПАОП допускається виключно у бік покращення умов для працівника [2].

Відповідно до статті 49 Закону України «Про охорону праці», за порушення законодавчих та інших нормативних актів про ОП, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду за ОП і представників професійних спілок винні працівники притягаються до дисциплінарної, адміністративної або кримінальної відповідальності, згідно із законодавством [15].

Шкідливі та небезпечні фактори виробництва, що впливають на персонал цифрової багатокамерної системи замкнутого типу спостереження об'єктів з підвищеною небезпекою в умовах обмеженого

доступу

Аналіз виробничого травматизму та профзахворюваності дозволяє виявити причини і визначити закономірність їх виникнення.

На основі інформації розробляються заходи та засоби щодо профілактики останніх.

Оцінка умов праці проводиться на підставі Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища важкості та напруженості трудового процесу.

На здоров'я людини, її життєдіяльність і самопочуття великий вплив мають небезпечні та шкідливі фактори виробництва.

Шкідливий виробничий фактор – це виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника [2].

Небезпечний виробничий фактор – це виробничий фактор, дія якого, за певних умов, може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника [2].

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74, небезпечні та шкідливі фактори виробництва за природою дії поділяються на такі групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізичні.

Розглянемо детальніше характеристику умов праці обслуговуючого персоналу цифрової багатокамерної системи замкнутого типу спостереження об'єктів з підвищеною небезпекою в умовах обмеженого доступу.

Можливість одержання пошкоджень та травм від рухомих частин обладнання та механізмів. Рухомі машини та механізми, пересувні частини виробничого устаткування, маніпулятори роботів та багато іншого можуть

стати причиною одержання працівниками виробничих травм і каліцтв. Всі потенційні джерела травматизму повинні бути ізольовані від контактів з персоналом.

Мікроклімат виробничих приміщень. Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність здійснює мікроклімат у виробничих приміщеннях, складовою якого є температура, вологість, рух повітря, а також теплове випромінювання нагрітих поверхонь. Параметри мікроклімату справляють безпосередній вплив на самопочуття людини та його працездатність. Зниження температури за всіх інших однакових умов призводить до зростання тепловіддачі шляхом конвекції та випромінювання і може зумовити переохолодження організму. Підвищення швидкості руху повітря погіршує самопочуття, оскільки сприяє підсиленню конвективного теплообміну та процесу тепловіддачі при випаровуванні поту. Недостатня вологість призводить до інтенсивного випаровування вологи зі слизових оболонок, їх пересихання та розтріскування, забруднення хвороботворними мікробами. Зневоднення організму на 6% викликає порушення розумової діяльності, зниження гостроти зору. Зневоднення на 15...20% призводить до смертельного наслідку [2, 3]. Тривалий вплив високої температури у поєднанні зі значною вологістю може призвести до накопичення теплоти в організмі і до гіпертермії – стану, при якому температура тіла піднімається до 38...40 °С. За зниженої температури, значної рухомості та вологості повітря виникає переохолодження організму (гіпотермія). Недостатня вентиляція може призвести до отруєння працівників шкідливими речовинами , що виробляються на виробництві, а також це можливість виникнення пожежі пов'язана з підвищенням температури на виробництві.

Шум та вібрація. До шкідливих виробничих факторів у виробничому приміщенні належить також вібрація та шум. Знакозмінні напруження, викликані вібрацією, сприяють накопиченню пошкоджень в матеріалах, появі тріщин та руйнуванню. Найчастіше і досить швидко руйнування об'єкта настає при вібраційних впливах за умов резонансу. Вібрації викликають також й відмови машин, приладів. Вібрації виникають при роботі машин та

механізмів, які мають неврівноважені та незбалансовані частини, що обертаються чи здійснюють зворотно-поступальний рух. В нашому випадку до такого устаткування належать електроприводи, насоси та вентилятори. Вібрація викликає порушення фізіологічного та функціонального станів людини. Стійкі шкідливі фізіологічні зміни називають вібраційною хворобою. Симптоми вібраційної хвороби проявляються у вигляді головного болю, заніміння пальців рук, болю в кистях та передпліччі виникають судоми, підвищується чутливість до охолодження, з'являється безсоння. При вібраційній хворобі виникають патологічні зміни спинного мозку, серцево-судинної системи, кісткових тканин та суглобів змінюється капілярний кровообіг. Дія шуму може спричинити нервові, серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів та функціонування органів слуху тощо. Змінюються нормальні процеси вищої нервової діяльності. Високий рівень інфразвуку викликає порушення функції вестибулярного апарату, зумовлюючи запаморочення, головний біль, знижується увага. Джерелами інфразвуку є вентилятори, компресори, двигуни внутрішнього згорання, дизельні двигуни. Ультразвук виникає внаслідок роботи генераторів. Він викликає функціональні порушення нервової системи, головний біль, зміну кров'яного тиску та складу і властивостей крові, зумовлює втрату слухової чутливості, підвищує втомлюваність. [1, 2, 3].

Пожежо- та вибухонебезпечність. При недостатній увазі до особливостей виробничого обладнання та технологічного процесу, а також неправильному зберіганні горючих та вибухонебезпечних речовин вони можуть стати джерелом пожежі або вибуху.

Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків [2].

Вибух – це надзвичайно швидке перетворення речовини, яке супроводжується миттєвим виділенням великої енергії у невеликому об'ємі. Суттєвою ознакою вибуху є різке збільшення тиску, яке викликає у

навколишньому середовищі ударну хвилю [2]. Слід зазначити, що пожежі та вибухів безпечних не буває. Якщо вони і не створюють прямої загрози життю та здоров'ю людини (наприклад, лісові пожежі), то завдають збитків довкіллю, призводять до значних матеріальних втрат. Коли людина перебуває в зоні впливу пожежі чи вибуху, то вона може потрапити під дію наступних небезпечних та шкідливих факторів: токсичні продукти згорання; вогонь, дим; підвищена температура середовища; нестача кисню; руйнування будівельних конструкцій; витікання небезпечних речовин; паніка.

Дія електромагнітних полів. Вплив на організм людини електромагнітних полів пов'язаний з частковим поглинанням їх енергії тканинами тіла, що викликає тепловий ефект. Найбільшому впливу піддаються головний та спинний мозок та очі [3]. При експлуатації промислового устаткування, у разі якщо не виконуються необхідні технічні вимоги, а електроустановки експлуатуються на низькому технічному рівні, можливий електротравматизм людини.

Дія електричного струму на людину. Дія електричного струму на організм людини своєрідна та несе різнобічний характер. Всі види дії електричного струму на організм людини можна об'єднати в два основних: електричні травми та електричні удари.

Електротравматизм – це результат порушення вимог правил техніки безпеки та інструктажів, відсутності технагляду та аварійного режиму роботи електроустановок. Це наслідок незадовільної ізоляції струмопровідних частин, перехід напруг на корпус електроустановки, обрив проводів [2].

Можна виділити наступні основні причини уражень електрострумом:

- дотик до струмопровідних частин устаткування або неструмопровідних частин, що опинились під напругою;
- користування несправним електрообладнанням, електроінструментом, вимірювальними приладами.

Небезпека ураження людського організму електрострумом залежить від багатьох факторів, основні з яких наступні [1, 2, 3]:

- величина струму, що проходить крізь тіло людини;
- електричний опір тіла людини;
- тривалість дії струму;
- рід струму і частота;
- шлях проходження струму.

Виділяють наступні порогові значення струму [1]:

- 0,6 ... 1,5 мА (змінний струм); 5 ... 7 мА (постійний струм) – пороговий відчутний струм;
- 10 ... 15 мА (змінний струм); 50 ... 80 мА (постійний струм) – пороговий невідпускаючий струм, котрий викликає при проходженні крізь тіло людини нездоланні судомні скорочення м'язів руки, в котрій затиснений провідник;
- понад 100 мА при частоті 50 Гц (змінний), і більше 300 мА (постійний) – фібриляційний, смертельний струм.

Змінний струм промислової частоти 40 ... 50 Гц – найбільш небезпечний. Струм високої частоти (500 кГц і вище) – менш небезпечний.

Можливість отруєння шкідливими речовинами. В ході виробництва можуть виділятися шкідливі речовини. Шкідливими вважаються речовини, що при контакті з організмом людини за умов порушення вимог безпеки можуть призвести до виробничої травми, професійного захворювання або розладів у стані здоров'я, що визначаються сучасними методами як у процесі праці, так і у віддалені строки життя теперішнього і наступних поколінь (ГОСТ 12.1.007-76). Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, через шкіру переважно рідкі речовини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання, або при внесенні їх до рота забрудненими руками. Основним

шляхом надходження промислових шкідливих речовин в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній (понад 90 м²) всмоктувальній поверхні легенів утворюються сприятливі умови для потрапляння шкідливих речовин у кров. Шкідливі речовини, що потрапили тим, чи іншим шляхом в організм можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму. Гострі отруєння виникають в результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин (чадний газ, метан, сірководень). Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець). Шкідливі речовини потрапивши в організм розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору – в зубах, марганцю – в печінці. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване «депо» і затримуватись в ньому тривалий час. При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватись в організмі (матеріальна акумуляція), але й викликати «накопичення» функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

Біологічні фактори. Біологічно небезпечні і шкідливі виробничі фактори включають біологічні об'єкти: патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби, найпростіші організми) і продукти їх життєдіяльності. При промисловому виробництві меду біологічні небезпечні і шкідливі фактори відсутні.

Психофізичні фактори. Психофізичні небезпечні і шкідливі фактори за характером дії поділяються на фізичні перевантаження (статичні й динамічні) і нервово-психологічні (розумова перенапруга, монотонність праці, емоційні перевантаження) [2, 3].

Недостатнє освітлення. Недостатнє освітлення викликає передчасну втому, притупляє увагу працюючого, знижує продуктивність праці, погіршує якісні показники та може стати причиною нещасного випадку. Серед факторів зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в

процесі праці, світло займає одне з перших місць [2, 3]. Під час здійснення будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей, в основному, залежить від напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття. Світло впливає не лише на функцію органів зору, а й на діяльність організму в цілому. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенціальна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Згідно зі статистичними даними, до 5% травм можна пояснити недостатнім або нераціональним освітленням, а в 20% воно сприяло виникненню травм [1, 2, 3]. Врешті, погане освітлення може призвести до професійних захворювань, наприклад, таких як робоча міопія (короткозорість), спазм акомодатії.

Заходи з усунення чи зменшення впливу шкідливих та небезпечних факторів виробництва при експлуатації цифрової багатокамерної системи замкнутого типу спостереження об'єктів з підвищеною небезпекою в умовах обмеженого доступу

Убезпечення від травм та каліцтв рухомими частинами обладнання та механізмів. Безпечність виробничого устаткування – це властивість виробничого обладнання відповідати вимогам безпеки праці під час монтажу (демонтажу) і експлуатації в умовах, установлених нормативною документацією. Загальні вимоги виробничого устаткування визначені ГОСТ 12.2.00-91. Відповідно до цього нормативного документу, безпечність виробничого устаткування забезпечується правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, елементів конструкції; використанням засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування; застосуванням у конструкції засобів захисту; дотриманням ергономічних вимог; включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації; ремонту; транспортування та зберігання устаткування; використанням у конструкції устаткування безпечних та нешкідливих матеріалів.

Для того, щоб запобігти виникненню небезпеки при раптовому

вимкненні джерел енергії всі робочі органи, а також пристрої, які використовуються для захоплення, затискування та підймання заготовок, деталей виробів, тощо, повинні оснащуватись спеціальними захисними пристосуваннями. Причому необхідно унеможливити самовільне вмикання робочих органів при відновленні подачі енергії.

Для запобігання механічному травматизму від рухомих частин обладнання та нагрітих елементів конструкцій застосовуються різноманітні капоти, екрани, огороження, що унеможливлюють безпосередній контакт устаткування із частинами тіла працівника. При проектуванні устаткування необхідно враховувати умови його експлуатації з тим, щоб при дії на нього вологи, сонячної радіації, механічних коливань, високих та низьких тисків і температур, агресивних речовин і т. п. устаткування не ставало небезпечним.

Забезпечення нормованих метеорологічних умов. Для забезпечення нормальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях, а також для відведення продуктів дихання та шкідливих речовин з повітря робочої зони необхідно передбачити системи опалення і штучної вентиляції або систему кондиціонування повітря.

Зменшення вібрацій може бути досягнуте декількома шляхами [1, 3]. Зменшення вібрації в джерелі її виникнення досягається застосуванням таких кінематичних та технологічних схем, які усувають чи до мінімуму знижують дію динамічних сил. Так, вібрація послаблюється при заміні кулачкових та кривошипних механізмів на механізми, що обертаються з рівномірною швидкістю, механічних приводів – на гідравлічні і т. п. Зменшення вібрації досягається також статичним та динамічним зрівноважуванням механізмів і об'єктів, що обертаються. При проектуванні устаткування важливо передбачити недопущення резонансних режимів його роботи. Це досягається раціональним вибором маси та жорсткості коливальної системи або частоти змушувальної сили.

Контакту працівника з віброоб'єктом, а, відтак, і шкідливої дії вібрації можна уникнути шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосуванням захисного

огородження. Крім того широко використовують вібропоглинання, віброгасіння та віброізоляцію.

Захист від шуму містить у собі заходи й засоби, які поділяються на колективні та індивідуальні, причому останні застосовуються лише тоді, коли заходами й засобами колективного захисту не вдається знизити рівні шуму на робочих місцях до допустимих значень [1, 2, 3]. Призначення засобів індивідуального захисту від шуму (навушників, беруш, протишумових вкладок, шумозаглушувальних шоломів) – перекрити найбільш чутливі канали проникнення звуку в організм – вуха. Тим самим різко послаблюються рівні звуків, що діють на барабанну перетинку, а, відтак, і коливання чутливих елементів внутрішнього вуха. Такі засоби дозволяють одночасно попередити розлад і всієї нервової системи від дії інтенсивного подразника, яким є шум. Вибір протишумових засобів індивідуального захисту обумовлюється видом та характеристикою шуму на робочому місці, зручністю використання засобу при виконанні даної робочої операції та конкретними кліматичними умовами [1, 3].

Зменшення шуму у самому джерелі – найбільш радикальний засіб боротьби з шумом, що створюється устаткуванням [2]. Досвід показує, що ефективність заходів щодо зниження шуму устаткування, яке вже працює, досить невисока, тому необхідно прагнути до максимального зниження шуму в джерелі ще на стадії проектування устаткування. Це досягається за допомогою наступних заходів та засобів: удосконаленням кінематичних схем та конструкцій устаткування; проведенням статичного та динамічного зрівноважування і балансування; виготовленням деталей, що співударяються та корпусних деталей з неметалевих матеріалів (пластмас, текстоліту, гуми); чергуванням металевих та неметалевих деталей; підвищенням точності виготовлення деталей та якості складання вузлів і устаткування; зменшенням зазорів у з'єднаннях, шляхом зменшення припусків; застосуванням змащування деталей, що труться і т. п.

Організаційно-технічні заходи захисту від шуму передбачають: застосування малошумних технологічних процесів та обладнання, оснащення

шумного устаткування засобами дистанційного керування, дотримання правил технічної експлуатації, проведення планово-попереджувальних оглядів та ремонтів [1, 2, 3].

Для зменшення шкідливого впливу виробничого шуму на працівників шумних виробництв, послаблення передавання його в сусідні приміщення застосовують звуко- і віброізоляцію, звуко- і вібропоглинання та глушники шуму.

Звукоізоляція є ефективним засобом зменшення рівня шуму на шляху його поширення, що реалізується шляхом встановлення звукоізоляційних перешкод (перегородок, кабін, кожухів, екранів) [2, 3]. Принцип звукоізоляції базується на тому, що більша частина звукової енергії, яка потрапляє на перешкоду, відбивається і лише незначна її частина проникає крізь неї.

Протипожежні та противибухові заходи. Для запобігання виникнення пожежі на підприємстві, необхідно передбачити систему протипожежного захисту.

Система протипожежного захисту – це сукупність організаційних заходів, а також технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї (ДСТУ 2272-93).

Попередження розповсюдження пожеж, в основному визначається пожежною безпекою будівель та споруд і забезпечується: правильним вибором необхідного ступеня вогнестійкості будівельних конструкцій правильними об'ємно-планувальними рішеннями будівель та споруд розташуванням приміщень та виробництв з урахуванням вимог пожежної безпеки; встановленням протипожежних перешкод в будівлях, системах вентиляції, паливних та кабельних комунікаціях обмеженням витікання та розтікання горючих рідин при пожежі улаштуванням протидимного захисту; проектуванням шляхів евакуації; заходами щодо успішного розгортання тактичних дій по гасінню пожежі.

Головним заходом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний вибір і експлуатація обладнання у вибухо- і

пожежебезпечних приміщеннях. Згідно з ПУЕ, приміщення поділяються на вибухонебезпечні (В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В- IIa) і пожежебезпечні (П-I, П-II, П-IIa, П-III) зони.

На об'єкті обов'язково обладнується протипожежний щит із інвентарем, а також створюється запас води та піску.

Захист від впливу електромагнітних полів. Для захисту персоналу від впливу електромагнітних полів використовують різноманітні способи та засоби. Зменшують напруженість та густину потоку електромагнітного випромінювання; екранують робочі місця; віддаляють робочі місця від джерела електромагнітного поля; раціонально розміщують в робочому приміщенні обладнання, що випромінює електромагнітну енергію; встановлюють раціональні режими роботи обладнання та обслуговуючого персоналу; застосовують засоби попереджувальної сигналізації, засоби індивідуального захисту [1, 2, 3].

Заходи по захисту від електротравматизму. Для уникнення електротравматизму застосовуються різноманітні захисні засоби в електроустановках.

В електроустановках до 1000 В для захисту від уражень електрострумом, згідно з ПУЕ [13] застосовують:

- захисне заземлення —навмисне з'єднання із землею металевих частин електрообладнання, котрі не є під напругою, але можуть потрапити під неї, внаслідок порушення ізоляції електроустановок;
- захисне занулення — навмисне з'єднання металевих неструмопровідних частин обладнання з нульовим захисним провідником;
- захисне вимкнення —система захисту, яка автоматично вимикає електрообладнання при виникненні небезпеки ураження людини електрострумом (наприклад, при замиканні однієї з фаз мережі на металевий корпус).

Захист від дотику до струмопровідних частин досягається обмеженням доступу людей до струмопровідних частин (влаштування захисних огорожень, розташування струмопровідних частин на недоступній висоті та в недоступному місці, попереджувальна сигналізація та маркування).

Видалення з повітря робочих зон пилу, хімічних речовин та сполук і біологічних об'єктів. Для відводу повітря з випаруваннями хімічних сполук необхідна система вентиляції. Видалення забрудненого повітря здійснюється через вентиляційні отвори, фрамуги, дефлектори. Також застосовують різноманітні відсмоктувачі. Боротьба із шкідливими мікроорганізмами включає очищення приладів, інструментів та комп'ютерної клавіатури спиртом не рідше, ніж раз на місяць.

Запобігання психофізіологічним негативним факторам. Найбільш дієвим способом захисту від психофізіологічних небезпечних і шкідливих впливів на працівника є правильна організація його робочого часу та місця роботи. Мають бути раціонально сплановані робочі зміни та час відпочинку, надаватись технологічні та гігієнічні перерви, створюватись позитивний моральний клімат у трудовому колективі, не повинні допускатись грубі «виволочки» та зауваження від керівництва до підлеглих.

Заходи з раціоналізації освітлення. Для запобігання шкідливих результатів від недостатнього освітлення необхідна наявність раціональної системи освітлення приміщень та робочих місць. При проектуванні природного та штучного освітлення в виробничих та допоміжних будівлях та приміщеннях, а також штучного освітлення на території підприємства необхідно враховувати вимоги будівельних норм та правила по проектуванню природного та штучного освітлення, а також вимоги галузевих норм проектування освітлення, розроблених та затверджених у відповідності із встановленим порядком.

Загальна організація робочого місця. На робочому місці кожного працівника повинні бути створені оптимальні санітарно-гігієнічні умови праці, які сприятимуть зростанню продуктивності та безпеки, а також довгому зберіганню працездатності та життєдіяльності тих, хто

працює [1, 2, 3]:

Оптимальні санітарно-гігієнічні умови праці на робочому місці повинні бути наступними:

Температура повітряного середовища, °С	16-20
Відносна вологість, %	50-70
Освітленість, лк	150-200
Шум, dВ	<60
Забрудненість повітря, мг/л	<0,02.

Обладнання рекомендується фарбувати у світло-зелений колір. Розміри ділянки робочого місця повинні забезпечувати вільне та безпечне пересування робітника під час виконання операцій.

Розрахунок системи виробничого освітлення у приміщенні операторів цифрової багатокамерної системи замкнутого типу спостереження об'єктів з підвищеною небезпекою в умовах обмеженого доступу

Всі розрахунки проводитимемо у відповідності до методик, викладених у джерелах [1, 3].

Розрахунок природного освітлення

Цей розрахунок полягає у визначенні сумарної площі світлових прорізів потрібної для забезпечення нормального значення коефіцієнта природної освітленості на робочих місцях.

Площа світлових прозорів при бічному освітленні (через вікна) визначається як:

$$S_B = \frac{E_H \cdot k_3 \cdot h_B}{100 \cdot \tau \cdot \gamma_1} \cdot S_n \cdot k_6, \quad (1)$$

де E_H – нормоване значення КПО, %; k_3 – коефіцієнт запасу; h_B – світлова характеристика вікон; S_B – площа підлоги приміщення, m^2 ; k_6 – коефіцієнт, що враховує затінення вікон протилежними будівлями; τ – загальний коефіцієнт світлопропускання матеріалу; r_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО завдяки світлу, відбитому від поверхонь приміщення та поверхневого шару, що прилягає до будівлі. Аналіз приміщення призводить до вибору таких коефіцієнтів:

$$E_H = 2,7\%$$

$$k_3 = 1,3$$

$$h_B = 9,6$$

$$S_n = 50 \cdot 20 = 1000 m^2$$

$$k_6 = 1,0$$

$$r_1 = 1,2$$

Це зумовлено тим, що: довжина приміщення $a = 50$ м; ширина приміщення $b = 20$ м; висота приміщення $h = 8$ м; відстань між сусідніми будівлями – 25 м; висота від рівня умовної поверхні до верхньої частини вікна – 6,9 м.

Загальний коефіцієнт світлопропускання:

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,3628.$$

Тоді:

$$S = \frac{2,7 \cdot 1,3 \cdot 9,6}{100 \cdot 0,3628} \cdot 1000 \cdot 1,0 = 773,8 m^2$$

Таким чином, сумарна площа всіх вікон розміщених у приміщенні повинна складати $773,8 m^2$.

Розрахунок штучного освітлення

У виробничому приміщенні, розміри якого: довжина $a = 50$ м, ширина $b = 20$ м, висота $h = 8$ м планується встановити світильники, щоб забезпечити мінімальне нормоване освітлення $E_H = 150$ лк. Обрано лампи типу ДРЛ-125 із

світловим потоком $\Phi_{\text{л}}=5600$ лм. Напруга живлення $U=125$ В, робочий струм $I_{\text{р}}=1,25$ А, пусковий струм $I_{\text{п}}=2,6$ А.

Планується розмістити світильники у 5 рядів. Потрібно визначити:

- загальну кількість світильників (якщо у світильнику по 2 лампи, тобто $n=2$);
- кількість світильників у ряду;
- загальну потужність освітлювальної установки.

Розв'язок:

1. Визначаємо індекс приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{H_{\text{р}} \cdot (a + b)}, \quad (2)$$

де $H_{\text{р}}$ – висота підвищування світильників над робочою поверхнею ($H_{\text{р}}=0,8$ м).

$$H_{\text{р}} = 8 - 0,8 - 0,2 = 7 \text{ м}$$

$$i = \frac{50 \cdot 20}{7 \cdot (50 + 20)} = 2 \text{ м}.$$

2. Визначаємо η – коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки:

$$\eta = 41\%.$$

3. Визначаємо k – коефіцієнт запасу, що характеризується нерівномірністю освітлення $Z=1,1$:

$$k = 1,5.$$

4. Визначаємо світловий потік 1 ряду:

$$\Phi_{\text{р}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot Z \cdot k}{N_{\text{р}} \cdot \eta}, \quad (3)$$

де S – площа приміщення; $N_{\text{р}}$ – кількість рядів.

$$S = 50 \cdot 20 = 1000 \text{ м}^2$$

$$N_p = 5$$

$$\Phi_p = \frac{150 \cdot 1000 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5 \cdot 0,41} = 120731,7 \text{ лм}$$

5. Визначаємо кількість світильників в ряду:

$$N = \frac{\Phi_p}{n \cdot \Phi_{\text{л}}} \quad (4)$$

$$N = \frac{120731,7}{2 \cdot 5600} = 11 \text{ шт.}$$

6. Якщо планується розташувати світильники у 5 рядів, то загальна кількість світильників:

$$N_{\text{заг}} = N \cdot N_p \quad (5)$$

$$N_{\text{заг}} = 11 \cdot 5 = 55 \text{ шт.}$$

Тоді кількість ламп типу ДРЛ-125 повинна складати $K=110$ шт.

Плануємо розташувати світильники таким чином:

- у 5 рядів по 11 шт. у ряду;
- відстань від стін уздовж – по 2,5 м;
- відстань від стін впоперек – по 1 м;
- світильники розташувати по кутах квадрата зі стороною $L=4,5$ м з висотою підвісу 0,2 м від стелі.

7. Загальна потужність освітлювальної установки:

$$P_{\text{оу}} = k_{\text{л}} \cdot p_{\text{л}}, \quad (6)$$

де $k_{\text{л}}$ – кількість ламп, шт.; $p_{\text{л}}$ – потужність однієї лампи, Вт.

$$P_{\text{оу}} = 110 \cdot 120 = 13750 \text{ Вт.}$$

Надійність та ефективність природного і штучного освітлення залежить від своєчасності і ретельності їх обслуговування. Забруднення скла світлових отворів, ламп та світильників може знизити освітленість

приміщень в 1,5-2 рази [3]. Тому вікна необхідно мити не рідше 2 разів на рік для приміщень з незначним виділенням пилу. Періодичність чищення світильників – 4 рази на рік.

Періодично, не рідше одного разу на рік, необхідно перевіряти рівень освітленості в контрольних точках виробничого приміщення. Основний прилад для вимірювання освітленості – люксметр.