

SPIS TREŚCI

WYKAZ PODSTAWOWYCH SKRÓTÓW, SYMBOLI I OZNACZEŃ....13

Rozdział 1

WSTĘP	17
1.1. Klasyfikacja naświetlanych systemów zobrazowania stosowanych w rozwiązaniach światowych	25
1.2. Przegląd wybranych naświetlanych systemów zobrazowania stosowanych na pokładach samolotów wojskowych	31
1.3. Przegląd naświetlanych systemów zobrazowania stosowanych na pokładach śmigłowców wojskowych	37
1.4. Budowa pierwszego polskiego systemu wyświetlania parametrów lotu dla śmigłowców wojskowych	42

Rozdział 2

NAŚWETLANE SYSTEMY WYŚWETLANIA PARAMETRÓW LOTU

SWPL-1 DLA ŚMIGŁOWCÓW MI-17	45
2.1. Ogólny opis naświetlanego systemu wyświetlania parametrów lotu SWPL-1	46
2.1.1. Możliwości funkcjonalne systemu	46
2.1.2. Podstawowe wymagania	46
2.1.3. Odporność na oddziaływanie czynników środowiskowych	47
2.1.4. Skład systemu	47
2.1.5. Zakres prezentowanych danych	48
2.1.6. Zasada działania systemu	49
2.1.7. Zasada pracy systemu wyświetlania parametrów lotu	53
2.1.8. Opis zobrazowania parametrów lotu w poszczególnych zakresach pracy	54
2.2. Opis techniczny komputera graficznego KG-1	57
2.3. Opis techniczny układu dopasowania sygnałów UDS-1	60
2.4. Opis techniczny dziennego wyświetlacza naświetlanego DWN-1	62
2.5. Opis techniczny nocnego wyświetlacza naświetlanego NWN-1	64
2.6. Opis techniczny elementów sterujących systemem SWPL-1	65
2.7. Opis techniczny centrali danych areometrycznych ADU-3200	67
2.8. Opis techniczny sztucznego horyzontu AGB-3K	68
2.9. Opis techniczny odbiornika nawigacji satelitarnej GPS-155XL	70

Rozdział 3

ZASTOSOWANIE METOD OPTIMALIZACJI W POSZCZEGÓLNYCH FAZACH ŻYCIA NAHEŁMOWEGO SYSTEMU SWPL-1

75

- 3.1. Przyjęte fazy życia nahełmowego systemu wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 76
 - 3.1.1. Faza identyfikacyjna nahełmowego systemu SWPL-1 76
 - 3.1.2. Faza analityczno-koncepcyjna nahełmowego systemu SWPL-1 77
 - 3.1.3. Faza realizacyjna nahełmowego systemu SWPL-1 80
 - 3.1.4. Faza eksploatacyjna nahełmowego systemu SWPL-1 85
- 3.2. Wybrane zagadnienia metod optymalizacji 87
 - 3.2.1. Problemy kryteriów optymalizacji 88
 - 3.2.2. Przykład optymalizacji wielokryterialnej w procesie budowy systemu SWPL-1 92

Rozdział 4

METODY IDENTYFIKACJI TORÓW POMIAROWYCH W SYSTEMACH POKŁADOWYCH I NAHEŁMOWYM SYSTEMIE SWPL-1.....

105

- 4.1. Identyfikacja toru pomiarowego wariometru WR-10MK 107
 - 4.1.1. Nieliniowy model dynamiki wariometru WR-10MK 107
 - 4.1.2. Linearyzacja nieliniowego modelu dynamiki wariometru WR-10MK 117
- 4.2. Identyfikacja torów pomiarowych centrali danych areometrycznych ADU-3200 121
- 4.3. Identyfikacja torów pomiarowych sztucznego horyzontu AGB-3K 122
 - 4.3.1. Identyfikacja toru pomiarowego kąta pochylenia 122
 - 4.3.2. Identyfikacja toru pomiarowego kąta przechylenia 136

Rozdział 5

INTEGRACJA SYSTEMÓW POKŁADOWYCH Z NAHEŁMOWYM SYSTEMEM WYŚWIETLANIA PARAMETRÓW LOTU SWPL-1

141

- 5.1. Problemy integracji nahełmowego systemu wyświetlania parametrów lotu z systemami pokładowymi 142
- 5.2. Zapewnienie zgodności wskazań na przykładzie toru pomiarowego prędkości pionowej 146
 - 5.2.1. Zgodność wskazań dla toru pomiarowego prędkości pionowej w warunkach statycznych 147

5.2.2. Zgodność wskazań w warunkach dynamicznych z wykorzystaniem liniowego modelu dynamiki toru pomiarowego	149
5.2.3. Zgodność wskazań w warunkach dynamicznych z wykorzystaniem nieliniowego modelu dynamiki toru pomiarowego	153
5.3. Integracja sprzętowa na przykładzie toru pomiarowego kanału pochylenia śmigłowca	156
5.4. Integracja oprogramowania systemu SWPL-1	161
5.4.1. Architektura programowa modułu głównego Mi-17sys	165
5.4.2. Architektura programowa modułu konfiguracji Mi-17konfigurator	167
5.4.3. Architektura modułu zobrazowania Mi-17hud	173
Rozdział 6	
METODY ZAPEWNIENIA WIARYGODNOŚCI INFORMACJI PREZENTOWANEJ W NAHELMOWYM SYSTEMIE SWPL-1	175
6.1. Eliminacja błędnej informacji w torach pomiarowych nahelmowego systemu	176
6.2. Informowanie pilota o błędach pracy pokładowych systemów	177
6.3. Minimalizacja błędów statycznych	179
6.4. Minimalizacja błędów dynamicznych	183
Rozdział 7	
METODY ZAPEWNIENIA NIEZAWODNOŚCI NAHELMOWEGO SYSTEMU WYŚWIETLANIA PARAMETRÓW LOTU SWPL-1	185
7.1. System wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 jako obiekt badań niezawodnościowych	186
7.2. Ogólne problemy zapewnienia wymaganej niezawodności systemu wyświetlania parametrów lotu SWPL-1	187
7.2.1. Kształtowanie niezawodności na etapie opracowania założeń technicznych	188
7.2.2. Kształtowanie niezawodności na etapie projektowania systemu	188
7.3. Prognoza niezawodności systemu wyświetlania parametrów lotu SWPL-1	191
Rozdział 8	
BADANIA NAHELMOWEGO SYSTEMU WYŚWIETLANIA PARAMETRÓW LOTU SWPL-1	201

8.1. Badania wykonane przez producenta systemu	202
8.1.1. Badania konstruktorskie	202
8.1.2. Testy oprogramowania systemu SWPL-1	203
8.1.3. Badania typu systemu SWPL-1	205
8.1.3.1. Badania funkcjonalne	205
8.1.3.2. Badania mechaniczne	208
8.1.3.3. Badania klimatyczne	211
8.1.3.4. Badania kompatybilności elektromagnetycznej	213
8.1.4. Badania niezawodnościowe	214
8.1.5. Badania zdawczo-odbiorcze przed zabudową systemu na śmigłowcu	215
8.1.6. Badania zdawczo-odbiorcze po zabudowie systemu na śmigłowcu	215
8.1.7. Badania systemu SWPL-1 w procesie eksploatacji	217
8.2. Badania systemu SWPL-1 w trybie II OiB, wykonane przez akredytowane laboratorium	217
8.3. Badania typu śmigłowca Mi-17 z zabudowanym systemem SWPL-1 pod nadzorem komisji	218
8.4. Badania zdawczo-odbiorcze (po badaniach typu) systemu SWPL-1 zabudowanego na śmigłowcu	219
8.5. Próby zdawczo-odbiorcze śmigłowca z zabudowanym systemem SWPL-1, wykonywane przez użytkownika systemu	219
Rozdział 9	
PODSUMOWANIE	223
LITERATURA	233
DODATEK 1. Szczegółowy opis zobrazowania na wyświetlaczach nahełmowych	251
DODATEK 2. Dane niezbędne do identyfikacji torów pomiarowych parametrów mierzonych przez centralę danych areometrycznych ADU-3200	261
DODATEK 3. Definicje pojęć wykorzystywanych przy analizie niezawodno- ściowej systemu SWPL-1	275