

Форма № 24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, факультету)

Мікро – та наноелектроніки
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему «Оптимізація системи контролю якості працездатності регулятора
повітрязабірника давигуна»

Виконав: студент І курсу, групи РТЗ-419м

Спеціальності

152 – «Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Якість, стандартизація та сертифікація»

Саушкін В.В

(прізвище та ініціали)

Керівник Погосов В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Кокотіна В.В.

(прізвище та ініціали)

2020р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(колишній Національний університет «Запорізький національний університет»)

Інститут Інформатики та радіоелектроніки
 Факультет Радіоелектроніки та телекомунікацій
 Кафедра Мікро- та наноелектроніки
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 152 – Метрологія та інструментально-вимірювальна техніка

Напрямок підготовки _____
(код і назва)
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Мікро- та наноелектроніки
Павлов В.В.

"_____" _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Степиків Володимир Володимирович

1. Тема проекту (роботи) Оптимізація системи контролю якості працездатності регулятора повітрязабірника дизелю
(прізвище, ім'я, та батько)

керівник проекту (роботи) Павлов В.В. доктор ф-м.н. проф.
Павлов В.В., ім'я, та батько, науковий ступінь, місце роботи

затверджені наказом вищого навчального закладу від "13" листопада 2020 року №332

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 11 грудня 2020

3. Вихідні дані до проекту (роботи) ультим ПНП-140 та ПП РВД; ульт АСП РВД; тривалість досліджень – не більше 60 днів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): ВСТУП, 1 Регулятор повітрязабірника дизелю РВД-29, 2 Обслуговування регулятора повітрязабірника дизелю за допомогою ПНП-140 та ПП РВД, 3 Обслуговування регулятора за допомогою АСП РВД, 4 Модель надійності відновлюваних систем двигачі, 5 Інженерні розрахунки надійності 6 Економічний розділ, 7. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, Висновки, Перелік посилань.

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

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видан	прийняв виконав задавання
1-5	<u>Погосов В.В. проф.каф. МІНЕ, док.ф.-м.н.</u>		
6	<u>Севастьянов Р.В., доцент, каф. ПТБД, к.р.н.</u>		
7	<u>Языцлов Ю.В., доцент каф. ОІПНС, к.м.н.</u>		
<u>Нормоконтр.</u>	<u>Коротун А.В., доц. каф. МІНЕ, к.ф.-м.н.</u>		

7. Дата видачі завдання 31 вересня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<u>Аналіз літературних джерел</u>	31.09.20	визх.
2	<u>Дослідження регулятора <u>повітрязобігівника</u> двигуна</u>	02.10.20	визх.
3	<u>Дослідження принципу перевірки регулятора <u>повітрязобігівника</u> двигуна за допомогою ПІП-140 та ПП РВД</u>	15.10.20	визх.
4	<u>Дослідження обслуговування регулятора за допомогою АСП РВД</u>	20.10.20	визх.
5	<u>Дослідження надійності відновлюваних систем <u>авіації</u></u>	25.10.20	визх.
6	<u>Розрахунок інженерних розрахунків надійності</u>	30.10.20	визх.
7	<u>Розрахунок економічних показників</u>	10.11.20	визх.
8	<u>Розробка заходів з техніки безпеки та охорони</u>	20.11.20	визх.
9	<u>Формування пояснювальної записки</u>	29.11.20	визх.
10	<u>Підготовка графічної частини, презентації</u>	01.12.20	визх.
11	<u>Захист дипломної магістерської роботи</u>	16.12.20	визх.

Студент

(підпис)

Савицький В.В.

(підписав та відрізняє)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Погосов В.В.

(підписав та відрізняє)

АНОТАЦІЯ

ПЗ: 101с., 25 рис., 6 табл., 25 джерел.

Мета роботи: Оптимізація системи контролю якості працездатності регулятора повітрязабірника двигуна.

Об'єкт та предмет дослідження: об'єктом дослідження виступає регулятор повітрязабірника двигуна РВД-29.

Предметом дослідження є автоматична система перевірки регулятора повітрязабірника двигуна АСП РВД, побудований на основі ЕОМ та пульт наземної перевірки ПНП-140 з пультом перевірки ПП РВД.

Методи дослідження: розроблено модель надійності відновлюваних систем авіоніки. Одержана аналітична модель надійності відновлюваних систем авіоніки і на її основі зроблений висновок розрахункових залежностей для оцінки показників безвідмовності.

Результати: проведено розрахунок безвідмовності системи імовірісно-фізичним методом. Функції безвідмовності відновлюваної системи є вихідними даними для визначення оптимальних термінів профілактики і заміни, обґрунтування параметрів технічного обслуговування.

Рекомендації щодо впровадження: розроблено необхідні висновки для впровадження пульта АСП РВД на виробництві при перевірці працездатності РВД-29.

Напрямки продовження дослідження: розширення можливостей пультів побудованих на основі ЕОМ, що забезпечує якісну перевірку виробів, яка в кінцевому підсумку впливає на безпеку польотів літаків.

РЕГУЛЯТОР ПОВІТРЯЗАБОРНИКА ДВИГУНА, ПУЛЬТ НАЗЕМНОЇ ПЕРЕВІРКИ, СИСТЕМА КОНТРОЛЮ, НАДІЙНІСТЬ ВІДНОВЛЮВАНИХ СИСТЕМ АВІОНІКИ, ФУНКЦІЯ ВІДНОВЛЕННЯ, ПАРАМЕТР ПОТОКУ ВІДМОВ, СЕРЕДНЄ НАПРАЦЮВАННЯ НА ВІДМОВУ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. РЕГУЛЯТОР ПОВІТРЯЗАБІРНИКА ДВИГУНА РВД-29.....	11
1.1. Опис і призначення РВД-29.....	11
1.2. Регулювання системи	17
1.3. Порядок роботи системи.....	17
2. ОБСЛУГОВУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА ПОВІТРЯЗАБІРНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ПНП-140 І ПП РВД.....	19
2.1. Обслуговування регулятора повітрязабірника двигуна, в лабораторних умовах.....	19
2.2. Призначення пульта наземної перевірки ПНП-140.....	20
2.3. Технічні дані.....	21
2.4. Пристрій і робота виробу.....	22
2.5. Призначення пульта перевірки ПП РВД.....	26
3. ОБСЛУГОВУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА ПОВІТРЯЗАБІРНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ АСП РВД.....	28
3.1 Обслуговування регулятора повітрязабірника двигуна, в лабораторних умовах за допомогою АСП РВД.....	28
3.2 Призначення пульта АСП РВД.....	29
3.3 Параметри пульта.....	30
3.4 Проведення діагностики АСП РВД.....	31
3.4.1 Підготовка до роботи.....	31
3.4.2 Виконання діагностики.....	31
3.4.3 Ініціалізація процедури діагностики.....	32
3.4.4 Проведення автоматичної діагностики.....	33
3.4.5 Проведення ручної діагностики.....	34
4. МОДЕЛЬ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЮВАНИХ СИСТЕМ АВІОНИКИ.....	41
4.1. Модель процесу відновлення типових елементів заміни в системі	41

4.2. Висновок розрахункових залежностей для оцінки безвідмовності відновлюваних систем.	46
5 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ НАДІЙНОСТІ.	53
5.1 Контроль працездатності за допомогою пультов ПНП-140 і ПП РВД.	53
5.1.1 Пульт ПНП-140.	53
5.1.2 Пульт ПП РВД.	55
5.2 Розрахунок безотказності пультов ПНП-140 і ПП РВД.	56
5.2.1 Розрахунок часу наробітку на відмову.	58
5.3 Структурна схема контролю АСП РВД.	63
5.4 Пульт АСП РВД.	67
5.5 Інтерфейсні засоби.	68
5.6 Блок живлення.	68
5.7 Розрахунок безотказності АСП РВД.	69
5.7.1 Розрахунок часу наробітку на відмову.	70
5.8 Порівняння надійності роботи стендів.	74
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.	77
7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.	82
7.1 Аналіз потенційних небезпек.	82
7.2 Заходи із забезпечення техніки безпеки.	83
7.3 Заходи із забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.	85
7.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.	89
7.4.1 Заходи з пожежної безпеки.	89
7.4.2 Заходи з цивільного захисту.	91
ВИСНОВКИ.	95
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.	97
ДОДАТОК А Таблиця відмов пультів ПНП-140 і ПП РВД.	100

ВСТУП

Об'єктивною тенденцією розвитку техніки на сучасному етапі — є постійний ріст складності технічних пристроїв, що характеризується розширенням кола розв'язуваних ними задач при одночасному підвищенні вимог до ефективності функціонування. Ця загальна тенденція повною мірою характерна і для сучасного обладнання. Ускладнення схемної побудови і функціональних зв'язків у сучасній радіoeлектронній апаратурі (РЕА) разом із різким збільшенням кількості елементів в одиниці устаткування, породжує діагностичні труднощі для забезпечення необхідної надійності. У результаті виникає цілий ряд специфічних проблем, пов'язаних з якістю та організацією обслуговування й забезпеченням високої ефективності техніки, що обслуговується. Сутність цих проблем визначається тим, що РЕА в цілому в зазначеному напрямку супроводжується різким збільшенням матеріальних, тимчасових і трудових витрат на обслуговування, унаслідок чого, зростання потенційних можливостей РЕА не можуть бути цілком реалізовані[1].

На сьогодні визнано, що основним напрямком вирішення склавшогося діалектичного протиріччя, поряд із підвищенням надійності самої РЕА, є удосконалювання якості організації обслуговування в сполученні з комплексною механізацією й автоматизацією всіх процесів технічної експлуатації РЕА. У зв'язку з цим, питання всебічного удосконалювання системи обслуговування набули важливого практичного значення, і об'єктивно стають усе більш актуальними в міру розвитку техніки. Систему обслуговування, в цілому, можна розглянути як замкнуту діагностичну систему керування якістю об'єкта, у якій контроль забезпечує сприйняття інформації про поточний стан об'єкта й прийняття рішення, що визначає керуючий вплив на нього.

Таким чином, дані контролю є тією єдиною інформаційною основою, на базі якої будується обслуговування, що і визначає високі вимоги до якості

цієї операції і та увага, що приділяється проблемам виробничого й експлуатаційного контролю в останні роки.

З іншого боку, витрати часу на контроль при обслуговуванні РЕА виявляються дуже значними і можуть доходити до 80% усіх тимчасових витрат на обслуговування, роблячи істотний вплив на результуючі показники ефективності об'єкта. Необхідність усілякого скорочення цих витрат природним чином приводить до автоматизації процесу контролю. У задачі автоматизації контролю можна виділити ряд аспектів, що мають більш-менш вагоме значення. До їхнього числа варто віднести вивчення РЕА як об'єкта контролю і пошуку несправностей, питання конструктивно-схемного характеру, пов'язані з розробкою автоматичних засобів контролю й питання експлуатації цих засобів. Автоматизування засобів контролю одержали широкий розвиток в останні роки, зокрема, для перевірки устаткування радіолокаційних комплексів, автоматичних систем керування літаків, ракет, кораблів флоту й інших складних технічних засобів, які застосовуються у народному господарстві і військовій справі. Розвиток і впровадження в практику автоматичної системи контролю — неминучий наслідок технічного прогресу, що прискорюється. Автоматична система контролю (АСК), замінюючи звичайні засоби контролю, природно повинна мати перед ним техніко-економічні переваги:

- скорочення загальних трудовитрат на ТО;
- скорочення часу підготовки техніки до виконання задач;
- підвищення вірогідності результатів контролю;
- підвищення коефіцієнта використання технічного ресурсу об'єкта контролю.

Крім того, автоматичне спостереження за аварійними параметрами, дозволяє попереджати великі ушкодження й руйнування техніки.

Підвищення швидкодії, зниження собівартості і підвищення надійності є основною ціллю автоматизації. Щодо автоматизованих систем контролю, автоматизація процесу дозволяє одержати наступні переваги: істотно

знижувати трудомісткість діагностування, забезпечити високий ступінь вірогідності інформації про технічний стан, використовувати жорсткі алгоритми технічного контролю, що виключають можливість втручання суб'єктивних факторів, одержувати аргументи, що визначають технічний стан об'єкта, систематично накопичувати інформацію про технічний стан контрольованого об'єкта, упроваджувати прогресивні стратегії технічного обслуговування і ремонту.

Відмінністю й особливістю автоматизованих систем контролю є те, що основні операції у ній здійснюються автоматично. До числа таких варто віднести операції формування контрольованих параметрів, комутації, перетворення, нормалізації виміру, фіксації числового значення обмірюваного параметра, порівняння з полем допуску, прийняття рішення про придатність параметра, запам'ятовування, відображення, а також автоматичний перехід до виміру наступного параметра по заданій жорсткій чи гнучкій програмі й автоматичній подачі відповідного стимулюючого сигналу. У цьому переліку головними операціями, що характеризують автоматизацію, є: автоматизація комутацій вхідних стимулюючих сигналів; автоматизація процесу порівняння обмірюваних значень контрольованих параметрів із полем допуску; запам'ятовування і документування.

Великою перевагою і стимулятором процесу автоматизації контролю є можливість використання мікропроцесорів і систем на їхній основі. Контроль технічних пристроїв — один із важливих етапів їх, підготовки до застосування. Операції контролю входять в усі види обслуговування техніки і в міру її ускладнення, стають усе більш трудомісткими. Найбільш складною частиною контролю, що вимагають великих трудовитрат, вважається пошук несправностей, встановлення причин відмовлень. Досвід експлуатації сучасного авіаційного і радіоелектронного обладнання (А і РЕО) показує, що в процесі пошуку й усунення причин відмовлень, інженерно-технічний склад витрачає від 50 до 70 % часу на пошук місця відмовлення і тільки 30-50 % на усунення причин ушкоджень і заміну елементів, що відмовили[2].

У загальному бюджеті часу, що відводиться на підготовку й обслуговування А і РЕО, операції контролю складають до 90 %. Це значить, що в автоматизації контролю сховані значні резерви скорочення часу і загальної вартості експлуатації авіаційного обладнання.

Невід'ємною частиною експлуатаційного контролю А і РЕО — є задача конкретизації характеру відмови (локалізація відмови).

При розробці програми пошуку несправностей в А і РЕО розрізняють кілька методів.

Найбільш цікаві з них — це спосіб побудови програми пошуку з використанням інформаційного критерію, а також інженерний спосіб побудови програми пошуку несправностей. Розглянемо кожний з них.

Система загалом складається з обчислювача – вбудованої ПЕОМ і спеціалізованих електронних пристроїв. Така структура дозволяє реалізовувати різні алгоритми діагностики агрегату РВД-29 без зміни апаратної частини системи.

Обчислювач представляє ПЕОМ мінімальної достатньої конфігурації. До обчислювача можуть підключатися зовнішні стандартні клавіатура і монітор. Для введення і висновку інформації до складу системи входять клавіатура і ЖКІ – монітор. Зв'язок цих пристроїв з ПЕОМ здійснюється через ISA – інтерфейс. Апаратної зв'язок реалізований у вигляді платні сполучення ISA. Спеціалізовані електронні блоки представляють функціонально закінчені модулі, «прив'язану» до роз'ємів агрегату РВД-29.

1. РЕГУЛЯТОР ПОВІТРЯЗАБІРНИКА ДВИГУНА РВД–29

1.1 Опис і призначення РВД–29

Регулятор повітрязабірника двигуна призначений для управління положенням панелей перепуску повітря двох окремих повітрязабірників двигуна (рис. 1.1).

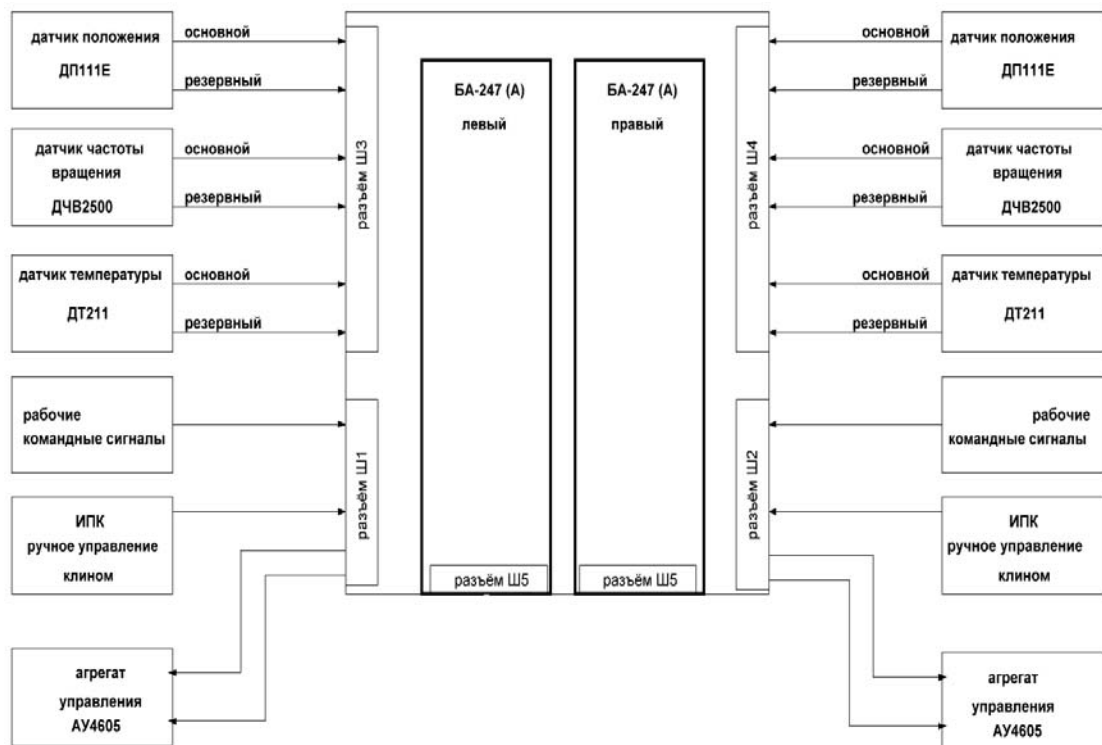


Рисунок 1.1 – Структурна схема регулятора повітрязабірника двигуна

Система автоматичного регулювання повітрязабірників РВД–29 призначена для управління становищем панелей перепуску повітря двох розділних повітрязабірників об'єкта.

До складу системи входять:

- два блоки автоматики БА–247;
- монтажна рама;
- два датчика переміщення ДП–111Е;

– індикатор ИПК–2–02Б.

Система працює спільно з:

- двома датчиками ДЧВ–2500;
- двома агрегатами АУ46–05;
- регулятором КРД–99;
- двома силовими гідроциліндрами управління панелями;
- двома датчиками ДТ–211;
- блоком підсилювачів БУ–8;
- блоком живлення БП–102;
- двома датчиками ІКДРДа–400–350–0;
- двома сигналізаторами СЧМ.

Система складається з двох функціонально самостійних систем регулювання:

- схеми регулювання лівого повітрязабірника;
- схеми регулювання правого повітрязабірника.

Включення основних каналів регулювання обох повітрязабірників на режим $M > M_{\text{вкл}}$. Відбувається одночасно при спрацьовуванні хоча б одного будь-якого сигналізатора числа M (СЧМ) або по сигналу +27 В від вимикача з борту об'єкта. Включення основних каналів на режим $M < M_{\text{вкл}}$. Відбувається одночасно при зворотному спрацьовуванні обох СЧМ [3].

Система має канали управління:

- 1) основний канал управління положенням панелі;
- 2) резервний канал стеження панелі за положенням панелі іншого повітрязабірника;
- 3) канал ручного управління положенням панелі. Система містить схеми вбудованого контролю і вторинні джерела живлення.

На основному каналі система забезпечує:

- 1) при числі $M < M_{\text{вкл}}$ дожимання панелі в положення відповідне 0% по куту повороту валу датчика положення (ДП);

2) при числі $M > M_{\text{вкл}}$ Автоматичне регулювання положення панелі повітрязабірника за програмою, в залежності від значення приведеної частоти обертання ротора двигуна із статичною погрішністю по куту повороту валу ДП не більш $\pm 3,5 \%$;

3) при сигналі K1 і K2 відбувається корекція програми регулювання положення панелі на $10 \pm 1,5 \%$ у бік випуску панелі на час дії сигналу;

4) при сигналі K3 відбувається корекція програми регулювання положення панелі на $16 \pm 1,5 \%$ у бік випуску панелі на час дії сигналу;

5) при сигналі H_k відбувається корекція програми регулювання положення панелі на $41 \pm 1,5 \%$ у бік прибирання панелі на час дії сигналу;

6) підсумовування і відробіток сигналів корекції K1, K2, K3, H_k .

Включення і відключення корекції по H_k здійснюється одночасно для обох повітрязабірників. Включення корекції по H_k здійснюється при спрацьовуванні обох СЧМ, відключення корекції по H_k здійснюється при зворотному спрацьовуванні одного із датчиків.

На резервному каналі система забезпечує автоматичне управління положенням панеллю повітрязабірника по положенню панелі іншого повітрязабірника. Статична погрішність не більш $\pm 2,5 \%$ по куту повороту валу датчика положення. Резервний канал включається по сигналу вбудованої системи контролю при виході з ладу основного каналу і по сигналах з борту об'єкту.

На ручному каналі система забезпечує ручне управління панеллю:

1) при виході з ладу резервного каналу;

2) при виході з ладу основних каналів управління положенням панеллю обох повітрязабірників.

Ручне управління включається оператором в кабіні і здійснюється в залежності від об'єкту установки або від задатчика в індикаторе положення клину або задатчиков складаються із змінних резисторів. Статична погрішність установки панелі не більш $\pm 3 \%$ по відносному опорі $R_{\text{отн}}$ задатчика.

Вбудована система контролю здійснює перемикання з основного каналу на резервний канал управління положенням панеллю повітрязабірника:

1) на режимі $M > M_{\text{вкл}}$, якщо відхилення фактичного значення положення панелі від заданого $\Phi_{\text{дп}} = 17,5 \pm 1,5$ % у бік прибирання панелі або $\Phi_{\text{дп}} = 13 \pm 1,5$ % у бік випуску панелі в діапазоні значень кутів повороту валу датчика положенням $\Phi_{\text{дп}}$ від 95 ± 2 % до 5 ± 2 % із затримкою $0,25 \pm 0,5$ с;

– якщо $f_{\text{пр}} = 35 \pm 3$ % при $\Phi_{\text{дп}} = 95 \pm 2$ % із затримкою не більш $0,15$ с;

– якщо $f_{\text{пр}} = 112 \pm 2$ % із затримкою не більш $0,15$ с;

– за відсутності напруги живлення від вторинного джерела живлення основного каналу;

2) на режимі $M < M_{\text{вкл}}$, якщо відсутня напруга живлення від вторинного джерела живлення основного каналу. При цьому забезпечується:

– відключення всіх видів корекції основної програми регулювання положення панелі повітрязабірника двигуна;

– видача сигналу в блок автоматики іншого повітрязабірника двигуна для відключення корекції по сигналу K1;

– видача на світлове табло «Воздухозаборник на резерве» у вигляді сигнал напругою $+27$ В.

Сигнал на світлове табло «Воздухозаборник на резерве» видається також за відсутності сигналу «Дожатие» по основній і резервній обмотках виконавчого механізму АУ–46–05 на режимі $M < M_{\text{вкл}}$. При цьому перемикання на резервний канал не відбувається [4].

Вбудована схема контролю відключає, окрім контролю по напрузі живлення, при:

- 1) включення оператором резервного каналу;
- 2) включення оператором ручного управління;
- 3) під час вступу сигналу $n \geq 57\%$;

4) наявності сигналу корекції K1 і K2;

5) включення і виключення команд K3 і H_k на час $1 \pm 0,3$ с.

Під час переходу системи на режим $M > M_{\text{вкл}}$. Схема контролю включається із затримкою 2 ± 1 с.

Контроль неузгодженості між заданими і фактичними положеннями панелі вимикається якщо $\varphi_{\text{дп}} = 13 \pm 1,5$ % у бік випуску панелі і якщо $\varphi_{\text{дп}} = 17,5 \pm 1,5$ % у бік прибирання панелі. Повторне включення схеми контролю проводиться з затримкою 2 ± 1 с. Сигнал відмов, видаваний схемою контролю, окрім відмов по напрузі, блокується. Розблокування сигналу здійснюється зняттям постійної напруги живлення основного каналу управління або включення оператором резервного або ручного каналів управління. Вбудована схема контролю резервного каналу включається через $0,6 \pm 0,1$ с після перемикавання на резерв. При знятті сигналу $M_{\text{вкл}}$ контроль резервного каналу відключається на час $1,5 \pm 0,5$ с.

При роботі на резервному каналі, якщо різниця між положенням панелей рівно або більше десяти відсотків по куту повороту валу датчика положенням, то вбудована схема контролю стопорить панель в положенні на момент відмови і видає сигнал на табло «Автомат воздзаб», перехід на ручне управління. Сигнал про необхідність переходу на ручне управління повітрязбірником видається також:

- під час вступу з борту сигнал про відмову гідросистеми незалежно від режиму роботи і від того, на якому каналі працює система;
- при включенні системи на резерв по обох повітрязбірникам і за відсутності сигналу «Дожатие» по основній і резервній обмотках лівого і правого гідроагрегату.

Система видає на показчик, для індикації заданого і фактичного положення панелей, напругу постійного струму значенням від 0 В до 10 В. Напругою прямо пропорційно $\varphi_{\text{дп}}$ положення панелі, зміна напруги у діапазоні від 0 В до 10 В відповідає зміні кута $\varphi_{\text{дп}}$ від 0 % до 100 %.

Напругою прямо пропорційно положенню панелі, що задається при ручному управлінні.

Система видає сигнал, для запису на бортовий реєстратор, у вигляді напруги постійного струму значенням 5 В при 100 % сигналі. Пропорційного куту повороту валу датчика положення і прямо пропорційно приведеній частоті обертання валу виробу, а також прямо пропорційно значенню напруги живлення [4].

Живлення системи виробляється від двох незалежних джерел об'єкту, випрямні пристрої, з номінальною напругою 27 В постійного струму, об'єднаних в системі через діодну розв'язку, при цьому ненормальний режим роботи одночасно двох джерел не розглядається. Живлення сельсин-датчика, що входить в систему зворотного зв'язку для індикації положення панелі, проводити напругою змінного струму 36 В частотою 400 Гц від блоку живлення (БП-102). У аварійному режимі система може житися 18 В постійного струму, при цьому система зберігає працездатність, а допуски на параметри системи збільшуються на 50 %.

При наземних запусках напруга постійного струму обох джерел падає до 10 В на якийсь час не більш 1 секунди і до 14 В на якийсь час не більш 5 секунд. При цьому електрогідравлічний клапан повинен бути знеструмлений, для чого з борту, з моменту подачі живлення на систему, до початку запуску, подається сигнал «Отказ гидросистемы». При цьому допускається видача сигналу «Воздухозаборник левый (правый) на резерве» з його блокуванням. Струм, споживаний системою від бортової мережі постійного струму 5 А з урахуванням споживання електромагнітних клапанів гідроагрегатів.

1.2 Регулювання системи

Конструкція регулятора передбачає можливість регулювання:

- 1) програми регулювання положення панелі на основному каналі у вигляді паралельного зсуву програми уподовж на $\pm 5\%$ по куту повороту валу датчика положення;
- 2) паралельного зсуви програми регулювання панелі на основному каналі по сигналу K1 на $\pm 5\%$ по куту повороту валу датчика положення;
- 3) паралельного зсуви програми регулювання панелі на основному каналі по сигналу K2 на $\pm 5\%$ по куту повороту валу датчика положення;
- 4) паралельного зсуви програми регулювання панелі на основному каналі по сигналу K3 на $\pm 5\%$ по куту повороту валу датчика положення;
- 5) паралельного зсуви програми регулювання панелі на основному каналі по сигналу H_k на $\pm 5\%$ по куту повороту валу датчика положення;
- 6) паралельного зсуву і нахилу залежності кута повороту валу датчика положення від відносного опору задатчика ручного управління на $\pm 10\%$ по куту повороту валу датчика положення;
- 7) паралельного зсуву і нахилу залежності напруги панелі, видаваного на показчик, від кута повороту валу датчика положення на $\pm 1\text{ В}$;
- 8) паралельного зсуву і нахилу залежності заданої напруги, видаваної на показчик, від значення відносного опору.

1.3 Порядок роботи системи

За відсутності $M > M_{\text{вкл}}$ панель знаходиться в положенні дожимання, відповідне 0% по куту повороту валу датчика положення.

Під час вступу $M > M_{\text{вкл}}$ система переходить в режим автоматичного управління панеллю на основному каналі з функцією приведеної частоти обертання ротора виробу за програмою з корекцією програми по сигналах K1, K2, K3, H_k .

При відмові основного каналу:

- 1) система автоматично перемикає управління панеллю на резерв, який управляє положенням панелі у функції положення панелі іншого повітрязабірника, живлення резервного і ручного каналів здійснюється від вторинного джерела живлення іншого борту;
- 2) відключаються всі види корекції даного повітрязабірника і корекція по K1 в блок автоматики іншого, справного повітрязабірника;
- 3) оператору на табло видається сигнал «Воздзаб на резерв».

Перемикання на резерв може бути здійснене оператором уручну з кабіни незалежно від стану основного каналу.

У разі відмови резервного каналу система автоматично стопорить панель в положенні на момент відмови і видає на табло «Автомат въздзаб». Цей сигнал видається також під час вступу до системи з схеми об'єкту сигналу про відмову гідропітання незалежно від режиму роботи і від того, на якому каналі працює система, при включенні системи на резервний канал стеження по обом повітрязабірникам, а також на режимі $M > M_{\text{вкл}}$ за відсутності дожимання по двом обмотках управління гідроагрегату.

Незалежно від стану основного і резервного каналів оператор може перемкнути систему на ручне управління. На цьому режимі панель встановлюється в потрібне положення кремальерой від потенціометра задатчиков [4].

2. ОБСЛУГОВУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА ПОВІТРЯЗАБІРНИКА ДВИГУНА ЗА ДОПОМОГОЮ ПНП-140 І ПП РВД

2.1 Обслуговування регулятора повітрязабірника двигуна, в лабораторних умовах

Обслуговування регулятора повітрязабірника двигуна, в лабораторних умовах, здійснюється за допомогою пультів ПНП-140 і ПП РВД.

Структурна схема підключення пультів при перевірці працездатності РВД в лабораторних умовах представлена на рис. 2.1.

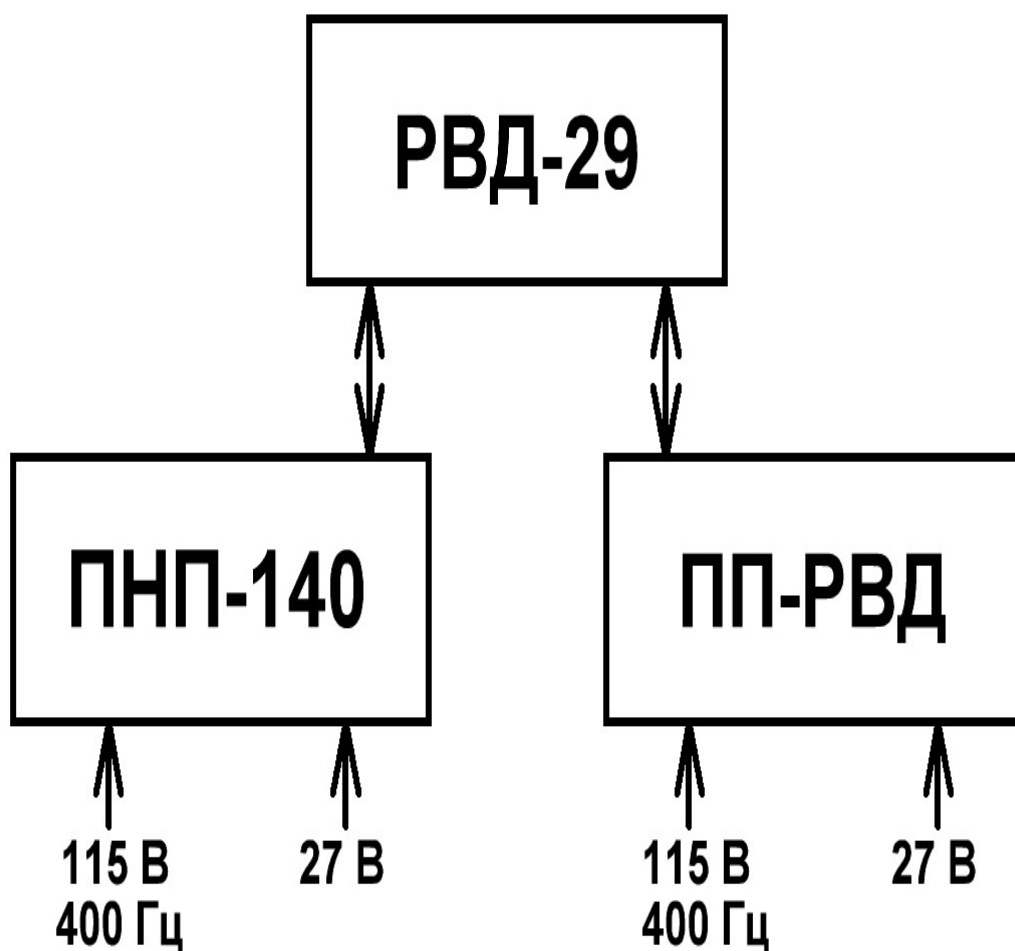


Рисунок 2.1 – Структурна підключення пультів при перевірці працездатності РВД

2.2 Призначення пульта наземної перевірки ПНП-140

Пульт наземної перевірки ПНП-140 відноситься до контрольно-перевірочної апаратури і призначений для пошуку і локалізації несправностей до конструктивно-змінного блоку і подрегулювання при заміні блоку регулятора повітрязаборника двигуна РВД-29 на об'єкті. Зовнішній вигляд пульта представлений на рис. 2.2.



Рисунок 2.2– Пульт наземної перевірки ПНП-140

Залежно від умов застосування пульт може використовуватися як автономно, так і у складі мобільного комплексу контролю.

Пульт забезпечений комплектом сполучних джгутів, призначених для підключення до контрольних роз'ємів блоків регулятора, а також до наземного джерела напруги $27\text{В} \pm 10\%$ постійного струму, та $115\text{В} \pm 10\%$ змінного струму.

2.3 Технічні дані

При перевірці автоматичного регулятора пульт забезпечує:

- а) пошук і локалізацію несправностей до конструктивно-змінного блоку;
- б) підготовку регулятора після заміни блоку;
- в) перевірку пристроїв дублювання, резервування і вбудованої системи контролю.

Пульт також дозволяє виробляти:

- а) перевірку програм управління панелями правого і лівого повітряборників при роботі на основному каналі з погрішністю $\pm 0,25\%$ по приведений частоті обертання, шляхом порівняння сигналів, що поступають з регулятора і пропорційних приведений частоті обертання;
- б) перевірку формування і проходження сигналів корекції;
- в) перевірку режимів управління правого і лівого повітряборників при роботі на резервному каналі;
- г) перевірку каналів ручного управління;
- д) перевірку проходження командних сигналів з об'єкту;
- е) контроль наявності напруги вторинних джерел живлення регулятора з погрішністю $\pm 15\%$.

2.4 Пристрій і робота виробу

Принцип роботи пульта при його автономному використуванні заснований на неавтоматичному контролі основних параметрів регулятора, за допомогою ланцюгів комутації і сигнальних ламп пульта.

Для здійснення пошуку і локалізації несправностей до конструктивно-змінного блоку і підрегулювання регулятора після заміни блоку, в пульті передбачені схеми вимірювання сигналів з регулятора і схеми формування необхідних сигналів для подачі їх в регулятор.

Пульт ділиться на дві однакові частини, які умовно можна розділити на праву і ліву частини і призначені відповідно для перевірки правої і лівої частин регулятора [5].

Струми управління панелі основного і резервного каналів поступають в схему вимірювання струмів управління. Вихідні напруги з вимірників приведеної частоти обертання, і з вимірників кутів положення панелі поступають в схему вимірювання вихідних напруг вимірників. Напруга на обмотках стопорних клапанів агрегату управління, напруги вторинних джерел живлення поступають в схеми вимірювання дискретних сигналів.

Сигнали з схем вимірювання струмів управління, вихідних напруг вимірників і дискретних сигналів через комутуючі пристрої і схему «АБО» поступають на вимірювальний прилад ИП1. Комутуючі пристрій і схема «АБО» дозволяють виробляти вимірювання по черзі будь-якого сигналу лівого або правого каналів.

Для імітації сигналу частоти обертання виробу в пульті є генератор частоти. Для вимірювання частоти сигналу з генератора частоти і частоти вихідних сигналів каскадів вимірників положення панелі, в пульті є вимірника частоти. Сигнал з вимірника частоти поступає на вимірювальний прилад ИП2.

Порівнюючий пристрій і вимірювальний прилад ИП3 призначені для перевірки заданих точок програми управління панелі методом порівняння

сигналів із задатчиков програми і вихідних сигналів вимірників приведеної частоти обертання в регуляторі.

Порівняння приладом ИПЗ здійснюється з погрішністю $\pm 2 \text{ мкА}$ при установці стрілки на нульову відмітку шкали, що відповідає 0,07% по приведеній частоті обертання.

Допустима погрішність вимірювання струмів вбудованими приладами електровимірювань складає $\pm 6 \text{ мкА}$.

Схема формування дискретних сигналів за допомогою комутуючих пристроїв, служить для подачі в регулятор дискретних сигналів, що імітують сигнали з об'єкту. Схема локалізації несправного блоку дозволяє визначати несправні блоки методом вимірювання вихідних сигналів, шунтування чутливих елементів датчиків температури.

Схема індикації призначена для контролю видачі регулятором сигналів «Воздухозаборник на резерві» і «Включи ручне управління воздухозабірника».

Схема контролю служить для перевірки справності схеми індикації.

Схема пульта дозволяє подавати на вхід регулятора сигнал, що імітує вихідний сигнал датчика частоти обертання, від зовнішнього задаючого генератора або від вбудованого задаючого генератора.

При використуванні зовнішнього задаючого генератора, що підключається до гнізд Гн12 і Гн2 (плюсовий висновок генератора на Гн12), перемикач В5 встановлюється в положення 8, а при використуванні вбудованого задаючого генератора перемикач В5 встановлюється в положення 1.

Зміна частоти сигналу задаючого генератора пульта виробляється обертанням гвинтів резисторів R1 і R2 розташованих на лицьовій панелі пульта.

При видачі задаючим генератором пульта частоти сигналу в діапазоні «0-1500 Гц» тумблер В9 повинен бути включений, а в діапазоні «1500-3000 Гц» вимкнений.

Схема пульта дозволяє виробляти контроль частоти задаючих генераторів за допомогою зовнішнього частотоміра, що підключається до гнізд Гн7 і Гн2, або вбудованого вимірника частоти.

При використуванні вбудованого задаючого генератора і вимірника частоти перемикач В1 встановити в положення 1. При контролі частоти за допомогою вбудованого вимірника, перемикач В6 необхідно встановлювати в положення, відповідне діапазону вимірюваної частоти. 3000 Гц вимірюваної частоти відповідає 100 % частоти обертання.

Вказані сигнали подаються на вимірювальний прилад з функціональних частин регулятора через комутуючі перемикачі В3 і В4. Відхилення стрілки вправо від нуля відповідає позитивному значенню сигналу, а вліво відповідає негативному значенню сигналу.

Схема пульта дозволяє виробляти контроль частоти вимірників положення панелі, основного каналу і панелі резервного каналу лівої або правої частин регулятора РВД-29 за допомогою зовнішнього вимірника частоти або вбудованого вимірника частоти, при відповідних положеннях перемикача В5 [5].

Схема пульта дозволяє задавати у функціональні частини регулятора дискретні сигнали «Мвкл.», «Відмова гідросистеми», «52%», «К1» і «К2», імітуючі сигнали електросхеми об'єкту, включенням тумблерів В19, В20, В21, В22. Включенням тумблера В10 виробляється відключення корекції регулятора. Включенням тумблера В11 виробляється відключення самоблоківки вбудованої системи контролю регулятора.

Схема пульта дозволяє виробити перевірку цілісності ланцюга першої або другої обмотки датчика температури ДТ-211 включенням тумблерів В12 або В26.

При натисненні кнопки Кн3 відключається один, а при натисненні Кн4 інший вимірник приведеної частоти регулятора.

Установка перемикача В18 в положення 1 або 2 імітує відмову по сигналу помилки між основним і контрольним каналами лівої частинами

регулятора РВД-29. Імітація виробляється на ділянці програми регулювання панеллю при вугіллі $\phi_{\text{дос}} = 96 \pm 2 \%$.

Схема пульта дозволяє імітувати сигнали корекцій включенням тумблерів В14, В15 і В16.

Схема пульта дозволяє порівнювати між собою наступні сигнали регулятора:

- а) «+12В левий» і «+12В правий»;
- б) «-6В ІПЧ левий» і «-6В ІПЧ правий».

Порівняння вказаних сигналів виробляється по мікроамперметру ИПЗ при положеннях перемикача В8 1, 2 і 3, відповідно. 100 мкА по приладу ИПЗ відповідає 12 В різниці сигналу при не натиснутій кнопці Кн2.

Встановлюючи перемикач В8 в положення 4, 5 і 6, при перевірці лівої частини регулятора, і встановлюючи у кожному випадку нульове свідчення приладу ИПЗ зміною частоти задаючого генератора, набуваємо значення вхідних сигналів приведеної частоти обертання в РВД-29, рівні 92,6 %, 90 % і 82,4 %.

Значення вхідних сигналів приведеної частоти обертання вказаних вище крапок набуваємо за рахунок порівняння по приладу ИПЗ сигналів еталонних задатчиків і сигналів з виходу вимірника постійної частоти ІПЧ.

При натиснутій кнопці Кн2 збільшується точність вимірювання порівнюючих сигналів за рахунок шунтування обмежуючого резистора в ланцюзі приладу ИПЗ, що збільшує чутливість приладу [7].

Під час переходу лівої частини регулятора з основного каналу управління панелі на резервний спалахує лампа Л1, а під час переходу правої частини регулятора з основного каналу управління панелі на резервний спалахує лампа Л3.

При відмові в роботі резервного каналу лівої частини регулятора спалахує лампа Л2, а при відмові в роботі резервного каналу правої частини регулятора спалахує лампа Л4. Перевірка справності сигнальних ламп проводиться натисненням кнопки Кн1.

Перемикач В2 в положенні 1 підключає до пульта живлення 27 В постійного струму.

За допомогою виносного приладу типа В2-27, що підключається на гнізда лицьової панелі пульта, пульт дозволяє проводити контроль наступних сигналів регулятора:

- 1) напруга +12 В лівої і правої частини регулятора;
- 2) напруга –6 В блоку вторинних перетворювачів і напруги виходу вимірників приведеної частоти лівої і правої частини регулятора;
- 3) напругами сигналів управління панеллю основного каналу, управління панелі резервного каналу, положення панелі основного каналу, положення панелі резервного каналу, сумарний зсув, і вихід корекції;
- 4) напруга –6 В вимірювального комплексу висотношвидкісних параметрів.

Схема пульта дозволяє, при необхідності, імітувати опори обмоток датчиків температури підключенням магазинів опорів на гнізда Гн9 і Гн2.

При автономному використуванні пульта, через роз'єм Ш4 здійснюється також електроживлення пульта від наземного джерела постійного струму напругою 27 В та перемінного 115 В.

2.5 Призначення пульта перевірки ПП РВД

Пульт перевірки РВД-29 призначений для імітації сигналів з борту об'єкта. Зовнішній вигляд пульта представлений на рис. 2.2.

Пульт ПП РВД дозволяє імітувати включення живлення системи, правого і лівого каналів, за допомогою вимикачів «27 В лев.», «27 В прав.», «~ 115В». П1, П2 дозволяють примусово переключити режим роботи повітрязбірників двигуна «Ручной–Автоматический–Резервный». За допомогою П3 і П4 встановлюється початковий режим роботи повітрязбірника двигуна. Вимикачі П5, П6 імітує повний випуск або повне прибирання клина повітрязбірника. За допомогою інших вимикачів

імітуються разові команди: «Контроль воздухозаборника», «Отказ гидросистемы», «Обороты меньше 55 % ($n \leq 55\%$)», «К1», «К2», «К3», «Нк», «Откл БД 1(2)».



Рисунок 2.2– Пульт перевірки ПП РВД

На пульті так само є індикація роботи повітрязабірника двигуна: повна відмова системи «Отказ», спрацьовування стопорних обмоток агрегату управління «Стопорн. обмотка прав. (лев.)», відмова автоматичного управління правого або лівого каналів «Отказ автом. прав. (лев.)», спрацьовування резервних каналів «Резерв. прав. (лев.)» [6].

За допомогою пультів ПНП-140 і ПП РВД, в лабораторних умовах можливо провести перевірку працездатності в повному обсязі.

3 ОБСЛУГОВУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА ЗА ДОПОМОГОЮ АСП РВД

3.1 Обслуговування регулятора повітрязбірника двигуна, в лабораторних умовах за допомогою АСП РВД

Обслуговування регулятора повітрязбірника двигуна, в лабораторних умовах, може здійснюється за допомогою пульта АСП РВД.

Структурна схема підключення пультів при перевірці працездатності РВД в лабораторних умовах представлена на рис. 3.1.

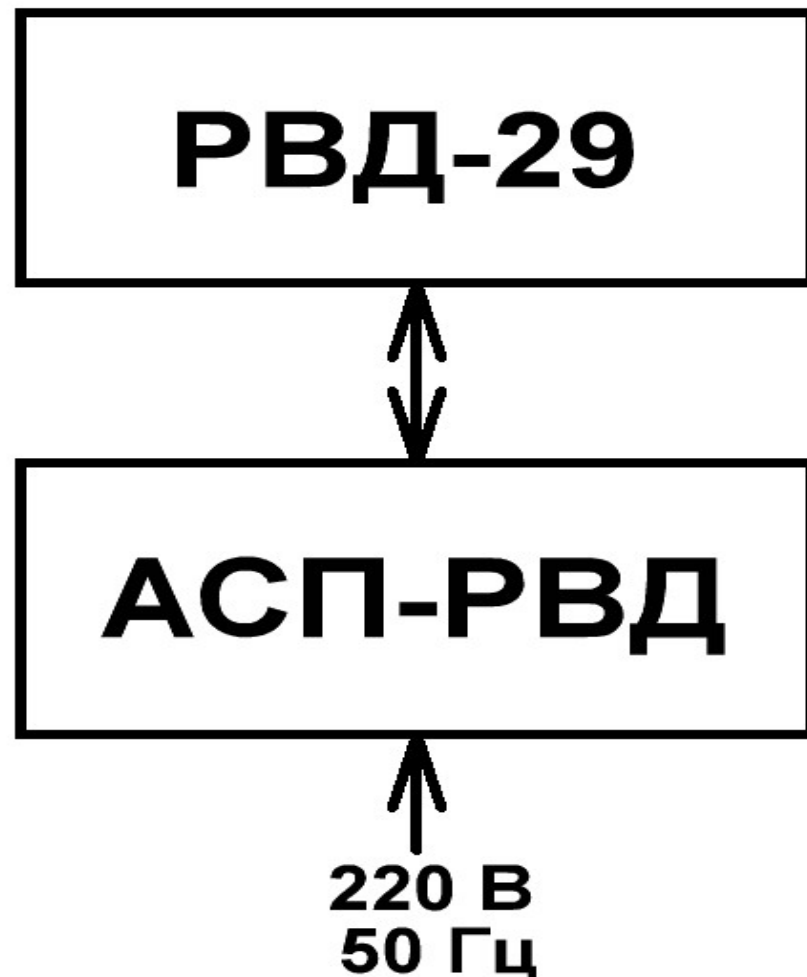


Рисунок 3.1– Структурне підключення пульта при перевірці працездатності РВД

3.2 Призначення пульта АСП РВД

Автоматизована система перевірки призначена для виконання діагностики системи регулятора повітрязабірника двигуна. Діагностика здійснюється в лабораторних умовах. Зовнішній вигляд пульта представлений на рис. 3.2.



Рисунок 3.2– Пульт перевірки ПП РВД

Прототипом є пульт ПНП-140 і ПП РВД.

Система імітує керуючі та інформаційні сигнали, що надходять в регулятор і реєструє сигнали, які формує РВД. Процедури діагностики полягає в установці заданої комбінації параметрів інформаційних і керуючих сигналів на входах регулятора, реєстрація параметрів сигналів, які сформовані регулятором і перевірка відповідності цих параметрів очікуваним. Система забезпечує імітацію сигналів датчика температури ДТ–211, датчика частоти обертання ДЧВ–2500, датчика положення ДП–111Е

і замкнутого контуру регулювання, сигналів управління подаються з борта об'єкта. Імітація здійснюється за основним та резервним каналу регулювання для лівого і правого каналу автоматичного регулятора повітрязбірника РВД-29 [8].

Реєстрація сигналів сформованих регулятором полягає у вимірюванні одне і двополярної напруги на виходах регулятора.

Управління процесом діагностики, прийняття рішень і формування звіту здійснюється вбудованим обчислювачем на основі процесора Pentium.

3.3 Параметри пульта

Параметри вбудованих імітаторів сигналів:

1. Імітатор датчика температури ДТ–211:

- модельований діапазон зміни температури від -40°C до 120°C ;
- модельований крок зміни температури 10°C ;
- похибка установки значення сигналу не більше $\pm 0,1$ Ом.

2. Імітатор датчика частоти обертання ДЧВ–2500:

- діапазон зміни значення сигналу від 1500 Гц до 3500 Гц;
- крок зміни значення сигналу 10 Гц;
- похибка установки значення сигналу не більше ± 5 Гц;
- амплітуда сигналу $(1 \pm 0,1)$ В.

3. Імітатор датчика положення ДП–111Е:

- модельований діапазон зміни кута від 0° до 60° ;
- крок зміни кута 1° ;

4. Параметри вбудованих вторинних джерел живлення:

- джерело 1 + 27В, 1А;
- джерело 2 + 27В, 1А;
- джерело 3 + 16В, 1А;
- джерело 4 + 12В, 1А;
- джерело 5 + 10В, 1А;

- джерело 6 +5В, 1А;
- джерело 7 –6В, 1А;
- джерело 8–10В, 1А;

5. Напруга живлення системи 220 В, 50 Гц.

3.4 Проведення діагностики АСП РВД

3.4.1 Підготовка до роботи

Пульт з'єднати з агрегатом РВД-29 дротами.

Підключити шнур живлення 220В до пульта.

При роботі в лабораторних умовах рекомендується використовувати зовнішню клавіатуру і зовнішній монітор. При роботі з зовнішньою клавіатурою підключити роз'єм клавіатури до гнізда «Зовнішня клавіатура» на передній панелі електронного блоку. При роботі з зовнішнім монітором підключити роз'єм монітора до роз'єму «Зовнішній монітор» на передній панелі електронного блоку [9].

3.4.2 Виконання діагностики

Для включення пульта необхідно встановити клавішу «Сеть» на задній панелі блоку в положення «ON». При цьому включається БП вбудованої ПЕОМ і починається процес завантаження програмного забезпечення. Процес завантаження може тривати до 2-х хвилин. У процесі завантаження включається вбудований монітор, на якому відображається службова інформація. Вбудований монітор, після автоматичної ініціалізації, і зовнішній монітор відображають однакову інформацію.

Завантаження програмного забезпечення завершилася нормально, коли на моніторі з'явилося повідомлення:

ПРОГРАММА ДИАГНОСТИКИ РВД-29

3.4.3 Ініціалізація процедури діагностики.

При появі на моніторі повідомлення

ПРОГРАММА ДИАГНОСТИКИ РВД-29

з клавіатури вводиться номер діагностується агрегату (цифрове значення). Значення, яке вводиться, відображається в полі «Введіть номер агрегата». Після набору номера натиснути клавішу «ВВОД».

Введіть ім'я файлу звіту:

З клавіатури вводиться послідовність цифр 123 ++++++. Тут перші три цифри ініціалізують файл звіту, а решта цифри «+++++++» позначають ім'я файлу звіту. У файлі звіту відображаються всі результати діагностики даного агрегату. Після введення імені файлу звіту натиснути клавішу «ВВОД».

Після введення імені файлу звіту програма переходить в меню «Установка начальных параметров»:

УСТАНОВКА НАЧАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ:

ТЕКУЩИЙ АГРЕГАТ: РВД-29

ТЕКУЩИЙ КАНАЛ: ПРАВЫЙ

1 – ВЫБРАТЬ ПРАВЫЙ КАНАЛ

2 – ВЫБРАТЬ ЛЕВЫЙ КАНАЛ

3 – ПРОВЕДЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ

4 – ВЫХОД

Для зміни поточних налаштувань необхідно:

- для установки правого канала - натиснути клавішу «1»;
- для установки лівого каналу - натиснути клавішу «2»;

При натисканні клавіш змінюється зміст відповідних полів.

Для виходу з меню натиснути клавішу «6».

3.4.4 Проведення автоматичної діагностики

Програма знаходиться в меню «Установка начальных параметров». Для переходу в меню «Проведение диагностики» натиснути клавішу «5».

Для входу в стан «ПРОВЕДЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ» натиснути клавішу «5». В ньому ви знайдете вид:

ПРОВЕДЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ

1 – ДИАГНОСТИКА: РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

2 – АВТОМАТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА

3 – ВЫХОД

Для переходу до процедури автоматична діагностика натиснути клавішу «2». Меню процедури «Автоматическая диагностика» має вигляд:

1 ДИАГНОСТИКА ОСНОВНОГО КАНАЛА

2 ДИАГНОСТИКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ

3 ПРОВЕРКА ЦЕЛОСНОСТИ ЦЕПЕЙ

4 ВЫХОД

Для діагностики основного каналу натиснути клавішу «1». При діагностиці основного каналу виконується перевірка програми регулювання положення панелі повітрязабірника від наведеної частоти обертання двигуна.

При $M > M_{\text{вкл}}$ встановлюються значення наведеної частоти і реєструється положення клина по основному каналу і резервного каналу регулювання. Якщо проводиться діагностика лівого каналу регулювання, то основним каналом є лівий канал, а резервним каналом – правий. Якщо проводиться діагностика правого каналу, то основним каналом є правий канал, а резервним каналом є лівий [9].

При $M < M_{\text{вкл}}$ реєструється положення панелі повітрязабірника по основному і резервному каналу. Панель повітрязабірника повинна бути на упорі.

Для діагностики системи контролю натиснути клавішу «2». При діагностиці агрегат переводиться в режим програмного управління.

Установкою наведеної частоти панель повітрязбірника встановлюється в середнє положення. Примусово положення панелі змінюється на 20% і контролюється спрацьовування вбудованої системи контролю.

Для перевірки цілісності ланцюгів ИДЧВ1, ИДЧВ2, обмотк 1 і обмоткі 2 ДТ–211 натиснути клавішу «3». Агрегат переводиться в режим програмного управління. Установкою наведеної частоти панель повітрязбірника встановлюється в середнє положення. При перевірці цілісності ланцюгів ИДЧВ1 і ИДЧВ2 положення панелі повітрязбірника не повинно суттєво змінитися. При перевірці цілісності ланцюгів обмотки 1 і обмотки 2 ДТ–211 панель повітрязбірника йде в положення на упор.

При виконанні автоматичної діагностики результати виконання процедур автоматично зберігаються в текстовому файлі звіту.

Для виходу з меню. «Автоматическая диагностика» натиснути клавішу «4». Відбувається повернення в меню «Проведение диагностики».

3.4.5 Проведення ручної діагностики

Програма знаходиться в меню «Проведение диагностики». Для переходу в меню «Диагностика. Ручное управление» натиснути клавішу «1». В ньому ви знайдете вид:

ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ РВД-29

ТЕКУЩИЙ КАНАЛ: ПРАВЫЙ

1 ИЗМЕНИТЬ ТЕКУЩИЙ КАНАЛ

2 УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ ИДЧВ1

3 УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ ИДЧВ2

4 УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ ИДЧВ1 И ИДЧВ2

5 ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

А <КН1> ВКЛЮЧИТЬ ПИТАНИЕ АГРЕГАТА

В <КН2> ВЫКЛЮЧИТЬ ПИТАНИЕ АГРЕГАТА

С <КН3> УПРАВЛЕНИЕ ИМИТАТОРОМ 1

D <КН4> УПРАВЛЕНИЕ ИМИТАТОРОМ 2 0 ЗАВЕРШЕНИЕ РУЧНОЙ ДИАГНОСТИКИ

При натисканні клавіші «2» здійснюється комутація сигналів, з'являється повідомлення виду:

НАИМЕНОВАНИЕ КОММУТАЦИЙ:

- 26 КОНТРОЛЬ ВОЗДУХОЗАБОРНИКОВ
- 27 КОРРЕКЦИЯ ПРОГРАММЫ ПО М>Мвкл
- 28 ОТКАЗ ГИДРОСИСТЕМЫ
- 29 ОБОРОТЫ МЕНЕЕ 55%
- 30 КОРРЕКЦИЯ К1
- 31 КОРРЕКЦИЯ К2
- 16 ОТКЛЮЧЕНИЕ КОРРЕКЦИИ К1
- 11 КОРРЕКЦИЯ ПО <М>
- 12 КОРРЕКЦИЯ К3
- 13 КОРРЕКЦИЯ К4
- 09 ЗАПРЕТ ИПЧВ1
- 10 ЗАПРЕТ ИПЧВ2
- 17 ОТКЛЮЧЕНИЕ САМОБЛОКИРОВКИ
- 38 КОНТРОЛЬ ОБМОТКИ 1 ДТ-211
- 39 КОНТРОЛЬ ОБМОТКИ 2 ДТ-211
- ВВЕДИТЕ НОМЕР КОММУТАЦИИ:

Для здійснення комутації необхідно за допомогою клавіатури набрати номер комутації, який відобразиться в поле «ВВЕДИТЕ НОМЕР КОММУТАЦИИ ____» і натиснути клавішу «ВВОД». Тут з'явиться повідомлення:

- 1 – ВКЛЮЧИТЬ КОММУТАЦИЮ,
- 2 – ВЫКЛЮЧИТЬ КОММУТАЦИЮ

При натисканні клавіші «1» включається оптореле і обрана комутація здійснюється. При натисканні клавіші «2» вимикається відповідне оптореле і обрана комутація розривається. Якщо до цього оптореле було вимкнено, то

виконання команди не призводить до зміни стану комутації. Після введення програма повертається в меню «Диагностика. Ручное управление».

При натисканні клавіші «3» відключаються всі раніше встановлені комутації по роз'єму Ш5.

При натисканні клавіші «4» здійснюється установка частоти імітатора частоти обертання ИДЧВ1. З'являється повідомлення виду:

ВВЕДИТЕ ЧАСТОТУ 0 – 2КГц
100 – 3КГц

Тут необхідно ввести значення від 0 до 100, при цьому частота встановлюється лінійно з кроком 10 Гц. Значення 0 відповідає частоті 2 кГц. Значення 100 відповідає частоті 3 кГц. Наприклад, при введенні значення 38 на виході ИДЧВ1 буде встановлена частота 2380 Гц.

За допомогою клавіатури ввести значення частоти. натиснути клавішу «ВВОД». Частота на виході ИДЧВ1 змінюється і відбувається повернення в меню.

Клавіші «5» і «6» здійснюють установку частоти ИДЧВ2 і установку частоти ИДЧВ1 і ИДЧВ2 спільно. Тут процедура установки аналогічна процедурі встановлення частоти ИДЧВ1.

При натисканні клавіші «7» здійснюється вимір напруги на сигнальних виходах роз'єму Ш5. З'являється повідомлення виду:

НАИМЕНОВАНИЕ КОМУТАЦИЙ:
27 ПЕРЕХОД НА РЕЗЕРВНЫЙ КАНАЛ
28 ВКЛЮЧЕНО РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
44 ПАНЕЛЬ НА СТОПОРЕ
01 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ВТОРИЧНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ
03 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ВТОРИЧНОГО
04 ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ
34 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ИСТОЧНИКА
35 ПИТАНИЯ ЭТАЛОННЫХ ДАТЧИКОВ
24 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ИК ВСП

- 05 ТОК УПРАВЛЕНИЯ АУ ОСНОВНОГО КАНАЛА
- 06 ТОК УПРАВЛЕНИЯ АУ РЕЗЕРВНОГО КАНАЛА
- 11 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ИЗМЕРИТЕЛЯ ПРИВЕДЕННОЙ ЧАСТОТЫ
- 20 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ИЗМЕРИТЕЛЯ УГЛА ПАНЕЛИ ОСНОВНОГО КАНАЛА
- 21 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ИЗМЕРИТЕЛЯ УГЛА ПАНЕЛИ РЕЗЕРВНОГО КАНАЛА
- 23 СМЕЩЕНИЕ ПРОГРАММЫ ОСНОВНОГО КАНАЛА
- 15 СУММАРНАЯ КОРРЕКЦИЯ
- 19 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ КОНТРОЛЬНОГО ФОРМИРОВАТЕЛЯ ПРОГРАММ
- 24 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ФОРМИРОВАТЕЛЯ ПРОГРАММЫ ПАНЕЛИ ОСНОВНОГО КАНАЛА

ВВЕДИТЕ НОМЕР КОММУТАЦИИ:

Тут вказується номер контакту роз'єму Ш5 і назва сигналу, яке відповідає даному контакту. Для вимірювання напруги на вибраного контакту необхідно з клавіатури ввести номер комутації і натиснути клавішу «ВВОД». На моніторі з'явиться значення напруги виміряного цифровим вольтметром на вибраного контакту. Напруга вимірюється відносно загального проводу.

Для повернення в меню необхідно натиснути клавішу «ВВОД». При цьому встановлена комутація цифрового вольтметра буде розірвана.

При натисканні клавіші «8» здійснюється установка комутації сигналів роз'єму Ш1. З'являється повідомлення виду:

ВВЕДИТЕ НОМЕР КОММУТАЦИИ:

Номер комутації відповідає номеру контакту Ш1 на який подається сигнал +27.

З клавіатури набирається номер контакту. Набір завершується натисканням клавіші «ВВОД». Далі з'являється повідомлення виду:

- 1 – ВКЛЮЧИТЬ КОММУТАЦИЮ,
- 2– ВЫКЛЮЧИТЬ КОММУТАЦИЮ

Для установки комутації необхідно натиснути клавішу «1». Якщо комутацію треба відключити, то необхідно натиснути клавішу «2». Якщо комутація не був встановлений, то при натисканні клавіші «2» стан комутації не зміниться.

Після натискання клавіш «1» або «2» відбувається повернення в меню.

При натисканні клавіші «9» здійснюється установка комутації сигналів в роз'ємі Ш2. Процедура установки аналогічна процедурі установки комутації сигналів роз'єму Ш1.

При натисканні клавіші «А», вмикається живлення агрегату РВД–29 одночасно по основному і резервному каналу.

При натисканні клавіші «В» здійснюється відключення живлення по основному і резервному каналу агрегату РВД–29.

При роботі з вбудованою клавіатурою замість клавіш «А» і «В» необхідно натискати клавіші «Кн1» і «КН2» відповідно.

При натисканні клавіші «С» («Кн3») відбувається перехід в меню «Управление имитатором 1» Під імітатором 1 маються на увазі імітатори лівого каналу. Меню має вигляд:

РАБОТА С ИМИТАТОРОМ 1

- 1 УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ ИДТ1
- 2 УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ ИДТ2
- 3 ВКЛЮЧЕНИЕ КОММУТАЦИИ
- 4 ВЫКЛЮЧЕНИЕ КОММУТАЦИИ
- 5 УСТАНОВКА ПОЛОЖЕНИЯ КЛИНА
- 6 УСТАНОВКА ПОЛОЖЕНИЯ ИДП
- 7 ПЕРЕХОД В АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ
- 8 СЧИТАТЬ ТЕКУЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПАНЕЛИ
- 9 ВЫХОД

При натисканні клавіші «1» здійснюється процедура установки температури ИДТ1. Тут з'являється повідомлення:

ВВЕДИТЕ ТЕМПЕРАТУРУ ИДТ1

Температура задається числом від 0 до 16. Температура встановлюється з кроком 10°C. Значенням 0 відповідає температура 40°C, а значенням 16 відповідає температура +120°C.

Значення температури набирається з клавіатури. Набір завершується натисканням клавіші «ВВОД». Після установки температури програма повертається в меню.

При натисканні клавіші «2» здійснюється процедура установки температури ИДТ2. Процедура аналогічна установці температури ИДТ1.

При натисканні клавіші «5» здійснюється установка положення клина, що імітує роботу ручного управління ИПК. Виникає повідомлення:

ВВЕДИТЕ ПОЛОЖЕНИЕ КЛИНА:

Положення клина задається цілим числом від 0 до 100. Набрати за допомогою клавіатури число і натиснути клавішу «ВВОД». Після установки положення клина програма повертається в меню.

При натисканні клавіші «6» здійснюється перехід імітатора роботи замкнутого контуру в ручний режим і управління імітатором датчика положення для установки заданого положення панелі. Виникає повідомлення:

ВВЕДИТЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПАНЕЛИ:

Положення панелі задається цілим числом від 0 до 100. Набрати за допомогою клавіатури число і натиснути клавішу «ВВОД». Після установки положення панелі програма повертається в меню.

При натисканні клавіші «7» здійснюється перехід імітатора роботи замкнутого контуру в автоматичний режим. Виникає повідомлення:

ВВЕДИТЕ 0 – ОСНОВНОЙ КАНАЛ 1 – РЕЗЕРВНЫЙ

При введенні числа 0 імітатор перейде в автоматичний режим по основному каналу. При введенні числа 1 - імітатор перейде в автоматичний

режим з резервного каналу. Введення числа здійснюється набором з клавіатури і натисканням клавіші «ВВОД». Після установки режиму програма повертається в меню.

При натисканні клавіші «8» на монітор виводиться значення положення панелі, яке виходить при роботі в автоматичному режимі за основним або резервного каналу регулювання. Для повернення в основне меню необхідно натиснути клавішу «ВВОД».

Кнопка «7» визначає поточний канал імітатора датчика положення. Якщо в автоматичному режимі знаходиться основний канал регулювання, то установка положення панелі (клавіша «6») відбувається для основного каналу. Якщо в автоматичному режимі знаходиться резервний канал регулювання, то установка положення панелі (клавіша «6») відбувається для резервного каналу.

4 МОДЕЛЬ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЮВАНИХ СИСТЕМ АВІОНИКИ

4.1 Модель процесу відновлення типових елементів заміни в системі

Життєвий цикл відновлюваних виробів є послідовністю інтервалів працездатності і відновлення, що чергується. На схемі життєвого циклу (рис. 4.1) стрільця, направлена вниз, відповідає переходу в непрацездатний стан унаслідок відмови; стрілка, направлена вгору, означає відновлення працездатного стану виробу [10].

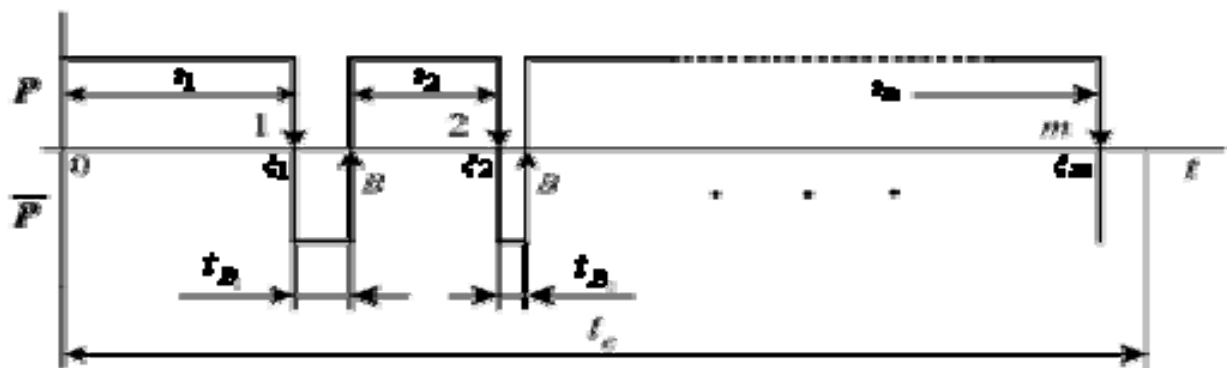


Рисунок 4.1– Життєвий цикл відновлюваних виробів

Для більшої визначеності припустимо, що у складі ФС є М типових елементів заміни, в загальному випадку об'єднаних в N груп по n елементів в кожній групі.

Опишемо процес відновлення працездатного стану ФС при наступних допущеннях:

1. ТЕЗ починає свою роботу у момент часу $t=0$.
2. Напрацювання елементу до i -го відмови t_i є випадковою величиною з дифузійною немонотонною функцією розподілу вигляду [12]:

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t - \mu}{v\sqrt{\mu t}}\right) + \exp\left(\frac{2}{v^2}\right) \cdot \Phi\left(-\frac{t + \mu}{v\sqrt{\mu t}}\right), \quad (4.1)$$

3. При появі відмови працездатність ФС відновлюється шляхом заміни модуля, що відмовив, новим працездатним елементом заміни з складу запасного комплекту; таким чином, відновлення забезпечує початковий рівень надійності.

4. Заміна елементу, що відмовив, виконується відразу після закінчення польоту.

5. Тривалість відновлення t_{bi} працездатного стану системи незрівнянно менше періоду її роботи до наступної відмови, тобто $t_{bi} \ll t_i$ (можна вважати, що елемент, що відмовив, замінюється працездатним елементом миттєво).

6. Процеси відновлення працездатного стану незалежні.

7. Відомі середнє значення t_{oi} і коефіцієнт варіації v_{oi} напрацювання повністю.

Як випливає з рис. 3.1, поява відмов в моменти часу $\xi_1 = t_1$, $\xi_2 = t_1 + t_2, \dots$, $\xi_m = t_1 + t_2 + \dots + t_m$ створює потік відмов на осі напрацювання. Моменти появи відмов є випадковими величинами, розподіленими з густиною, описуваною виразом.

Точно також випадковим є і число відмов m ТЕЗ в інтервалі $(0, t)$. Тому отриманню розрахункових співвідношень для оцінки показників надійності функціональної системи як відновлюваного об'єкту передують отримання аналітичної моделі для розподілу числа відмов m окремого елемента з складу цієї системи. Зробимо це таким чином [14].

Припустимо η_t - випадкова величина, рівна числу відмов, що відбулися за час t . Знайдемо розподіл η_t . Для цього скористаємося співвідношенням між числом відмов η_t в інтервалі $(0 \dots t)$ і випадковою величиною ξ_m - тривалістю до m -го відмови (рис. 3.1), яке сформулюємо так:

$$\eta_t < m \text{ тоді і тільки тоді, коли } t < \xi_m.$$

Це співвідношення запишемо в символах вірогідності:

$\text{Вер}\{t < \xi_m\} = \text{Вер}\{\eta_t < m\} = F(m)$ - за визначенням [2].

Очевидно, що поява m відмов є складна подія, що складається з ряду простих подій:

- перша відмова - у момент часу ξ_1 ;
- друга відмова - у момент часу ξ_2 ;
-
- відмова з номером m - у момент часу ξ_m .

Згідно теореми множення вірогідності [2], вірогідність появи складної події рівна твору вірогідності появи простих подій (появи відмов з номерами 1, 2, ..., m), тобто

$$F_i(m) = F_1(t)F_2(t)\dots F_m(t) = \prod_{j=1}^m F_j(t), \quad j \in \overline{1, m}.$$

Оскільки після відмови елементу його надійнісні властивості відновлюються до початкового рівня, то в результаті заміни або ремонту розподіл напрацювання елементу повністю зберігається, отже

$$F_1(t) = F_2(t) = \dots = F_m(t).$$

Тоді, $F_i(m) = \prod_{j=1}^m F_j(t) = F_i^m(t),$

тобто $F_i^m(t)$ є m - кратна згортка початкового розподілу напрацювання ТЕЗ повністю $F(t)$:

$$F_i(m) = F_i^m(t) = \Phi\left(\frac{t - mt_{oi}}{\nu_{oi}\sqrt{t \cdot t_{oi}}}\right) + \exp\left(\frac{2m}{\nu_{oi}^2}\right)\Phi\left(-\frac{t + mt_{oi}}{\nu_{oi}\sqrt{t \cdot t_{oi}}}\right), \quad (4.2)$$

Як випливає з (3.2), математичне очікування напрацювання до появи відмови з номером m і дисперсія часу до m -ї відмови рівні

$$M[\xi_m] = m t_{oi} \quad \text{і} \quad D[\xi_m] = m v_{oi}^2 t_{oi}^2$$

відповідно.

Вираз для розподілу вірогідності появи числа відмов можна записати в безрозмірному вигляді

$$F_i(m) = \Phi\left(\frac{X_i - m}{v_{oi} \sqrt{X_i}}\right) + \exp\left(\frac{2m}{v_{oi}^2}\right) \Phi\left(-\frac{X_i + m}{v_{oi} \sqrt{X_i}}\right), \quad (4.3)$$

де $X_i = \frac{t}{t_{oi}}$ - приведене напрацювання елемента повністю.

З виразу (3.3) виходить, що математичне очікування числа відмов за напрацювання t $M[m] = X_i$, а дисперсія числа відмов за напрацювання

$$t \quad D[m] = v_{oi}^2 X_i^2.$$

Оскільки число відмов m модуля (швидкоз'ємного блоку) протягом життєвого циклу системи є ціле число, то функція розподілу $F(m)$ є розривною ступінчастою функцією. Графік функції розподілу числа відмов для деякого напрацювання t і параметрів розподілу t_m і v_m приведений на рис. 3.2. Він є неубуваючою функцією, значення якої починається від 0 і доходить скачками до 1, причому в точках розриву, відповідним числу відмов m , функція $F(m)$ приймає значення, відмічені на рис. 4.2 крапками (функція безперервна зліва).

На основі даної графічної інтерпретації функції розподілу числа відмов можна визначити її значення для будь-якого m по очевидній залежності:

$$F(m) = \text{Вер}\{\eta_t < m\} = \sum_{m_i < m} \text{Вер}\{\eta_t = m_i\}.$$

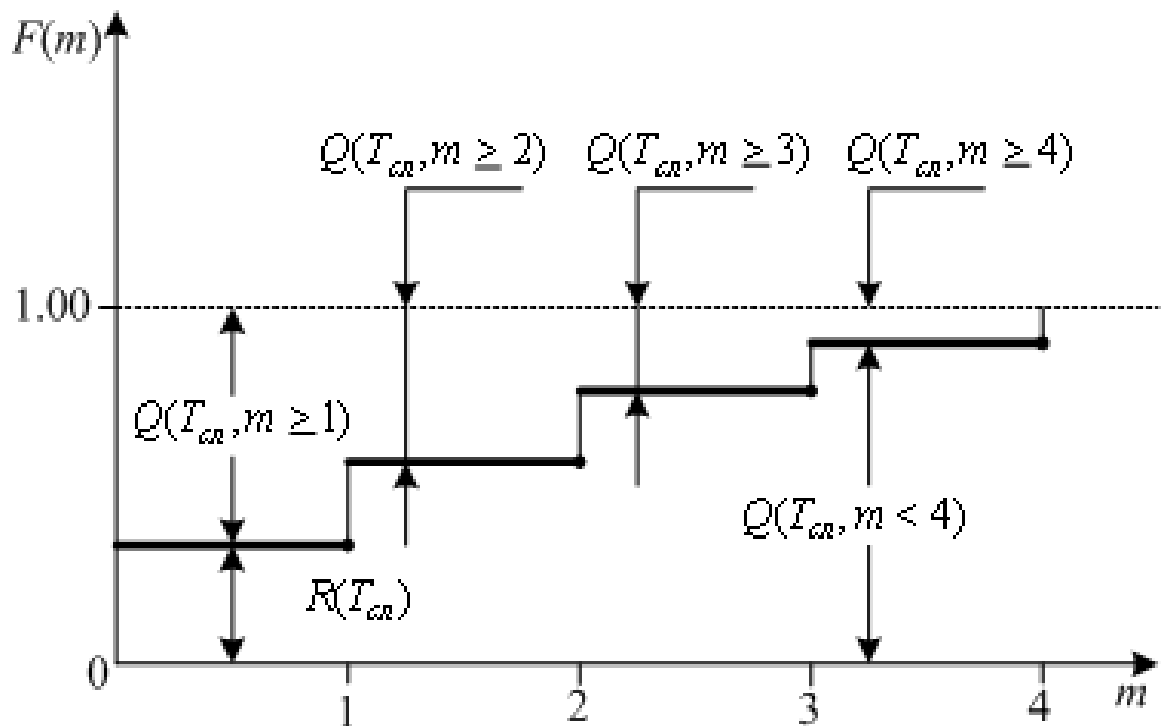


Рисунок 4.2– Функція розподілу числа відмов елементу $F(m)$

У цьому виразі нерівність $m_i < m$ під знаком суми указує на те, що підсумовування розповсюджується на всі ті значення m_i , які менше m ; запис є вірогідність появи рівно m_i відмов. Значення цієї вероятності рівне величині стрибка ступінчастої функції $F(m)$ [14]. Так, вірогідність появи рівно однієї відмови за напрацювання T_{cl} визначається, як це витікає з рис. 4.2, виразом

$$Вер\{\eta_i = 1\} = Q(t, m \geq 1) - Q(t, m \geq 2) = Q(1) - Q(2);$$

вірогідність появи рівно двох відмов є

$$Вер\{\eta_i = 2\} = Q(t, m \geq 2) - Q(t, m \geq 3) = Q(2) - Q(3) \text{ і т.д.}$$

Значення функції розподілу числа відмов $F(m)$ при $m < 1$ для різних ділительностей t експлуатації системи є ні що інше як вірогідність безвідмовної роботи даної системи при напрацюваннях t : $R(t) = F(m < 1, t)$.

На основі даної моделі процесу відновлення $F(m)$ одержимо аналітичні залежностей для розрахунку показників безвідмовності відновлюваних функціональних систем ВС [13].

4.2 Висновок розрахункових залежностей для оцінки безвідмовності відновлюваних систем

Показниками безвідмовності відновлюваних виробів є наступні приведені на рис. 4.1 характеристики.

1. Середнє число відмов за напрацювання t , визначуване як математичне очікування числа відмов відновлюваного виробу за напрацювання t і позначається $M[m(t)]$.

Моменти появи відмов на осі часу є випадковими величинами, вони утворюють потік випадкових подій - відмов, у зв'язку з чим $M[m(t)]$ називають також провідною функцією потоку відмов [14].

Відповідно моменти переходу в працездатний стан утворюють випадковий потік відновлень, близький по своїх характеристикам до потоку відмов. Тому середнє число відмов виробу за напрацювання t називають також функцією відновлення $\Omega(t) = M[m(t)]$.

Загальні вирази і взаємозалежності для цих показників безвідмовності є в ДСТУ-2860-94. У вірогідність-фізичному методі розрахунку надійності ці вирази конкретизуються на основі DN-моделі відмов таким чином.

Функція відновлення модуля (математичне очікування числа відмов за напрацювання t) $\Omega(t) = M[m(t)]$ визначиться, згідно [3], як сума творів всіх можливих значень випадкової величини (числа відмов елементів) на вірогідності цих значень, тобто

$$M[m(t)] = \Omega(t) = \sum_{m=1}^{\infty} m \cdot \text{Вер}\{m\} \quad (4.4)$$

де $Ver\{m\}$ - вірогідність появи рівно m відмов.

Тоді, розкриваючи суму (4.3) з урахуванням пояснень до рис. 4.2, запишемо:

$$\begin{aligned}\Omega(t) &= M[m(t)] = 1 \cdot [Q(1) - Q(2)] + 2 \cdot [Q(2) - Q(3)] + 3 \cdot [Q(3) - Q(4)] + \dots = \\ &= Q(1) - Q(2) + 2Q(2) - 2Q(3) + 3Q(3) - 3Q(4) + \dots = Q(1) + Q(2) + Q(3) + \dots = \\ &= \sum_{m=1}^{\infty} Q(m) = \sum_{m=1}^{\infty} F(m) .\end{aligned}$$

Підставивши під знак суми залежність $F(m)$ (4.2), одержимо остаточний вираз для математичного очікування числа відмов елементу i -го типу за напрацювання t :

$$\Omega_{oi}(t) = \sum_{m=1}^{\infty} \left[\Phi \left(\frac{t - mt_{oi}}{v_{oi} \sqrt{t \cdot t_{oi}}} \right) + \exp \left(\frac{2m}{v_{oi}^2} \right) \Phi \left(- \frac{t + mt_{oi}}{v_{oi} \sqrt{t \cdot t_{oi}}} \right) \right] .$$

Для приведенного напрацювання повністю X маємо:

$$\Omega_{oi}(X) = \sum_{m=1}^{\infty} \left[\Phi \left(\frac{X_i - m}{v_{oi} \sqrt{X_i}} \right) + \exp \left(\frac{2m}{v_{oi}^2} \right) \Phi \left(- \frac{X_i + m}{v_{oi} \sqrt{X_i}} \right) \right] , \quad (4.5)$$

Введення безрозмірного напрацювання X дозволяє представити залежність (4.5) таблицями $\Omega(X, v)$ для практично значущих діапазонів зміни аргументів X і v , які є в нормативній і довідковій літературі[14].

Якщо у складі системи є n_i елементів i -го типу, то потік їх відмов зросте в n_i раз, тому математичне очікування числа відмов всіх елементів i -го типу складе:

$$\Omega_{\Sigma i}(X_i) = n_i \sum_{m=1}^{\infty} \left[\Phi \left(\frac{X_i - m}{v_{oi} \sqrt{X_i}} \right) + \exp \left(\frac{2m}{v_{oi}^2} \right) \Phi \left(- \frac{X_i + m}{v_{oi} \sqrt{X_i}} \right) \right]$$

Припустивши, що відмови модулів різних типів взаємно незалежні, запишемо вираз для математичного очікування числа відмов системи авіоніки за напрацювання t , підсумувавши потоки відмов по всіх N типах елементів в її складі:

$$\Omega_c(X_c) = \sum_{i=1}^N n_i \sum_{m=1}^{\infty} \left[\Phi\left(\frac{X_i - m}{v_{oi} \sqrt{X_i}}\right) + \exp\left(\frac{2m}{v_{oi}^2}\right) \Phi\left(-\frac{X_i + m}{v_{oi} \sqrt{X_i}}\right) \right], \quad (4.6)$$

де X_c – приведені значення напрацювання системи повністю.

Залежність (4.6) дозволяє розрахувати значення функції відновлення системи авіоніки через параметри t_{oi} і v_{oi} елементів, що входять в її склад.

Абсолютно очевидно, що описана тут модель процесу відновлення і одержана на її основі залежність (4.5) можуть бути застосовані для розрахунку середнього числа відмов для будь-якого рівня елементів, що становлять систему [10].

Залежність функції відновлення від напрацювання приведена на рис. 4.3.

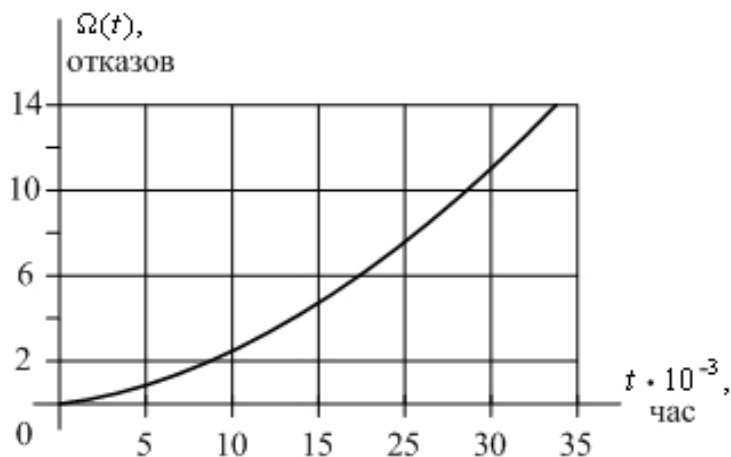


Рисунок 4.3 – Залежність $\Omega(t)$

Аналітична форма функції відновлення дозволяє визначити важливий експлуатаційний показник безвідмовності ТЕЗ - параметр потоку відмов $\Omega(t)$.

Параметр потоку відмов $\omega(t)$ визначається як межа відношення математичного очікування числа відмов відновлюваного виробу за достатньо мале його напрацювання до значення цього напрацювання[14]. Іншими словами, параметр потоку відмов є похідна по напрацюванню від провідної функції потоку відмов:

$$\omega_{mэз}(t) = \frac{d}{dt} [\Omega_{mэз}(t)].$$

Висновок остаточної аналітичної залежності для розрахунку значень параметра потоку відмов ТЕЗ через характеристики t_{oi} і v_{oi} вхідних в його склад елементів зроблений в роботі і має вигляд:

$$\omega_{mэз}(t) = \sum_{i=1}^N n_i \sum_{m=1}^{\infty} \frac{m \sqrt{t_{oi}}}{v_{oi} t \sqrt{2\pi t}} \exp \left[-\frac{(t - m \cdot t_{oi})^2}{2 v_{oi}^2 t_{oi} t} \right], \quad (4.7)$$

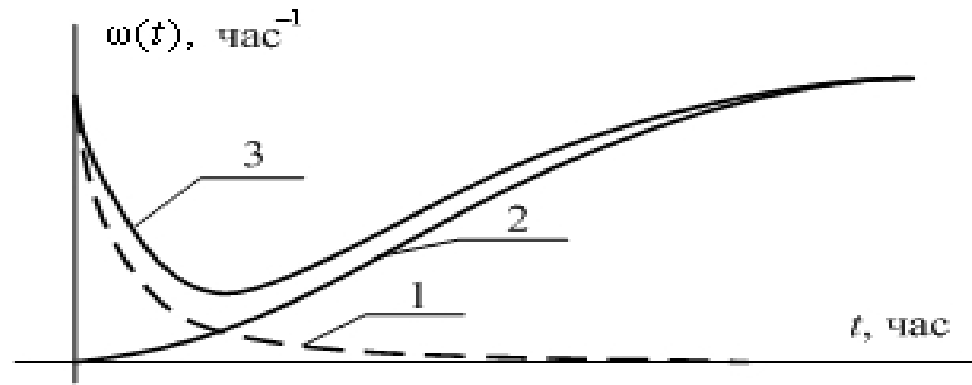
де N - число різних типонаміналів у складі ТЕЗ;

n_i - число елементів i -го типу.

Параметр потоку відмов функціональної системи, до складу якої входить M різних ТЕЗ, визначиться залежністю

$$\omega_C(t) = \sum_{j=1}^M \omega_j(t).$$

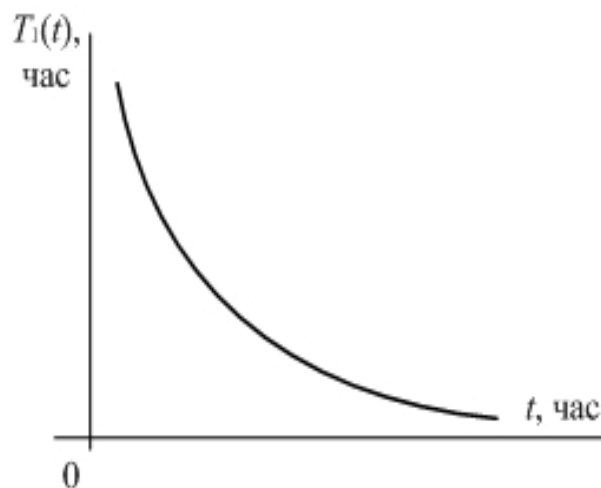
Графік залежності параметра потоку відмов від напрацювання приведений на рис. 4.4 [14].

Рисунок 4.4 – Залежність $\omega(t)$

Середнє напруцювання на відмову $T_1(t)$ є функцією тривалості експлуатації і визначається залежністю

$$T_1(t) = \frac{1}{\omega(t)}, \quad (4.8)$$

вид якої приведений на рис. 4.5.

Рисунок 4.5 – Залежність $T_1(t)$

Залежність (4.7) справедлива не тільки для сталого потоку відновлень, але і, з допустимою для інженерної практики точністю, може застосовуватися у всьому практичному діапазоні напруцювань виробів. Це підтверджується розрахунками показників безвідмовності відновлюваних систем вірогідність-

фізичним методом. У зв'язку з тим, що параметр потоку відмов зростає до напрацювання $t=(2...3)T_o$, напрацювання на відмову $T_1(t)$ весь цей час, в процесі експлуатації ФС ВС, зменшується [14].

Оцінку середнього напрацювання ТЕЗ на відмову можна знайти по формулі:

$$T_1(t) = \frac{t_2 - t_1}{\Omega(t_2) - \Omega(t_1)},$$

де функції $\Omega(t_2)$ і $\Omega(t_1)$ визначають по залежності (4.7).

Аргумент $t=0,5(t_1+t_2)$, т.е. рівний середині інтервалу $\Delta t=t_2-t_1$; тривалість розрахункового інтервалу Δt (інтервалу квантування) рекомендується призначати не більш 500 годин [6].

Показники безвідмовності відновлюваних систем ВС є початковими даними для визначення оптимальних термінів профілактик і замін, а також для обґрунтування параметрів технічного обслуговування - періодичності і тривалості, забезпечуючих задане значення коефіцієнта готовності ВС до вильоту.

У відмінності від постійної інтенсивності відмов λ в експоненціальній моделі, зростаючий характер функцій безвідмовності на основі DN-розподілу дозволяє виробляти аналітичний розрахунок довговічності функціональних систем: середнього терміну служби, науково обґрунтовані ресурси до середнього і капітального ремонтів устаткування і виключає існуючу розбіжність між теорією і практикою формування програм ТОїР [14, 15].

На основі будь-якої з трьох одержаних тут функцій безвідмовності відновлюваних систем авіоніки - $\Omega(t)$, $\omega(t)$ або $T_1(t)$ - може бути заданий критерій граничного стану системи: $\Omega_{дон}$, $\omega_{дон}$ або $T_1^{\min}$, відповідно до якого оцінюється кількісний показник довговічності системи авіоніки - середній термін служби $T_{сл}$. Даний показник довговічності є важливим параметром при розрахунку кількості запасних блоків авіоніки (обмінного фонду),

оскільки визначає закінчення періоду використання запасного комплекту [13].

1. Одержана аналітична модель надійності відновлюваних систем авіоніки і на її основі зроблений висновок розрахункових залежностей для оцінки показників безвідмовності: середнього числа відмов за напрацювання $t - M[m(t)] = W(t)$, параметра потоку відмов – $W(t)$ і середнього напрацювання на відмову $T_1(t)$, що є функціями тривалості експлуатації. При вірогідність-фізичному підході всі ці показники на відмову від експоненціальної моделі строго вірогідності відмов є функціями часу напрацювання.

2. Будь-який з цих показників може бути вибраний як критерій, що визначає тривалість життєвого циклу відновлюваної системи – критерію граничного стану: Ω_{don} , ω_{don} або $T_1^{\min}$.

3. Можливість адекватної оцінки очікуваного числа відмов протягом прогнозованого терміну служби системи є реальною передумовою отримання об'єктивної методики розрахунку кількісного складу запасних блоків авіоніки [12].

5 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ НАДІЙНОСТІ

5.1 Схеми контролю за допомогою пультів ПНП-140 і ПП-РВД

Обслуговування регулятора повітрязабірника двигуна, в лабораторних умовах, здійснюється за допомогою пультів ПНП-140 і ПП РВД.

5.1.1 Пульт ПНП-140

Пульт наземної перевірки ПНП-140 відноситься до контрольно-перевірочної апаратури і призначений для пошуку і локалізації несправностей до конструктивно-змінного блоку і підрегулювання при заміні блоку регулятора повітрязабірника двигуна РВД-29 на об'єкті.

Принцип роботи пульта при його автономному використуванні заснований на неавтоматичному контролі основних параметрів регулятора, за допомогою ланцюгів комутації і сигнальних ламп пульта.

Схема електрична принципова пульта ПНП-140 представлена на рис. 5.1.

Для здійснення пошуку і локалізації несправностей до конструктивно-змінного блоку і підрегулювання регулятора після заміни блоку, в пульті передбачені схеми вимірювання сигналів з регулятора і схеми формування необхідних сигналів для подачі їх в регулятор.

Струми управління панелі основного і резервного каналів поступають в схему вимірювання струмів управління. Вихідні напруги з вимірників приведеної частоти обертання, і з вимірників кутів положення панелі поступають в схему вимірювання вихідних напруг вимірників. Напруга на обмотках стопорних клапанів агрегату управління, напруги вторинних джерел живлення поступають в схеми вимірювання дискретних сигналів.

Сигнали з схем вимірювання струмів управління, вихідних напруг вимірників і дискретних сигналів через комутуючі пристрої і схему «АБО»

поступають на вимірювальний прилад ИП1. Комутуючі пристрій і схема «АБО» дозволяють виробляти вимірювання по черзі будь-якого сигналу.

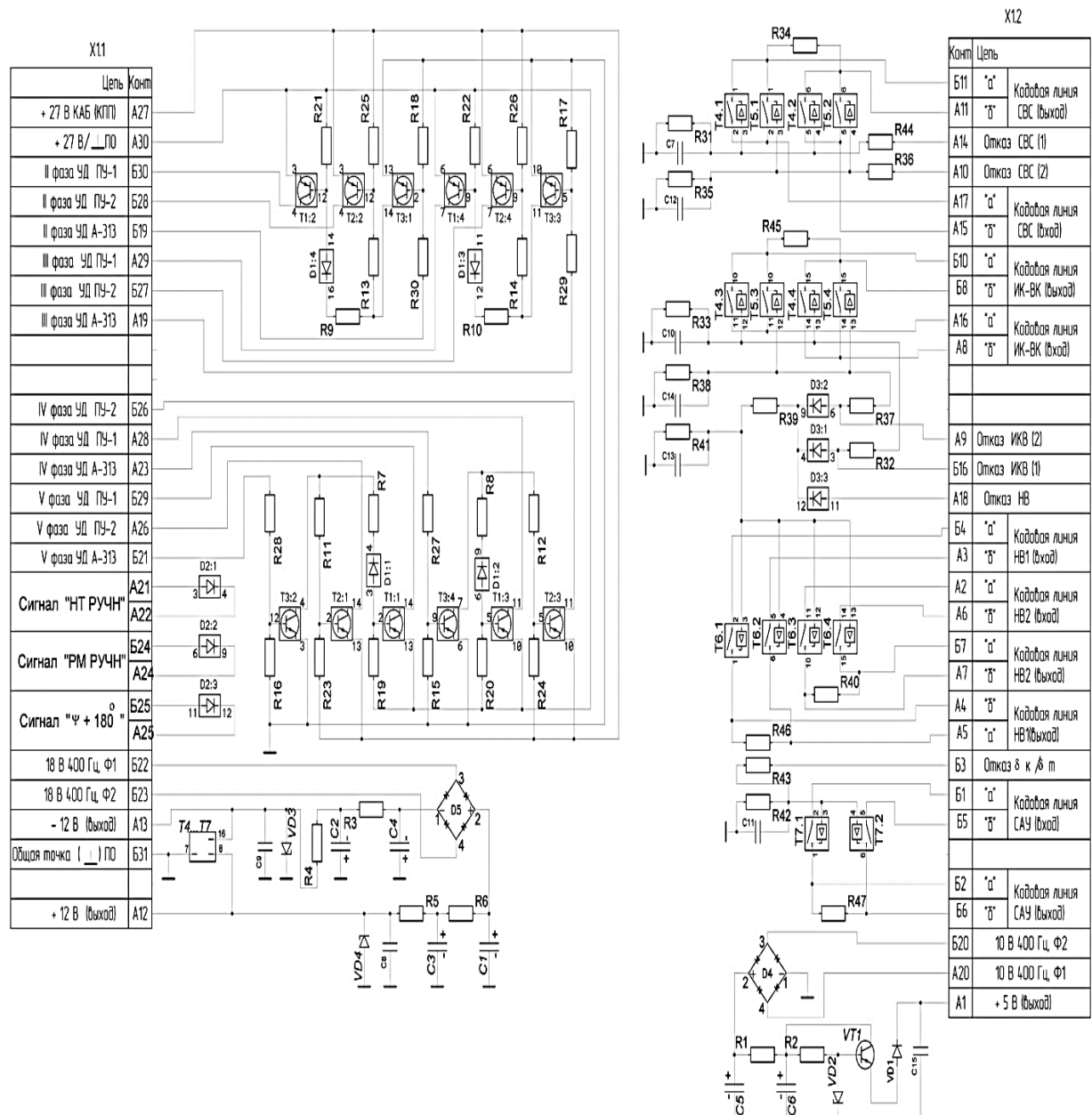


Рисунок 5.1 – Схема електрична принципова пульта ПНП-140

Для імітації сигналу частоти обертання виробу в пульті є генератор частоти. Для вимірювання частоти сигналу з генератора частоти і частоти вихідних сигналів каскадів вимірників положення панелі, в пульті є вимірники частоти.

Порівнюючий пристрій і вимірювальний прилад призначені для перевірки заданих точок програми управління панелі методом порівняння

сигналів із датчиків програми і вихідних сигналів вимірників приведеної частоти обертання в регуляторі.

Схема формування дискретних сигналів за допомогою комутуючих пристроїв, служить для подачі в регулятор дискретних сигналів, що імітують сигнали з об'єкту. Схема локалізації несправного блоку дозволяє визначати несправні блоки методом вимірювання вихідних сигналів, шунтування чутливих елементів датчиків температури.

Згідно зі специфікацією радіоелементів в пульті знаходяться операційні підсилювачі 140УД6 (3 шт.), транзисторні збірки на основі 168 КТ2 (2 шт.) і 261НТ (4 шт.), діодні збірки 2ТС525 (4 шт.), діодний міст 906А (4 шт.), діоди 2Д237В (8 шт.), транзистори 2Т827А (4 шт.), резистори типу ОМЛТ (168 шт.), керамічні конденсатори КМ-5 (6 шт.), електролітичні конденсатори типу К 52-5 (12 шт.), реле РЕС-49 (24 шт.), галетні перемикачі (5 шт.), вимикачі типу ПНГ-15К (32 шт.), лампочки типу СМ (12 шт.).

5.1.2 Пульт ПП-РВД.

Пульт перевірки РВД-29 призначений для імітації сигналів з борту об'єкта.

Схема електрична принципова пульта ПП-РВД представлена на рис. 5.2.

Пульт ПП РВД дозволяє імітувати включення живлення системи, правого і лівого каналів, дозволяє примусово переключати режим роботи повітрязбірників двигуна. За допомогою вимикачів встановлюється початковий режим роботи повітрязбірника двигуна. Вимикачі імітують повний випуск або повне прибирання клина повітрязбірника. За допомогою інших вимикачів імітуються разові команди.

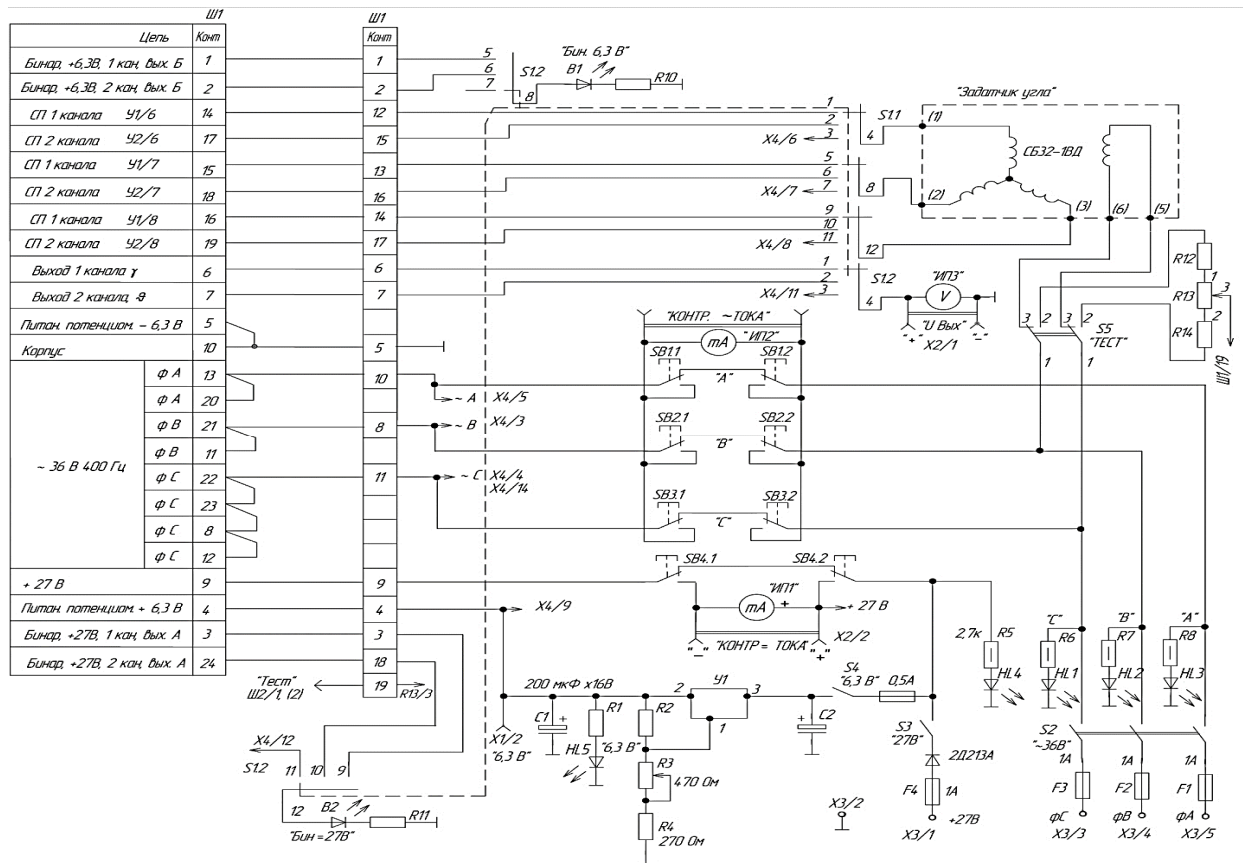


Рисунок 5.2 – Схема електрична принципова пульта ПП-РВД

Згідно зі специфікацією радіоелементів в пульті знаходяться галетні перемикачі (2 шт.), вимикачі типу ПНГ-15К (23 шт.), вимикачі типу МП-1В (4 шт.), лампочки типу СМ (10 шт.), автомати захисту АЗС-15 (2 шт.) і АЗР-25, контактор ТКД51ОДЛ.

5.2 Розрахунок безвідмовності пультів ПНП-140 і ПП-РВД

Для оцінки надійності приладу визначені одиничні показники надійності її компонентів, логічна схема яких із точки зору розрахунку надійності є послідовним з'єднанням елементів у систему. При цьому передбачається, що відмови елементів незалежні. Розрахунок зроблений з урахуванням умов експлуатації:

- температура навколишнього середовища до 25 °С;
- відносна вологість повітря до 80 %.

Вважаємо, що всі елементи системи працюють від моменту вмикання, а відмова будь-якого елемента приводить до відмови всієї системи. Тоді з точки зору розрахунку надійності система може бути подана як сукупність послідовно з'єднаних елементів.

Розрахунок показників безвідмовності проводиться ймовірностно-фізичним методом за методикою, яка приведена в ДСТУ 2992-95 “Вироби електронної техніки. Методи розрахунку надійності”.

Вхідними даними для розрахунку надійності є значення інтенсивності відмов $\lambda(t)$ елементів виробів. У число факторів, що найчастіше є причиною виходу з ладу електронного устаткування, входять: EOS (електричні перевантаження), ESD (електростатичний розряд), ЕМІ (електромагнітні перешкоди) і тепловий удар. Механізми відмовлень різних типів компонентів відрізняються один від одного, тому корисно знати їхні загальні причини.

Імовірність безвідмовної роботи:

$$P(t) = \prod_{i=1}^N n_i P_i(t), \quad (5.1)$$

де N – кількість типів елементів, що входять до складу схеми;

n_i – кількість елементів i -го типу;

$P_i(t)$ – імовірність безвідмовної роботи елементів схеми при наробітку t .

Імовірність безвідмовної роботи i -го елемента визначається за формулою:

$$P_i(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda_i dt \right], \quad (5.2)$$

де $\lambda_i(t)$ – інтенсивність відмов i -го елемента.

При експоненціальному законі розподілу наробітку до відмови $\lambda_i(t) = \lambda_i = \text{const}$.

Тоді середній наробіток до відмови T_0 електричної схеми системи визначається за формулою:

$$T_0 = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}. \quad (5.3)$$

5.2.1 Розрахунок часу наробітку на відмову

Довідкові характеристики елементів вносимо у таблицю 5.1 – ймовірісно-фізичний „портрет“ системи, в якому враховуються:

– одномодальний характер залежності інтенсивності відмов $\lambda_i(t)$ елементів від наробки; в зв'язку з цим в довідникових даних вказується не тільки значення $\lambda_{c,i}$, але й довготривалість випробування $t_{ucn,i}$, при якій дане значення $\lambda_{c,i}$ отримано;

– розсіяння нароботку одного з елементів до відмові відносно середнього значення t_o за допомогою коефіцієнта варіації напрацювання до відмов.

Залежності коефіцієнтів варіації ресурсу елементів V_{oi} від температурних навантажень приведені в довідковій літературі [14].

Підрахуємо інтенсивність відмов:

$$\Lambda_c = \sum_{i=1}^n \lambda_{pi} n_i, \quad (5.4)$$

де λ_{pi} – інтенсивність відмов i -го елемента, 1/год;

n_i – число елементів для i -ї конструкції.

Таблиця 5.1 – Інтенсивність відмов для різних радіоелементів

	Назва типономінала	n_i	$\lambda_o^e \cdot 10^6$ год ⁻¹	$t_{випр} \cdot 10^{-3}$ год	$K_{н.ел}^a$	$A_{m.i}$	v_{oi}
1.	Діодні збірки	8	0,016	30	0,467	0,95	0,83
2.	Діоди	4	0,017	30	0,559	1,05	0,83
3.	ІМ DA	9	0,024	40	0,594	1,20	0,06
4.	Тумблери	58	0,017	30	0,766	1,20	0,83
5.	Резистори	168	0,010	45	0,693	0,65	1,07
6.	Конденсатори керамічні	6	0,014	45	0,576	0,55	1,07
7.	Конденсатори електроліт.	12	0,023	30	1,00	0,45	0,63
8.	Контакти ШР	120	0,005	110	1,00	0,40	0,62
9.	Плата	3	0,005	105	1,00	0,40	1,09
10.	З'єднання пайкою	640	0,002	175	1,00	0,35	0,70
11.	Лампи	22	0,080	30	1,18	0,30	0,63
12.	Транзистори	4	0,062	105	1,30	0,05	0,82
13.	Реле	25	0,015	15	0,80	0,18	0,85

Час наробітку на відмову:

$$T_0 = \frac{1}{\Lambda_c}. \quad (5.5)$$

За допомогою програм GRAF, RAX та ANALIS знаходимо безвідмовність системи λ_p , параметр потоку відмов $\omega(t)$ і середню наробітку на відмову $T_I(t)$.

В результаті розрахунку електросхеми визначені коефіцієнти елементів з середньої нароботкою до відмови. Перша відмова відбувається через 92 164 годин напрацювання. Дані розрахунку заносимо в таблицю 5.2.

Час наробітку на відмову розрахуємо за формулою:

$$T_H = \frac{1}{\omega_c} = 26\,471 \text{ год}$$

Таблиця 5.2 – Безвідмовність системи

i	n_i	$\lambda_o(i) \cdot 10^{-6} \text{ год}$	$\lambda_p(i) \cdot 10^{-6} \text{ год}$	$t_o(i) \text{ час}$
1.	8	0,0160	0,0342	103235
2.	4	0,0170	0,0364	293037
3.	9	0,0240	0,0597	275731
4.	58	0,0170	0,0397	491664
5.	168	0,0100	0,0100	946759
6.	6	0,0140	0,0231	830587
7.	12	0,0230	0,1472	101450
8.	120	0,0050	0,0061	878955
9.	3	0,0050	0,0058	2168527
10.	640	0,0020	0,0029	1679084
11	22	0,0800	0,2572	92164
12	4	0,0620	0,1375	103537
13	25	0,0150	0,0305	125671

Імовірність безвідмовної роботи виробу:

$$v = \lambda^{-(\Lambda \cdot t)}, \quad (5.6)$$

де t – час роботи виробу, год;

v – імовірність безвідмовної роботи.

Значення $t=T_H$, при якому $v_i=0,755$ називають часом наробітку на відмову.

На рис. 5.3, 5.4, 5.5 показано безвідмовність системи, параметр потоку відмов і середнє напрацювання на відмову T_1 .

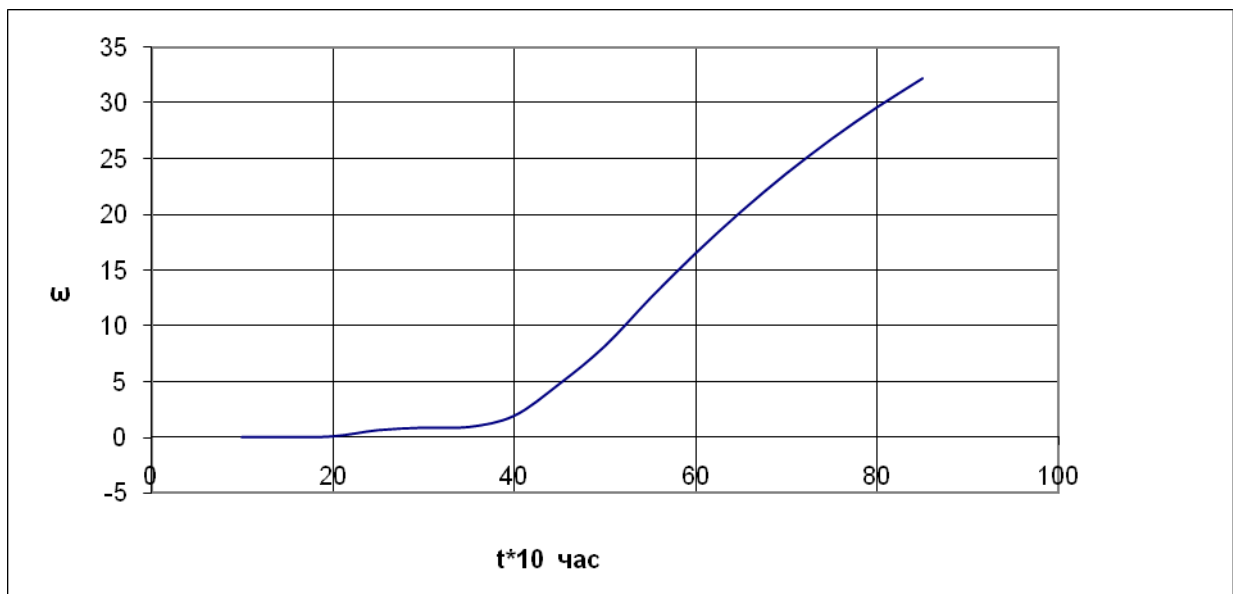


Рисунок 5.3 – Безвідмовність системи

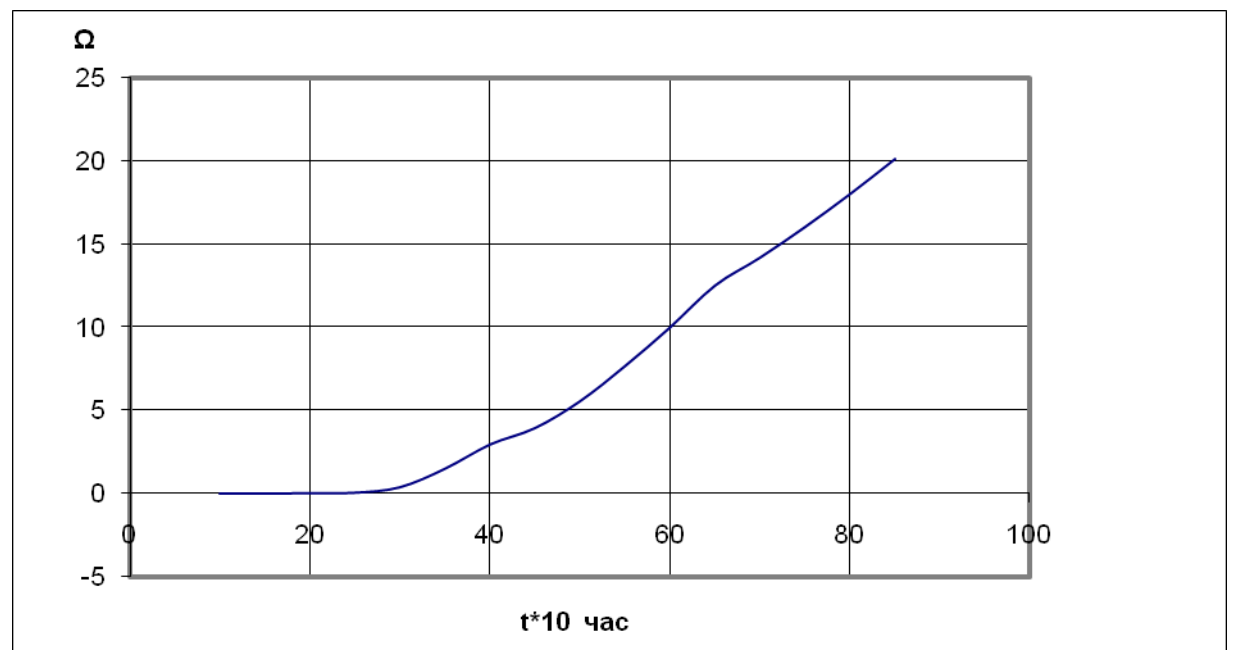


Рисунок 5.4 –Параметр потоку відмов

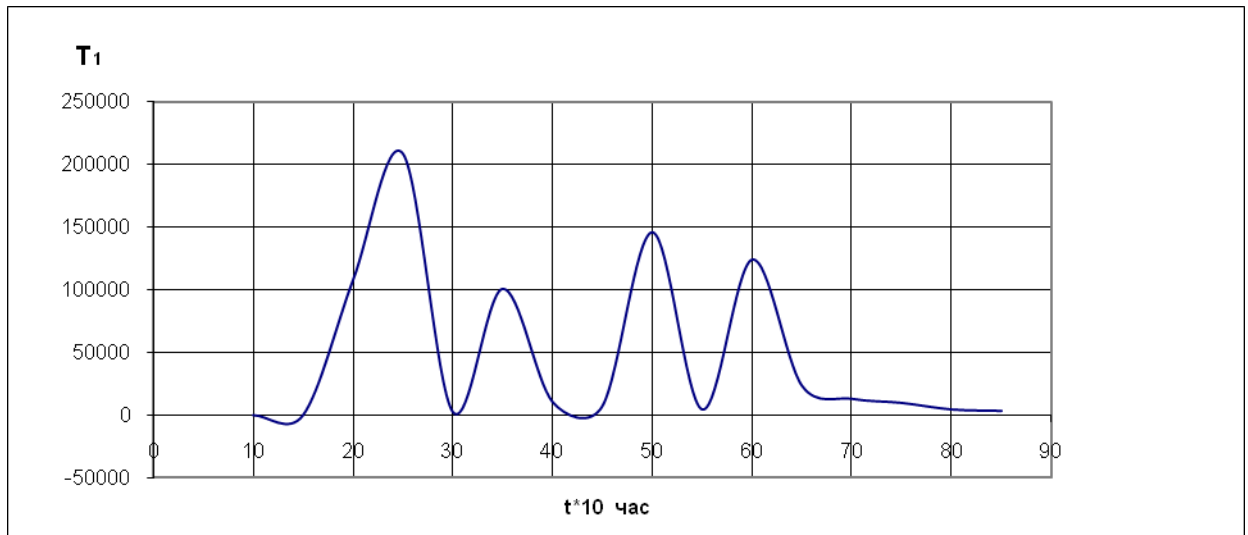


Рисунок 5.5 – Середня наработка на відмову

Функції безвідмовності відновлюваної системи ПС є вихідними даними для визначення оптимальних термінів профілактики і заміни, обґрунтування параметрів технічного обслуговування, що забезпечує задане значення коефіцієнта готовності [14].

Показники безвідмовності системи після розрахунку свідчать що, перша відмова настає при наработці 26 471 годин, с коефіцієнтом варіації 0,755.

Згідно зі статичними даними, при роботі стендів відбувається одна відмова на 100 годин роботи. Це відбувається внаслідок великого напрацювання стендів, так як стенди виготовлені в 1988 році і на даний момент стенди напрацювали понад 40 000 годин.

5.3 Структурна схема контролю АСП РВД

Підвищення швидкодії, зниження собівартості і підвищення надійності є основною ціллю автоматизації. Щодо автоматизованих систем контролю, автоматизація процесу дозволяє одержати наступні переваги: істотно знижувати трудомісткість діагностування, забезпечити високий ступінь вірогідності інформації про технічний стан, використовувати жорсткі

алгоритми технічного контролю, що виключають можливість втручання суб'єктивних факторів, одержувати аргументи, що визначають технічний стан об'єкта, систематично накопичувати інформацію про технічний стан контрольованого об'єкта, упроваджувати прогресивні стратегії технічного обслуговування і ремонту [12].

Відмінністю й особливістю автоматизованих систем контролю є те, що основні операції у ній здійснюються автоматично. До числа таких варто віднести операції формування контрольованих параметрів, комутації, перетворення, нормалізації виміру, фіксації числового значення обмірюваного параметра, порівняння з полем допуску, прийняття рішення про придатність параметра, запам'ятовування, відображення, а також автоматичний перехід до виміру наступного параметра по заданій жорсткій чи гнучкій програмі й автоматичній подачі відповідного стимулюючого сигналу. У цьому переліку головними операціями, що характеризують автоматизацію, є: автоматизація комутацій вхідних стимулюючих сигналів; автоматизація процесу порівняння обмірюваних значень контрольованих параметрів із полем допуску; запам'ятовування і документування.

Великою перевагою і стимулятором процесу автоматизації контролю є можливість використання мікропроцесорів і систем на їхній основі. Контроль технічних пристроїв – один із важливих етапів їх підготовки до застосування. Операції контролю входять в усі види обслуговування техніки і в міру її ускладнення, стають усе більш трудомісткими. Найбільш складною частиною контролю, що вимагають великих трудовитрат, вважається пошук несправностей, встановлення причин відмов. Досвід експлуатації сучасного авіаційного і радіоелектронного обладнання (А і РЕО) показує, що в процесі пошуку й усунення причин відмов, інженерно-технічний склад витрачає від 50 до 70 % часу на пошук місця відмови і тільки 30-50 % на усунення причин ушкоджень і заміну елементів, що відмовили [13].

У загальному бюджеті часу, що відводиться на підготовку й обслуговування А і РЕО, операції контролю складають до 90 %. Це значить,

що в автоматизації контролю сховані значні резерви скорочення часу і загальної вартості експлуатації авіаційного обладнання.

Невід'ємною частиною експлуатаційного контролю А і РЕО – є задача конкретизації характеру відмови (локалізація відмови).

При розробці програми пошуку несправностей в А і РЕО розрізняють кілька методів.

Найбільш цікаві з них – це спосіб побудови програми пошуку з використанням інформаційного критерію, а також інженерний спосіб побудови програми пошуку несправностей. Розглянемо кожний з них.

Структурна схема системи представлена на рис. 5.6. Система загалом складається з обчислювача – вбудованої ПЕОМ і спеціалізованих електронних пристроїв. Така структура дозволяє реалізовувати різні алгоритми діагностики агрегату РВД-29 без зміни апаратної частини системи.

Обчислювач представляє ПЕОМ мінімальної достатньої конфігурації. До обчислювача можуть підключатися зовнішні стандартні клавіатура і монітор. Для введення і висновку інформації до складу системи входять клавіатура і РКІ – монітор. Зв'язок цих пристроїв з ПЕОМ здійснюється через ISA–інтерфейс. Апаратної зв'язок реалізований у вигляді платисполучення ISA. Спеціалізовані електронні блоки представляють функціонально закінчені модулі – плату, «прив'язану» до роз'ємів агрегату РВД-29.

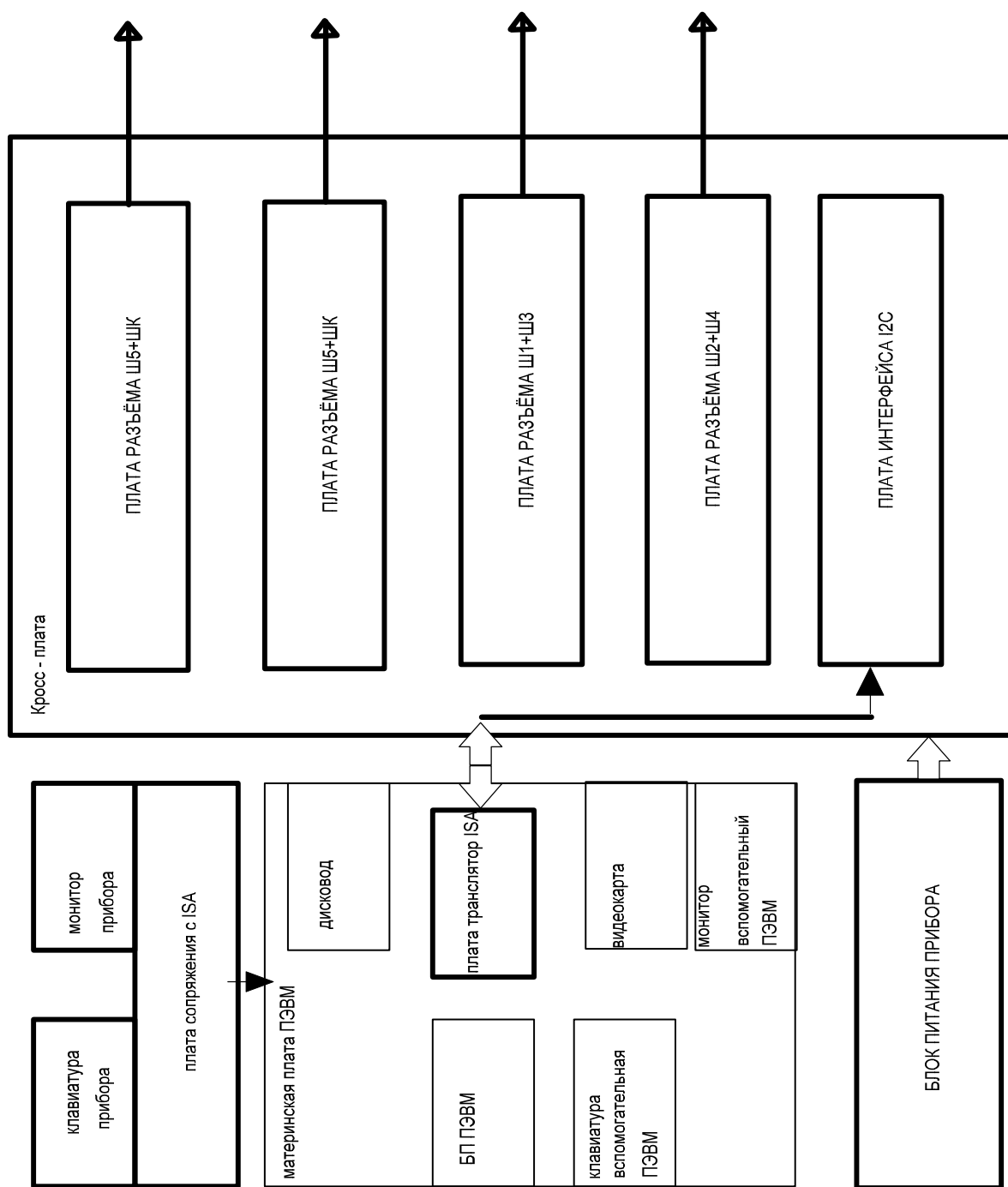


Рисунок 5.6 – Структурна схема системи

5.4 Пульт АСП РВД

Схема електрична принципова представлена на рис. 5.7. Імітатори ИДЧВ1 і ИДЧВ2 побудовані за ідентичною схемою і реалізовані на основі мікроконтролера PIC18F252 (мікросхеми DD1 і DD2 відповідно). Вихідні каскади імітаторів, що забезпечують узгодження пристрою і навантаження за

струмом, виконані на операційних підсилювачах К1401УД2А (мікросхеми DA1.3-DA1.4 і DA1.2-DA1.1).

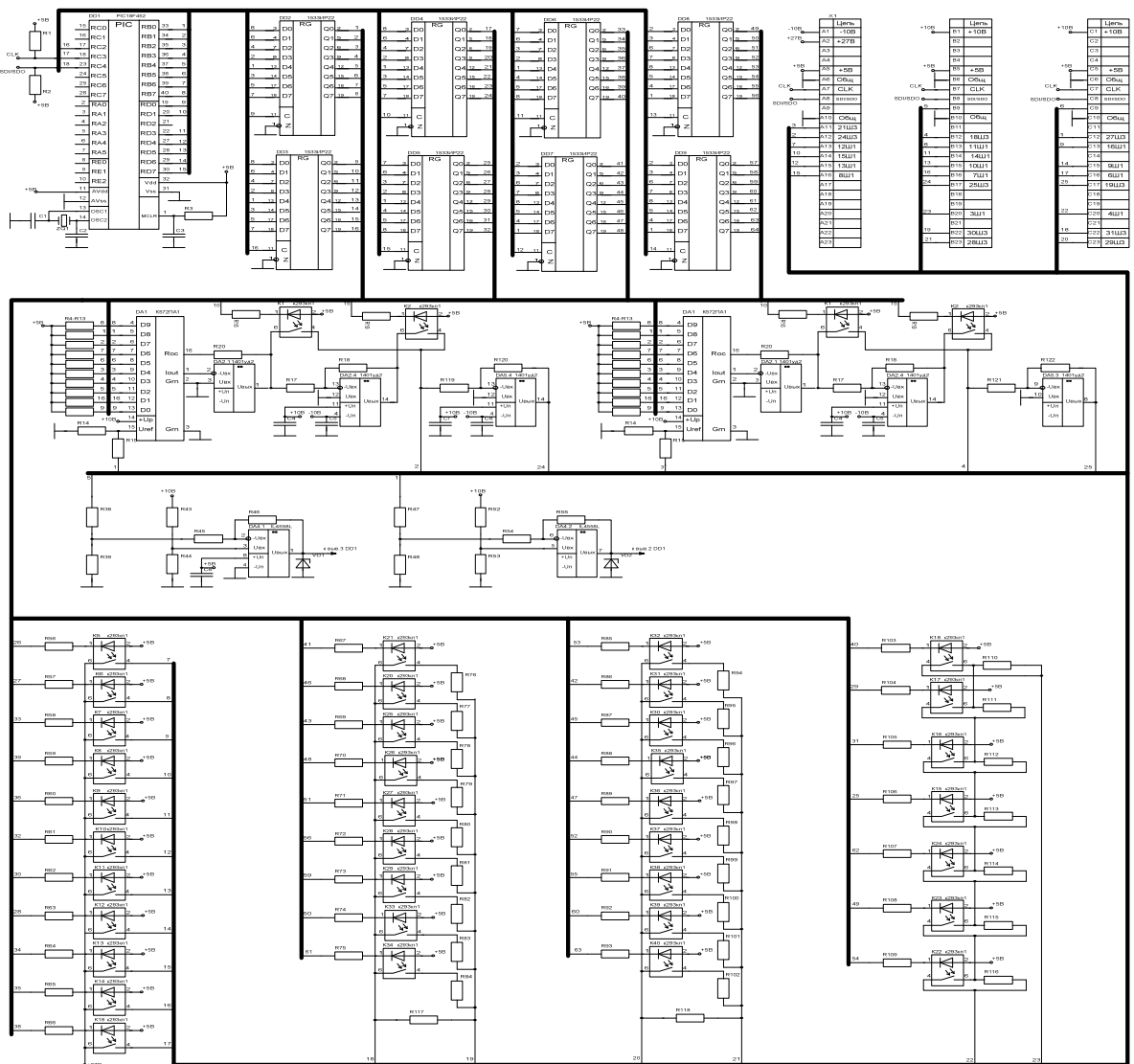


Рисунок 5.7 – Схема електрична принципова

Формувач сервісних управляючих сигналів представляє комутатор аналогових сигналів і виконаний на оптореле K1-K14.

Цифровий вольтметр з пристроєм комутації вхідних аналогових сигналів виконаний на основі мікроконтролера PIC18F452 мікросхема DD4, дешифраторах DD5, DD6, оптореле K15-K34, операційних підсилювачах DA2.1 і DA2.2.

Імітатор датчика температури виконаний на основі прецизійних резисторів R76 – R84 і R94 – R102, відповідно ИДТ1 і ИДТ2.

Формувач управляючих сигналів реалізований на оптореле К5-К19, які комутують сигнал постійного струму +27 В на відповідні контакти роз'єму Ш1.

Імітатор датчика положення і імітатор роботи замкнутого контуру регулювання по основному і резервному каналу виконані на основі ЦАП типа К572ПА1А (мікросхема DA1 – основний канал і DA3 – резервний канал), операційних підсилювачах DA2.1, DA2.4, DA5.3 – основний канал і DA2.2, DA2.3, DA5.4 – резервний канал на погоджувачих підсилювачах DA4.1 – основний канал і DA4.2 – резервний канал.

5.5 Інтерфейсні засоби

У якості інтерфейсних засобів у використовується порти виводу і введення. Як порт вводу–виводу використовуємо мікросхему типу К589ИР12.

Як елемент І–НІ використовуємо мікросхему К155ЛА2.

5.6 Блок живлення

Схема електрична принципова блоку живлення представлена на рис. 5.8. БП складається з силового трансформатора, випрямлячів і стабілізаторів напруги.

Випрямлячі реалізовані на основі інтегральних випрямлячів типа RS405. Вихід випрямляча шунтований фільтруючим конденсатором, місткістю 1000 мкФ.

Стабілізатори напруги реалізовані на основі інтегральних перетворювачів типа КР142ЕН.

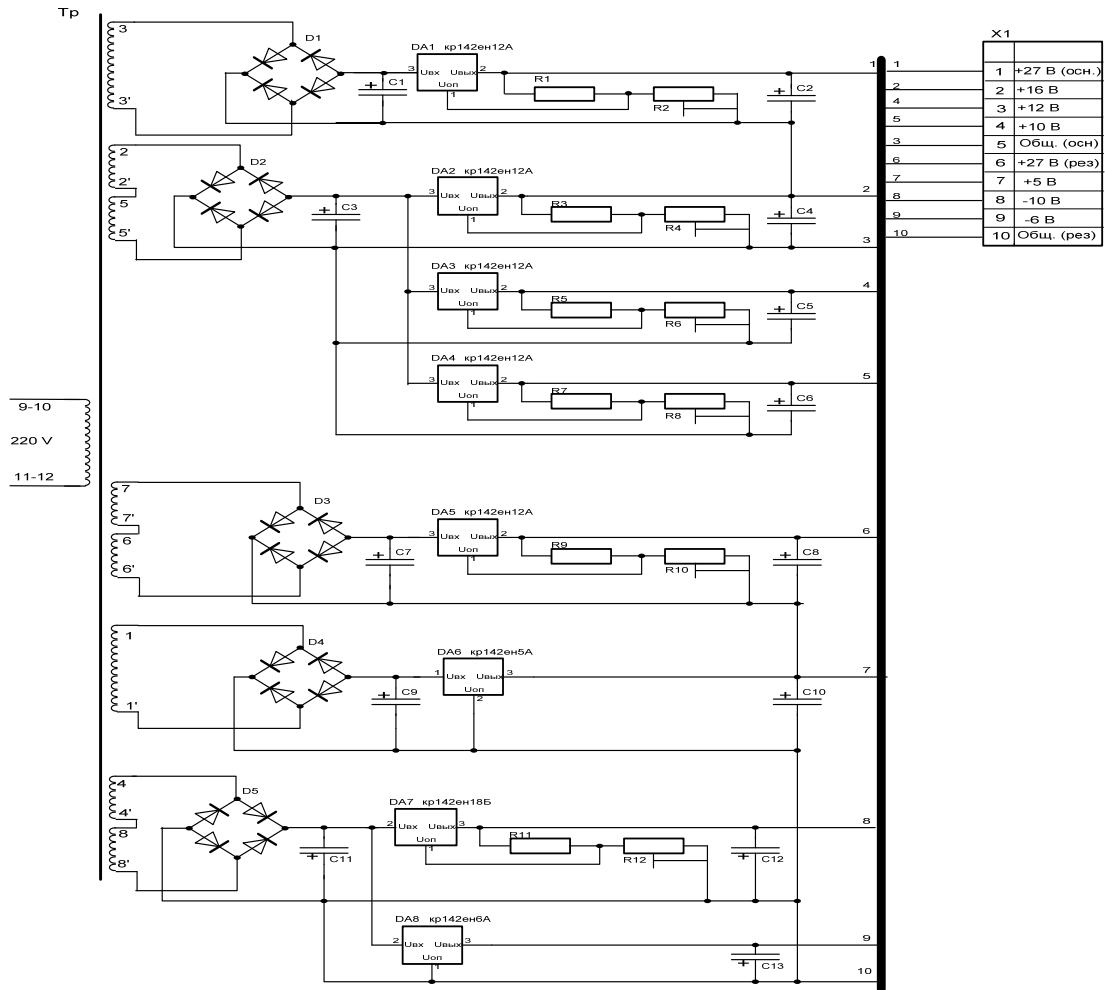


Рисунок 5.8 – Схема блоку живлення

5.7 Розрахунок безвідмовності АСП РВД

Для оцінки надійності приладу визначені одиничні показники надійності її компонентів, логічна схема яких із точки зору розрахунку надійності є послідовним з'єднанням елементів у систему. При цьому передбачається, що відмови елементів незалежні.

Схема приладу при розрахунку надійності може бути подана як послідовне з'єднання елементів, при цьому відмова хоча б одного з елементів призводить до відмови усього приладу.

Розрахунок показників безвідмовності проводиться ймовірнісно-фізичним методом за методикою, яка приведена в ДСТУ 2992-95 “Виробиелектронноїтехніки. Методирозрахункунадійності”.

Вхідними даними для розрахунку надійності є значення інтенсивності відмов $\lambda(t)$ елементів виробів. У число факторів, що найбільше часто є причиною виходу з ладу електронного устаткування, входять: EOS (електричні перевантаження), ESD (електростатичний розряд), ЕМІ (електромагнітні перешкоди) і тепловий удар. Механізми відмовлень різних типів компонентів відрізняються один від одного, тому корисно знати їхні загальні причини.

5.7.1 Розрахунок часу наробітку на відмову

Підрахуємо інтенсивність відмов:

$$\Lambda_c = \sum_{i=1}^n \lambda_{pi} \cdot n_i. \quad (5.7)$$

Час наробітку на відмову:

$$T_0 = \frac{1}{\Lambda_c}. \quad (5.8)$$

Довідкові характеристики елементів вносимо у таблицю 5.3, в якій враховуються:

- одномодальний характер залежності інтенсивності відмов $\lambda_i(t)$ елементів від наробки;
- розсіяння наробітку одного з елементів до відмови відносно середнього значення t_{oi} за допомогою коефіцієнта варіації напрацювання до відмов V_{oi} .

Залежності коефіцієнтів варіації ресурсу елементів V_{oi} від температурних навантажень приведені в довідковій літературі [14].

Таблиця 5.3 – Інтенсивність відмов для різних радіоелементів

	Назва типономінала	n_i	$\lambda_o^e \cdot 10^6$ год ⁻¹	$t_{випр} \cdot 10^{-3}$ год	$K_{н.ел}^a$	$A_{m.i}$	v_{oi}
1.	ІМС DD	15	0,214	20	0,467	0,95	0,60
2.	ІМС DA	7	0,024	40	0,559	1,05	0,60
3.	Оптрон діодний	74	0,040	25	0,594	1,20	0,83
4.	Діоди	7	0,017	30	0,766	1,20	0,83
5.	Резистори	73	0,010	45	0,693	0,65	1,07
6.	Конденсатори керамічні	1	0,014	45	0,576	0,55	1,07
7.	Кварци	5	0,010	50	1,00	0,45	0,83
8.	Контакти ШР	290	0,005	110	1,00	0,40	0,62
9.	Плата	2	0,005	105	1,00	0,40	1,09
10.	З'єднання пайкою	1470	0,002	175	1,00	0,35	0,70

З допомогою програм GRAF, RAX та ANALIS знаходимо безвідмовність системи λ_p , параметр потоку відмов $\omega(t)$ і середню наработку на відмову $T_I(t)$.

В результаті розрахунку електросхеми визначені коефіцієнти елементів з середньої наработкою до відмови. Перша відмова відбувається через 123 445 годин напрацювання. Дані розрахунку заносимо в таблицю 5.4.

Час наробітку на відмову розрахуємо за формулою:

$$T_H = \frac{1}{\omega_c} = 40\,393 \text{ год.}$$

Значення $t=T_H$, при якому $v_i=0,755$ називають часом наробітку на відмову.

Таблиця 5.4 – Безвідмовність системи

i	n_i	$\lambda_o(i) \cdot 10^{-6}$ год	$\lambda_p(i) \cdot 10^{-6}$ год	$t_o(i)$ год
1.	15	0,2140	0,2008	123445
2.	7	0,0240	0,0304	284148
3.	74	0,0400	0,0649	285830
4.	7	0,0170	0,0350	361553
5.	73	0,0100	0,0100	936738
6.	1	0,0140	0,0106	930596
7.	5	0,0100	0,0120	644502
8.	290	0,0050	0,0058	878955
9.	2	0,0050	0,0058	2179649
10.	1470	0,0020	0,0022	1780195

На рис. 5.9, 5.10, 5.11 показано безвідмовність системи, параметр потоку відмов и середня напрацювання на відмову T_1 .

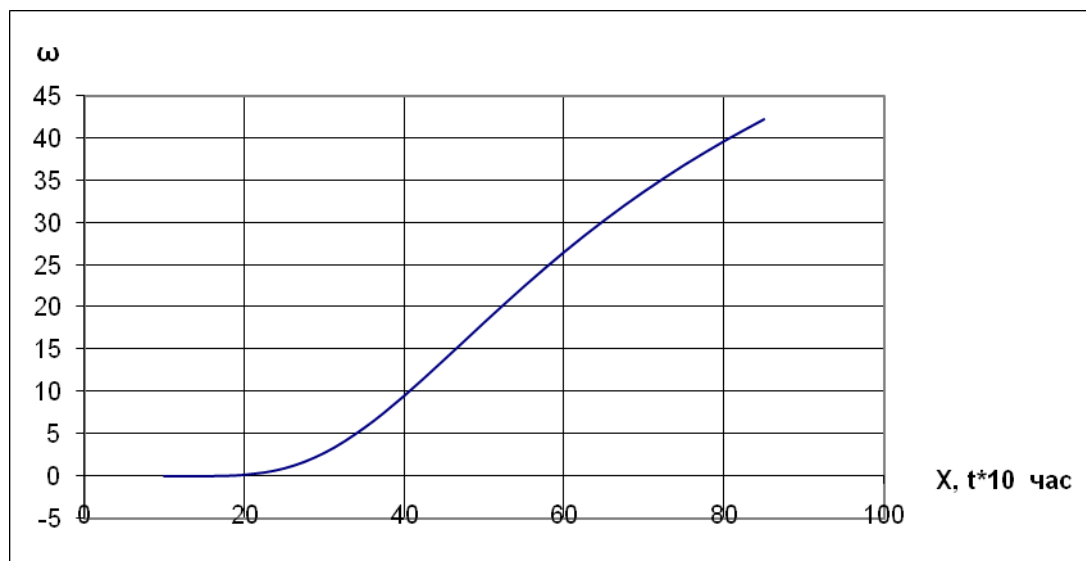


Рисунок 5.9 – Безвідмовність системи

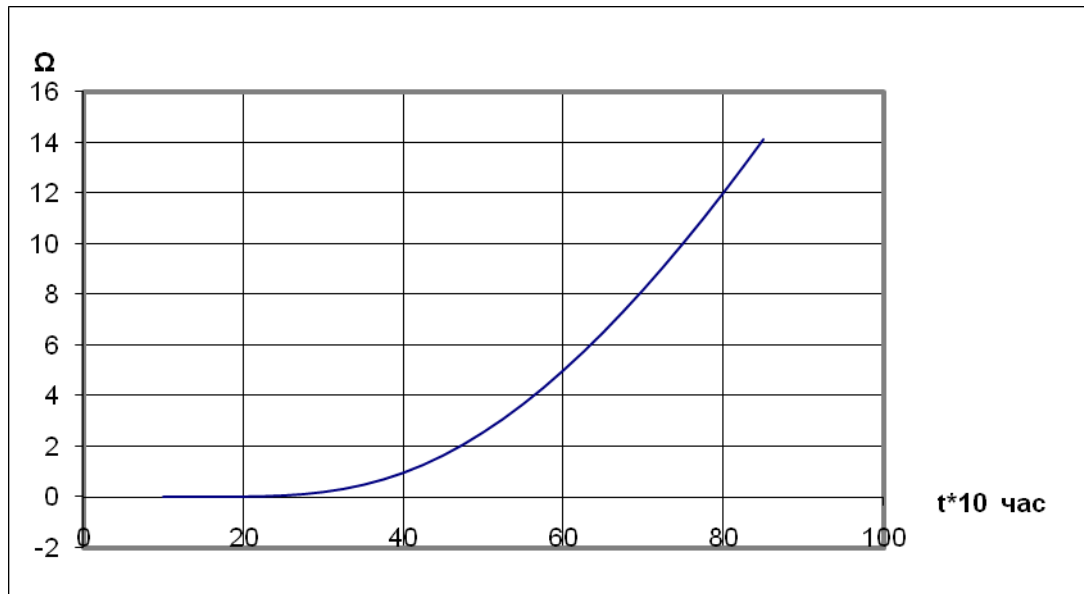


Рисунок 5.10 – Параметр потоку відмов

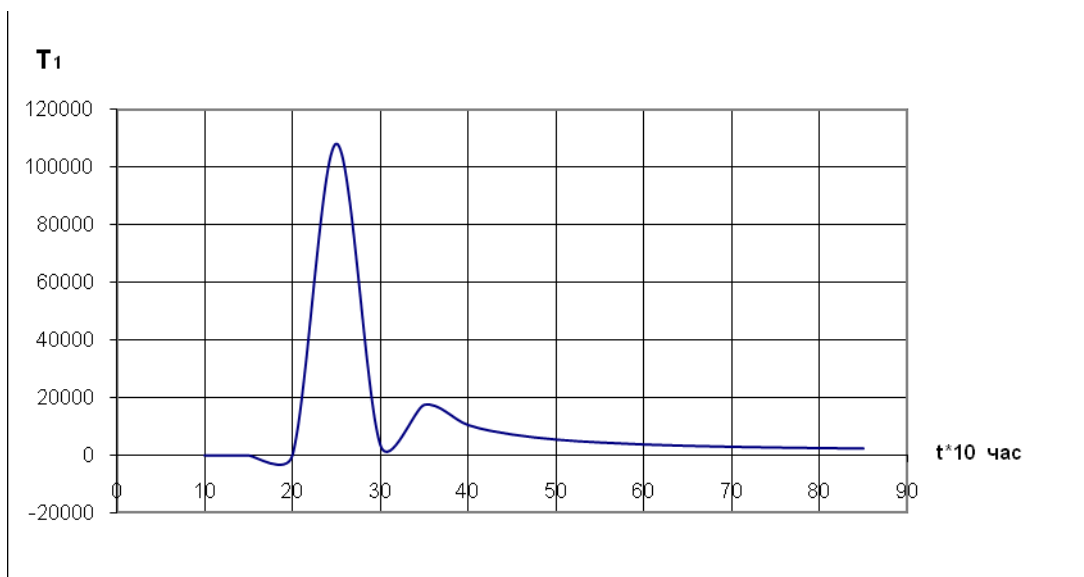


Рисунок 5.11 – Середня наработка на відмову

Функції безвідмовності відновлюваної системи ПС є вихідними даними для визначення оптимальних термінів профілактики і заміни, обґрунтування параметрів технічного обслуговування, що забезпечує задане значення коефіцієнта готовності.

Показники безвідмовності системи після розрахунку свідчать що, перша відмова настає при наработці 40 393 годин, с коефіцієнтом варіації 0,755.

5.8 Порівняння надійності роботи стендів.

Порівняємо параметри надійності роботи стендів по перевірці працездатності регулятора повітрязабірника двигуна.

При порівнянні безвідмовності системи на рисунку 5.12 видно, що безвідмовність пульта АСП РВД набагато краще, ніж у пультів ПНП-140 і ПП РВД. На рисунках червоним позначений пульт АСП РВД, синім ПНП-140 і ПП РВД.

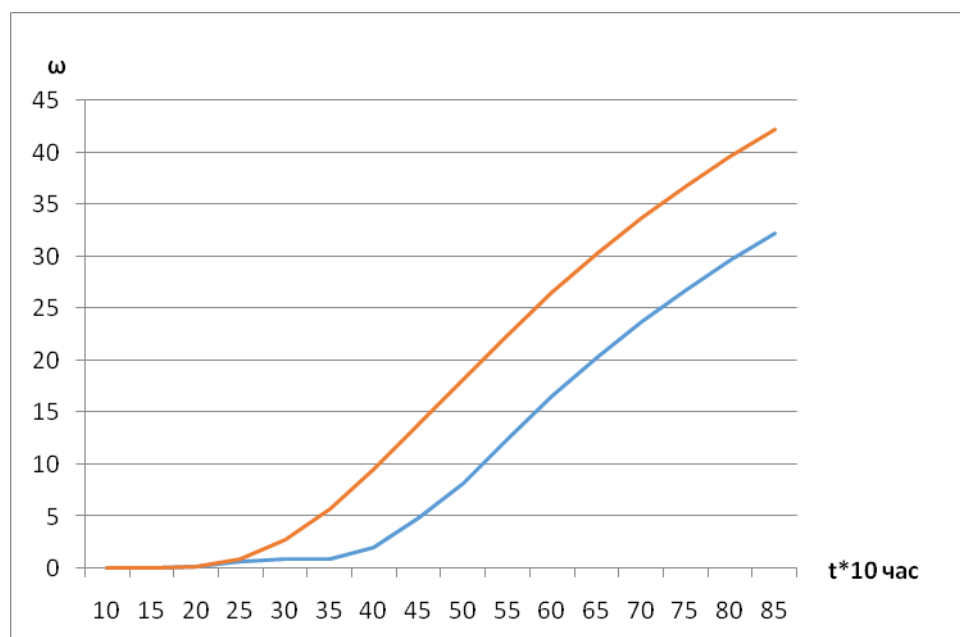


Рисунок 5.12 – Безвідмовність систем

На рис. 5.13 параметрів потоку відмов видно, що кількість відмов у пультах ПНП-140 і ПП РВД більше, ніж в АСП РВД. Це свідчить про більш надійну роботу пульта АСП РВД.

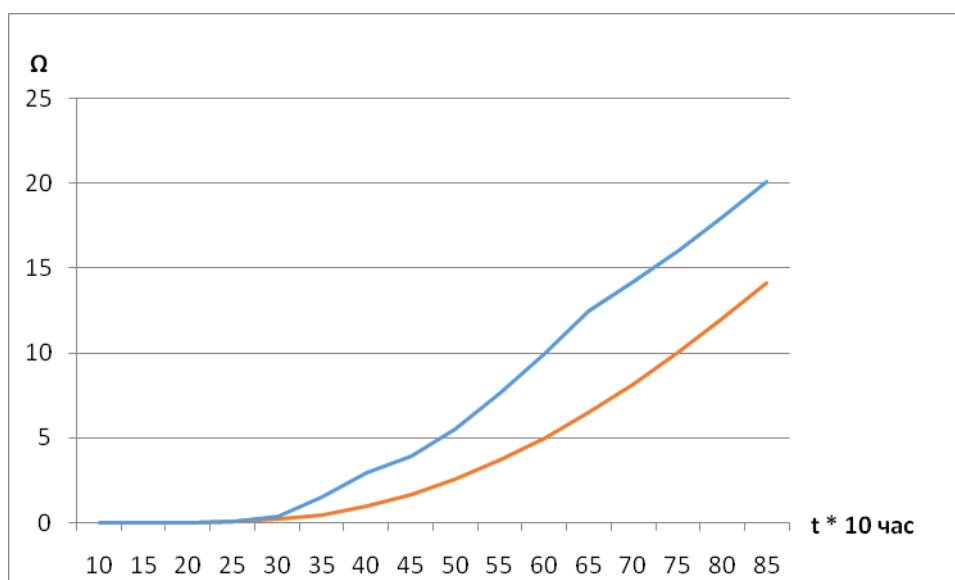


Рисунок 5.13 – Параметр потоку відмов

Через велику кількість малонадійних радіоелементів в ПНП-140 і ПП РВД протягом всієї роботи стендів отримали чотири потоки відмов, що вказує на маленьке середнє напрацювання на відмову від пульта АСП РВД.

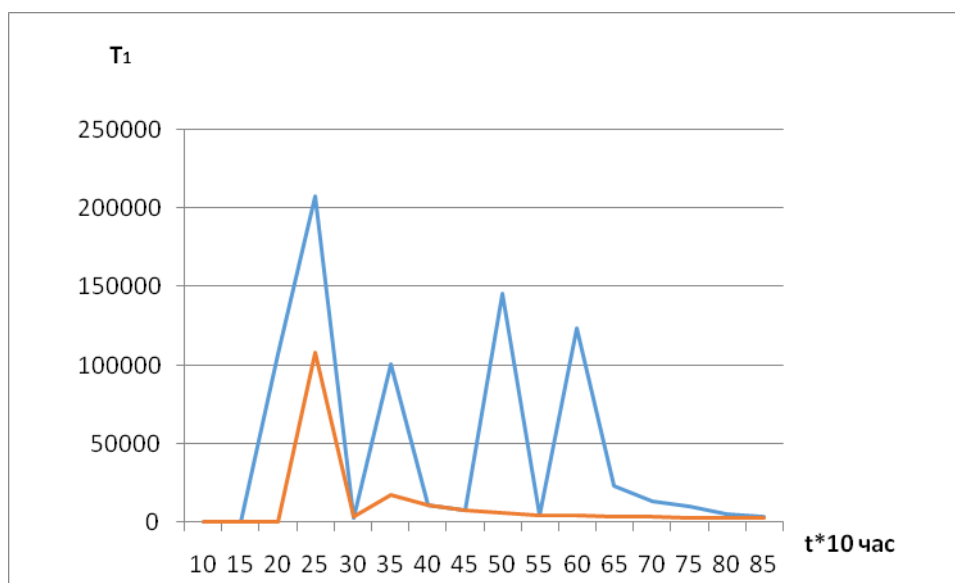


Рисунок 5.14 – Середня наработка на відмову

Показники ПНП-140 і ПП РВД по безвідмовності системи після розрахунку свідчать що, перша відмова настає при наработці 26 471 годин, с коефіцієнтом варіації 0,755.

Згідно зі статичними даними, при роботі стендів відбувається одна відмова на 100 годин роботи. Це відбувається внаслідок великої напрацювання стендів, так як стенди виготовлені в 1988 році і на даний момент стенди напрацювали понад 40 000 годин.

Показники АСП РВД по безвідмовності системи після розрахунку свідчать що, перша відмова настає при наработці 40393 годин, с коефіцієнтом варіації 0,755.

Згідно статичними даними, при роботі стендів ПНП-140 і ПП РВД відбувається одна відмова на 100 годин роботи. Це відбувається внаслідок великого напрацювання стендів, так як стенди виготовлені в 1988 році і на даний момент стенди напрацювали понад 50 000 годин.

6 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Тенденцією розвитку техніки на сучасному етапі — є постійний ріст складності технічних пристроїв. Ця тенденція повною мірою характерна і для сучасного обладнання. Ускладнення схемної побудови і функціональних зв'язків у сучасній РЕА разом із різким збільшенням кількості елементів, породжує діагностичні труднощі для забезпечення необхідної надійності. У результаті виникає цілий ряд специфічних проблем, пов'язаних з якістю та організацією обслуговування й забезпеченням високої ефективності техніки, що обслуговується [12].

Основним напрямком вирішення сформованого діалектичного протиріччя є удосконалювання якості організації обслуговування в сполученні з комплексною механізацією й автоматизацією всіх процесів технічної експлуатації. Систему обслуговування, в цілому, можна розглянути як замкнуту діагностичну систему керування якістю об'єкта, у якій контроль забезпечує сприйняття інформації про поточний стан об'єкта й прийняття рішення, що визначає керуючий вплив на нього.

Тема магістерської роботи – оптимізація системи контролю якості працездатності регулятора повітря забірника двигуна. Перевірка працездатності регулятора повітря забірника двигуна за допомогою пульта заснованого на принципі роботи комп'ютера, котрий знаходиться в лабораторії.

Обслуговування, ремонт і налаштування пульта виконуються в лабораторних умовах.

Пульт імітує керуючі та інформаційні сигнали, що надходять в регулятор і реєструє сигнали, які формує РВД. Процедури діагностики полягає в установці заданої комбінації параметрів інформаційних і керуючих сигналів на входах регулятора, реєстрація параметрів сигналів, які сформовані регулятором і перевірка відповідності цих параметрів

очікуваним. Прототипом є пульт ПНП–140 і ПП РВД які АСП РВД замінює при перевірці в лабораторних умовах.

Інтеграція України в європейський та світовий бізнес вимагає адаптації до правил господарювання та імплементації основоположних принципів діяльності в практику українського підприємництва. Ратифікація Україною європейських стандартів потребує на прийняття рішень за ціннісно-орієнтованим підходом, тобто за цінністю для стейкхолдерів. Відносини зі стейкхолдерами є основою сталого розвитку компаній. Врахування впливу інтересів стейкхолдерів при прийнятті рішень дозволяє компаніям отримати достовірну оцінку своєї діяльності та краще розуміти власні ризики й можливості[15].

Важливу роль у визначенні взаємовідносин зі стейкхолдерами відіграє обраний інструментарій. У світовій практиці налічується значна кількість корисних інструментів, що використовуються для покращення взаємодії зі стейкхолдерами, проте найефективнішим серед них залишається оцінювання рівня задоволення інтересів (очікувань) стейкхолдерів [16].

Проаналізуємо опис ідеї та занесемо дані в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1– Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувачів
Оптимізація системи контролю якості працездатності регулятора повітря забірника двигуна	Діагностика	Зменшується вплив людського фактора на результат діагностики
	Ремонт	Поліпшується якість ремонту

Проаналізуємо ринкові можливості запуску реалізації ідеї та характеристику потенційного ринку та занесемо дані в таблицю 6.2;

Таблиця 6.2–Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку	Характеристика
1	Головні конкуренти	Монополізація
2	Динаміка ринку	стагнує
3	Наявність обмежень для входу	Вузька специфіка ринку по ремонту авіатехніки
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Наявність сертифікатів МО України та УРДДАУ

Визначимо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та сформуємо орієнтовний перелік вимог до послуг для кожної групи, дані занесемо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3– Попередня характеристика потенційних клієнтів

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів (користувачів)
1	Діагностика	Організації які експлуатують авіатехніку	Договог	Якісна діагностика
2	Ремонт	Організації які експлуатують авіатехніку	Договор	Якісний ремонт

Здійснимо SWOT- аналіз середовища реалізації інноваційного проекту та занесемо дані в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4SWOT- аналіз

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
- Скорочується час перевірки регулятора - Великий обсяг параметрів, що перевіряються - Зменшується вплив людського фактора при контролі - -	- Плинність кадрів - Низька кваліфікація виконавців - - -
Можливості:	Загрози:
- Якісний ремонт - Можливість збільшити обсяг ремонтів виробів - - -	- Відсутність держзамовлення - - - -

Ідентифікуємо стейкхолдерів та здійснимо їх пріоритизацію та побудуємо Карту стейкхолдерів (рис.6.1), яка дозволить візуалізувати картину взаємозв'язків стейкхолдерів.

Зацікавлені сторони по відношенню до організації можуть бути як зовнішніми, так і внутрішніми. До зовнішніх зацікавлених сторін відносяться клієнти, кредитори, постачальники, представники органів державної та місцевої влади, громадські організації, засоби масової інформації, а серед внутрішніх зацікавлених сторін називають власників, вище керівництво, робітників.

Відображення взаємозв'язків стейкхолдерів на Карті видокремлено в три концентричних області, в яких розміщено всіх зацікавлених осіб інноваційного проекту за можливостями впливу на них ініціатора проекту. Область внутрішніх стейкхолдерів – область повноважень/відповідальності ініціатора.

Ініціатором виступає відділ технічного контролю, який вимагає поліпшення якості перевірки працездатності регулятора повітрязбірника двигуна.

Залежні зацікавлені сторони формально ініціатору проекту не підлеглі, проте тісні ділові стосунки потребують на пошук взаємовигідних рішень та компромісів.

Інвестором виступає адміністрація підприємства, яка забезпечує фінансування проекту.

Науковою організацією виступає технічний відділ підприємства, який забезпечує розробку стенда і технічної документації. На периферії ж знаходяться зовнішні зацікавлені сторони. Це область стейкхолдерів опосередкованого впливу на успішність реалізації інноваційного проекту.

Споживачем є виробництво підприємства, яке експлуатує даний пульт і виробляє пред'явлення працездатності регулятора повітрязабірника двигуна відділу технічного контролю.

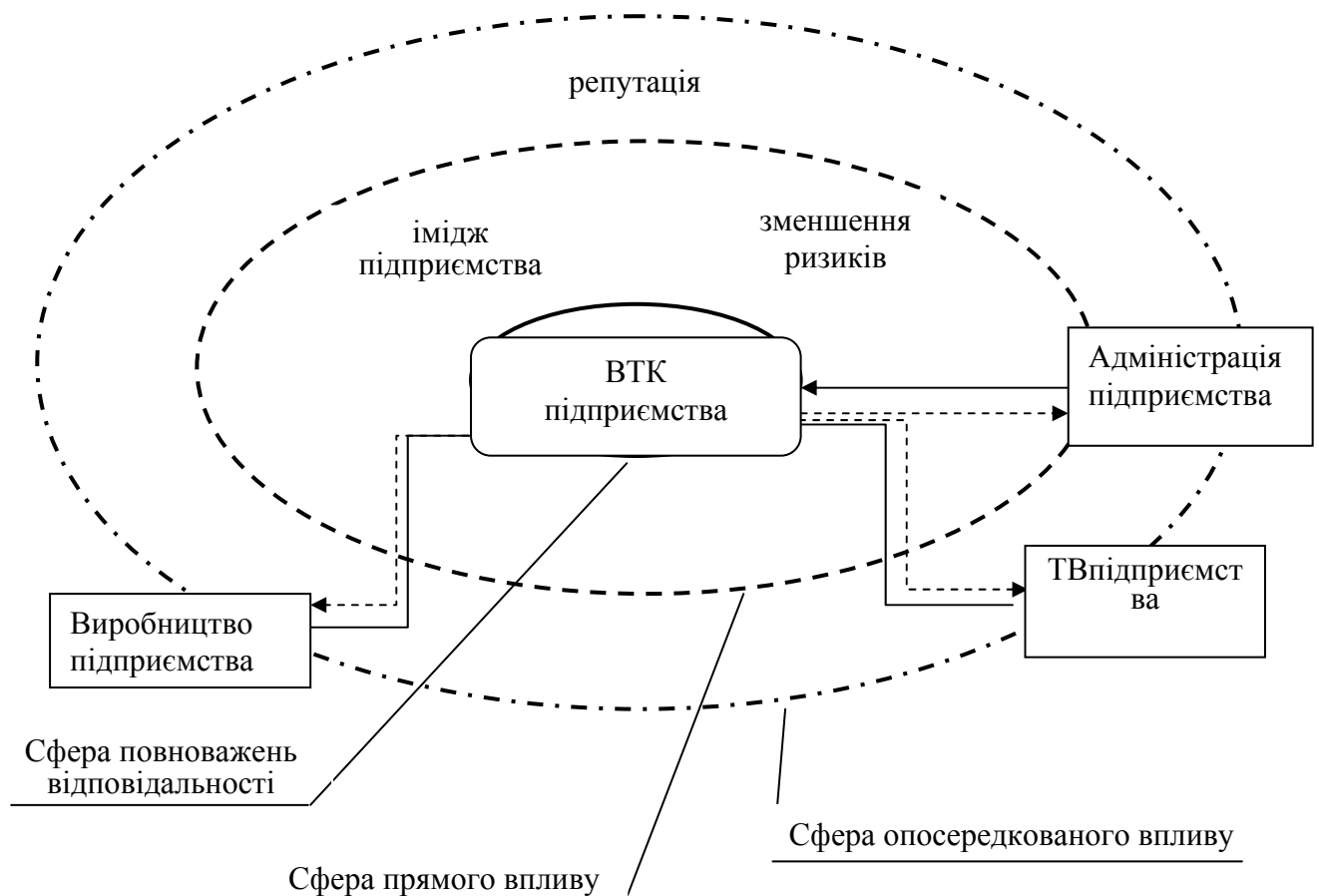


Рисунок 6.1 Карта стейкхолдерів

Визначим матеріальні витрати на придбання та введення в дію пульта АСП РВД (табл.6.5).

Таблиця 6.5 – Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати	Ціна, грн.
Придбання	465000
Доставка	3500
Монтаж	2500
Пуско-налагоджувальні роботи	30000
Разом	501000

Висновок: оптимізація системи контролю якості працездатності регулятора повітря забірника двигуна за допомогою пульта АСП РВД є доцільним тому що пульт дозволяє перевіряти великий обсяг контрольованих параметрів. АСП РВД дозволяє замінити технічно застарілий пульт. Витрати на пульт АСП РВД складають 501000 гривень.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Аналіз потенційних небезпек

Тема магістерської роботи – оптимізація системи контролю якості працездатності регулятора повітря забірника двигуна. Перевірка працездатності регулятора повітря забірника двигуна за допомогою пульта заснованого на принципі роботи комп'ютера, котрий знаходиться в лабораторії.

Обслуговування, ремонт і налаштування пульта виконуються в лабораторних умовах.

При експлуатації даного приладу можуть виникати такі небезпечні й шкідливі чинники:

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини в процесі виготовлення, ремонту й експлуатації стенда;
- гострі крайки, задирки й шорсткості, що можуть залишитися на поверхнях заготовель, інструментів і устаткування. При неякісній обробці деталей корпусу прилада можуть залишатися гострі крайки, задирки, шорсткості, що можуть стати причиною механічних травм (порізи, уколи й ін.) оператора або інженерно-технічного складу, що експлуатує прилад;
- недостатня освітленість помешкання, де встановлюється прилад є однією з причин низкою продуктивності праці. У оператора сильно напружені очі, знижується темп і якість роботи, погіршується загальний стан;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- вплив струму при випадкових торканнях до струмоведучих частин, наприклад, при пробі ізоляції, обриву, перетиранні дротів, замикання на корпус, тощо;
- фізичні та нервово-психічні перевантаження.

7.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Вимоги електробезпеки у приміщеннях, де встановлені електронно-обчислювальні машини і персональні комп'ютери (далі – ЕОМ) відображені у ДНАОП 0.00-1.31-99.

Обладнання, що використовується в цих приміщеннях є споживачем електроенергії, що живиться від змінного струму 220В від мережі з заземленою нейтраллю, та відноситься до електроустановок до 1000В закритого виконання. За способом захисту людини від ураження електричним струмом відповідає згідно з «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» І (стаціонарні комп'ютери,) та ІІ (освітлювальні прилади, кондиціонери, опалювальні пристрої, ноутбуки, сканери) класу захисту.

Згідно «Правилам улаштування електроустановок» («ПУЕ») виконані такі групи заходів з електробезпеки:

Конструктивні заходи забезпечують захист від випадкового дотику до струмопровідних частин за допомогою їх ізоляції та захисних оболонок.

Згідно з «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения» у приладах ІІ класу захисту використовується подвійна ізоляція – електрична ізоляція, що складається з робочої і додаткової ізоляції.

Так як згідно з НПАОП 40.1–1.32–01 «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок» офісні приміщення у більшості своїй відносяться до класу пожеже небезпечної зони П-2а (приміщення, в яких містяться тверді горючі речовини), тому передбачений ступінь захисту ізоляції обладнання IP44.

Схемно-конструктивні заходи призначені для забезпечення захисту від ураження електричним струмом при дотику до металевих оболонок, які можуть опинитися під напругою в результаті аварій.

Організаційні заходи. Експлуатація електроустановок і електроустаткування проводиться відповідно до НПАОП 40.1–1.01–97

«Правила безпечної експлуатації електроустановок» (далі «ПБЕЕ») та НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» (далі «ПБЕЕС»).

Відповідно до вимог ДСТУ 7237:2011 (Система стандартів безпеки праці. Електробезпека) із метою захисту від випадкового торкання до струмоведучих частин приладу, виріб поміщений у захисний корпус. На задній панелі прилада розташовано штепсельне рознімання, до якого підводиться живлення від мережі. Конструкція і матеріали приладу виключають торкання до його струмоведучих частин. На випадок короткого замикання в приладі передбачений запобіжник типу СП-2. Вибір елементів електричної схеми зроблений таким чином, щоб не було перегріву елементів у процесі роботи. В конструкції приладу використовують незаймисті матеріали.

На корпусі прилада, на його поверхні, можуть залишитися гострі кромки, задирки, шорсткості, які можуть стати причиною механічних пошкоджень, травм та порізів інженерно-технічного складу, що експлуатує прилад. Кути корпусу приладу можуть мати гострі кінці у вигляді задирок, місця з'єднань можуть мати невеликі виступи відносно один до одного. Для безпеки при експлуатації ці кінці та виступи заточуються до вирівнювання напилком, після чого шліфуються.

Безпечність експлуатації приладу забезпечується також завдяки відсутності в ньому рухомих частин і вибором безпечних конструкцій згідно ГОСТ 12.0.003-74«Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», що підвищує механічну безпеку обслуговуючого персоналу. Для зменшення можливості змішування дротів при монтажних роботах електричних схем використовується маркування. Для живлення схеми приладу застосовується напруга не більше 15В, що зменшує ризик ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу.

З метою захисту від ураження електричним струмом прилад має заземлення. Для забезпечення належних умов праці в приміщенні

встановлені кондиціонери, обігрівачі та вентиляція.

7.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Показники мікроклімату в офісних приміщеннях відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6–042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» і ГН 2152–80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень».

Роботи в приміщеннях належать до категорії 1б – легка робота, тому встановлені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;
- у теплий період року: температура 22-24°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Системи освітлення залежить від зорових робіт РЗР і визначається за Державними будівельними нормами України (ДБН В.2.5–28:2018 "Природне і штучне освітлення"). Згідно з нашими даними роботи в приміщеннях належать до категорії IVг.

Проведемо розрахунок визначення величини необхідного світлового потоку світильників для забезпечення нормованого значення мінімальної освітленості робочої площини.

Рівень нормованої освітленості $E_n=200\text{лм}$.

У якості джерел штучного освітлення використовують люмінесцентні лампи у складі світильників при загальному освітленні рекомендовані у приміщеннях висотою до 6 м.

Лампи ЛЛ мають наступні переваги: висока світловіддача (до 75 лм/Вт), висока стабільність світлового потоку, термін експлуатації до 10000 годин, високий індекс кольоропередачі.

Вибір типу світильника для обраних ламп проводиться з урахуванням умов навколишнього середовища, характеристики і класу освітлювального приміщення за вибухопожежонебезпекою.

Всі світильники, за своїм конструктивним виконанням, в залежності від умов оточуючого середовища у приміщенні, згідно ГОСТ 14254–80, повинні мати необхідний ступінь захисту IP(1)(2) (International Protection) від пилу (перша цифра) та вологи (друга цифра), що відповідає міжнародним стандартам.

Вибираємо світильники з люмінесцентними лампами в складі світильників ЛГП з двома лампами по 40 Вт.

При загальному освітленні для вибору раціонального світильника використовують коефіцієнт світильника $L/h = 1,3$ – відношення відстані L між рядами або сусідніми світильниками у ряду до висоти h їхнього підвісу над робочою поверхнею.

Коефіцієнт запасу $k_z = 1,5$ враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення.

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення z (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), як правило дорівнює $z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп низького тиску.

Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення від стелі $\rho_{\text{с}}$, стін $\rho_{\text{ст}}$ та підлоги $\rho_{\text{п}}$.

Наше приміщення належить до світлих приміщень з коефіцієнтами відбиття поверхонь приміщення від стелі $\rho_{\text{с}} = 70\%$, стін $\rho_{\text{ст}} = 50\%$, та підлоги $\rho_{\text{п}} = 30\%$.

Розрахуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \quad = \quad = 2,86 \approx 3 \quad (6.1)$$

(результат округляем до цілого у більшу сторону)

де $[L/h] = 1,3$ – числове значення коефіцієнта світильника;

$H = 3\text{м}$ – висота виробничого приміщення, м;

$h_p = 0,8\text{м}$ – висота робочої поверхні над підлогою, м;

Визначим максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p} = \quad = 2\text{м} \quad (6.2)$$

Розрахуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{\max}}{[L/h]} = \quad = 1,54\text{м} \quad (6.3)$$

Знайдемо висоту звисання світильника від стелі:

$$h_z = H - h_p - h = 3 - 0,8 - 1,54 = 0,66\text{м} \quad (6.4)$$

Чисельне значення індексу приміщення визначаєм за рівнянням:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = 1,95 \quad (6.5)$$

де $A = 6\text{м}$ – довжина приміщення, м;

$B = 6\text{м}$ – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

Значення коефіцієнта використання світлового потоку η вибирається в

залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів

відбиття поверхонь приміщення $\rho_{\text{с}}$, $\rho_{\text{ст}}$, $\rho_{\text{п}}$ та індексу приміщення, $\eta = 47\%$

Визначення світлового потоку лампи та загальної кількості світильників провести за схемою:

а) визначимо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{200 \cdot 36 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{0,47} = 25277 \quad (6.6)$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_n – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, ;

k_z – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

б) визначимо розрахункову загальну кількість світильників N^* у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N^* = N^*_{LED} = \frac{AB}{L_{max}^2} = 9 \quad (6.7)$$

в) визначимо розрахунковий світловий потік лампи $\Phi_{л}^*$:

$$\Phi_{л}^* = \frac{25277}{18} = 1404 \text{ лм} \quad (6.8)$$

де $N_{л}$ – загальна кількість ламп у приміщенні;

$$N_{л} = N^* \cdot n = 9 \cdot 2 = 18 \quad (6.9)$$

$n = 2$ – кількість ламп у світильнику;

Обраємо тип стандартної лампи ЛДЦ с потужністю 40Вт.

Розрахувати загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_{\Sigma} = N_{фл} \cdot P_{л} = 18 \cdot 40 = 720 \text{ В} \quad (6.10)$$

де $P_{\text{л}} = 40\text{Вт}$ – потужність вибраної стандартної лампи.

У підсумку виходить, що розміщуємо 9 світильників в 3 ряди по 3 світильника в ряді.

Нервові напруження впливає на серцево-судинну систему, збільшуючи артеріальний тиск і частоту пульсу, а також на терморегуляцію організму та емоційні стани працівника. Особливу роль у запобіганні втоми працівників відіграють професійний відбір, організація робочого місця, правильне робоче положення, ритм роботи, раціоналізація трудового процесу, використання емоційних стимулів, впровадження раціональних режимів праці і відпочинку тощо. Боротьба зі втомою, в першу чергу, зводиться до покращення санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища (ліквідація забруднення повітря, шуму, вібрації, нормалізація мікроклімату, раціональне освітлення тощо).

Крім того, для профілактики втоми працівників застосовуються специфічні методи, до яких можна віднести засоби відновлення функціонального стану зорового та опорно-рухового апарату, зменшення гіподинамії, підсилення мозкового кровообігу, оптимізацію розумової діяльності.

7.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

7.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна безпека забезпечується виконанням вимог Правил пожежної безпеки в Україні, НПАОП 0.00–1.28–10, ГОСТ 12.1.004–91 «Пожежна безпека. Загальні вимоги». Будинки й ті їх частини, в яких розташовуються ПЕОМ, мають ступінь вогнестійкості не нижче II. Приміщення оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації з димовими сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку однієї штуки на кожні 20 м² площі приміщення з урахуванням гранично допустимих концентрацій вогнегасної речовини. У підсумку виходить, що при площі

36 потрібно 2 вогнегасника ВВК–1,4(3,5). Також треба вивісити на видному місці інструкцію про заходи пожежної безпеки (пункт 3.5 Правил пожежної безпеки в Україні).

Меблі та обладнання мають розміщуватися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1м). Евакуаційні шляхи та виходи необхідно постійно утримувати вільними, нічим не зашарашувати.

Електромережі, електроприлади і апаратура повинні експлуатуватися тільки у справному стані з урахуванням вказівок та рекомендацій підприємств виготовлювачів. У разі виявлення пошкоджень електромереж, вимикачів, розеток та інших електровиробів слід негайно вимкнути їх та вжити необхідних заходів щодо приведення у пожежобезпечний стан [25].

Документи, папір та інші горючі матеріали слід зберігати на відстані не менше 1м від електрощитів, електророзборок і електрокабелів; 0,5 від електросвітильників; 0,6 м від оповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації та 0,15 від приладів центрального водяного опалення.

Засоби протипожежного захисту слід утримувати у справному стані. Усім працівникам вміти користуватись наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння, знати місце їх знаходження.

Силове і освітлювальне електроустаткування, електропроводка та інші споживачі електроенергії повинні виконуватись відповідно до ПУЕ і до Правил технічної експлуатації електроустановок (ПТЕЕ).

Плавкі вставки запобіжників повинні бути калібровані із зазначенням на клемі номінального струму вставки (клеймо заводу-виготовлювача або електролабораторії). Застосування саморобних некаліброваних плавких вставок забороняється.

Настільні лампи, вентилятори, монітори, радіоприймачі, холодильники та інші електроприлади повинні вмикатися в мережу тільки через справні

штепсельні розетки і електрошнури.

Експлуатація тимчасових електромереж не дозволяється.

Обігрівання приміщень повинно здійснюватись приладами центрального водяного опалення або як виняток (з дозволу відповідальних осіб) обігрівальними приладами.

У разі виникнення ознак пожежі працівник, який її помітив, повинен:

- негайно повідомити про це Державну пожежну охорону (за телефоном 101), вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;

- повідомити про пожежу керівника

- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей, гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

Керівник якому повідомлено про виникнення пожежі, повинний:

- перевірити чи викликано Державну пожежну охорону;

- у разі загрози життю людей негайно організовувати їх рятування (евакуацію), вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беріть участь у ліквідації пожежі;

- перевірити здійснення оповіщення людей про пожежу;

- забезпечити дотримання техніки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі;

- організувати зустріч підрозділів Державної пожежної охорони, надати їм допомогу у її локалізації та ліквідації.

Після прибуття на пожежу пожежних підрозділів необхідно забезпечити безперешкодний доступ їх до місця, де виникла пожежа.

7.4.2 Заходи с цивільного захисту

Одним з найефективніших із способів захисту населення і працюючого персоналу, є укриття захисних споруд.

Захисні споруди цивільного захисту – інженерні споруди, призначені для захисту населення від впливу небезпечних факторів, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів.

До захисних споруд цивільного захисту належать:

сховище – герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів;

протирадіаційне укриття – негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості;

швидкостроювана захисна споруда цивільного захисту – захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Захисні споруди призначені для захисту людей від наслідків аварій (катастроф) і стихійних лих, а також від уражальної дії зброї масового зниження.

Захисні споруди розрізняють:

- за призначенням – для захисту населення. Розміщення органів управління, вузла зв'язку і медичних закладів;
- за місцем знаходження – вбудовані, відокремлені, метрополітен, у гірських виробках;
- за терміном будівництва – зведені завчасно, швидко зведені;
- за захисними властивостями – найпростіше укриття (щілини відкриті і перекриті), протирадіаційні укриття (ПРУ) сховища.

Протирадіаційні укриття (ПРУ) – це споруди які забезпечують захист людей від дій іонізуючих випромінювань при радіоактивному зараженні місцевості за неперервного перебування в них протягом 1–2 діб.

До ПРУ відносяться не тільки спеціально побудовані споруди, а й будівлі господарського призначення (погреби, підпілля, овочесховища), пристосовані під укриття і звичайні житлові будівлі.

ПРУ повинні мати приміщення для:

- розміщення людей,
- санітарного вузла,
- вентиляційної камери,
- зберігання брудного верхнього одягу.

Сховища ЦО – це споруди, які забезпечують комплексний захист людей від дій уражаючих факторів ядерного вибуху, отруйних та сильнодіючих отруйних речовин, бактеріальних засобів, а також високих температур і обвалів будівель.

Воно обладнане комплексом інженерних споруд, що забезпечують необхідні умови життєдіяльності протягом певного часу:

- захисні герметичні двері,
- шлюзові камери (тамбури),
- санітарно побутові відсіки,
- основне приміщення для людей,
- аварійний вихід,
- фільтровентиляційна камера,
- комора для продуктів харчування,
- медична кімната.

За місцем знаходження сховища бувають вбудованими (у підвалах будинків) і відокремленими.

Їх споруджують заздалегідь, у мирний час, але можуть будувати і в період загрози наряду, або під час воєнних дій.

Сховища бувають:

- Малі – 150-300 чол.
- Середні – 300-600 чол.
- Великі – понад 600 чол.

Сховища мають фільтровентиляційні установки (ФВУ).

Вони очищують зовнішнє повітря, розподіляє його по відсіках і створює у захисному приміщенні надлишковий тиск, що перешкоджає проникненню зараженого повітря.

Передбачається два режими вентиляції.

1 режим – чиста коли зовнішнє повітря очищається від пилу.

2 режим – фільтровентиляція, коли повітря проходить крізь поглинальні фільтри, де очищується від реактивного пилу, отруйних речовин, СДОР і бактеріологічних засобів.

Система водопостачання від зовнішньої водопровідної мережі.

Передбачено аварійний запас води або її джерело.

Є система каналізації.

Санвузол влаштовується окремо ізольований від секцій сховища з витяжкою.

Система опалювання сховища працює від опалювальної мережі будинку під яким воно знаходиться.

Освітлюється від міської електромережі в аварійних випадках від автономної електростанції, або від акумуляторів або ліхтарями.

Запас продуктів не менше ніж на 2 доби.

Медичне обслуговування здійснюють санітарні пости і медпункти.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті було розглянуто та розраховано систему контролю регулятора повітрязабірника двигуна.

Розглянута система автоматичного регулювання повітрязабірника РВД-29 та її аналіз. Дана система регулює подачу повітря в двигун об'єкта і тому потребує вчасного обслуговування і ремонту.

Пульт наземної перевірки ПНП-140 та пульт перевірки ПП РВД забезпечують перевірку та регулювання регулятора повітрязабірника двигуна в лабораторних умовах.

Пульт АСП РВД забезпечує перевірку та регулювання регулятора повітрязабірника двигуна в лабораторних умовах, але забезпечує перевірку більшого обсягу параметрів ніж пульти ПНП-140 та ПП РВД.

Складено модель надійності відновлюваних систем авіоніки (розділ 4).

Розроблено модель надійності відновлюваних систем авіоніки (розділ 4). Одержана аналітична модель надійності відновлюваних систем авіоніки і на її основі отримані розрахункові залежності для оцінки показників безвідмовності: середнього числа відмов за напрацювання $\Omega(t)$ (рис. 4.3), параметра потоку відмов – $\omega(t)$ (рис. 4.4) і середнього напрацювання на відмову $T_1(t)$ (рис. 4.5), що є функціями тривалості експлуатації. При вирогіднісно-фізичному підході всі ці показники на відмову є функціями часу напрацювання. Будь-який з цих показників може бути вибраний як критерій, що визначає тривалість життєвого циклу відновлюваної системи – критерію граничного стану.

Проведено розрахунок безвідмовності системи ймовірнісно-фізичним методом (розділ 5).

Показники ПНП-140 і ПП РВД по безвідмовності системи після розрахунку свідчать що, перша відмова настає при нароботці 26471 годин, з коефіцієнтом варіації 0,755.

Показники АСП РВД по безвідмовності системи після розрахунку свідчать що, перша відмова настає при нароботці 40393 годин, с коефіцієнтом варіації 0,755.

Згідно з статичними даними (Додаток А), при роботі стендів ПНП-140 і ПП РВД відбувається одна відмова на 100 годин роботи. Це відбувається внаслідок великого напрацювання стендів, так як стенди виготовлені в 1988 році і на даний момент стенди напрацювали понад 50 000 годин.

Також за допомогою АСП РВД перевіряється набагато більше параметрів при перевірці працездатності регулятора, ніж пультами ПНП-140 і ПП РВД. Це забезпечує високу якість перевірки працездатності регулятора.

В економічній частині визначено економічну доцільність проектування приладу (розділ 6).

В розділі охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях виконано аналіз потенційних небезпек при експлуатації пультів, розроблено заходи із забезпечення техніки безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці та пожежної безпеки (розділ 7).

Оптимізація системи контролю якості працездатності регулятора повітря забірника двигуна за допомогою пульта АСП РВД є доцільним тому що пульт дозволяє перевіряти великий обсяг контрольованих параметрів. АСП РВД дозволяє замінити технічно застарілий пульт, так як згідно розрахунків надійності пульти ПНП-140 і ПП РВД вичерпали свій ресурс.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Боровик Р.М. Основы контроля авиационного оборудования. [Текст] – К.:КИИГА, 1980.
2. Иванов А.И., Васильев В.И. Автоматический контроль и диагностика систем управления силовыми установками летательных аппаратов. [Текст] – М.: Машиностроение, 1989.
3. Техническое описание регулятора воздухозаборника РВД-29 [Текст] / ТО 6Д3.342.001 , – 169 с.
4. Руководство по технической эксплуатации регулятора воздухозаборника РВД-29[Текст] /РТЭ 6Д3.546.008 – 288 с.
5. Руководство по технической эксплуатации пульта наземной проверки ПНП-140 [Текст] /РТЭ 6Д4.437.011 – 210 с.
6. Техническое описание пульта ПП РВД [Текст] – 24 с.
7. Технологическая инструкция по проверки регулятора РВД-29 в лабораторных условиях [Текст] ТИ-АО-Т10 - 8837-99, 1999 – 43 с.
8. Автоматизированная система проверки регулятора воздухозаборника РВД-29 [Текст]/ 2015– 79 с.
9. Технологическая инструкция по проверки регулятора РВД-29 [Текст] ТИ-АО-Т10 - 8991-16, 2016 – 61 с.
10. Грибов В.М., Козарчук В.В. Основы теории надежности авиационной техники. Конспект лекций. [Текст] – К.: КМУГА, 1994.-268 с.
11. Протоерейский А.С. Электробезопасность при технической эксплуатации ВС и аэропортов ГА. [Текст] – К.: КИИГА, 1985 г.
12. Смирнов Н.Н. Обслуживание и ремонт АТ по состоянию. [Текст] – М.: Транспорт, 1987.
13. Воробьев В.Г. Техническая эксплуатация авиационного оборудования. [Текст] – М.: Транспорт, 1990.
14. Грибов В.М., Грищенко Ю.В., Скрипец А.В.,Стрельников В.П. Теорія надійності систем авіоніки [Текст]– К.:НАУ 2006.-324 с.

15. Бойчик І.М. Економіка підприємств : навч посібник [Текст] / І. М. Бойчик, П. С. Харів, М. І. Хопчан. – Львів: В-во «Сполом». – 2009. – 212 с.
16. Економіка підприємства: підручник: [Текст] / За ред. С.Ф. Покропивного. – Вид. 2-ге, – К.: КНЕУ, 2013. – 528 с.
17. Онищенко В. О. Організація виробництва : навч. посібник [Текст] / В. О. Онищенко, О. В. Редкін. – К.: Лібра, 2012. – 672 с.
18. Беляков, Г.И. Охрана труда и техника безопасности [Текст] / Г.И. Беляков. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 404 с.
19. Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. [Текст] / Г. И. Беляков. – М.: Юрайт, 2012. – 572 с.
20. Природне і штучне освітлення. [Текст] : ДБН В.2.5-28-2018. – На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний з 2019-03-01. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 133 с. – (Державні будівельні норми України)
21. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці [Текст] : підручник / В. Ц. Жидецький. – 5-те вид., доп. – К. : Знання, 2014. – 373 с. + 1 ел. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-617-07-0134-3
22. Айзберг Ю .Б. Справочная книга по светотехнике [Текст]/ Пол ред. Ю .Б. Айзберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак. — 972 с: ил.
23. Березюк О. В., Лемешев М. С. Охорона праці в галузі радіотехніки[Текст]: Навч. посіб. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 159 с.
24. Протоєрейський О. С, Запорожець О. І. Охорона праці в галузі: Навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 268 с.
25. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони [Текст] : ДБН В 2.2.5-97. – На заміну СНиП II-11-77* ; чинний від 1998-01-01. – К. : Держкоммістобудування України, 1998. – 22 с. – (Державні будівельні норми України)
26. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист [Текст] : навч. посіб. для вузів / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2013, – 487
27. Методичні вказівки до лабораторно заняття «Дослідження загального освітлення виробничих приміщень» з дисципліни «Цивільний

захист і охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання / Укл. В.І. Шмирко, О.В. Коробко – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 34 с.

28. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Дослідження властивостей первинних засобів пожежогасіння, визначення їх типів та розрахунок кількості» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» для студентів технічного напрямку, усіх форм навчання / Укл. А.С. Петрищев, М.О. Журавель, С.М. Журавель – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 34 с.

Додаток А

Таблиця відмов пультів ПНП-140 і ПП РВД

№	Дефект	Відмовив елемент
1	Відсутня сигналізація про ввімкнення основного каналу	Лампочка СМ-27-1,4
2	Не регулюється частота обертання	Потенціометр ПМЛТ-1-33кОм
3	Не спрацьовує сигналізація разової команди БК	Реле РЭС-49 п.0003
4	Відбувається відмова основного каналу	Мікросхема 140УД6Б
5	Не спрацьовує режим «Дожатие» при автоматичному управлінні	Конденсатор К52-5 50В 150 мкФ
6	Відсутня сигналізація про стопорении обмоток	Лампочка СМ-27-1,4
7	Не відбувається включення пульта в роботу	Контактор ТКД 101 ОДЛ
8	Не відбувається зняття блокування панелей	Вимикач ВГ-15К-2С
9	Відсутня вихідна напруга на клеммах Гн.27 і Гн.26	Конденсатор К52-5 90В 68мкФ
10	Відсутня напруга з вбудованого генератора імпульсів	Мікросхема 251НТ8