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 рівень)

на тему «**Удосконалення технічного обслуговування систем шасі далекомагістрального пасажирського літака»**

ХАІ.103.160ОПСFUL-2.25О.272.12336516.ПЗ

Виконав: студент 2 курсу групи 160ОПСFUL-2
спеціальності *272 «Авіаційний транспорт*
(шифр спеціальності)
освітня програма *«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»*

Садихов Алі Гасан огли
(прізвище й ініціали студента)
Керівник: Орловський М.М
(прізвище й ініціали)
Рецензент: Костенко О.І.
(прізвище й ініціали)

Харків – 2026

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)*
Галузь знань *27 «Транспорт»*
Спеціальність *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 РОБОТУ

Садихов Алі Гасан огли
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи **Удосконалення технічного обслуговування систем шасі далекомагістрального пасажирського літака**
Керівник дипломного проекту Орловський М.М. к.т.н., доцент
(Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету від "21" 10 2025 р. № 1677-уч.
Термін подання студентом дипломного проекту 15.02.2026
Вихідні дані до проекту: V max – 950 км/г; Vкр – 900 км/г; Vу – 12 м/с; T=60000 год; Hmax –13км; Hкр –12км; L – 12000 км; Lроз – 2700 м; K_{max} –17,0; $n_{пас}$ = 400 чел.
Зміст розрахунково-пояснювальної записки
(перелік завдань, які потрібно розробити)

1. Конструкторський розділ

1.1. Автоматизоване формування вигляду літака

- Розробка концепції створення літака, що проектується і науково-технічної програми досягнення його характеристик
- Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва та

експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака
- Збір, обробка та аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака
- Вибір і обґрунтування схеми літака, типу його силової установки
- Розрахунок маси літака в нульовому наближенні
- Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу
- Визначення та оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів
- Розробка конструктивно-силового компонування. Розрахунок центрування і моментів інерції літака

1.2. Аналіз впливу змін проектних параметрів агрегатів літака при їх оптимізації на аеродинамічні і масові характеристики літака

- Визначення профільного опору проектованого літака і його частин
- Підйомна сила, індуктивний опір і поляра літака, аеродинамічна якість літака
- Поздовжній момент і розташування аеродинамічного фокуса літака
- Розрахунок діаграми «вантаж-дальність»

1.3. Інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання передньої опори шасі літака, що проектується

- Розробка майстер-геометрії агрегату
- Вибір схеми розміщення та обґрунтування кінематичної конструктивно-силової схеми шасі
- Визначення навантажень, що діють на елементи конструкції шасі
- Розрахунок амортизатора, визначення діаметру та ходу амортизатору геометричних розмірів, тощо
- Розрахунок і уточнення товщини стінок штоку і циліндру

1.4. Інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання проектованого літака

- Розробка майстер-геометрії літака
- Опис літака

2. Експлуатаційний розділ

- Шасі літака, що проектується
- Характеристика експлуатаційних факторів, що впливають на працездатність шасі
- Стійка основної опори шасі - опис і робота
- Амортизатор основної опори шасі - опис і робота
- Гальмівне колесо КТ192А
- Носова стійка опори
- Технічна експлуатація шасі
- Предмет огляду і технічні вимоги
- Експлуатація шасі, можливі відмови
- Особливості технічного обслуговування (ТО) шасі
- Оцінка рівня безпеки та ризиків

3. Забезпечення безпеки польотів

- Безпека при технічному обслуговуванні
- Управління безпекою при технічному обслуговуванні

- Корпоративний підхід до забезпечення безпеки
- Основні засоби управління безпекою при технічному обслуговуванні
- Контроль за забезпеченням безпеки і оцінка програм
- Боротьба з недотриманням процедур при технічному обслуговуванні
- Посібник для прийняття рішень щодо недопущення помилок при технічному обслуговуванні (MEDA)
- Забезпечення безпеки при злітно - посадкових режимах
- Посадка літака
- Правила посадки літака при бічному вітрі
- Посадка літака в складних метеоумовах
- Зліт і його характеристики

4. Економічний розділ

- Маркетингове дослідження ринку внутрішніх і міжнародних перевезень пасажирів
- Сегментація ринку споживачів і визначення обсягів перевезень(очікуване число пасажирів)
- Дослідження ринку перевезень

Вихідні дані для розрахунку техніко-економічних показників експлуатації літака

- Льотно-технічні характеристики ЛА, які впливають на експлуатаційні витрати в базовому аеропорту
- Нормативні вартісні показники експлуатації
- Розрахунок витрат на експлуатацію літака і двигуна і собівартості перевезення пасажирів
- Розрахунок повної собівартості експлуатації літака при перевезенні комерційного вантажу на один кілометр шляху
- Оцінка ефективності експлуатації літака
- Розрахунок виручки та прибутку експлуатуючої компанії ЛА, що припадає на один тонно-кілометр
- Оцінка ефективності виробництва ЛА в залежності від обсягів їх реалізації на ринках збуту
- Визначення точки беззбитковості виробництва ЛА

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

- майстер-геометрія поверхні літака, креслення загального вигляду;
- модель розподілу простору (об'ємно-масова компоновка);
- конструктивно-силова компоновка літака.

– **Консультанти розділів проекту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання надав	завдання отримав
1.	Орловський М.М., доцент каф.103	20.10.25	15.02.26
2.	Орловський М.М., доцент каф.103	20.10.25	15.02.26
3.	Орловський М.М., доцент каф.103	20.10.25	15.02.26
4.	Орловський М.М., доцент каф.103	20.10.25	15.02.26

Нормоконтроль _____ _М.М.Орловський «_15_» _лютого_2026 р.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Дата надання завдання « 20 » жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітки
1.	**Конструкторський розділ**	10.01.26	Вик.
2.	**Експлуатаційний розділ**	25.01.26	Вик.
3.	**Безпека польотів**	05.02.26	Вик.
4.	**Економічний розділ**	15.02.26	Вик.

Студент _____ Садихов А.Г.
.(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Зміст

РЕФЕРАТ 8
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ……..……..9
1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РАЗДІЛ 11
1.1. **Автоматизоване формування вигляду літака** 11
1.1.1. Розробка концепції створення літака, що проектується і науково-технічної програми досягнення його характеристик 12
1.1.2. Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва та експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака 13
1.1.3. Збір, обробка та аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака 14
1.1.4. Вибір і обґрунтування схеми літака, типу його СУ 20
1.1.5. Розрахунок маси літака в нульовому наближенні 22
1.1.6. Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу 35
1.1.7 Визначення та оптимізація проектних параметрів літака 37
1.1.8 Розробка конструктивно-силового компонування. 44
1.2 Аналіз впливу змін проектних параметрів агрегатів літака при їх оптимізації на аеродинамічні і масові характеристики літака . 51
1.2.1. Визначення профільного опору літака і його частин 51
1.2.2. Підйомна сила, індуктивний опір і поляра, аеродинамічна якість 54
1.2.3. Поздовжній момент і розташування аеродинамічного фокуса…… 57
1.2.4. Розрахунок діаграми «вантаж-дальність» 59
1.3 Інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання передньої опори шасі проектируемого літака 62
1.3.1 Розробка майстер-геометрії передньої опори 62
1.3.2. Вибір схеми розміщення та обгрунтування кінематичної конструктивно-силової схеми шассі 62
1.3.3. Визначення навантажень, що діють на елементи шасі. 63
1.3.4. Розрахунок амортизатора 64
1.3.5. Розрахунок і уточнення товщини стінок штоку і цилиндру 69
1.4. Інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання літака 71
1.4.1. Розробка майстер-геометрії літака 71
1.4.2. Опис літака 72
2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РАЗДІЛ 73
2.1. Шасі літака, що проектується 73
2.2. Характеристика експлуатаційних факторів, що впливають на працездатність шасі 77
2.3. Стійка основної опори шасі - опис і робота 79
2.4. Амортизатор основної опори шасі - опис і робота. 81
2.5. Гальмівне колесо КТ192А 85
2.6. Носова стійка опори 88
2.7. Технічна експлуатація шасі. 88
2.8. Предмет огляду і технічні вимоги…..…….. 91

2.9. Експлуатація шасі, можливі відмови 92
2.10. Особливості ТО шасси…….... 97
2.11. Оцінка рівня безпеки та ризиків ……..... 99
Висновки 100
3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ..... 101
3.1. Безпека при технічному обслуговуванні 101
3.2. Управління безпекою при технічному обслуговуванні 102
3.2. 1 Корпоративний підхід до забезпечення безпеки 102
3.2.2 Основні засоби управління безпекою при ТО 104
3.2.3 Контроль за забезпеченням безпеки і оцінка програм 104
3.3. Боротьба з недотриманням процедур при тТО 105
3.4. Посібник для прийняття рішень щодо недопущення помилок при технічному обслуговуванні (MEDA) 107
3.5 Забезпечення безпеки при злітно - посадкових режимах 108
3.5.1 Посадка літака 108
3.5.2 Правила посадки літака при бічному вітрі 108
3.5.3 Посадка літака в складних метеоумовах 109
3.5.4 Зліт і його характеристики 110
Висновки…….111
4. ЕКОНОМІЧНИЙ РАЗДІЛ..... 112
4.1 Маркетингове дослідження ринку внутрішніх і міжнародних перевезень пасажирів……..112
4.1.1 Сегментація ринку споживачів і визначення обсягів перевезень(очікуване число пасажирів) 112
4.1.2 Дослідження ринку перевезень. 113
4.2 Вихідні дані для розрахунку техніко-економічних показників експлуатації літака 115
4.2.1 Льотно-технічні характеристики ЛА, які впливають на експлуатаційні витрати в базовому аеропорту 115
4.2.2 Нормативні вартісні показники експлуатації 115
4.3 Розрахунок витрат на експлуатацію літака і двигуна і собівартості перевезення пасажирів ……. 116
4.3.1 Розрахунок повної собівартості експлуатації літака при перевезенні комерційного вантажу на один кілометр шляху 116
4.4 Оцінка ефективності експлуатації літака 119
4.4.1 Розрахунок виручки та прибутку експлуатуючої компанії ЛА, що припадає на один тонно-кілометр 119
4.5 Оцінка ефективності виробництва ЛА в залежності від обсягів їх реалізації на ринках збуту 120
4.5.1 Визначення точки беззбитковості виробництва ЛА 120
Висновки…….. 121
Список літератури..... 122
Додатки 124

РЕФЕРАТ

Дипломна робота магістра на тему **«Дослідження процесу технічного обслуговування шасі пасажирського літака»**: 134с., 4 розділи, 41 рис., 17 табл., 6 додатків, 20 джерел інформації.

Об'єкт дослідження - пасажирський літак.

Мета роботи - інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання пасажирського літака з заданими параметрами, дослідження процесу технічного обслуговування гальм коліс транспортного літака.

Метод дослідження - статистичний, аналітичний, графічний, методи проектування на ЕОМ.

В дипломній роботі представлені: інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання літака; визначені його аеродинамічні то льотно-технічні характеристики; розроблені алгоритми визначення тяги двигуна та алгоритм визначення зміни коефіцієнта лобового опору; розрахунок собівартості експлуатації, витрати на експлуатацію та вартість авіаквитків.

У дипломній роботі було спроектовано пасажирський літак, а також були закріплені знання, що отримані в теоретичному навчанні.

Робота була виконана на ЕОМ, з використанням різних програмних продуктів: Unigraphics NX9.0, Компас 3D версія 13, Microsoft Word 2010, всі розрахунки виконані в Microsoft Excel 2010 з використанням міжнародної мережі Інтернет.

Ключові слова: ТАКТИКО-ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ, ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЗЛІТНА МАСА ЛІТАКА, НАВАНТАЖЕННЯ НА КРИЛО, ШАСІ, ГАЛЬМІВНЕ КОЛЕСО, РЕГЛАМЕНТ ТО, ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, СОБІВАРТІСТЬ, ПРИБУТОК, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ.

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.

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

А – коефіцієнт відвала поляри;

АДХ – аеродинамічні характеристики;

ВО – вертикальне оперення;

ГО – горизонтальне оперення;

ЗПС – злітно-посадкова смуга;

ІКАО – міжнародна організація цивільної авіації;

КСС – конструктивно-силова схема;

ЛА – літальний апарат;

М – число Маха;

САХ – середня аеродинамічна хорда;

СУ – силова установка;

ТГД – турбогвинтовий двигун;

ТТД – тактико-технічні дані.

$\overline{c}, \overline{c_{ГО}}, \overline{c_{ВО}}$ – відносна товщина профілю крила, горизонтального оперення, вертикального оперення;

$C_{pH=v}$, кг/кН*год – значення питомої годинної витрати палива;

c_{xa} – коефіцієнт лобового опору;

c_{ya} – коефіцієнт підйомної сили;

$D_{ф}$, м – діаметр фюзеляжу;

$H_{v\,max}$, км – висота польоту з максимальною швидкістю;

$H_{практ}$, км – практична стеля;

K_c – коефіцієнт корисного навантаження;

L, км – дальність польоту;

l, м – розмах крила;

$L_{пр}$, м – довжина пробігу під час посадки;

$L_{р}$, м – довжина розбігу при зльоті;

$L_{ф}$, м – довжина фюзеляжу;

$m_{0}(m_{зл})$, кг – злітна маса літака;

$m_{0\,max}$, кг – максимальна злітна маса літака;

$m_{дв}$, кг – маса двигуна;

$m_{ек}$ – маса екіпажу;

$m_{п}$, кг – маса палива;

$m_{пос}$, кг – посадкова маса літака;

$m_{пуст}$, кг – маса порожнього літака;

$m_{пустсн}$, кг – маса порожнього спорядженого літака;

$m_{с}$, кг – маса комерційного навантаження;

$n_{пас}$, чол. – кількість пасажирів;

p_{0}, даН (кН) – питоме навантаження на крило;

P_{0} (N_{0}), кгс – тяга (потужність двигуна);

$S, S_{эл}, S_{ГО}, S_{ВО}$, м^2 - площа крила, елеронів, горизониального оперення, вертикального оперення;

t_{0} – стартова тягозброєність;

V_{max}, км/год – максимальна швидкість польоту;

V_{y}, м/с – швидкопідйомність;

$V_{крейс}$, км/год – швидкість крейсерського польоту;

$Y_{дв}$, кг/даН – питома маса двигуна;

$\delta_{з}$ – кут відхилення закрилка;

$\eta, \eta_{ГО}, \eta_{ВО}$ – звуження крила, горизонтального оперення, вертикального оперення;

$\lambda, \lambda_{ф}, \lambda_{ГО}, \lambda_{ВО}$ – подовження крила, фюзеляжу, горизонтального оперення, вертикального оперення;

$\chi, \chi_{ГО}, \chi_{ВО}$, град – кут стрілоподібності крила, горизонтального оперення, вертикального оперення;

……..……