МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра проектування літаків і вертольотів

Пояснювальна записка до дипломного проекту

(тип кваліфікаційної роботи)

магістра

(освітній ступінь)

на тему: **Підвищення надійності гідравлічної системи регіонального пасажирського літака**

ХАІ.103.160ОПС.25О. 2001047.ПЗ

Виконав: студент 6 курсу групи № 160-ОПС
Напряму підготовки (спеціальності):
272 «Авіаційний транспорт»
(Шифр та назва спеціальності)
Освітньої програми:
Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів
(найменування)
Демченко Андрій Русланович
(Прізвище та ініціали студента)
Керівник: Орловський М.М
(прізвище та ініціали)
Рецензент: Павленко С.А.
(прізвище та ініціали)

Харків – 2025

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет *Літакобудування*
(повне найменування)
Кафедра *103 «Проектування літаків і вертольотів»*
(повне найменування)
Рівень вищої освіти *другий (магістерський)*
Напряму підготовки (спеціальності): *272 «Авіаційний транспорт»*
(код та найменування)
Освітня програма *«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»*
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.т.н., доцент
_____Сергій Трубаєв
«_19_» _жовтня_ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТ

Демченко Андрію Руслановичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи **Підвищення надійності гідравлічної системи регіонального пасажирського літака**
керівник кваліфікаційної роботи Орловський М.М., доцент каф.103
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету № 1683-уч від « 22 » 10 2025 року
2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 11.12.2025 р.

Вихідні дані до проекту: $n_{пас} = 48$ ос; $V_{max} = 580$ км/год; $V_{кр} = 530$ км/год $H_{max} = 8500$ км; $H_{кр} = 7500$ км; $L = 2100$ м $L_{раз} = 900$ м;

Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати)

1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1. Автоматизоване формування образу літака

- Розробка концепції створення проектованого літака і науково-технічної програми досягнення його характеристик

- Збір, обробка та аналіз статистичних даних

- Вибір і обґрунтування схеми літака, його основних відносних початкових параметрів

- Визначення злітної маси літака в нульовому наближенні

- Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу

- Визначення та оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів

- Вибір, обґрунтування, розробка і ув'язка конструктивно-силових схем агрегатів літака

1.2. Розрахунок аеродинамічних і льотних характеристик літака

- Розрахунок полярності і аеродинамічного якості під злітної, посадкової і крейсерській конфігураціях літака

- Розрахунок льотних характеристик літака методом потужностей

- Експлуатаційні обмеження. Діаграма допускаються режимів горизонтальних прямолінійних сталих польотів. Характеристика набору висоти

1.3. Інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання, підбір літака

- Розробка майстер-геометрії літака

- Опис майстер-моделі літака

2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Загальна характеристика гідросистеми розробленого літака

2.2. Принцип роботи та основні елементи гідросистеми та їх функції

- Розміщення елементів мережі джерел тиску

- Електроприводна насосна станція

- Блок фільтрів

- Гідравлічний бак

- Запірний клапан

- Перекривний клапан

- Гідравлічний акумулятор

- Гідравлічний циліндр

- Гідравлічний мотор

- Трубопроводи

2.3. Структурний та функціональний аналіз гідросистеми розробленого літака

2.4. Розрахунок показників безвідмовності системи та її елементів

- Загальні положення

- Вихідні дані

- Розрахунок інтенсивностей відмов та імовірностей безвідмовної роботи мережи джерел тиску та прибирання-випуску закрилків

- Розрахунок імовірності безвідмовної роботи деяких інших елементів, всіх блоків та системи в цілому

2.5. Аналіз експлуатаційної технологічності елементів системи

3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

3.1. Значення надійності гідросистеми для забезпечення безпеки польотів

3.2. Аналіз небезпек та ризиків у процесі ТОіР ГС розробленого літака та розробка оцінки ймовірності факторів ризику

- Аналіз небезпек та ризиків у процесі ТОіР ГС розробленого літака

- Розробка оцінки ймовірності факторів ризику

3.3. Оцінка ризиків при технічному обслуговуванні та ремонті гідросистеми розробленого літака

3.4. Охорона праці під час робіт з гідросистемою розробленого літака

4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Загальні положення економічної оцінки безпеки технічного обслуговування

4.2. Кількісна та економічна оцінка потенційних небезпеки і шкідливості виробничих процесів

- Вихідні дані розрахунку небезпеки виробничого процесу, що має небезпечні фактори

- Розрахунок небезпеки виробничого процесу, що має небезпечні фактори

- Вихідні дані розрахунку шкідливості виробничого процесу, при якому в повітря робочої зони виділяються бензол, оксид вуглецю та аерозоль алюмінію

- Розрахунок шкідливості виробничого процесу, при якому в повітря робочої зони виділяються бензол, оксид вуглецю, аерозоль алюмінію та пари гідравлічної рідини

- Вихідні дані для економічної оцінки потенційної небезпеки та шкідливості виробничих процесів

- Дати економічну оцінку потенційної небезпеки та шкідливості виробничих процесів

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

- креслення загального вигляду;

- конструктивно-силова схема літака.

- майстер-геометрія поверхні літака

Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання надав	Завдання отримав
1	Орловський М.М., доцент каф.103	22.10.25	18.12.25
2	Орловський М.М., доцент каф.103	22.10.25	18.12.25
3	Орловський М.М., доцент каф.103	22.10.25	18.12.25
4	Орловський М.М., доцент каф.103	22.10.25	18.12.25

Нормоконтроль_____ М.М.Орловський «_18_» _грудня_ 2025 р.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Дата надання завдання «_22_» _жовтня_ 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітки
1.	**Конструкторський розділ**	10.11.25	
2.	**Експлуатаційний розділ**	25.11.25	
3.	**Безпека польотів**	05.12.25	
4.	**Економічний розділ**	15.12.25	

Студент _____ Демченко А.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Орловський М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

РЕФЕРАТ 9
1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 11
1.1. Автоматизоване формування образу літака 11
1.1.1. Розробка концепції створення проектованого літака і науково-технічної програми досягнення його характеристик 11
1.1.2. Збір, обробка та аналіз статистичних даних 13
1.1.3. Вибір і обґрунтування схеми літака, його основних відносних початкових параметрів 20
1.1.4. Визначення злітної маси літака в нульовому наближенні 21
1.1.5. Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу 22
1.1.6. Визначення та оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів 25
1.1.7. Вибір, обґрунтування, розробка і ув'язка конструктивно-силових схем агрегатів літака 27
1.2. Розрахунок аеродинамічних і льотних характеристик літака 31
1.2.1. Розрахунок полярності і аеродинамічного якості під злітної, посадкової і крейсерській конфігураціях літака. 32
1.2.2. Розрахунок льотних характеристик літака методом потужностей 38
1.2.3. Експлуатаційні обмеження. Діаграма допускаються режимів горизонтальних прямолінійних сталих польотів. Характеристика набору висоти 42
1.3. Інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання, підбір літака 46
1.3.1. Розробка майстер-геометрії літака 46
1.3.2. Опис майстер-моделі літака 47
Висновки щодо конструкторських аспектів і розробки літака 48
2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ 49
2.1. Загальна характеристика гідросистеми розробленого літака 49
2.2. Принцип роботи та основні елементи гідросистеми та їх функції . 51

2.2.1. Розміщення елементів мережі джерел тиску 53
2.2.2. Електроприводна насосна станція 54
2.2.3. Блок фільтрів 55
2.2.4. Гідравлічний бак 56
2.2.5. Запірний клапан 56
2.2.6. Перекривний клапан 57
2.2.7. Гідравлічний акумулятор 57
2.2.8. Гідравлічний циліндр 58
2.2.9. Гідравлічний мотор 59
2.2.10. Трубопроводи 60
2.3. Структурний та функціональний аналіз гідросистеми розробленого літака 60
2.4. Розрахунок показників безвідмовності системи та її елементів 67
2.4.1. Загальні положення 67
2.4.2. Вихідні дані 67
2.4.3. Розрахунок інтенсивностей відмов та імовірностей безвідмовної роботи мережи джерел тиску та прибирання – випуску закрилків 68
2.4.4. Розрахунок імовірності безвідмовної роботи деяких інших елементів, всіх блоків та системи в цілому 69
2.5. Аналіз експлуатаційної технологічності елементів системи 73
Висновки та рекомендації щодо удосконалення системи 76
3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ 79
3.1. Значення надійності гідросистеми для забезпечення безпеки польотів 79
3.2. Аналіз небезпек та ризиків у процесі ТОіР ГС розробленого літака та розробка оцінки ймовірності факторів ризику 81
3.2.1. Аналіз небезпек та ризиків у процесі ТОіР ГС розробленого літака 81
3.2.2. Розробка оцінки ймовірності факторів ризику 82

3.3. Оцінка ризиків при технічному обслуговуванні та ремонті гідросистеми розробленого літака 87
3.4. Охорона праці під час робіт з гідросистемою розробленого літака 97
Висновки щодо забезпечення безпеки під час технічного обслуговування 99
4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 100
4.1. Загальні положення економічної оцінки безпеки технічного обслуговування 100
4.2. Кількісна та економічна оцінка потенційних небезпеки і шкідливості виробничих процесів 102
4.2.1. Вихідні дані розрахунку небезпеки виробничого процесу, що має небезпечні фактори 103
4.2.2. Розрахунок небезпеки виробничого процесу, що має небезпечні фактори 104
4.2.3. Вихідні дані розрахунку шкідливості виробничого процесу, при якому в повітря робочої зони виділяються бензол, оксид вуглецю та аерозоль алюмінію 106
4.2.4. Розрахунок шкідливості виробничого процесу, при якому в повітря робочої зони виділяються бензол, оксид вуглецю, аерозоль алюмінію та пари гідравлічної рідини 108
4.2.5. Вихідні дані для економічної оцінки потенційної небезпеки та шкідливості виробничих процесів 110
4.2.6. Дати економічну оцінку потенційної небезпеки та шкідливості виробничих процесів 111
Висновки до економічного розділу 112
ВИСНОВКИ 114
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 117
ДОДАТКИ 119
Додаток 1. Загальний вигляд літака 119
Додаток 2. КСС літака 120

РЕФЕРАТ

Дипломна робота магістра на тему **«Підвищення надійності гідравлічної системи регіонального пасажирського літака»**: 120 с., 4 розділи, 30 рис., 41 табл., 2 додатків, 24 джерел інформації.

Об'єкт дослідження: гідравлічна система розробленого літака у контексті її конструкції, експлуатації, надійності та економічної ефективності технічного обслуговування.

Мета роботи: інтегроване проектування, параметричне моделювання та підвищення надійності гідросистеми розробленого літака шляхом аналізу конструктивних рішень, оцінки експлуатаційної надійності, розрахунку ризиків, визначення небезпечних і шкідливих факторів виробничих процесів та обґрунтування економічної ефективності заходів зі зниження ризиків.

Метод дослідження: аналіз конструктивної документації та регламентів обслуговування; статистичний аналіз, структурно-функціональний аналіз; статистична оцінка наробітків до відмови; методи розрахунку безвідмовності; кількісна оцінка ризиків; методики визначення потенційної небезпечності та шкідливості виробничих процесів; економічна оцінка збитків і ефективності технічних заходів.

В дипломній роботі представлені:

- статистичне проектування виду літака; інтегроване проектування майстер-геометрії, конструктивно-силового компонування літака; визначення аеродинамічних і льотно-технічних характеристик літака;
- загальна характеристика та принцип роботи гідросистеми розробленого літака;
- структурно-функціональний аналіз і визначення критичних елементів;
- оцінка надійності елементів системи та розрахунок показників безвідмовності;
- аналіз експлуатаційних процесів і робіт технічного обслуговування;
- оцінка небезпек, ризиків та шкідливих факторів під час виконання ТО;
- заходи зі зниження ризиків до допустимого рівня;

- кількісна оцінка потенційної небезпечності та шкідливості виробничих процесів;

- економічне обґрунтування ефективності запропонованих технічних і організаційних рішень.

Робота була виконана з використанням:

- Microsoft Excel (розрахунки безвідмовності, статистичний аналіз, виконання таблиць);

- Microsoft Word (структурування та оформлення тексту роботи);

- PDF-редакторів для аналізу технічної документації та креслень;

- Графічних інструментів для обробки ілюстрацій і схем.

Ключові слова: гідросистема регіонального пасажирського літака, надійність, технічне обслуговування, відмова, ризик, небезпечні фактори, шкідливі фактори, економічна оцінка, експлуатаційна ефективність, авіаційна безпека.

Умови отримання дипломного проекту: дипломний проект знаходиться в науково-технічній бібліотеці університету і може бути виданий тільки з відповідного дозволу завідувача кафедри за письмовою заявою.