

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з графічної частини і пояснювальної записки.

Об'єм графічної (ілюстративної) частини кваліфікаційної роботи становить 22 слайди.

Об'єм пояснювальної записки складає 75 друковані сторінки формату А4 (210×297).

В кваліфікаційній роботі нараховується 10 рисунків та 11 таблиць з даними. Використано 17 літературних джерел.

У даній кваліфікаційній роботі розроблено блок управління електромеханічним замком на електронних ключах, який дозволяє контролювати доступ в приміщення. Був проведений докладний аналіз кліматичних і дестабілізуючих чинників і аналіз електричної схеми, приведений принцип роботи блоку, що розробляється, і його основні технічні параметри.

В роботі виконані також: компонувальний розрахунок блоків РЕС, розрахунок теплового режиму, розрахунок конструктивно-технологічних параметрів друкованої плати, розрахунок механічної міцності і системи протиударного захисту, розрахунок електромагнітної сумісності, проєктування блоку управління, розрахунок надійності і показників технологічності.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1. Огляд існуючих типів електромеханічних замків	10
1.2. Огляд існуючих технічних рішень кодових замків	12
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	19
2.1. Аналіз кліматичних умов експлуатації розроблюваної автоматизованої системи.....	19
2.2. Аналіз дестабілізуючих факторів при проектуванні пристрою	23
2.3. Розрахунок електричної схеми пристрою	25
2.4. Вибір і обґрунтування елементної бази пристрою.....	33
2.5. Вибір компоновальної схеми пристрою	35
2.6. Вибір і обґрунтування методу і принципу конструювання.....	36
2.7. Розрахунок конструктивних параметрів проектного пристрою	38
2.8. Вибір способу екранування і методів віброзахисту пристрою	48
3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	50
3.1. Розрахунок теплового режиму блоку управління електромеханічним замком	50
3.2. Розрахунок механічної міцності і системи віброударного захисту.....	52
3.3. Розрахунок надійності проектного пристрою	54
3.4. Розрахунок технологічності пристрою.....	57
3.5. Вимоги до ергономіки і технічної естетики пристрою.....	58

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ	61
4.1. Характеристика пристрою та корекція його конструкції з точки зору охорони праці	61
4.2. Розрахунок захисного заземлення для пристрою управління релейними електромеханічними замками	62
4.3. Вимоги до виробничого освітлення та визначення потрібної площі пройомів	65
4.4. Розрахунок зон радіоактивного забруднення при аварії на АЕС	67
4.5. Методи захисту при аварії на АЕС	72
ВИСНОВКИ	73
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	74

ВСТУП

Конструювання автоматизованих радіоелектронних систем (РЕС) являє собою складний творчий процес, що не має строгої всеохоплюючої математичної бази і який здійснюються методом численних проб і послідовних наближень. Цей процес більше мистецтво, ніж наука, хоча вирішення багатьох проблем конструювання полягає у використанні строгого математичного алгоритму, розрахунку теплових режимів, міцності, різних допусків. Тому незначні на перший погляд похибки або наближення, допущені на ранніх стадіях розробки РЕС, можуть стати причиною значних помилок в подальшій роботі.

Широке використання радіоелектронної апаратури в різних областях науки і техніки приводить до необхідності забезпечення високої надійності її роботи при різноманітних кліматичних і механічних діях. Важкість виконання даної вимоги пов'язана з різним призначенням РЕС, місцем її установки і умовами експлуатації.

Про рівень надійності прийнято судити по здатності РЕС безвідмовно працювати протягом заданого часу в певних умовах. Тому для оцінки ступеня відповідності РЕС вимогам, що пред'являються до неї, здійснюють технічний контроль і випробування на всіх етапах конструювання і виробництва. Одержана при цьому інформація про якість роботи РЕС і про причини її відмов спільно з даними реальної експлуатації дозволяє вжити своєчасних заходів по вдосконаленню схеми і конструкції, а так само технології виробництва.

Правильно організований технічний контроль і випробування сприяють значному підвищенню надійної роботи РЕС. Важливої уваги набувають автоматизовані пристрої, призначені для випробування і контролю, за допомогою яких перевіряється працездатність і придатність до експлуатації різного устаткування і приладів.

Останніми роками з розвитком електроніки ускладнюється радіоапаратура. Характерний перехід від окремих радіоапаратів до складних комплексів і систем.

Проте створення подібної апаратури ставить перед її розробниками різні проблеми: ваги, об'ємів і габаритів; надійності і довговічності; серійності; економіки.

Для подолання цих проблем необхідне їх комплексне рішення на загальній технічній базі. Такою базою зараз є комплексна автоматизація із застосуванням мікроелектроніки, упровадженням уніфікації і стандартизації. Розробка схеми конструкції і технології стає єдиним процесом створення апаратури. Відпрацювання серійної здатності кожного виробу починається з моменту його зародження і продовжується в процесі його виготовлення.

Зараз мікропроцесорна техніка широко розповсюдилася у всіх областях народного господарства, що важко представити, як обійдуться без неї всі процеси автоматизації і управління.

Одним з можливих варіантів використання мікро ЕОМ можна вважати використання їх для систем охоронно-пожежних сигналізацій і контролю доступу в приміщення.

Використання в системах контролю доступу в приміщення кодової послідовності, оброблюваної мікроЕОМ, повністю виключає підбір коду, а можливість підключення як виконавчого пристрою релейного замка з механізмом взводу ригеля забезпечує надійну фіксацію дверей, що гарантує достатньо надійний захист від взлому.

Існує, проте, і більш надійний спосіб захисту – встановлення централізованої системи охоронної сигналізації. Проте головна перешкода для їх широкого впровадження – це необхідність наявності телефонного номера на об'єкті охорони та нестача відповідного обладнання у правоохоронних органів, що і не дозволяє вирішувати проблему масової охорони квартир і службових приміщень. Тому в кваліфікаційній роботі буде розроблений блок управління електромеханічним замком на електронних картках, що дозволяє контролювати доступ в приміщення.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд існуючих типів електромеханічних замків

У сучасних умовах підвищених вимог до безпеки об'єктів різного призначення значного поширення набули системи контролю та управління доступом (СКУД). Одним із ключових елементів таких систем є електромеханічні замки (ЕМЗ), які забезпечують фізичне блокування доступу до приміщень.

На відміну від традиційних механічних замків, електромеханічні пристрої поєднують механічну частину із електронними системами керування, що дозволяє реалізувати більш гнучкі та функціональні алгоритми доступу.

Електромеханічний замок – це пристрій, який здійснює замикання/відмикання дверей за рахунок електричного сигналу, що приводить у дію механічний виконавчий механізм.

Основні функції:

- обмеження доступу до приміщення;
- дистанційне керування;
- інтеграція з охоронними системами;
- ведення журналу подій (у складніших системах).

Основні складові:

- Механічна частина (ригель, зачіпка)
- Електрична частина (соленоїд, двигун, реле)
- Система керування (контролер, логіка)

Класифікація електромеханічних замків здійснюється по наступних ознаках:

1. За принципом дії

- **Соленоїдні замки**

Працюють на основі електромагнітного поля, яке виникає при проходженні струму через котушку.

При подачі напруги створюється магнітне поле, при цьому якір втягнеться всередину, а ригель переміщується.

Переваги:

- швидкодія
- простота

Недоліки:

- нагрів
- велике споживання струму

- **Моторні замки**

Використовують електродвигун для переміщення ригеля.

Особливості:

- плавне відкривання;
- високий рівень надійності;
- можливість багатоточкового замикання.

- **Електромагнітні замки**

Працюють за принципом притягання металевої пластини до електромагніта.

Замок утримується закритим тільки при наявності живлення.

2. За способом ідентифікації

- кодові (PIN)
- RFID

- біометричні
- комбіновані

3. За режимом роботи

- Fail-Safe — відкривається без живлення
- Fail-Secure — залишається закритим

Принцип роботи електромеханічних замків базується на перетворенні електричної енергії у механічну.

Основні етапи:

- Отримання сигналу
- Обробка контролером
- Формування керуючого імпульсу
- Активація виконавчого механізму
- Зміна стану замка

1.2 Огляд існуючих технічних рішень кодових замків

Розглянемо для прикладу замок **кодовий електронний ЗКЕ-4-10**. Структурна схема цієї системи приведена на рисунку 1.1.

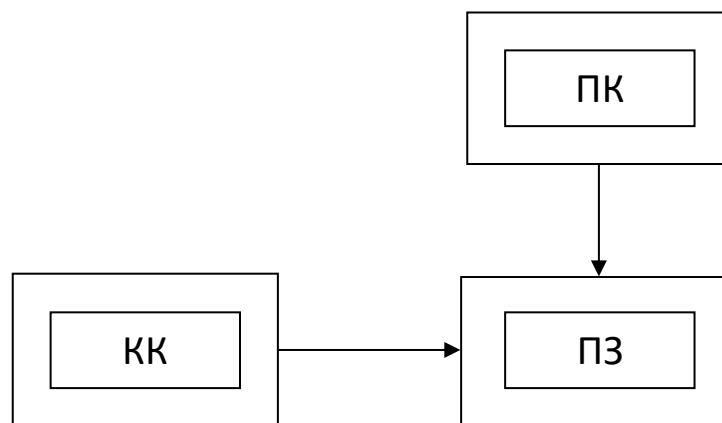


Рисунок 1.1 - Структурна схема електромеханічного замка

На рис. 1.1 прийняті наступні аббревіатури:

ПК – пристрій кодовий. Призначений для зберігання кодової послідовності;

ПЗ – пристрій замикаючий;

КК – ключ кодовий. Містить: кодонабирач (клавіатура) і сигнальну лампу.

Замок ЗКЕ-4-10 є типовим електронним кодовим замком, який використовується для обмеження доступу до приміщень. Кодові замки є одними з найпростіших реалізацій СКУД.

Принцип:

- користувач вводить код;
- система порівнює його з еталоном;
- у разі збігу — відкриває замок.

Виконавчий механізм – реле або соленоїд:

при подачі струму → створюється магнітне поле

якір переміщується → відкриває замок

Система працює від стабілізованого джерела 12 В.

Можливе використання акумулятора (резервне живлення).

Основні загрози:

- підбір коду
- відключення живлення
- механічний вплив

Переваги ЗКЕ-4-10:

- простота
- низька вартість
- надійність

Недоліки:

- обмежена функціональність
- низький рівень криптозахисту
- відсутність журналу подій

Сучасні замки мають:

- RFID
- мобільне керування
- біометрію
- ЗКЕ-4-10 є базовим рішенням.

Головний недолік даної системи – це те, що вона призначена для внутрішніх приміщень і забезпечує фіксацію дверей тільки в одній точці. До існуючих недоліків пристрою можна віднести так само обмежену кількість варіантів коду (5040) і велике енергоспоживання.

Електромеханічні замки є ефективним засобом забезпечення безпеки. Замок ЗКЕ-4-10 демонструє класичну архітектуру кодових систем і може використовуватись як навчальний або базовий варіант реалізації СКУД.

Електронний **кодовий замок типу Smart Guard Plus** належить до сучасних інтелектуальних систем контролю доступу, які інтегруються в комплексні охоронні системи та концепцію «розумного будинку».

Такі пристрої поєднують функції:

- електронного замка;
- системи сигналізації;
- системи керування доступом.

В основі роботи лежить принцип електронного замка — пристрою, що здійснює замикання/відмикання за допомогою електричного сигналу. На рис. 1.2 показана функціональна схема електронного замка Smart Guard Plus.

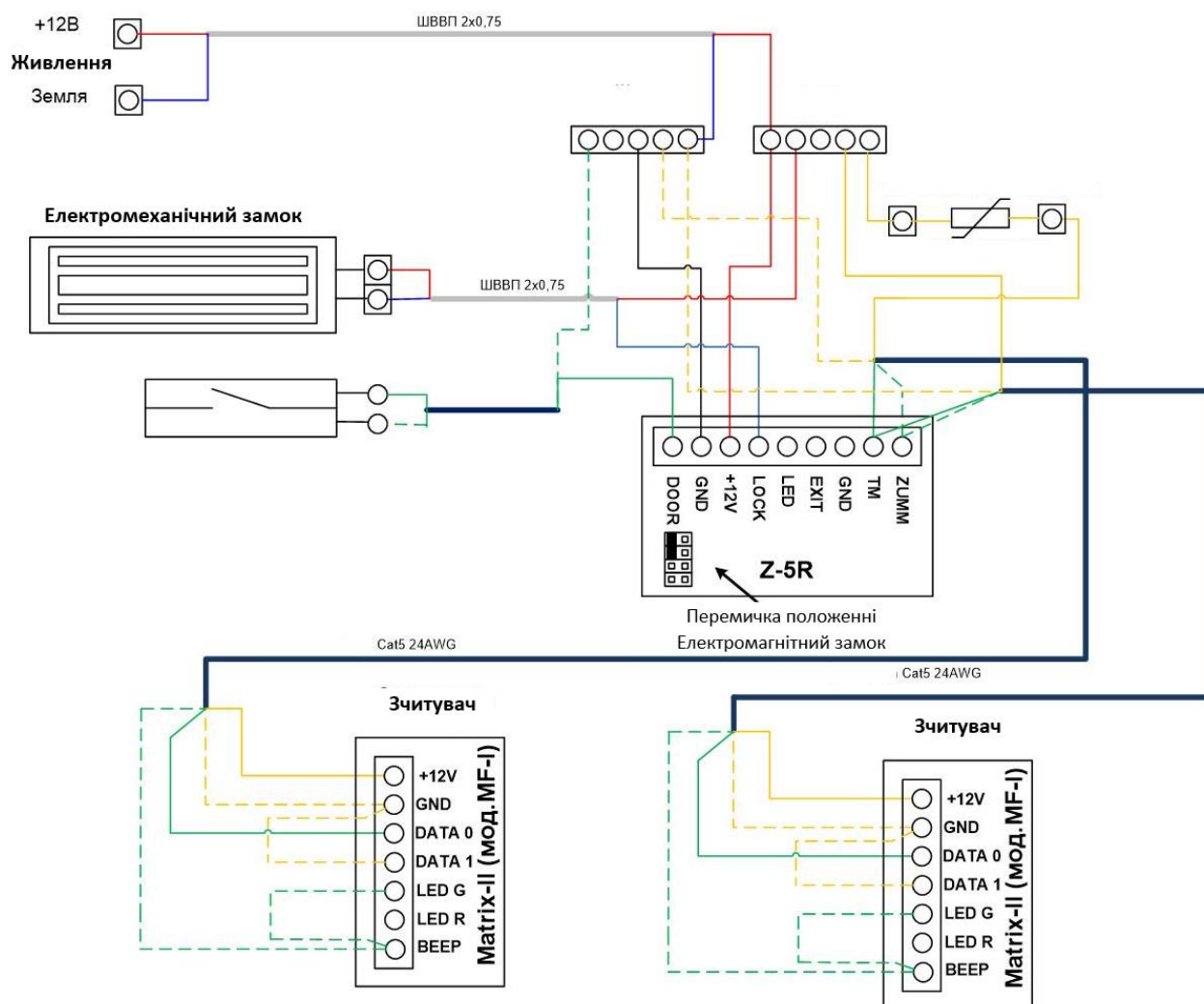


Рисунок 1.2. Функціональна схема електронного замка Smart Guard Plus

Системи типу Smart Guard Plus мають розширений функціонал:

- підтримка великої кількості користувачів (до сотень кодів доступу);
- інтеграція з RFID-зчитувачами;
- дистанційне керування через мобільні додатки;

- ведення журналу подій;
- робота через GSM, Wi-Fi або LAN мережі

Крім того, система підтримує:

- автоматичні сценарії (наприклад, відкриття дверей за розкладом);
- push-сповіщення про події;
- контроль стану дверей і замка.

Типова система складається з кількох модулів:

1. Клавіатура (Keypad)

- сенсорна панель введення коду;
- LED-індикація стану;
- вбудований зчитувач RFID.

2. Центральний контролер

- обробка введеного коду;
- зберігання бази користувачів;
- логіка доступу.

3. Виконавчий механізм

- електромагніт або електромеханічний замок;
- керується через виходи типу PGM.

4. Комунікаційний модуль

- GSM / Wi-Fi / Ethernet;
- забезпечує дистанційне керування.

5. Програмне забезпечення

- мобільний додаток (наприклад, Smart Guard Control);
- хмарна платформа.

Робота замка базується на класичному алгоритмі автентифікації:

- Користувач вводить код або прикладає RFID-карту
- Дані передаються до контролера
- Контролер перевіряє доступ

При позитивному результаті:

- активується вихід (PGM);
- подається сигнал на замок;
- двері розблоковуються

У разі помилки:

- доступ блокується;
- може формуватись сигнал тривоги.

В таблиці 1.1 наведено порівняння розглянутих вище електромеханічних кодових замків.

Таблиця 1.1. Порівняння електромеханічних кодових замків

Характеристика	ЗКЕ-4-10	Smart Guard Plus
Тип системи	автономний	мережева система
Кількість користувачів	обмежена	до сотень
Віддалене керування	ні	так
Журнал подій	ні	так
Інтеграція	відсутня	повна

Таким чином, електронний кодовий замок Smart Guard Plus є сучасним рішенням у сфері контролю доступу, яке значно перевершує класичні системи типу ЗКЕ-4-10 за функціональністю та рівнем безпеки.

Його використання доцільне для:

- офісів;

- підприємств;
- житлових комплексів;
- об'єктів із підвищеними вимогами безпеки.

Система демонструє перехід від простих електромеханічних замків до інтелектуальних мережових рішень. Особливо висока вартість, разом з відсутністю аналогічних вітчизняних систем, стримує упровадження цих систем для контролю доступом в приміщення.

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз кліматичних умов експлуатації розроблюваної автоматизованої системи

Ефективність функціонування автоматизованих систем керування значною мірою визначається умовами їх експлуатації, зокрема впливом кліматичних факторів зовнішнього середовища, значення яких визначені ДСТУ 8216:2015. Зміни температури, вологості, атмосферного тиску та інших параметрів вносять вплив на надійність і довговічність електронних компонентів та виконавчих елементів системи.

У зв'язку з цим під час проєктування автоматизованих пристроїв необхідно враховувати кліматичні умови їх експлуатації.

Відповідно до нормативних вимог, вироби повинні забезпечувати збереження своїх технічних і функціональних характеристик у межах, визначених технічним завданням, стандартами та технічними умовами, протягом усього терміну служби. Це стосується як режимів нормальної роботи, так і впливу кліматичних факторів, параметри яких регламентуються відповідними стандартами.

Розроблювана система керування електромеханічним замком належить до класу автоматизованих пристроїв, що працюють у складі систем контролю доступу. Для таких систем особливо важливими є стабільність функціонування, швидкодія та надійність у різних умовах навколишнього середовища.

Аналіз умов експлуатації показує, що система призначена для використання в районах із помірним кліматом, для яких характерні середні значення максимальних температур не вище +40 °С та мінімальних — не нижче -45 °С. Такі умови є типовими для більшості регіонів експлуатації подібних систем.

З урахуванням зазначених факторів обрано кліматичне виконання УХЛ, що забезпечує працездатність обладнання в умовах помірного та холодного клімату. Важливою перевагою цього виконання є здатність системи зберігати стабільність параметрів при значних коливаннях температури, що є критичним для систем управління, давачів і виконавчих механізмів.

Додатково слід враховувати, що елементи автоматизованої системи можуть піддаватися впливу підвищеної вологості або температури, особливо в умовах тривалої експлуатації. Тому при виборі компонентів і схемних рішень необхідно передбачати їх стійкість до таких впливів, що відповідає вимогам експлуатації у різних кліматичних зонах.

Блок керування електромеханічним замком передбачається використовувати в умовах приміщень із контрольованими кліматичними параметрами.

Наявність систем опалення, вентиляції та кондиціювання забезпечує підтримання стабільних температурних і вологісних режимів, що позитивно впливає на надійність автоматизованої системи.

З точки зору класифікації умов експлуатації, система належить до категорії розміщення 4.2, для замкнутих приміщень із регульованим мікрокліматом. Це дозволяє зменшити вплив зовнішніх дестабілізуючих факторів та підвищити точність і стабільність роботи блоку управління.

Беручи до уваги кліматичні умови експлуатації на етапі проєктування дає змогу забезпечити необхідний рівень надійності, безвідмовності та довговічності автоматизованої системи керування електромеханічним замком, а також гарантує стабільність її функціонування в заданих умовах експлуатації.

Показники кліматичних умов при експлуатації виробів приймають рівними наступним значенням (табл. 2.1):

Таблиця 2.1. Значення показників зовнішнього середовища

Показник	Значення
верхнє робоче значення температури оточуючого повітря при експлуатації, °C	+35
нижнє робоче значення температури оточуючого повітря при експлуатації, °C	+10
верхнє граничне робоче значення температури навколишнього повітря при експлуатації, °C	+40
нижнє граничне робоче значення температури навколишнього повітря при експлуатації °C	+1
величина зміни температури навколишнього повітря за 8 г. °C	40
верхнє значення відносної вологості при температурі плюс 25 °C %	80
середньорічне значення відносної вологості при температурі плюс 20 °C %	60
середньорічне значення абсолютної вологості, г*м	10
верхнє робоче значення атмосферного тиску, кПа (мм. рт. ст.)	106,7 (800)
нижнє робоче значення атмосферного тиску кПа (мм рт. ст.)	86,6 (650)
нижнє граничне робоче значення атмосферного тиску, кПа (мм рт. ст.)	84,0 (630)

Перший показник нормується також при більш низьких температурах; при більш високих температурах відносна вологість нижча.

Оскільки нормоване верхнє значення відносної вологості 80%, то конденсація води не спостерігається.

Вміст в атмосфері реагентів:

сірчистий газ, мг/м, не більше 0,025;

хлориди, мг/м, не більше 0,00035.

Вміст корозійно-активних реагентів в атмосфері приміщень категорії 4 в 2-5 разів менше вказаного і встановлюється на підставі вимірювань, але оскільки дані вимірювань відсутні, той вміст корозійно-активних агентів приймаємо рівним 30 % вказаного.

При нормальні показниках зовнішнього середовища при випробуваннях виробу (нормальні кліматичні умови випробувань) приймаються наступні:

температура °C	+25±10%;
відносна вологість повітря %	45...80;
атмосферний тиск, мм рт. ст.	630...800.

Оскільки блок управління електромеханічним замком призначений для роботи в нормальних умовах, як номінальні значення кліматичних показників приймають нормальні їх значення.

За ефективну температуру навколишнього середовища (при теплових розрахунках) приймається максимальне значення температури.

За ефективні значення поєднання вологості і температури при розрахунках параметрів виробу, зміна яких викликається порівняно тривалими процесами, приймаються середньомісячні значення поєднань вологості і температури в найтепліший і вологий період (з урахуванням тривалості їх дії).

За ефективні значення концентрації агресивного середовища приймають середнє логарифмічне значення вмісту корозійно-активних реагентів, відповідного даному типу атмосфери.

За ефективне значення тиску повітря приймається середнє значення тиску.

Група умов експлуатації по корозійній активності для металів і сплавів без покриттів, а також з неметалічними і неметалічними неорганічними покриттями - 1.

Група умов експлуатації відповідно до клімату відносяться до категорії розміщення виробу (УХЛ 4.2) - 1.

Умови зберігання виробів визначаються місцем їх розміщення, макрокліматичним районом і типом атмосфери і характеризується сукупністю кліматичних чинників, що впливають при зберіганні на упаковані або законсервовані вироби. Згідно ДСТУ 8216:2015, для проєктованого виробу задовільними є умови зберігання в будь-яких макрокліматичних районах.

Позначення такого сховища: основне - 1, буквенне - Л, текстове “опалювальне сховище”. Кліматичні чинники, характерні для даних умов зберігання:

температура повітря °C	+5...+40;
максимальне значення відносної вологості повітря при температурі плюс 5 °C %	80;
середньорічне значення відносної вологості повітря при температурі плюс 20 °C %	60;
пилове забруднення незначне;	
дія сонячного випромінювання, дощів, цвілевих грибків відсутня.	

Кліматичні чинники, характерні для даних умов транспортування:

температура повітря °C	±50;
— максимальне значення відносної вологості повітря при температурі мінус 50 °C %	100;
— середньорічне значення вологості повітря при температурі + 20 °C %	60;
пилове забруднення незначне.	

2.2 Аналіз дестабілізуючих факторів при проєктуванні пристрою

По ДСТУ 8216:2015 апаратуру залежно від умов експлуатації підрозділяють на 4 групи. Пристрій, що розробляється, відноситься до групи 1 (умови експлуатації - в лабораторних, капітальних житлових і інших подібних приміщеннях).

На апаратуру цієї групи діють наступні дестабілізуючі чинники:

- синусоїдальні вібрації;
- різні механічні дії при транспортуванні;
- знижена і підвищена температура середовища;
- підвищена вологість повітря;
- дія пилу.

Для визначення поведінки апаратури при дії цих чинників, а також для перевірки відповідності її встановленим в технічному завданні вимогам, проводять випробування апаратури на дію зовнішніх механічних і кліматичних чинників.

Випробування, що проводяться для даної групи апаратури і значення механічних і кліматичних чинників, які вона повинна витримувати, вказані в ДСТУ 8216:2015.

При визначенні впливу низької температури і підвищеної вологості в ТЗ на апаратуру допускається за узгодженням із замовником встановлювати значення робочої зниженої температури і відносної вологості, відмінне від вказаних в ДСТУ 8216:2015.

При випробуванні на дію зниженої температури середовища і підвищеної вологості в ТЗ на апаратуру допускається за узгодженням із замовником встановлювати значення робочої зниженої температури і відносної вологості, відмінне від вказаних в ДСТУ 8216:2015.

Випробування рекомендується проводити на одних і тих же зразках апаратури в наступній послідовності:

- механічні випробування;
- випробування на дію підвищеної температури середовища;
- випробування на дію підвищеної вологості;
- випробування на дію зниженої температури середовища.

До і після випробування значення параметрів і характеристик повинні відповідати вимогам для нормальних кліматичних умов, встановлених в стандартах на апаратуру.

Апаратуру вважають такою, що витримала випробування, якщо:

- не порушено збереження зовнішнього вигляду;
- після випробування характеристики і параметри апаратури відповідають вимогам, встановленим в стандартах або технічних умовах на обладнання.

2.3 Розрахунок електричної схеми пристрою

В даній роботі поставлена задача розробки тільки одного блоку системи контролю доступу в приміщення (СКДП) - електронного блоку управління (ЕБУ). Проте для аналізу початкових даних необхідно розглянути систему в цілому. Схема електрична структурна ЕБУ приведена на рис. 2.1.

Замок електромеханічний призначений для обмеження доступу в приміщення, що охороняються, і може експлуатуватися як автономно, так і у складі охоронних пристроїв і пристроїв типу "електронний вахтер". Замок є врізним дверним замком і встановлюється безпосередньо в самі двері.

Система розроблена за модульним принципом і включає наступні блоки:

- блок управління (БУ);
- електромеханічний замикаючий пристрій – виконавчий механізм (ЕЗП);
- електронні картки-ключі.

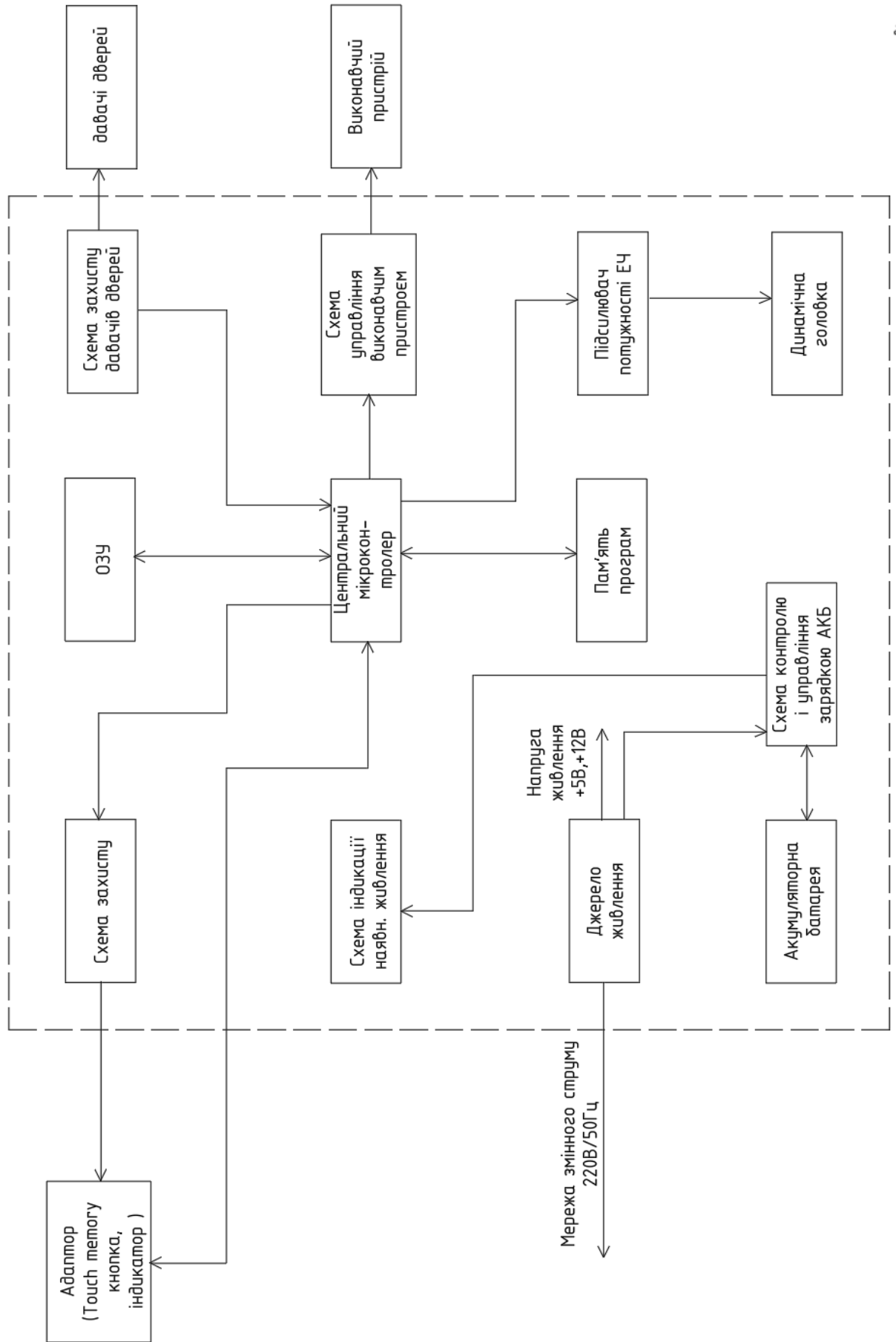


Рисунок 2.1. Схема електрична структурна ЕБУ

Блок управління STEGO 01.010, надалі БУ, призначений для управління релейними замками з механізмом курка взводу ригеля з пусковим струмом не більше 1.0 А при напрузі 12 В. Управління замками здійснюється за допомогою електронних карток конструкції DS1990, DS1992, DS1994 фірми DALLAS (США).

БУ володіє функціями автономної охорони дверей, що забезпечується підключенням стандартного магніточутливого дверного датчика і зовнішнього звукового або світлового оповісника.

БУ складається з наступних складових функціональних частин:

- електронний блок управління (ЕБУ);
- накладка зовнішня;
- накладка внутрішня;

ЕБУ і накладки виконані у вигляді самостійних конструктивних одиниць, що дозволяє залежно від планування приміщення, типу дверей і т.д. встановлювати ці складові частини по місцю.

Електронний блок управління, є основною частиною БУ, виконаний в розбірному металевому корпусі. На передній панелі блоку встановлені світлодіодні індикатори мережі і наявності акумулятора резервного живлення. Для живлення ЕБУ використовується змінна напруга 220В або акумулятор резервного живлення напругою 12В.

Електронний блок управління здійснює всі необхідні функції, пов'язані із запам'ятовуванням і розпізнанням ключів, індикацією режимів, видачею сигналів управління на ЕЗП.

В корпусі ЕБУ розташовуються:

- базовий модуль;
- модуль світлової і звукової індикації;
- мікропроцесорний модуль.

Мікропроцесорний модуль управляє режимами роботи БУ, приймає і обробляє сигнали ключів, датчика, кнопок, забезпечує зберігання кодів ключів, видає сигнали управління замком, повідомлення та тривоги.

Базовий модуль забезпечує:

- формування напруг необхідних для роботи БУ, виконавчого реле замка, виносного звукового або світлового оповісника;
- автоматичне заряджання і підключення акумулятора резервного живлення, при пропаданні напруги мережі;
- узгодження модуля контролера із зовнішніми пристроями;
- посилення сигналів управління замком, індикації, сповіщення і тривоги.

Блок управління встановлюється в приміщенні, в зручному для доступу місці, але не далі 10 м від дверей.

Накладка зовнішня, конструктивно оформлена в декоративному металевому корпусі і містить: плату з контактним пристроєм ключів і світлодіодним індикатором режимів, викликаючу кнопку.

Встановлюється на зовнішній стороні дверей і закріплюється за допомогою двох гвинтів з боку внутрішньої накладки.

Накладка внутрішня, конструктивно оформлена в декоративному металевому корпусі і містить кнопку відкриття замка і комутаційну перехідну плату для підключення накладки зовнішньої, магніточутливого давача і ЕБУ.

Електронні картки виконують функцію ключів і представляють собою електронну схему, вбудовану в герметичний корпус таблеткової конструкції. Кожна картка має записаний в ній індивідуальний 48 розрядний код. Велике число комбінації кодів виключає можливість їх підбору і повторення

Окрім звичайних карток, які користувач може придбати незалежно, замок комплектується спеціальною картою ("майстер-ключ") за допомогою якої

здійснюється задання режимів роботи БУ, а також програмування і стирання кодів ключів.

Виробник карток - американська фірма "DALLAS" гарантує їх безвідмовну роботу протягом 10 років.

Електромеханічний замикаючий пристрій, є виконавчим механізмом замка. Як ЕЗП використовується механізм з механізмом курка взводу ригеля з пусковим струмом не більше 1.0 А при напрузі 12 В (наприклад марок COMMAX, CISA, ABLOY).

Схема електрична принципова ЕБУ приведена на рис. 2.2 та 2.3.

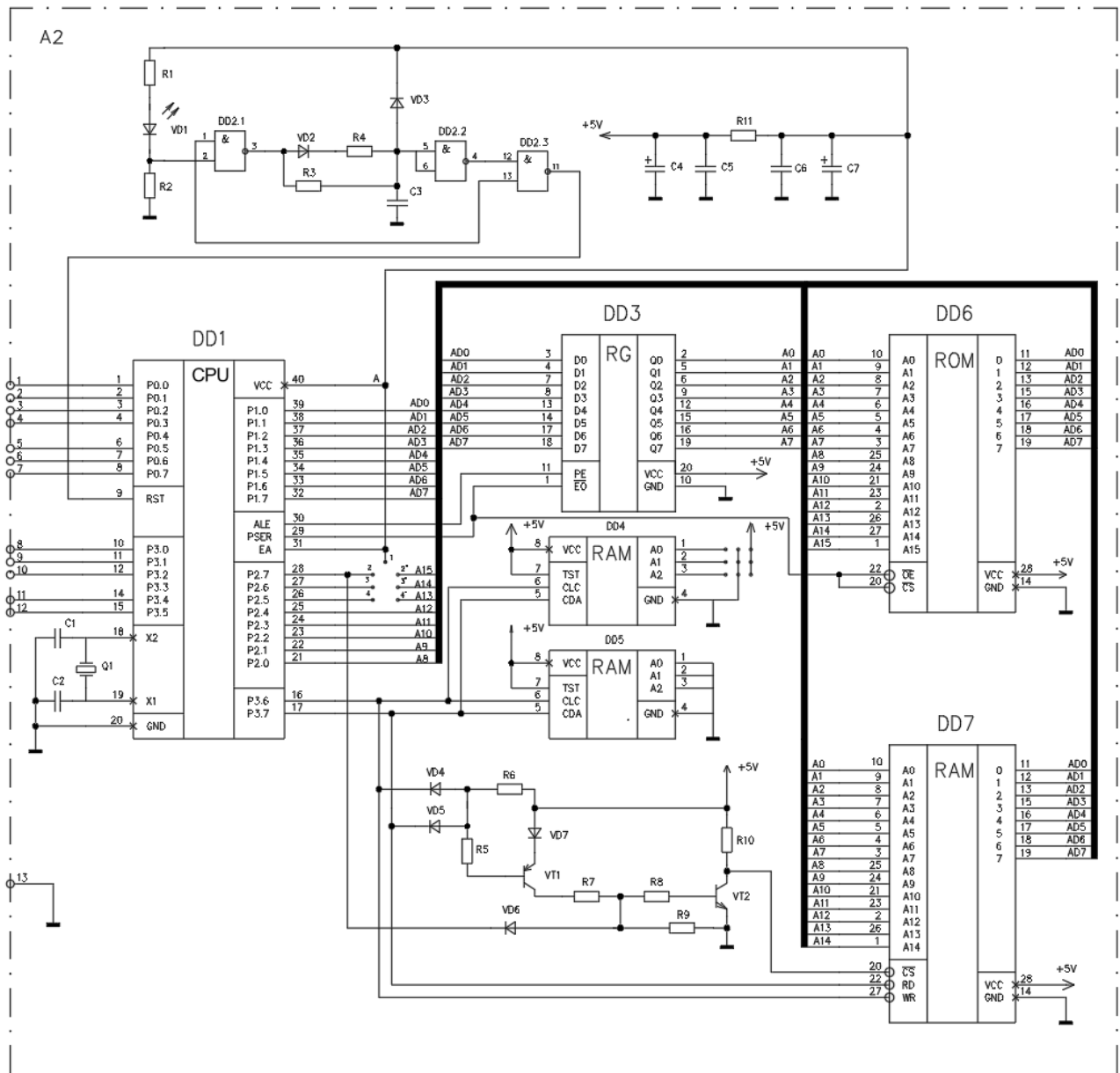


Рисунок 2.2. Схема електрична принципова ЕБУ

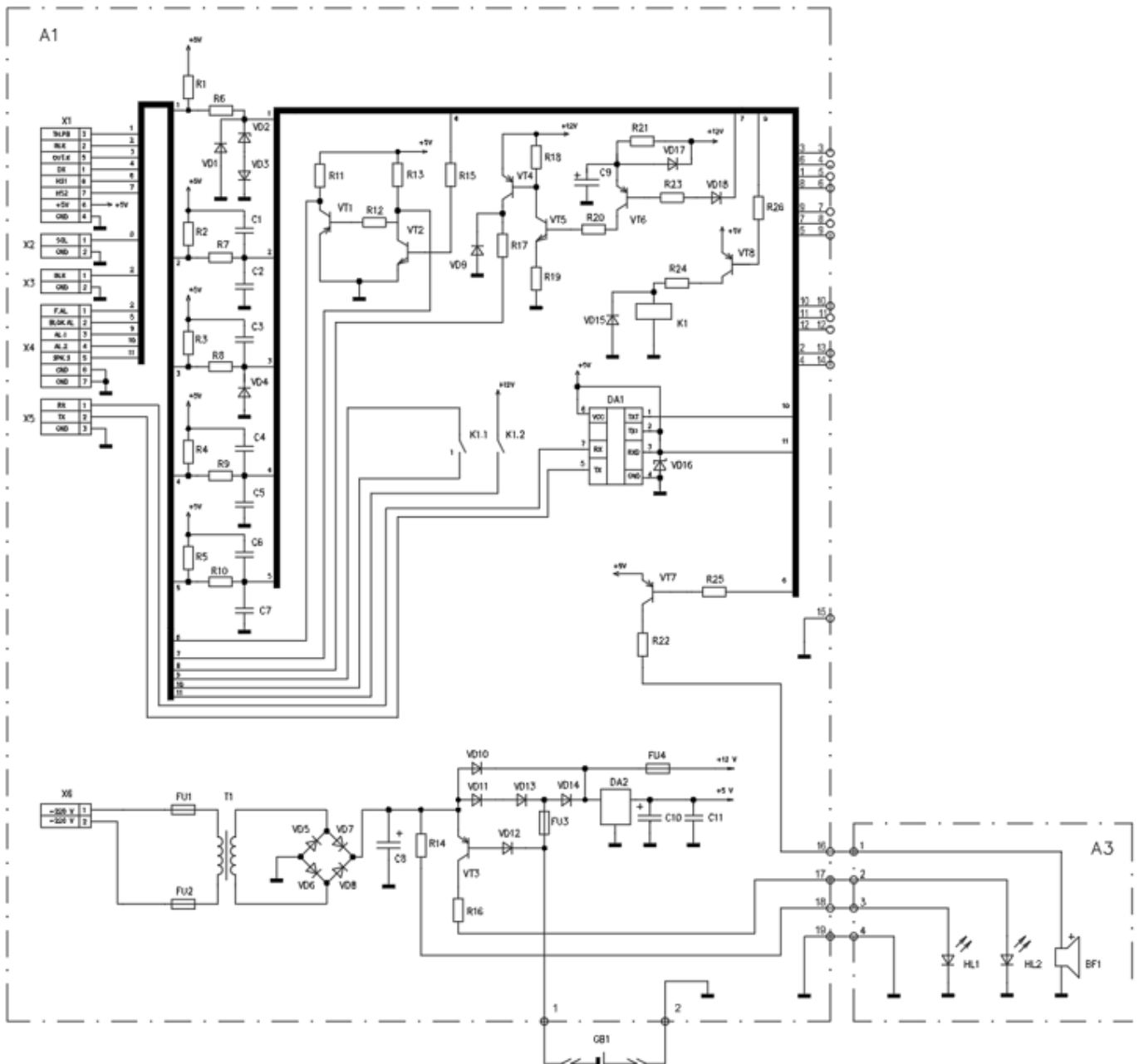


Рисунок 2.3. Схема електрична принципова ЕБУ

Основні технічні параметри

- кількість електронних карток-ключів, програмованих в пам'ять БУ - 32;
- режим програмування і стирання ключів - списковий, вибірковий;
- максимальний пусковий струм управління замком, не більше, А - 1,5;
- напруга живлення - $(220 \pm 22)\text{В}$;
- споживана від мережі потужність, не більше, Вт - 1,5;

- максимальна потужність під'єднуваного виносного звукового або світлового оповіщувача, не більше, В·А - 4,0;
- резервне джерело живлення - акумулятор 1,2 А·год; (автоматичне підключення і зарядка);
- час автономної роботи з резервним джерелом живлення, год. - 36;
- габаритні розміри БУ, не більше, мм - 185x135x80;
- маса БУ без резервного джерела живлення, не більше, кг - 3.

Робота ЕБУ полягає у:

- формуванні і видачі сигналів управління замком;
- запису і зберіганні кодів електронних карток-ключів;
- стиранні кодів ключів, що втратили повноваження;
- заданні і відміні режимів роботи;
- обробці сигналів дверного давача;
- управлінні оповіщувачами в режимі охорони.

Принцип роботи БУ полягає у використанні як ключів електронних карток,. Обробка, запис і стирання кодів, а також управління всіма режимами роботи БУ здійснюється мікроконтролером ЕБУ. Передача кодів з електронної картки на мікроконтролер здійснюється при торканні нею контактного пристрою по командах мікроконтролера.

Коди ключів, що володіють повноваженнями на управління БУ записуються в енергозалежну пам'ять ЕБУ і зберігаються при повністю знеструмленому пристрої не менше 10 років. Оскільки, мікроконтролер здійснює тільки читання кодів електронних карток, повністю виключена можливість зовнішнього несанкціонованого доступу до записаних кодів ключів і втручання в режими роботи БУ.

Установка режимів, запис і стирання карток здійснюється за допомогою спеціальної картки - "майстер-ключ", що входить в комплект замка. Кожний БУ має єдиний "майстер-ключ".

Відкриття замка з внутрішньої сторони здійснюється натисненням кнопки внутрішньої накладки, або виносної кнопки.

БУ видає сигнал дзвінка відвідин, при натисненні кнопки зовнішньої накладки.

Світлодіодний індикатор контактного пристрою відображає стан замка/дверей. Колір індикатора міняється з червоного на зелений при відкритті замка. Зворотна зміна кольору відбудеться тільки при відкритті і подальшому закритті дверей.

В режимі охорони вбудований звуковий оповісник БУ видає довгі переривисті сигнали сповіщення, при незакритих дверях більше 20 сек. При несанкціонованому відкритті дверей (без пред'явлення електронної картки, натиснення внутрішньої кнопки) звуковий оповіщувач видає безперервні короткі звукові сигнали і здійснює видачу сигналів на зовнішній світловий або звуковий оповіщувач потужністю не більше 4 В·А з частотою 1 Гц. Відключення сигналів тривоги можливе тільки запрограмованим ключем.

Світлодіоди на передній панелі ЕБУ відображають наявність струму в мережі і акумулятора резервного живлення:

- червоний і зелений - є мережа, є акумулятор;
- тільки червоний - є мережа, немає акумулятора;
- відсутність світіння обох індикаторів - немає мережі.

В останньому випадку про наявність акумулятора можна судити по світінню індикатора контактної пристрою.

2.4. Вибір і обґрунтування елементної бази пристрою

Проведемо порівняльну оцінку заданих умов експлуатації і допустимих експлуатаційних параметрів ЕРЕ, що використовуються в даних модулях.

З довідкової літератури маємо наступні дані про умови експлуатації аналогових мікросхем серії КР142 (табл. 2.2):

Таблиця 2.2. Умови експлуатації аналогових мікросхем серії КР142

Показник	Значення
інтервал робочих температур	-20...+85 ⁰ С
багатократна циклічна зміна температури	-20...+85 ⁰ С
відносна вологість повітря при температурі 20 ⁰ С	до 98%
атмосферний тиск	0.67...31кПа

З довідкової літератури маємо наступні дані про умови експлуатації конденсаторів наступних типів (табл 2.3, 2.4):

а) для конденсаторів типу К50- 35:

Таблиця 2.3. Умови експлуатації конденсаторів типу К50- 35

Показник	Значення
температура навколишнього середовища	-20...+70 ⁰ С
відносна вологість повітря при 40 ⁰ С	до 98%
тангенс кута втрат за нормальних кліматичних умов	15...40%
атмосферний тиск	від 0.67 до 31 кПа
мінімальне напрацювання при температурі 70 ⁰ С	2000 годин
термін зберігання	5 років

б) конденсаторів типу М021:

Таблиця 2.3. Умови експлуатації конденсаторів типу М021

Показник	Значення
температура навколишнього середовища, °С	від -60 до 150
відносна вологість повітря при 35°С, %	до 98
атмосферний тиск, мм.рт.ст.	від 106 до 800
мінімальне напруження, годин	10000

В табл. 2.5 наведено дані про умови експлуатації вживаних в пристрої транзисторів КТ3102:

Таблиця 2.5. Умови експлуатації транзисторів КТ3102

Показник	Значення
гранична частота при $V_{кб}=5В$, $I_e=10mA$	не менше 900МГц
постійна напруга $V_{ке}$ при $R_{еб}<3кОм$	15В
постійний струм колектора	30мА
температура навколишнього середовища	від 213 до 398К
розсіювана потужність при $T=213...338K$, $p<665Па$	150мВт
при $T=398K$	60мВт

В табл. 2.6 наведено дані про умови експлуатації вживаних в пристрої резисторів типу С2-23.

Таблиця 2.6. Умови експлуатації резисторів типу С2-23

Показник	Значення
інтервал робочих температур	-60...+155°С
відносна вологість повітря при температурі 40°С	до 98%
тиск навколишнього середовища, мм.рт.ст.	5...2280

В табл. 2.7 наведено дані про умови експлуатації вживаних в пристрої діодів типу КД522.

Таблиця 2.7. Умови експлуатації діодів типу КД522

Показник	Значення
інтервал робочих температур	-60...+125 ⁰ С
відносна вологість повітря при температурі 20 ⁰ С	до 98%
тиск навколишнього середовища, мм.рт.ст.	5...800

Зіставлення характеристик інших ЕРЕ (мікросхем, діодів, транзисторів, і т.д.), що використовуються в модулях замка, з умовами експлуатації, дозволяє прийняти, що названі ЕРЕ придатні для експлуатації.

Таким чином, аналіз показав відповідність експлуатаційних і технічних характеристик ЕРЕ заданим умовам використання і можливість застосування запропонованої елементної бази в проєктованій системі відповідно для схеми електричної принципової.

2.5. Вибір компоновальної схеми пристрою

Основна компоновальна схема виробу визначає багато найважливіших характеристик РЕС: габарити, вагу, об'єм монтажних з'єднань, способи захисту від полів, температури, механічних дій, ремонтпридатність.

Розрізняють три основні компоновальні схеми РЕС:

- централізована;
- децентралізована;
- централізована з автономними пультами управління.

Кожна з цих схем володіє своїми перевагами і недоліками.

При централізованій компоновці всі елементи складної системи розташовуються в одному відсіку на спеціальних етажеркових конструкціях або

шафах, довжина і кількість міжблочних з'єднань зведені до мінімуму, ремонт і демонтаж найбільш зручні, легше виконати якісні системи охолодження і амортизації. Така компоновальна схема вимагає більш ретельного екранування, викликає утрудненість компоновки виробу, часто вимагаючої його доробки, володіє відносно меншою надійністю систем охолодження, герметизації, віброзахисту.

Децентралізована компоновальна схема забезпечує відносно велику легкість розміщення елементів виробу на об'єкті, не потрібне ретельне екранування окремих блоків, при відповідних схемних рішеннях може бути більш надійною, зберігаючи часткову працездатність при виході з ладу окремих елементів виробу. Недоліком є значна довжина міжблочних з'єднань, утруднений повний демонтаж системи, для кожного окремого блоку необхідно передбачати автономні системи охолодження, віброзахисту.

Найбільш поширений спосіб централізованої компоновки, при якому всі елементи складної РЕС, окрім вхідних і управляючих пристроїв, розташовують в одній ділянці або відсіку блоку. Проте усередині цього відсіку компоновка виконується у вигляді сукупності окремих блоків і приладів.

2.6. Вибір і обґрунтування методу і принципу конструювання

На основі проведеного розбиття електричної схеми і аналізу існуючих конструкцій вибирається метод конструювання пристрою в цілому і його частин.

При проєктуванні необхідно дотримуватися наступних рекомендацій:

- мінімальний внутрішній радіус вигину провідника повинен бути не менше за діаметр дроту з ізоляцією;
- дроти живлення змінного струму слід скручувати для зменшення можливості наведень;
- дроти, що підводять до змінних елементів повинні мати деякий запас

по довжині, що допускає повторне закладення дроту;

- дроти не повинні торкатися гострих металевих кромek;
- монтажні дроти доцільно зв'язати в джгут, при цьому забезпечується можливість розчленовування монтажних операцій на більш прості.

Для роз'ємного варіанту конструкції великого розповсюдження набуло використання об'єднувальної друкованої плати, що дозволяє істотно зменшити габаритні розміри пристрою, спростити складання.

При компоновці РЕС необхідно вирішувати питання електромагнітної сумісності елементів, зокрема, захисти від електромагнітних, електричних і магнітних перешкод.

При захисті РЕС від дій завад, визначають максимальне значення сигналів завади на виходах схем, ускладнюють схему введенням фільтрів на лініях входу-виходу, усувають завади по лініях електроживлення за допомогою радіочастотних фільтрів, екранують вхідні ланцюги чутливих схем, для елементів РЕС розробляють кожухи-екрани.

Як метод конструювання вибираємо базовий (модульний) метод конструювання.

Виходячи з сказаного проведемо розподіл схеми електричної принципової на функціонально закінчені вузли. Схему приладу доцільно розділити на 3 вузли:

- базовий модуль;
- мікропроцесорний модуль;
- модуль звукової і світлової індикації.

Радіoeлементи кожного функціонального вузла пропонується розмістити на окремій друкованій платі. Силовий трансформатор необхідно закріпити безпосередньо на платі базового модуля. Зв'язок між базовим і мікропроцесорним модулем забезпечується за допомогою штиркового роз'єму, а між базовим модулем і модулем звукової і світлової індикації за допомогою

гнучких монтажних дротів.

При даному розбитті схемою електричною принциповою забезпечується мінімальна кількість сполучних провідників, тобто мінімум електричних зв'язків між вузлами, висока ремонтоздатність.

2.7. Розрахунок конструктивних параметрів проєктованого пристрою

Вибір компоновальних робіт на ранніх стадіях проєктування дозволяє раціонально і своєчасно використовувати або розробляти уніфіковані і стандартизовані конструкції РЕС. Залежно від характеру виробу (деталь, прилад, система) виконуватиметься компоновка різних її елементів. Основна задача, яка розв'язується при компоновці РЕС, - це визначення ваги і розташування в просторі будь-яких елементів або виробів РЕС.

На практиці задача компоновки РЕС частіше всього розв'язується при використанні готових елементів (деталей) із заданими формами, розміром і вагою.

Існує два методи компоновки елементів РЕС: аналітичні і модельні. До перших відносяться чисельні і номографічні, основою яких є представлення геометричних або узагальнених геометричних параметрів і операцій з ними у вигляді чисел. До других відносяться аплікаційні, модельні, графічні і натурні методи, основою яких є та або інша фізична модель елемента, наприклад у вигляді геометрично подібного тіла або узагальненої геометричної моделі.

Основою всіх методів є розгляд загальної аналітичної залежності. При аналітичній компоновці ми оперуємо чисельними значеннями різних компоновальних характеристик: геометричними розмірами елементів, їх об'ємами, вагою, енергоспоживанням і т.п. знаючи відповідні компоновальні характеристики елементів виробу і закони їх функціонування, ми можемо обчислити компоновальні характеристики всього виробу і його частин.

Для визначення розмірів друкованої плати і габаритних розмірів корпусу БУ проведемо компоувальний розрахунок.

Розрахуємо установчі площі типорозмірів елементів, встановлюваних на друковану плату. Установчі габарити елементів приведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8. Установчі габарити елементів

Тип	Кількість, шт.	Площа, мм ²	Об'єм, мм ³
Процесорна плата			
Резистори			
C2-23-0,125	11	24	72
Конденсатори			
K50-35-100X16B	2	50	650
MO-21	5	48	384
Діоди			
КД522А	6	22	66
Мікросхеми			
ЭКР1830ВЕ31	1	775	3875
D27C64	1	548	2957
DS1230	1	548	2957
ЭКР1568РР1	2	75	375
ЭКР1554ИР22	1	195	975
K561ТЛ1	1	150	750
Транзистори			
КТ3102	2	20	180
Інші елементи			
Резонатор кварцовий РК351	1	40	640
Разом в сумі		3182	175432

Діоди			
КД522А	8	22	66
КД243	9	42	210
КС147	1	22	66
Транзистори			
КТ3102	4	30	270
КТ3107	2	30	270
КТ973	3	24	312
Конденсатори			
К50-35-2200Х25В	1	380	13305
К50-35-220Х16В	1	80	1040
К50-35-100Х16В	1	50	754
МО-21	8	48	384
Мікросхеми			
КР142ЕН5А	1	45	990
Інші елементи			
Трансформатор	1	4225	190125
Вставка плавка ВП1-1	4	140	1120
Клемник 3-х контактний	3	135	1755
Клемник 2-х контактний	2	90	1170
Реле РЕС-49	1	55	1375
Блок індикації			
Світлодіоди АЛ307	2	28	283
Головка динамічна	1	1964	23562
Разом в сумі		2020	24128

Площа з урахуванням коефіцієнта заповнення:

$$S = S'/K_3$$

де S' – сумарна установча площа елементів;

K_3 – коефіцієнт заповнення (для стаціонарної наземної РЕА приймаємо рівним 0,4).

Підставивши, одержимо:

- для процесорного модуля $S = 3176/0,4 = 7940 \text{ мм}^2$;
- для базового модуля $S = 7694/0,4 = 19235 \text{ мм}^2$;
- для модуля індикації $S = 2020/0,4 = 5050 \text{ мм}^2$.

Далі по таблиці пріоритетних розмірів, по ДСТУ 2783-94, одержуємо розміри друкованої плати:

- для процесорного модуля 120x57 мм;
- для базового модуля 120x140 мм;
- для модуля індикації 70x65 мм

Ширина модуля одночасно є максимальною висотою елемента, оскільки встановлюється в базовий блок. Його висота складає 57 мм

Далі, знаючи розміри друкованої плати і максимальну висоту елемента і габарити акумулятора, визначаємо габарити корпусу приладу, використовуючи переважні ряди чисел.

Визначаємо коефіцієнт заповнення за об'ємом по формулі:

$$K_3 = V'/V$$

де V' – сумарний об'єм всіх елементів:

$$V' = V_{БМ} + V_{ПМ} + V_{МИ} + V_A, \text{ мм}^3$$

де $V_{БМ}$ - сумарний об'єм елементів базового блоку;

$V_{ПМ}$ - сумарний об'єм елементів процесорного блоку;

$V_{МИ}$ - сумарний об'єм елементів блоку;

V_A - об'єм акумулятора (110x55x75 мм).

Підставивши значення у формули одержимо:

$$V' = 265234 + 189112 + 33228 + 453750 = 941324 \text{ мм}^3.$$

$$K_3 = 941324 / 1546350 = 0,6$$

Вибір друкарського монтажу радіоелементів в блоці обумовлений заданою програмою випуску виробу – 1000шт/год. Друкарський монтаж в цьому випадку є найбільш економічно доцільним.

Початковими даними до розробки топології друкованої плати є:

- схема електрична принципова;
- установчі розміри радіоелементів вузла;
- рекомендації по розробці монтажу для вибраної серії мікросхем.

Рекомендації по розробці друкованої плати:

- Розводка живлячої напруги вузлів і блоків (шин «земля» і «живлення») повинна проводитися провідниками з можливо більш низьким опором.
- Низькочастотні перешкоди, проникаючі в систему по шинах живлення, повинні блокуватися за допомогою конденсатора, включеного між виводами «живлення» і «земля» безпосередньо на початку провідника на друкованій платі.
- Інформаційні лінії зв'язку рекомендується виконувати за допомогою друкарського монтажу.

З метою зменшення габаритних розмірів конструкції, друковану плату вказаного вузла доцільно виконувати двосторонньою. Клас точності друкованої плати базового модуля вибираємо другим. На рисунку 2.4 показано креслення друкованої плати пристрою.

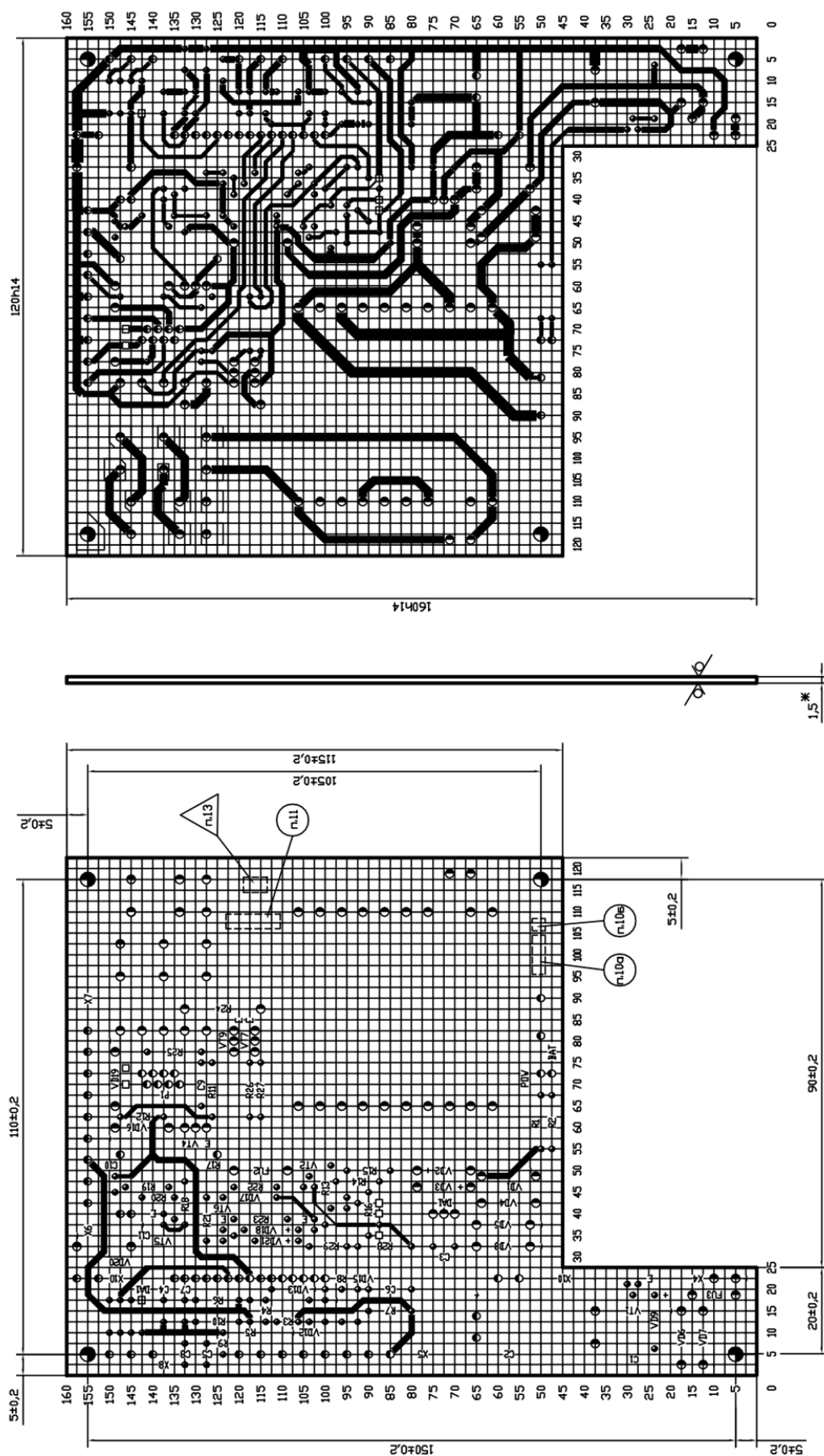


Рисунок 2.4. Креслення друкованої плати пристрою

Примітка до рисунку 2.4.

- 1* Розмір для довідок
2. Друкована плата виготовляти комбінованим позитивним методом.
3. Крок координатної сітки 1.25 мм. Лінії сітки нанесені умовно через одну.
4. Плата повинна відповідати групі жорсткості 2, клас точності 3.
5. Невказані граничні відхилення розмірів між осями двох любых отворів $\pm 0,1$ мм.
6. Ширина друкованих провідників 1 мм у вузьких місцях 0,8 мм
7. Відстань між друкованими провідниками 0,8 мм
8. Параметри отворів і контактних площадок вказані в таблиці
9. Покриття друкованих провідників, контактних площадок і металізованих отворів сплав Розе ТУ 6-09-4065-88 2-3 мкм.

Умовне позначення отворів	Діаметр отворів мм.	Наявність металізації	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
	0,9+0.1	так	1,55x1,55	6
	0,8+0.1	так	1,6	112
	1,1+0,1	так	2,0	57
	1,3+0,1	так	2,2	83
	—	ні	3,6	4

Друкована плата першого і третього класів точності найбільш проста у виконанні, надійна в експлуатації, має мінімальну вартість. Для підвищення надійності паяних з'єднань, отвори в друкованій платі необхідно виконати металізованими. Конфігурація друкованої плати прямокутна. Крок координатної сітки вибраний рівним 1.25мм. Установку радіоелементів на плати необхідно проводити відповідно до ДСТУ 2783-94.

На рис. 2.5 та 2.6 показано розміщення та встановлення елементів на друкованій платі модуля електромеханічного замка.

На рис. 2.7 показано складальне креслення модуля електромеханічного замка.

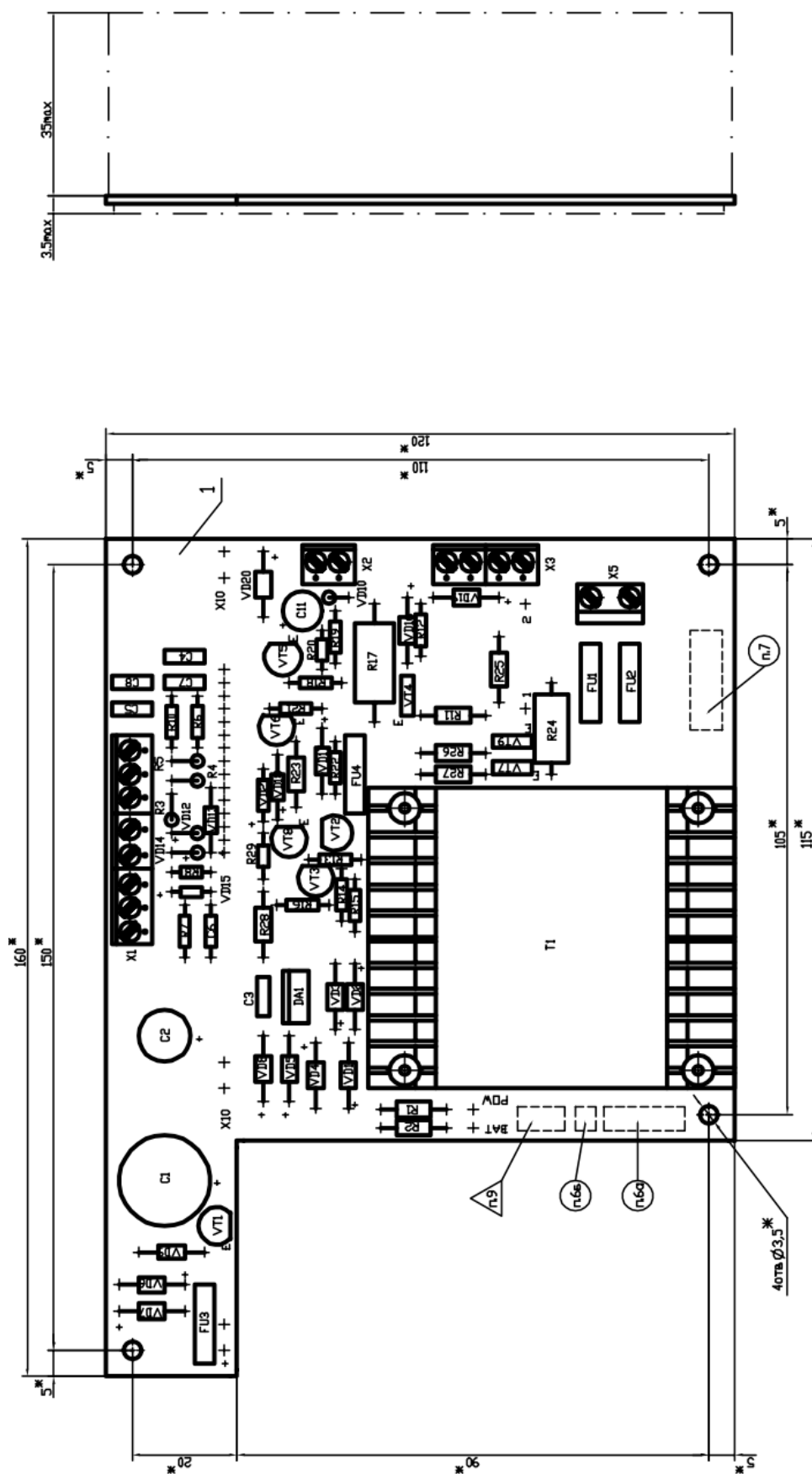


Рисунок 2.5. Розміщення елементів на друкованій платі модуля електромеханічного замка

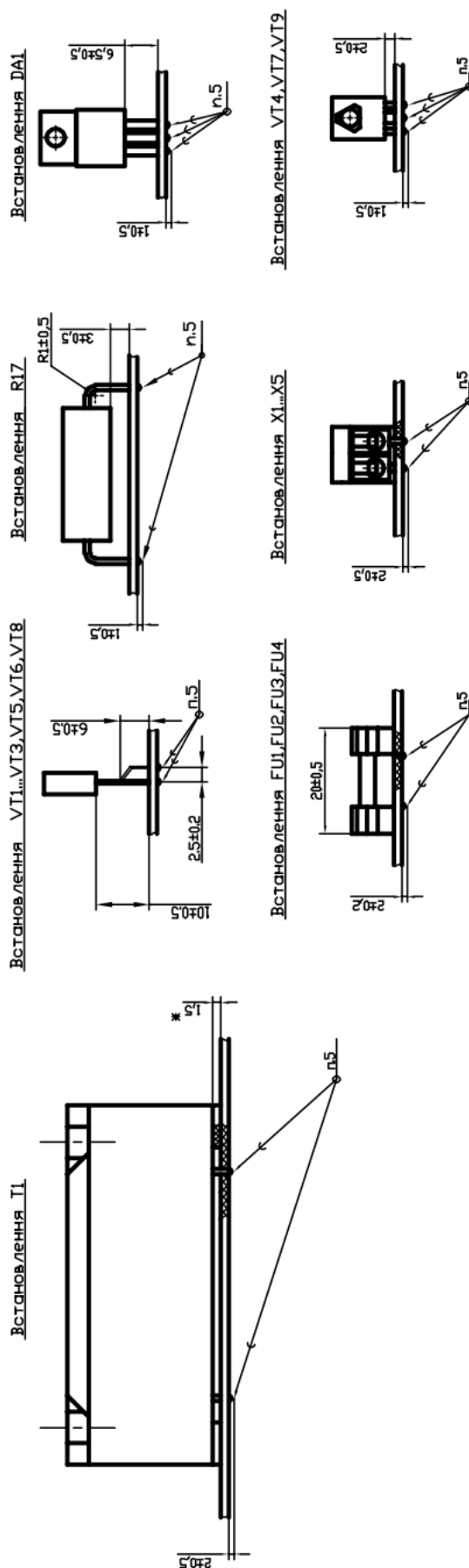


Рисунок 2.6. Встановлення елементів на друкованій платі модуля електромеханічного замка

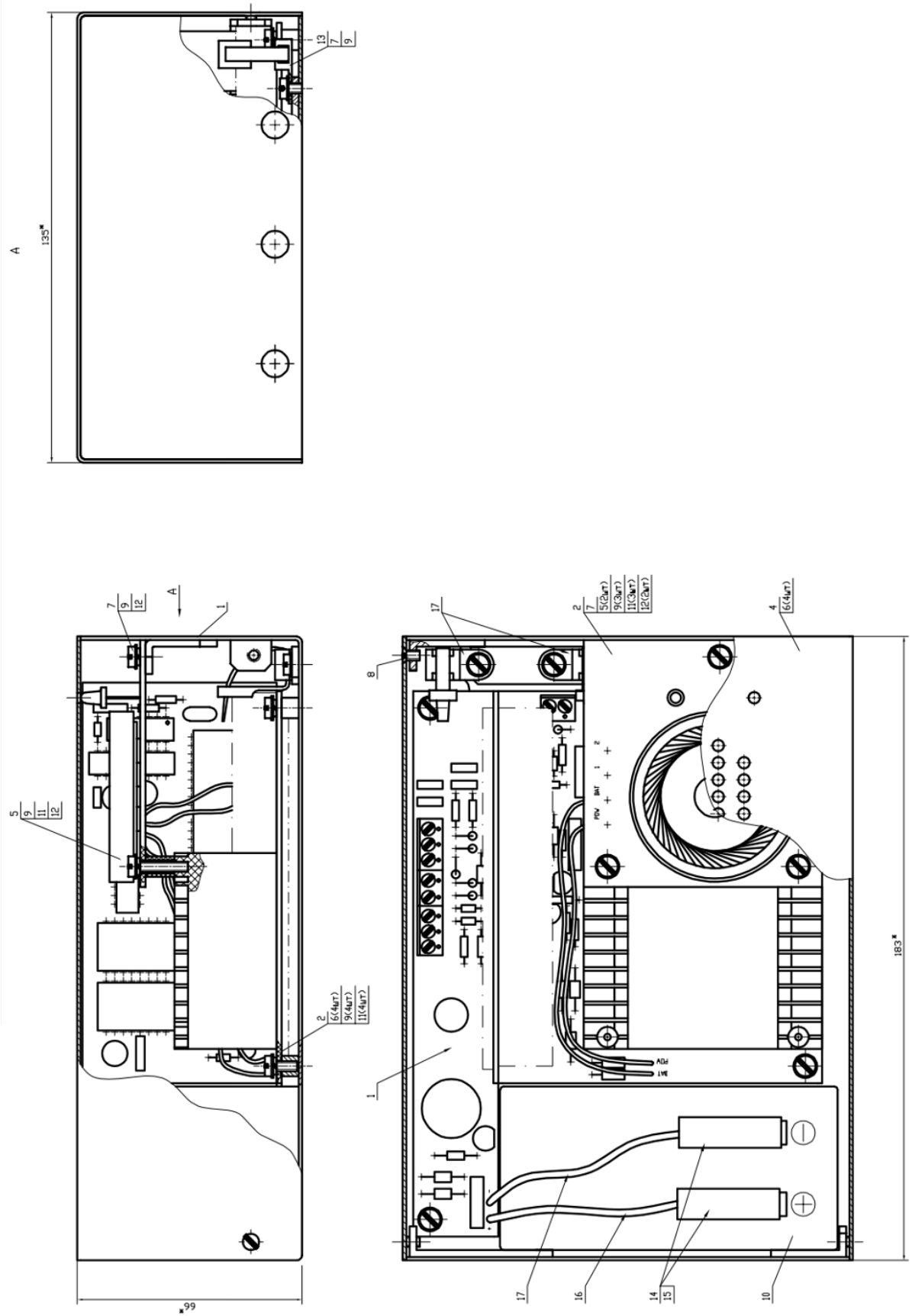


Рисунок 2.7. Складальне креслення модуля електромеханічного замка

2.8. Вибір способу екранування і методів віброзахисту пристрою

Екранування необхідне для локалізації електромагнітної енергії усіма можливими способами.

Звідси виходить, що екранами являються як деталі механічної конструкції, так і електротехнічні деталі фільтруючих ланцюгів і розв'язуючих комірок, бо тільки їх сумісна дія дає необхідний результат.

Внутрішньоблокове екранування і електромагнітна сумісність елементів і вузлів зводяться до рішення ряду конструктивних задач, основними з яких є:

- аналіз і облік паразитних зв'язків ємностей, між плівковими елементами і провідниками з'єднувального і вивідного монтажу в комірках блоків РЕС;
- покаскадне екранування і послідовне розташування каскадів в блоках приймально-підсилювальної апаратури;
- екранування ЕРЕ з сильними полями і критичних до зовнішніх електромагнітних наведень;
- розрахунок на резонансні частоти корпусів блоків РЕС, що реалізують схему СВЧ.

Екрановані дроти, коаксіальні кабелі і багатожильні екрановані шланги з екранованими дротами усередині використовують для міжблокового з'єднання. Вони дозволяють захистити багатоблокові пристрої від зовнішніх завад, взаємних наведень усередині пристрою та захистити від наведень прилади, що знаходяться в навоколишньому них.

До вібрації схильні РЕС встановлені на транспорті або у виробничих будівлях.

Практичний діапазон частот вібрації, що діють на РЕС, досить широкий. Наприклад, для наземної апаратури, що перевозиться на автомашинах, частота

досягає 120 Гц при прискоренні, діючому на прилади, до 6 g. Працюючи в таких умовах РЕС повинні володіти віброміцністю і вібростійкістю.

В конструкції блоку управління електромеханічним замком застосовано два види з'єднань: роз'ємні і нероз'ємні. До першого виду відносяться в основному різьбові з'єднання, до другого - паяння, зварка, розвальцьовування.

Основним недоліком різьбових з'єднань є самовідгвинчування при дії вібрації. Для усунення самовідгвинчування в розроблюваній конструкції застосовуються штопорні шайби.

Зварювальні з'єднання повинні бути точно розраховані, якість зварки повинна контролюватися.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок теплового режиму блоку управління електромеханічним замком

Тепловий розрахунок радіоелектронної апаратури полягає у визначенні за початковими даними температури нагрітої зони і температур поверхонь теплонавантажених радіоелементів і порівняння знайдених значень з допустимими для кожного радіоелементу в заданих умовах експлуатації.

- 1) Розраховується поверхня корпусу блоку:

$$SK=2\cdot[L1\cdot L2+(L1+L2)\cdot L3]$$

де $L1$ і $L2$ - горизонтальні розміри корпусу, м;
 $L3$ - вертикальний розмір, м.

- 2) Визначається умовна поверхня нагрітої зони:

$$S_3=2\cdot[L1\cdot L2+(L1+L2)\cdot L3\cdot K_3]$$

де K_3 - коефіцієнт заповнення корпусу за об'ємом.

- 3) Визначається питома потужність корпусу блоку:

$$q_k= P / SK$$

де $P=10$ Вт - потужність, розсіювана в блоці.

- 4) Визначається питома потужність нагрітої зони:

$$q_3= P / S_3$$

- 5) Знаходиться коефіцієнт Θ_1 залежно від питомої потужності корпусу блоку:

$$\Theta_1=0.1472\cdot q_k - 0.2962\cdot 10^{-3}\cdot q_k^2+0.3127\cdot 10^{-6}\cdot q_k^3$$

- 6) Знаходиться коефіцієнт Θ_2 залежно від питомої потужності нагрітої зони:

$$\Theta_2=0.1390\cdot q_k - 0.1223\cdot 10^{-3}\cdot q_k^2+0.0698\cdot 10^{-6}\cdot q_k^3$$

7) Знаходиться коефіцієнт КН1 залежно від тиску середовища зовні корпусу блоку Н1:

$$КН1 = 0.82 + (1 / (0.925 + 4.6 \cdot 10^{-5} \cdot Н1))$$

8) Знаходиться коефіцієнт КН2 залежно від тиску середовища усередині корпусу блоку Н2:

$$КН2 = 0.8 + (1 / (1.25 + 3.8 \cdot 10^{-5} \cdot Н2))$$

де Н2 - тиск усередині корпусу апарату в Па.

9) Розраховується перегрів корпусу блоку:

$$\Theta_{до} = \Theta_1 \cdot КН1$$

10) Визначається перегрів нагрітої зони:

$$\Theta_3 = \Theta_{до} + (\Theta_2 - \Theta_1) \cdot КН2$$

11) Визначається середній перегрів повітря в блоці:

$$\Theta_{в} = 0.5 \cdot (\Theta_{к} + \Theta_3)$$

12) Визначається температура корпусу блоку:

$$Т_{к} = \Theta_{к} + Т_{с}$$

13) Визначається температура нагрітої зони:

$$Т_3 = \Theta_3 + Т_{с}$$

14) Знаходиться середня температура повітря в блоці:

$$Т_{б} = \Theta_{в} + Т_{с}$$

З аналізу одержаних результатів приймаємо, що за заданих умов експлуатації приладу, забезпечується нормальний тепловий режим вживаних в ньому радіоелементів в процесі експлуатації, тобто робочі температури не перевищують гранично допустимих величин.

Таким чином, вибрана конструкція корпусу і природного способу охолодження шляхом конвекції повітря не потребує зміни і використання в ній інших способів охолодження. Природний спосіб охолодження легко реалізується і вимагає мінімальних витрат з економічної точки зору в порівнянні з іншими способами охолодження РЕА. Враховуючи вищесказане, вибираємо герметичний корпус.

3.2 Розрахунок механічної міцності і системи віброударного захисту

Механічні дії мають місце в працюючій РЕС, якщо вона встановлена на рухомому об'єкті, або тільки при транспортуванні її в неробочому стані. Не можна припуститися утворення механічної коливальної системи.

Оскільки створюваний прилад відноситься до наземної РЕС, то при випадкових падіннях він може піддаватися динамічним діям. Зміни узагальнених параметрів механічних дій наступні:

- Вібрації: (10...70)Гц, віброперевантаження $p=(1...4)$ g;
- Ударні струси: $p_u=(10...15)$ g, тривалість $t=(5...10)$ мс;
- Лінійні перевантаження: $p_l=(2...4)$ g.

Несучі конструкції типу плати, панелі, шасі, каркаси, стійки і рами, працюючі в умовах вібрацій, повинні задовольняти вимозі віброміцності.

Розрахунок на віброміцність несучих конструкцій типу плати зводиться до визначення найбільших напруг виходячи з виду деформації, викликані дією вібрацій в певному діапазоні частот, і порівнянням набутих значень з допустимими.

Цей розрахунок можна звести до знаходження власної частоти коливань f , при якій плата з певними розмірами і механічними характеристиками має прогини і напруги в межах допустимих значень. При цьому частота коливань плати не повинна бути близька до її резонансної частоти.

Використовуючи ці дані, проведемо перевірочний розрахунок плати блоку управління на вібростійкість. Друкована плата повинна володіти значною втомною довговічністю при дії вібрації.

Власна частота коливань монтажної плати з розподіленим навантаженням визначається по формулі:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{K_a}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{D}{M} \cdot a \cdot b}$$

де K_{α} - коефіцієнт, залежний від способу закріплення, визначається по таблицях;

D - циліндрова жорсткість пластини (плати), визначається по формулі (6.4);

a - довжина пластини (плати);

b - ширина пластини (плати);

M - маса пластини (плати з ЕРЕ).

Циліндрова жорсткість пластини (плати) визначається по формулах:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)}$$

де E – модуль пружності;

h – товщина пластини (плати);

ν – коефіцієнт Пуассона;

Для інженерних розрахунків більш зручно при закріпленні пластин (плати) по кутах в чотирьох точках власну частоту визначати по формулі:

$$f_0 = \frac{\pi}{2a^2} \cdot \left(1 + \frac{a^2}{b^2}\right) \cdot \sqrt{\frac{D}{M} \cdot a \cdot b}$$

При розрахунку власної частоти плати базового модуля блоку управління в першу чергу визначимо циліндрову жорсткість плати, підставивши наступні початкові дані: $h = 1,5 \cdot 100^{-3}$ м; $E = 3,02 \cdot 100^{10}$ Па.

$$D = 3,02 \cdot 100^{10} \cdot (1,5 \cdot 100^{-3})^3 / 12 \cdot (1 - 0,222) = \mathbf{8,926 \text{ Па.}}$$

Далі визначимо власну частоту, підставивши наступні початкові дані: $a = 0,14$ м; $b = 0,12$ м і $M = 0,55$ кг.

$$f_0 = \frac{3,14}{2 \cdot 0,16^2} \cdot \left(1 + \frac{0,16^2}{0,12^2}\right) \cdot \sqrt{\frac{8,926}{0,55} \cdot 0,16 \cdot 0,12} = 95,1 \text{ Гц}$$

Судячи з умов експлуатації і особливостей блоку управління слід зазначити, що у використанні демпферів і частотної підстройки не має потреби.

Таким чином розрахунок показав, що друкована плата модуля управління електромеханічного замка володітиме достатньою втомною довговічністю при дії вібрації.

3.3 Розрахунок надійності проєктованого пристрою

Вихідними даними для визначення надійності проєктованого пристрою є показники відмов всіх радіоелементів і елементів конструкцій.

Розрахунок надійності пристрою складається з наступних етапів:

1. Визначається загальна величина відмов:

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \lambda_i N_i, \text{ година}^{-1}$$

де n - число найменувань радіоелементів і елементів конструкції пристрою;

λ_i - величина інтенсивності відмови i -го радіоелементу з урахуванням заданих для нього умов експлуатації: коефіцієнта електричного навантаження, температури, вологості, технічних навантажень і т.п.;

N_i - кількість радіоелементів, елементів конструкції i -го найменування.

2. Визначається значення частоти відмов T :

$$T = 1/\lambda_{\Sigma}$$

3. Розраховується величина ймовірності роботи без відмов $P(t)$:

$$P(t) = e^{-\lambda_{\Sigma} t}$$

де t - заданий час безвідмовної роботи пристрою.

Одержані результати порівнюються із заданими.

Таблиця 3.1 – Довідкові і розрахункові дані про елементи конструкції.

Найменування, тип елемента	$\lambda_{0i} \cdot 10^6$	Кні	α_{12i}	α_{34i}	$\lambda \cdot 10^6$	Ni
Конденсатори						
K50- 35	0,045	0,625	0,55	2,0	0,49	5
МО21	0,05	0,006	0,06	2,0	0,06	13
Мікросхеми						
ЭКР1830ВЕ31	0,08	0,65	0,8	0,045	0,03	2
D27C64						
ЭКР1568РР1	0,07	0,8	1,0	0,05	0,035	5
ЭКР1554ИР22						
K561ТЛ1						
КР142ЕН5А						
Резистори С2- 23	0,01	0,03	0,4	2,0	0,08	37
Запобіжники ВП1	0,5	0,2	0,5	2,0	5,0	4
Трансформатор	0,05	0,1	0,1	2,0	0,1	1
Реле РЕС-49	0,6	0,25	0,6	1,0	3,6	1
Транзистори						
КТ 3107	0,12	0,04	0,2	2,0	0,48	8
КТ 3102						
КТ 973	0,015	0,04	0,2	2,0	0,06	3
Діоди КД243	0,015	0,512	1,0	2,0	0,3	9
Діоди КД522	0,013	0,5	1,0	2,0	0,26	14
Діоди КС147	0,09	0,5	1,0	2,0	1,8	1
Світлодіоди АЛ307В	0,07	0,35	0,8	2,0	1,12	3

Акумулятор	1,4	0,2	0,3	2,0	8,4	1
Головка динамічна	2	0,2	0,2	2,0	8	1
Дроти сполучні	0,03	0,001	2	2,0	1,2	6
Плата друкована	0,02	–	–	–	0,2	3
Утримувач запобіжника	0,02	0,001	–	–	0,2	8
З'єднання паянням	0,004	0,001	3,00	2,0	0,24	262

Примітки:

λ_{0i} - апріорна номінальна інтенсивність відмов при температурі навколишнього середовища 200С і коефіцієнті навантаження КНі=1;

α_{12i} - коефіцієнт, залежний від температури і коефіцієнта навантаження КНі;

α_{34i} - коефіцієнт, що враховує кліматичні і механічні навантаження;

λ_i - розрахункова величина інтенсивності відмов по i- му радіоелементу, елементу конструкції, година⁻¹;

Ni - число елементів i- ої групи.

Розрахункова величина інтенсивності відмов I- го елемента, приведена в таблиці 3.1, визначається по формулі:

$$\lambda_i = \lambda_{0i} \cdot \alpha_{12i} \cdot \alpha_{34i}, \text{ година}^{-1}.$$

Розрахунок виконується для періоду нормальної експлуатації при наступних допущеннях:

- Відмова елементів випадкова і незалежна;
- Враховуються тільки раптові відмови;
- Має місце експоненціальний закон надійності пристрою.

Отримані значення: $T=66881.6$ годин, $P(t)= 0.9015$.

Отримані значення напрацювання на відмову перевищують задані, рівні 20000 годин, що гарантує надійну роботу приладу.

3.4. Розрахунок технологічності пристрою

Величини характеристик технологічності блоків РЕА встановлена галузевим стандартом. Відповідно до нього всі блоки РЕА умовно розбиті на 4 класи:

- 1) радіотехнічні;
- 2) електронні;
- 3) електромеханічні;
- 4) комутаційні.

Для кожного класу встановлені свої показники технологічності в кількості не більше 7. Розрахунок комплексного коефіцієнту технологічності пристрою здійснюється:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^S K_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^S \varphi_i}$$

Результати розрахунку зведені в таблицю 3.5

Таблиця 3.2 - Розрахунок комплексного коефіцієнту технологічності

Показники технологічності	Познач.	φ	$K_i \cdot \varphi_i$
1.Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ до монтажу.	$K_{м.п.ЕРЕ}$	1.0	1.0
2.Коефіцієнт механізації і автоматизації монтажу виробу.	$K_{а.м.}$	1.0	0.725
3.Коефіцієнт складності зборки.	$K_{с.сб.}$	0.75	0.75
4.Коефіцієнт механізації контролю і настройки.	$K_{м.к.н.}$	0.5	0.25
5.Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей	K_{ϕ}	0.31	0.271
6.Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ	$K_{пов.ЕРЕ}$	0,187	0.108
7.Коефіцієнт точності обробки	$K_{ГЧ}$	0,11	0,11
Сума		3.857	3.214
Комплексний коефіцієнт технологічності	K		0,77

Нормативний показник технологічності для даної серії знаходиться в межах: $KH = 0.75 \dots 0.8$. Відношення $K/KH > 1$, отже, технологічність конструкції блоку достатня.

3.5 Вимоги до ергономіки і технічної естетики пристрою

Максимально допустимі розміри визначаються виходячи з горизонтального і вертикального кутових розмірів зони периферичного зору оператора і необхідної відстані l до ЛП. Максимальна довжина ЛП рівна:

$$L_{max} = 2 \cdot l \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_{гор}}{2}\right)$$

де $\alpha_{гор}$ - горизонтальний кут огляду ЛП.

Максимальна висота

$$H_{max} = 2 \cdot l \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_{верт}}{2}\right)$$

де $\alpha_{верт}$ - вертикальний кут огляду ЛП.

Для зони периферичного зору оператора приймають $\alpha_{гор} = 90^\circ$, $\alpha_{верт} = 75^\circ$. Стосовно даного пристрою $l = 0,8$ м при загальному числі елементів $N_{ел} = 2$. Тоді

$$L_{max} = 2 \cdot 0,8 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{90}{2}\right) = 1,6 \text{ м.}$$

$$H_{max} = 2 \cdot 0,8 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{75}{2}\right) = 1,2 \text{ м.}$$

Мінімально допустимі розміри ЛП визначаються з наступних міркувань. Відповідно до ергономічних вимог в полі зору, обмеженому точкою зору 10° , повинно розміщуватися 4...8 елементів ЛП (для розрахунку приймаємо 4 елементи). Тоді площа зору $S_{пз}$ на ЛП, обмежена вказаним кутом 10° , може бути

обчислена по формулі

$$S_{\text{пл}} = \left(2 \cdot l \cdot \operatorname{tg} \frac{10}{2}\right)^2$$

$$S_{\text{пл}} = \left(2 \cdot 0,8 \cdot \operatorname{tg} \frac{10}{2}\right)^2 = 0,023 \text{ м}^2.$$

При числі елементів $N_{\text{эл}}$, розміщуваних на ЛП, мінімальна площа ЛП, що задовольняє ергономічним вимогам, рівна

$$S_{\text{пл min}} = \frac{N_{\text{эл}} \cdot S_{\text{нз}}}{4}$$

$$S_{\text{пл min}} = \frac{2 \cdot 0,023}{4} = 0,0115 \text{ м}^2.$$

Фактичну площу ЛП вибирають, як

$$S_{\text{пл ф}} = \frac{S_{\text{пл min}}}{K_{\text{ЛП}}}$$

де $K_{\text{ЛП}}$ - коефіцієнт використання площі, рівний $K_{\text{ЛП}} = 0,4 \dots 0,7$.

Для панелі, що розробляється, прийmemo $K_{\text{ЛП}} = 0,5$. Тоді

$$S_{\text{пл ф}} = \frac{0,0115}{0,5} = 0,023 \text{ м}^2.$$

Тоді лінійні розміри знаходяться таким чином.

Один з розмірів вибирається із стандартного ряду габаритів, а той, що залишився, знаходиться по (3.56). Вибераємо висоту панелі $H = 0,185 \text{ м}$.

$$L = \frac{S_{\text{пл ф}}}{H}$$

Підставляючи значення H , одержимо

$$L = \frac{0,023}{0,185} = 0,124 \text{ м.}$$

Округляємо значення до $L = 0,135$ м.

Отримані значення розмірів ЛП відповідають розмірам корпусу блоку управління електромеханічним замком, одержаним в результаті компонувального розрахунку.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Характеристика пристрою та корекція його конструкції з точки зору охорони праці

Спроектований пристрій управління релейними електромеханічними замками конструктивно виконаний у вигляді окремого модуля, який може використовуватись для обмеження доступу як в лабораторії так і на виробництві. Дана конструкція пристрою дозволяє його легко транспортувати і переносити з допомогою ручок, які закріплені на основі приладу. Загальний модуль складається з субблоків, швидка заміна яких відбувається за допомогою ручок, які кріпляться на її передніх панелях. Всі ці заходи проведені з метою зменшення травматизму при ремонті і транспортуванні. Вся конструкція захищається від навколишнього середовища спеціальним кожухом, в якому вмонтований радіатор для відводу лишнього тепла. Габарити:

- ширина 300 мм;
- висота 172 мм;
- довжина 356 мм;
- вага 5 кг.

Пристрій розрахований на експлуатацію в діапазоні вологості повітря до 98 % і атмосферному тиску в межах 760 мм. рт. ст. Забезпечує безпечність роботи обслуговуючого персоналу у відповідності з діючою системою стандартів безпеки праці.

Пристрій живиться від промислової мережі змінного струму напругою 220 В. Опір ізоляції блоку живлення повинен бути не менше 1 МОм.

Чітке зображення всіх написів, зовнішнє і внутрішнє фарбування пристрою виконане у відповідності з вказівками по раціональній кольоровій

обробці пристроїв даного типу. Розміщення органів управління та сигналізацією повинне забезпечувати можливість зручної роботи.

4.2 Розрахунок захисного заземлення для пристрою управління релейними електромеханічними замками

Пристрій з точки зору охорони праці є електроустановкою і тому люди, які працюють з ним повинні знати причини ураження електричним струмом і способи захисту від нього, а також принцип роботи пристрою.

По техніці електробезпеки пристрій відноситься до електроустановки напругою до 1000 В. Згідно ПЦЕ 1-7-33,65 це мережа з ізольованою нейтраллю. Опір заземлення повинен бути не більше 4 Ом.

Величина опору заземлення є основним показником, який характеризує придатність його в якості захисного пристрою.

В якості вертикальних стержнів пропонуємо примінити кутову сталь з шириною полиці 40 мм, довжиною 2,5 м.

Опір одиничного заземлення визначається по формулі:

$$R_0 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{5H-l} \right)$$

де $H = H_0 + l/2$ при $H_0 = 0,5$ м, $H = 0,5 + 1/2 \cdot 2,5 = 1,75$

ρ - питомий опір ґранту ($\rho = 100$ Ом·м).

d - діаметр стержня.

Оскільки в нашому випадку кутова сталь, тоді еквівалентний діаметр стержня

$$d = 0,95 \cdot 0,04 = 0,038 \text{ м}$$

Тому

$$R_0 = \frac{100}{2\pi \cdot 2,5} \left(\ln \frac{4 \cdot 2,5}{0,038} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 1,75 + 2,5}{5 \cdot 1,75 - 2,5} \right) = 36,8 \text{ Ом}$$

Знаючи R_0 , можна знайти необхідну кількість труб:

$$n = \frac{R_0 \cdot r_{\text{сек}}}{R_3 \cdot r_{\text{екр}}}$$

де $r_{\text{сер}}$ – коефіцієнт сезонності ($r_{\text{сер}}=1,8$);

$r_{\text{екр}}$ - коефіцієнт екранування ($r_{\text{екр}}=0,8$);

$R_3 \leq 4 \text{ Ом}$.

$$n = \frac{36,8 \cdot 1,8}{4 \cdot 0,8} \approx 20 \text{ шт.}$$

Опір з'єднувальної полоси:

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{2L^2}{bH_0}$$

де L – довжина полоси і обраховується як

$$L = a \cdot n \cdot 1,05;$$

Де a - відстань між двома стержнями.

$$a \approx 21 = 5 \text{ м.}$$

Тому $L = 5 \cdot 20 \cdot 1,05 = 105 \text{ м}$.

Отже

$$R_n = \frac{100}{2\pi 105} \ln \frac{2105^2}{0,04 \cdot 0,5} = 5,05 \text{ Ом.}$$

Знаючи всі дані, знаходимо результуючий опір заземлюю чого пристрою

$$R_{\text{рез}} = \frac{R_0 \cdot R_n}{r_{\text{екр}} R_0 + r_{\text{екр}} n R_n}$$

Результуючий опір менший 4 Ом, тому розраховане заземлення нас влаштовує.

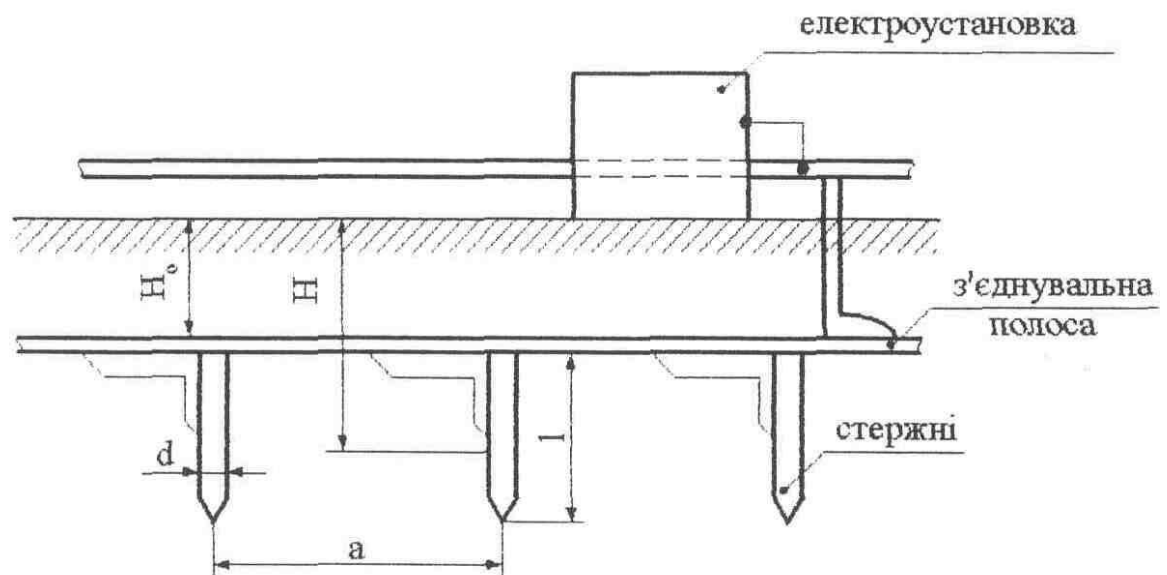


Рисунок 4.1 – Заземлення контурне

Пристрій виготовляється і проходить настройку в лабораторії. В приміщенні передбачаються міроприємства по забезпеченню повної безпеки виконання таких робіт як: виготовлення деталей пайка, складальні роботи. Загальний об'єм приміщення де виготовляється прилад складає $19,2 \text{ м}^3$, площа – 64 м^2 висота приміщення 3 м. В лабораторії працює 10 робітників, на кожного з них припадає по $19,2 \text{ м}^3$ об'єму і по $6,4 \text{ м}^2$ площі приміщення. Це повністю відповідає санітарним нормам для лабораторії радіотехнічної промисловості ($>15 \text{ м}^3$, $> 4,5 \text{ м}^2$).

Робоче місце розраховане для роботи оператора. Висота робочої

- для чоловіків – 1020-905 мм;
- для жінок – 930-835 мм.

Робочим місцем є стіл висотою 0,8 м і загальною площею $1,5 \text{ м}^2$, також стелажі для розміщення вимірювальної апаратури. З правої сторони на столі має бути низьковольтний паяльник з блоком живлення, монтажний інструмент. З лівої сторони столу встановлюються необхідні вимірювальні прилади. На робочому столі також має бути припой типу ПОС-61 і каніфоль для виконання паяльних робіт. Складова частина робочого місця це крісло оператора.

4.3 Вимоги до виробничого освітлення та визначення потрібної площі проїомів

Раціональна освітленість позитивно впливає на фізіологічний стан робітників, забезпечує безпеку і високу працездатність.

а) при звичайному освітленні – визначення потрібної площі світлових проїомів;

б) при штучному – необхідну потужність освітлення ділянок.

Попередній розрахунок площі світлових проїомів здійснюється при боковому освітленні приміщення по формулі, згідно

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n k_3 \eta_0}{\tau_0 r_1} K_{зд}$$

де S_0 – площа світлових проїомів;

S_n - площа підлоги приміщення;

e_n - нормоване значення КЕО, яке згідно СНПШ-4-79 при природному і змішаному освітленні нормується в залежності від характеристики зорової роботи, найменших розмірів об'єкту, фону і контрасту об'єкта. Оскільки характеристика зорової роботи середньої точності ($0,5 < 1$) – відповідний розряд IV, тому $e_n^{III} = 0,9(\%)$ (для III поясу). Нормоване значення КЕО e_n для споруд розміщених в I, II, IV, і V поясах світлового клімату, визначають по формулі:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c$$

де m - коефіцієнт світлового клімату для IV поясу, $m = 0,9$;

c - коефіцієнт сонячного клімату;

$$e_n^{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,61 \text{ для IV поясу.}$$

η_0 - світлова характеристика вікон;

$K_{зд}$ - коефіцієнт, що враховує затінення вікон;

τ_0 - загальний коефіцієнт світлопропускання.

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5$$

де τ_1 - коефіцієнт світлопропускання матеріалу;

τ_2 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в світлопройомках;

τ_3 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях ($\tau_3 = 3$);

τ_5 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,504$$

r_1 - коефіцієнт, що враховує підвищення КЕО при боковому освітленні, завдяки світлу, відбитому від поверхні приміщення.

$$100 \frac{S_0}{64} = \frac{0,61 \cdot 1,3 \cdot 9,6}{0,504 \cdot 1,3} \cdot 1,1$$

$$S_0 = \frac{0,61 \cdot 1,3 \cdot 9,6 \cdot 1,1 \cdot 64}{0,504 \cdot 1,3 \cdot 100} = 8,6 \approx 9 \text{ м}^2$$

Звідси, кількість проїомів $n=6$, з площею кожного $S_{пр.}=1,5 \text{ м}^2$. Розрахунок коефіцієнту звичайної освітленості при боковому освітленні здійснюється по формулі:

$$e_p^\sigma = (E_\sigma g + E_{зд} R) r_1 \frac{\tau_0}{K_3}$$

де E_σ - геометричний КЕО в розрахунковій точці при боковому освітленні, що враховує пряме світло;

g - коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість;

$E_{зд}$ - геометричний КЕО в розрахунковій точці при боковому освітленні, що враховує відбите світло;

R - коефіцієнт, що враховує яскравість.

$$e_p^\sigma = (2 \cdot 0,75 + 6 + 0,22) \cdot 1,3 \frac{0,504}{1,3}$$

У відповідності з будівельними нормами і правилами, виробничі споруди і склади по пожежній безпеці поділяються на п'ять категорій А,Б,В,Г,Д.

Оскільки виробництво зв'язане з обробкою негорючих речовин і тому споруду можна віднести до Д-категорії.

Для даного типу виробництва можливі наступні умови загорання:

а) несправність електроапаратури;

б) порушення технологічного режиму.

Основними причинами короткого замикання є: пошкодження ізоляції проводів, попадання на неізольовані проводи струмопровідних предметів, дія на провід хімічно активних речовин, пилюки, сирості і т.д.

Даний пристрій з точки зору пожежної безпеки не представляє небезпеки, оскільки захищений від навколишнього середовища кожухом. Безпеку представляє можливість к.з. в мережевому шнурі внаслідок вищезгаданих причин.

З метою усунення можливих загорань передбачені наступні міроприємства:

а) організаційні - полягає в правильній експлуатації приладів, інструментів, правильне утримання робочих місць;

б) технічні - дотримання протипожежних правил, норм при проектуванні споруд, опалення, вентиляції, освітлення;

в) експлуатаційні - своєчасні профілактичні огляди, ремонти і дослідження.

4.4. Розрахунок зон радіоактивного забруднення при аварії на АЕС

В даний час збільшується кількість атомних електростанцій (АЕС) у світі. Цей факт висуває додаткові вимоги до їхньої безпеки - зменшення імовірності витоків радіоактивних речовин (РВ), аварій. За історію ядерної енергетики у світі відбулося більше сотні великих аварій на атомних електростанціях. Одна з найбільш сильних - аварія на Чорнобильській АЕС. Наслідком аварій є значний збиток здоров'ю людей, економіці, політиці держави. У вітчизняних атомних електростанціях на 1992 рік використовувалося два види реакторів: з водою як теплоносієм і сповільнювачем (ВВЭР-600, ВВЭР-1000), і з графітовим сповільнювачем і водою як теплоносієм (РБМК-1000, РБМК-1500).

Розглядається реактор РБМК-1000, із графітовим сповільнювачем і теплоносієм - водою, що циркулює по вертикальних каналах. Реактор містить до 192 тон ядерного палива - слабо збагаченого ураном-235 двоокису урану.

У випадку аварії на АЕС для зменшення збитку від радіоактивних продуктів, необхідно виявити й оцінити радіоактивну обстановку в зоні їхнього поширення. Після аварії на прилягаючій території діють формування, що ліквідують її наслідки. Оцінка виробляється з метою визначення впливу радіоактивних речовин на людей, що знаходяться в зоні забруднення, а також для обґрунтування їхніх дій. Виявлення радіаційної обстановки може здійснюватися двома методами: розрахунковим (методом прогнозування) і заданими розвідки (за результатами фактичних вимірів). Використання розрахункового методу доцільно для прогнозу наслідків передбачуваної аварії.

Найбільший інтерес представляє прогноз по другому радіаційному факторі - радіоактивному зараженню місцевості (як найбільш значимому і протяжному).

При аваріях на АЕС прийнято виділяти 5 зон радіоактивного зараження: Зона радіаційної небезпеки (зона М), у границях якої доцільно обмежити перебування людей, що безпосередньо не беруть участь у ліквідації наслідків аварії. На зовнішній границі зони М через 1 годину після аварії рівень радіації складає 0.014 рад/годину. Доза випромінювання в зоні М може складати до 50 рад у рік. Зона помірного радіоактивного забруднення (зона А), у якій варто працювати в захисній техніці. Рівень радіації на зовнішній границі зони А на 1 годину після аварії складає 0.14 рад/годину, а доза випромінювання може складати від 50 до 500 рад у рік. Зона сильного радіоактивного забруднення (зона Б), вимагає використання захисної техніки і захисних споруджень. Рівень радіації на зовнішній границі зони Б на 1 годину після аварії складає 1.4 рад/годину, доза випромінювання складає 500 - 1500 рад у рік. Зона небезпечного радіоактивного забруднення (зона В). Формування, що знаходяться в цій зоні, повинні використовувати сильно захищені об'єкти техніки, обмежуючи перебування декількома годинами. Рівень радіації на зовнішній границі зони В на 1 годину після аварії складає 4.2 рад/година, доза випромінювання складає 1500 - 5000 рад у рік.

Зона надзвичайно небезпечного радіоактивного забруднення (зона Г). Рівень радіації на зовнішній границі зони Г через 1 годину після аварії складає

14 рад/годину, доза випромінювання складає більш 5000 рад у рік. Присутність людей у межах зони Г заборонено.

При перебуванні формування усередині всіх розглянутих зон (у який допустимо хоча б короткочасна присутність людей) обов'язкова наявність засобів захисту органів дихання.

Розглянемо вплив аварії на АЕС з наступними вхідними даними.

Вихідні дані для розрахунку приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Вихідні дані

	Позначення	Одиниці	Значення
Реактор типу			РБМК-1000
Час аварії	Тавар	г	11,00
Час початку робіт після аварії	Тпоч	г	14,00
Тривалість робіт	Троб	г	9,00
Кількість реакторів			1
Частка викиду	Н	%	50
Коефіцієнт ослаблення радіації	Косл		3
Швидкість вітру на висоті 10 м	V	м/с	2
Відстань до реактора	X	км	18,3
Припустима доза опромінення	Дуст	Рад	0,6
Хмарність		Бали	0

Визначаємо категорію стійкості атмосфери, що відповідає погодним умовам і заданому часу доби. За умовою: хмарність відсутня (0 Б.), швидкість приземного вітру $V = 2$ м/с. Цим вихідним даним відповідає категорія стійкості “А” (конвекція).

Визначаємо середню швидкість вітру (V_{cp}) у приземній зоні. Для категорії стійкості “А” і швидкості приземного вітру $V = 2$ м/с середня швидкість вітру дорівнює $V_{cp} = 2$ м/с.

Для ядерного реактора типу РБМК-1000 і частки викидів радіоактивних речовин визначаємо розміри прогнозованих зон зараження місцевості і наносимо

їх у масштабі у виді правильних еліпсів.

$$M - L = 249 \text{ км}$$

$$A - L = 62.6 \text{ км}$$

$$B - L = 13.9 \text{ км}$$

$$B - L = 6.96 \text{ км}$$

Виходячи з заданої відстані від об'єкта народного господарства ($X = 18.3$ км) до аварійного реактора з урахуванням утворених зон забруднення встановлюємо, що об'єкт виявився в зоні “А”.

Визначаємо час початку формування сліду радіоактивного забруднення (T_f) після аварії (час початку випадання радіоактивних осадів на території об'єкта). Для $X = 18,3$ км, категорії стійкості “А” і середньої швидкості вітру $V_{\text{ср}} = 2$ м/с час початку формування сліду радіоактивного забруднення $T_f = 2$ години.

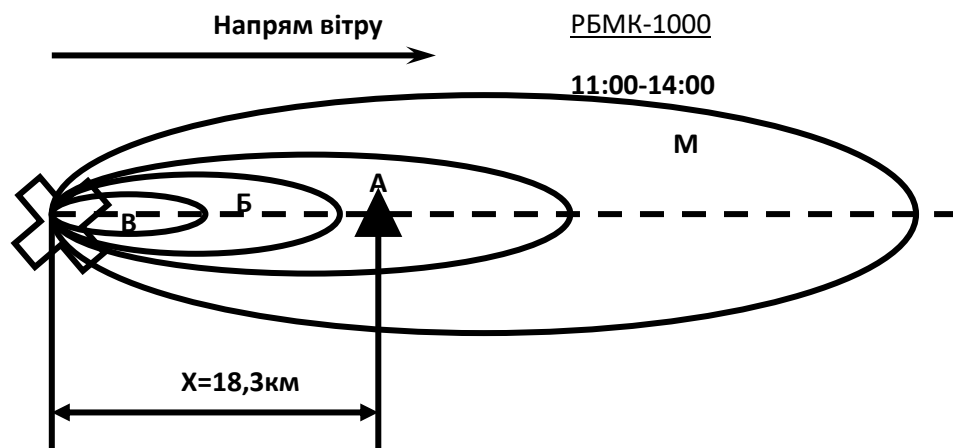


Рисунок 4.1 - Зони забруднення місцевості

Отже, об'єкт через 2 години виявиться в зоні радіоактивного забруднення, що вимагає вживання додаткових заходів захисту робітників та службовців.

Для зони забруднення “А” з урахуванням часу початку роботи ($T_{\text{поч}} = 3$ г) і тривалості роботи ($T_{\text{роб}} = 9$ г) визначаємо дозу опромінення, що одержать робочі та службовці об'єкта при відкритому знаходженні усередині зони “А”
 $D_{\text{зони}} = 2,35$ рад.

З урахуванням перебування об'єкта на внутрішній границі зони “А” (Косл = 3,2) дозу опромінення визначаємо по формулі (8.1):

$$\text{Допр} = \text{Дзони} * \text{Кзони} / \text{Косл}$$

де, $\text{Дзони} = 2,35$ рад,

$\text{Косл} = 3$ (за умовою),

$\text{Кзони} = 3,2$ (табличне значення).

$$\text{Допр} = 2,35 * 3,2 / 3 = 2,5 \text{ рад.}$$

Розрахунки показують, що після 9 годин роботи в зоні “А”, початої через 3 години після вибуху на АЕС, робочі та службовці об'єкту можуть одержати дозу опромінення 2,5 рад, що перевищує гранично встановлену дозу $\text{Двст} = 0,6$ рад. Використовуючи таблицю, знаходимо час роботи початої через 3 години після аварії на АЕС, при якій робітники одержать установлену дозу радіації.

$$\text{Тнач} = 3 \text{ ч}; \quad \text{Траб} = 1,8 \text{ ч}$$

Використовуючи дані п. 2.6. і формулу (8.1), визначаємо припустимий час початку роботи робітників та службовців на об'єкті після аварії на АЕС за умови одержання Допр не більш 0,6 рад.

По формулі (8.3) визначаємо Дзони, що відповідає $\text{Добл} = 5$ рад.

$$0,6 = \text{Дзони} * \text{Кзони} / \text{Косл} = \text{Дзони} * 3,2 / 3$$

$$\text{Дзони} = 0,6 * 3 / 3,2 = 0,56 \text{ рад.}$$

Згідно табличних даних $\text{Дзони} = 0,56$ рад при $\text{Троб} = 9$ год. відповідає час початку роботи $\text{Тпоч} = 10$ діб.

Отже, робочі та службовці об'єкту, щоб одержати дозу не вище встановленої, можуть починати роботу в зоні “А” і виконати її протягом 9 годин не раніше, ніж через 10 діб після аварії на АЕС.

4.5 Методи захисту при аварії на АЕС

Установити неперервний радіаційний контроль за спадом рівня радіації на об'єкті.

При проходженні радіоактивної хмари над об'єктом, укриття робітників та службовців в об'єктах.

- До спаду радіації нижче 5 мр/годину робітники та службовці повинні знаходитися в забрудненій зоні тільки в респіраторах.

- При необхідності початку робіт відразу після аварії (через 3 години) необхідно організувати змінний (час роботи не більш 1,8 години) режим робіт при якій робітники не одержать дозу опромінення більшу установленної. Після виконання робіт робітників необхідно виводити з зараженої зони. Потім унаслідок спаду рівня радіації час роботи буде збільшуватися.

- Для запобігання попадання радіоактивних речовин усередину будинку провести герметизацію або встановити у приміщенні фільтровентиляційні агрегати.

- Щоб уникнути переопромінення робітники та службовці протягом 18 годин повинні бути укриті в притулках.

- Для зниження ступеня забруднення РВ територій, будинків і споруджень об'єкта провести дезактиваційні роботи.

ВИСНОВКИ

В цій кваліфікаційній роботі було розроблено блок управління електромеханічним замком на електронних ключах, який дозволяє контролювати доступ в приміщення.

В роботі приведено аналіз існуючих систем електромеханічних замків та обґрунтовано доцільність проєктування приладу. Запропоновано систему управління автоматизованим електромеханічним замком.

Відповідно до завдання на проєктування проведений вибір і обґрунтування методу і принципів конструювання, способу і методів герметизації, екранування, а також проведений вибір компоновальної електричної схеми. В роботі виконані також: компоновальний розрахунок блоків РЕС, розрахунок теплового режиму, розрахунок надійності і показників технологічності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт бакалаврів спеціальності «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» освітньої програми «Комп'ютеризовані системи управління та прикладне програмування» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, В.В. Левицький, О.С. Голотенко – Тернопіль: ТНТУ, 2025. – 86 с.
2. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник /В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с.
3. Бабак В.П. Обробка сигналів: Підручник / / В.П. Бабак, В.С. Хандецький, Е. Шрюфер. – К.: Либідь, 1999. - 392 с.
4. Бабак В.П. Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика: Підручник / В.П. Бабак, Б.Г. Марченко, М.Є. Фриз. – К.: Техніка, 2004. - 288 с.
5. Кухарчук В.В. Основи метрології та електричних вимірювань: Підручник / В.В. Кухарчук, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Володарський, В.В. Грабко. – Херсон: Олді-плюс, 2013.–538 с.
6. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник у 2 т./М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борець, А. Ковальчик. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 1300 с.
7. Поліщук Є.С. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, Б.І. Стадник та ін.; за ред. Є.С. Поліщука. – Львів: Вид-во Бескид Біт. 2012. – 618 с.
8. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

9. Абракітов В. Е. Конспект лекцій з курсу «Автоматизація технологічних процесів» / В. Е. Абракітов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 80 с.
10. Ельперін І. В. Автоматизація виробничих процесів [Текст]: Підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене – К.: Вид. Ліра-К, 2015. – 378 с.
11. Гончаренко Б. М. Автоматизація виробничих процесів [Текст]: Підручник / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк, Національний ун-т харч. технологій. – К.: НУХТ, 2013. – 796 с.
12. Ладанюк А. П. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст]: монографія / А. П. Ладанюк, О. А. Ладанюк, Р. О. Бойко, В. В. Іващук, Д. О. Кроніковський, Д. А. Шумігай. - К.: «Інтер Логістик Україна», 2015. - 408 с.
13. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: Навчальний посібник / Куцик А., Місюренко В.. — Львів: Львівська політехніка, 2011. — 200 с.
14. Житецький В. Ц. Основи охорони праці.- Львів: Афіша, 2000.- 350 с.
15. Губський А. І., Цивільна оборона.- К.: Міністерство освіти, 1995. - 216 с.
16. Пістун І. П., “Безпека життєдіяльності” – Суми: Університетська книга, 2000, - 302 с.
17. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. Навчальний посібник / За ред. Полковника В. С. Франчука. – Львів : Афіша, 2000. – 336 с.