МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра проектування літаків і вертольотів

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи

магістра
(освітній ступінь)

на тему «Інтегроване проектування і конструювання агрегатів і систем ближнє-магістрального пасажирського літака. Стабілізатор літака»

ХАІ.103.160н.25В.134.№ 1901051 ПЗ

Виконав: студентка 2 курсу магістратури групи 160н
Спеціальність 134 *«Авіаційна та ракетно- космічна техніка»*
(код та найменування)
Освітня програма *«Проєктування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»*
(найменування)
Несміянова Юлія Андріївна
(прізвище та ініціали студента)
Керівник: Капітанова Л.В.
(прізвище та ініціали)
Рецензент: Павленко С.А.
(прізвище та ініціали)

Харків – 2025

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет Літакобудування
Кафедра 103 «Проектування літаків і вертольотів»
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код та найменування)
Освітня програма Проєктування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

к.т.н., доцент Сергій ТРУБАЄВ
“____” _____2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Несміяновій Юлії Андріївні
(прізвище, ім’я, та по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи Інтегроване проектування і конструювання агрегатів і систем ближнє-магістрального літака. Стабілізатор літака.
керівник кваліфікаційної роботи КАПІТАНОВА Людмила Валеріївна
д.т.н., професор кафедри 103
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету № 420-уч від «14» березня 2025 року.
Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 12 травня 2025р.
Вихідні дані до роботи кількість пасажирів – 60 чол; V_{max} – 570 км/ч; $V_{кр}$ – 500 км/год; H_{max} – 13000 км; $H_{кр}$ – 7000 км; L – 1500 км; $L_{роз}$ – 730 м; ресурс – 85000 л/год;

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

Реферат

1 Конструкторський розділ

1.1 Автоматизоване формування вигляду літака. Вступ, постановка цілі й задач проектування.

1.1.1 Розробка концепції створення проектованого літака й науково-технічної програми досягнення його характеристик.

1.1.2 Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва й експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака.
1.1.3 Збір, обробка й аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака.
1.1.4 Вибір і обґрунтування схеми літака, типу його силової установки.
1.1.5 Розрахунок маси літака в трьох наближеннях.
1.1.6 Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу.
1.1.7 Визначення й оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів.
1.1.8 Розробка аеродинамічного, об'ємно-вагового, конструктивно-силового компонувань. Розрахунок центрування і моментів інерції літака.
1.1.9 Ув'язування форми агрегатів, побудова зализів і обтічників літака. Оформлення результатів розрахунків.
1.1.10 Стандартна специфікація проектованого літака.

Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання стабілізатора проектованого літака

1.2.1 Розробка майстер-геометрії агрегату.
1.2.2 Визначення навантажень, що діють на агрегат.
1.2.3 Уточнення конструктивно-силової схеми агрегату.
1.2.4 Вибір матеріалів для елементів конструкції агрегату.
1.2.5 Проектувальний розрахунок геометричних параметрів конструктивно-силових елементів агрегату в регулярних і нерегулярних зонах з урахуванням заданого ресурсу.
1.2.6 Дослідження впливу параметрів агрегату на його масу.
1.2.7 Проектувальний розрахунок з'єднань і стиків агрегату з фюзеляжем.
1.2.8 Прогнозування ресурсу агрегату в регулярних і нерегулярних зонах.
1.2.9 Уточнення геометричних і конструктивних параметрів агрегату.
1.2.10 Керівництво з технічної експлуатації проектованого агрегату літака.

1.3 Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання однієї з систем літака

1.3.1 Проектування і моделювання силової установки.
1.3.2 Проектування і моделювання системи керування.
1.3.3 Проектування і моделювання гідравлічної системи.
1.3.4 Проектування і моделювання пневматичної системи.
1.3.5 Проектування і моделювання систем життєзабезпечення.
1.3.6 Посібник з експлуатації проектованої системи.

2 Економічний розділ

2.1 Розрахунок характеристик економічної ефективності
2.2 Бізнес план: історія фірми, характеристика літака, аналіз ринку збуту, маркетинг, кадри й керування, аналіз ризиків і їх запобігання.

2.3 Фінансування проекту: джерела фінансування, прибутки й витрати - розрахунок витрат на проектування й виробництво, розрахунок собівартості, прибуток ціни, розрахунок мінімальних власних коштів фірми, визначення точки беззбитковості, розрахунок прямих, непрямих витрат.
2.4 Повна собівартість перевезення й виторг компанії.
2.5 Доходи від проекту.
2.6 Вплив зміни проектних параметрів літака і його агрегатів на критерії ефективності літака.

3. Спеціальна частина

Ремонт композитних матеріалів та їх довговічність

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

- загальний вигляд літака (формат А1);
- конструктивно-силова схема літака (формат А1).
- теоретичне креслення стабілізатора (формат А1);
- складальне креслення стабілізатор (формат А2);
- схема систем двигуна (А2)
- майстер-геометрія поверхні літака, креслення загального вигляду (формат А1);
- модель розподілу простору (об'ємно-масове компонування);
- майстер-геометрія агрегату;
- модель розподілу простору.

Керівник і консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада керівника і консультантів	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1.	д.т.н, професор каф. 103, Капітанова Л. В.		
2.	д.т.н, професор каф. 103, Капітанова Л. В.		
3.	д.т.н, професор каф. 103, Капітанова Л. В.		

Нормоконтроль _____Людмила КАПІТАНОВА «____»_____2025 р.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Дата видачі завдання «_14__» березня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	**Конструкторський розділ**		
2.	**Економічний розділ**		
3.	**Спеціальна частина**		

Студент _____ **Юлія НЕСМІЯНОВА**
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____**Людмила КАПІТАНОВА**
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Звіт до кваліфікаційної роботи магістра: 156 с., 53 іл., 19 табл., 4 додатків., 19 джерел.

Об'єкт дослідження дозвуковий ближнє–магістральний пасажирський літак із трапецієвидним крилом, системи обладнання, вузли та агрегати.

Мета роботи – спроектувати загальний вид пасажирського літака, конструктивно-силову схему, стабілізатор, підбір двигуна, майстер-геометрія літака, розрахувати аеродинамічні та техніко–економічні показники літака.

Метод дослідження – статистичний, аналітичний, розрахунковий, графічний.

З використанням цих методів були зібрані статистичні дані літаків-прототипів, проаналізовані їхні параметри, а також розроблена статистична таблиця. Кінцевим продуктом є ближнє–магістральний пасажирський дозвуковий літак, масою 26290 кг та крейсерською швидкістю в 570 км/год. Магістерська робота включає в себе: конструкторський розділ, розрахункові аеродинамічні показники, розрахунок панелі крила, розрахунок основної стійки шасі, розрахунок крила на міцність, технологічний розділ, економічна частина.

З початку були розраховані масові та отримані геометричні параметри літака, а також розроблена конструктивно-силова схема. Розроблене креслення загальної конструктивно-силової схеми та загального виду літака. Також спроектований стабілізатор та побудована майстер-геометрія літака.

У другій частині розроблена економічна ефективність розрахункового літака та виявлено ціну на матеріали та виготовлення літака, а також ціну літака з двигунами та без.

Третя частина – спеціальна частина, в якій розглядалася довговічність композитних ремонтів.

ПАСАЖИРСЬКИЙ ЛІТАК, ЗАГАЛЬНИЙ ВИД ЛІТАКА, КОНСТРУКТИВНО–СИЛОВА СХЕМА, КРИЛО, СТАБІЛІЗАТОР, МАЙСТЕР-ГЕОМЕТРІЯ, КОМПОЗИТНИЙ РЕМОНТ.

ЗМІСТ

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 10

1.1 Автоматизоване формування вигляду літака 10

1.1.1 Розробка концепції створення проектованого літака й науково-технічної програми досягнення його характеристик 11

1.1.2 Призначення, тактико-технічні вимоги до літака 12

1.1.3 Збір та обробка статичних даних, їх аналіз 14

1.1.4 Вибір і обґрунтування схеми літака, типу його силової установки 20

1.1.5 Розрахунок маси літака в трьох наближеннях 21

1.1.6 Визначення і оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів 49

Висновки 55

1.1.7 Розробка аеродинамічної, об’ємна-вагової, конструктивно силовий компонувань. Розрахунок центрування і моментів інерції літака 55

1.1.8 Ув'язка форми агрегатів, побудова зализів і обтічників літака 57

1.1.9 Стандартна специфікація проектованого літака 59

1.2 Інтегрувальне проектування стабілізатора літака 63

1.2.1 Геометричні розміри горизонтального оперення 63

1.2.2 Визначення навантажень 64

Визначення врівноважує навантаження 64

1.2.3 Побудова епюр зовнішніх навантажень за розмахом оперення ... 69

1.2.4 Побудова епюри повітряної навантаження 70

1.2.5 Уточнення конструктивно-силової схеми стабілізатора 75

1.2.6 Вибір матеріалу силових елементів стабілізатору 75

1.2.7 Проектувальний розрахунок силових елементів регулярної зони у перерізах агрегату 76

1.2.8 Проектувальні розрахунки елементів лонжерону, визначення товщини обшивки, проектування елементів посилених нервюр, кронштейна навішування керма висоти 86
1.2.9 Проектування поясів лонжерона 86
1.2.10 Проектування стінки лонжерону 88
1.2.11 Визначення товщини обшивки 91
1.2.12 Проектування посиленою нервюри 92
1.2.13 Проектування кронштейна навішування керма висоти 95
1.2.14 Опис конструкції стабілізатора 98
1.2.15 Технічні умови на виготовлення стабілізатора 100
1.2.16 Аналіз технологічності агрегату 100
Висновки 102
1.3 Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання систем літака 102
1.3.1 Проектування і моделювання систем силової установки 102
1.3.2 Визначення запасу палива, схеми розміщення паливних баків, схеми подачі палива к двигунам 104
1.3.3 Схема заправки паливом 107
1.3.4 Схема аварійного зливу палива. Розрахунок системи аварійного зливу 107
1.3.5 Протипожежна система літака 109
1.3.6 Система виявлення пожару 110
1.3.7 Система пожежогасіння 110
2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 112
2.1 Тактико-економічне обґрунтування та оцінка проектованого пасажирського літака 112
2.1.1 Конкурентні переваги проектованого літака і оцінка можливих обсягів його реалізації на ринках збуту 112

2.2 Визначення ціни виробу за витратами на виготовлення і обґрунтування беззбитковості виробництва 116
2.1.1 Розрахунок собівартості літака і ціни літака без двигунів 117
2.2.1 Розрахунок вартості двигунів, придбаних для літаків серійного виробництва 121
2.3 Розмір критичної програми випуску (точка беззбитковості) 122
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 125
3.1 Ремонт композитних матеріалів та їх довговічність 125
3.1.1 Актуальність та введення у проблему використання композиційних матеріалів та їх обслуговування 125
3.1.2 Види композитних ремонтів та складові, що впливають на довговічність ремонту 126
3.1.3 Параметри навколишньої середи 130
3.1.4 Температура 131
3.1.5 Волога 138
3.1.6 Метод кінцевих елементів 140
3.1.7 Висновки 142
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК 146
ДОДАТОК А 148
ДОДАТОК В 150
ДОДАТОК С 154
ДОДАТОК D 155