МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра міцності літальних апаратів

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи

(тип кваліфікаційної роботи)

другий (магістерський)

(освітній ступінь)

На тему: «***Аналіз сертифікаційних випробувань транспортного літака типу Ан-148»***

Виконав: студент II курсу групи № 168-вн

Галузь знань: *13 «Механічна інженерія»*

(код та найменування)

Спеціальність: 134 *«Авіаційна та ракетно-космічна техніка»*

(код та найменування)

Освітня програма: *«Проектування,виробництво та сертифікація авіційної техніки»*

(найменування)

Дьомін Констянтин Олександрович

(прізвище та ініціали студента)

Керівник: Віталій Мірошніков

(ім'я прізвище)

Рецензент: Костянтин Аврамов

(ім'я прізвище)

Харків – 2026

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

Факультет *Літакобудування*
Кафедра *102 «Міцності літальних апаратів»*
Рівень вищої освіти *другий (магістерський)*
Галузь знань *13 «Механічна інженерія»*
Спеціальність *134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»*
(код та найменування)
Освітня програма *«Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»*
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ д.т.н., професор Віталій МІРОШНІКОВ
(підпис) (науковий ступінь, прізвище та ініціали)

«____» _____ 2026р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дьомін Костянти Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові)

1.Тема кваліфікаційної роботи **«*Аналіз сертифікаційних випробувань транспортного літака типу Ан-148»***
керівник кваліфікаційної роботи Мірошніков В.Ю., д.т.н., професор кафедри 102
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету № 366-уч від 16 березня 2026 року
3.Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 10 травня 2026 року
4.Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати)
Провести розрахунок крила великого подовження. Перевірочний розрахунок здійснити за допомогою ЕОМ. Вивчити розділ сертифікація літака Ан-148. Спроектувати системи важільного навантаження консолі крила літака. Зробити висновки, щодо проведених розрахунків.
5. Перелік графічного матеріалу кваліфікаційна робота містить 17 таблиць, 40 рисунків, 4 додатки, презентація - MS PowerPoint

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Сертифікація літака Ан-148	Мірошніков В.Ю., д.т.н, професор каф.102	16.03.2026р.	10.05.2026р.
2. План Проспект сертифікаційного базису літака Ан-148	Мірошніков В.Ю., д.т.н, професор каф.102	16.03.2026р	10.05.2026р.
3. Розрахунок на міцність крила великого подовження	Мірошніков В.Ю., д.т.н, професор каф.102	16.03.2026р	10.05.2026р.
4. Розрахунок на міцність крила великого подовження з урахуванням вимог довговічності	Мірошніков В.Ю., д.т.н, професор каф.102	16.03.2026р	10.05.2026р.
5. Проектувальний розрахунок елерону крила	Мірошніков В.Ю., д.т.н, професор каф.102	16.03.2026р	10.05.2026р.
6. Проектування системи важільного навантаження консолі крила літака	Мірошніков В.Ю., д.т.н, професор каф.102	16.03.2026р	10.05.2026р.

Нормоконтроль _____ _____ «____» _____20___ р.
(підпис) (ім’я та прізвище)

Дата видачі завдання «16» березня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ З/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Сертифікація літака Ан-148	25.03.2026	
2.	План Проспект сертифікаційного базису літака Ан-148	10.04.2026	
3.	Розрахунок на міцність крила великого подовження	20.04.2026	
4.	Розрахунок на міцність крила великого подовження з урахуванням вимог довговічності	30.04.2026	
5.	Проектувальний розрахунок елерону крила	01.05.2026	
6.	Проектування системи важільного навантаження консолі крила літака	05.05.2026	

Здобувач _____ Дьомін К.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Мірошніков В.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Звіт про кваліфікаційну роботу: 130 с., 5 ч., 17 табл., 40 рис., 4 дод., 11 джерел.

КОНСОЛЬ, КРИЛО, ЛІТАК, ЛОНЖЕРОН, МІЦНІСТЬ, СЕРТИФІКАЦІЯ, СТРИНГЕР.

Мета роботи – провести розрахунок на міцність крила великого подовження літака типу Ан-148 відповідно до Авіаційних Правил. Описати план проспект сертифікаційного базису літака Ан-148. Спроектувати систему важільного навантаження консолі крила.

Об’єкт дослідження – елементи конструктивно-силової схеми крила пасажирського літака типу Ан-148.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
1.СЕРТИФІКАЦІЯ ЛІТАКА Ан-148 11
1.1 Заявка в Державіаслужбу на отримання Сертифікату літака типу Ан-14811
1.2 Принципові схеми систем літака 17
1.3 Очікувані умови експлуатації. 27
1.4 Експлуатаційні обмеження. 27
2.ПЛАН ПРОСПЕКТ СЕРТИФІКАЦІЙНОГО БАЗИСУ ЛІТАКА АН-148 30
3. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КРИЛА ВЕЛИКОГО ПОДОВЖЕННЯ 35
3.1Огинаючі польотних режимів 35
3.1.1 Розрахункові швидкості польоту 35
3.1.2 Перенавантаження при польоті в неспокійному повітрі 38
3.2 Розрахунок навантажень на крило великого подовження 41
3.2.1 Модифікація крила та повернення консолі 41
3.2.2 Розподіл повітряного навантаження по розмаху крила 43
3.2.3 Розподіл навантаження від ваги конструкції крила 44
3.2.4 Розподіл навантаження від ваги палива у крилі 45
3.2.5 Розрахунок розподілу поперечних сил та згинальних моментів 47
3.2.6 Розрахунок наведених моментів 50
3.2.7 Перевірка правильності побудови епюр поперечних сил, згинаючих моментів та приведених моментів 54
3.3 Проектувальний розрахунок перерізу крила літака 55
3.4 Перевірочний розрахунок перерізу крила літака за допомогою ЕОМ 61
3.5 Перевірочний розрахунок перерізу крила літака на дотичні напруження 63
4. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КРИЛА ВЕЛИКОГО ПОДОВЖЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ ДОВГОВІЧНОСТІ 66
4.1 Проектувальний розрахунок перерізу крила літака 67
4.1.1 Вихідний розрахунок з напруженнями границі міцності 67
4.1.2Новий розрахунок з директивними напруженнями 70
4.2 Порівняння маси збірної панелі виконаної за вимогами статичної міцності та втомної довговічності 77
5. ПРОЕКТУВАЛЬИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕРОНУ КРИЛА 80
5.1Визначення навантажень, що діють на елерон 80

5.2 Вибір положення опор елерона та побудова епюр згинальних моментів та перерізуючих сил 81

5.3 Проектувальні розрахунки поясов та стінки лонжерона, визначення товщини обшивки, розрахунок та проектування посиленої нервюри та кронштейна навішування 83

5.3.1 Проектування поясов лонжерона 84

5.3.2 Проектування стінки лонжерона 86

5.3.3 Визначення товщини обшивки 89

5.3.4 Проектувальний розрахунок кронштейна навішування 90

5.3.5 Проектувальний розрахунок посиленої нервюри 101

6. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВАЖІЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ КОНСОЛІ КРИЛА ЛІТАКА 106

6.1 Проектування важільного навантаження 110

6.2 Підбір поперечних перерізів важелів 116

ВИСНОВКИ 119

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 120

ДОДАТОК А 121

ДОДАТОК Б 124

ДОДАТОК В 126

ДОДАТОК Г 129

ВСТУП

Для кваліфікаційної роботи обрано літак типу Ан-148. Загальний вигляд літака показано на рисунку 1.

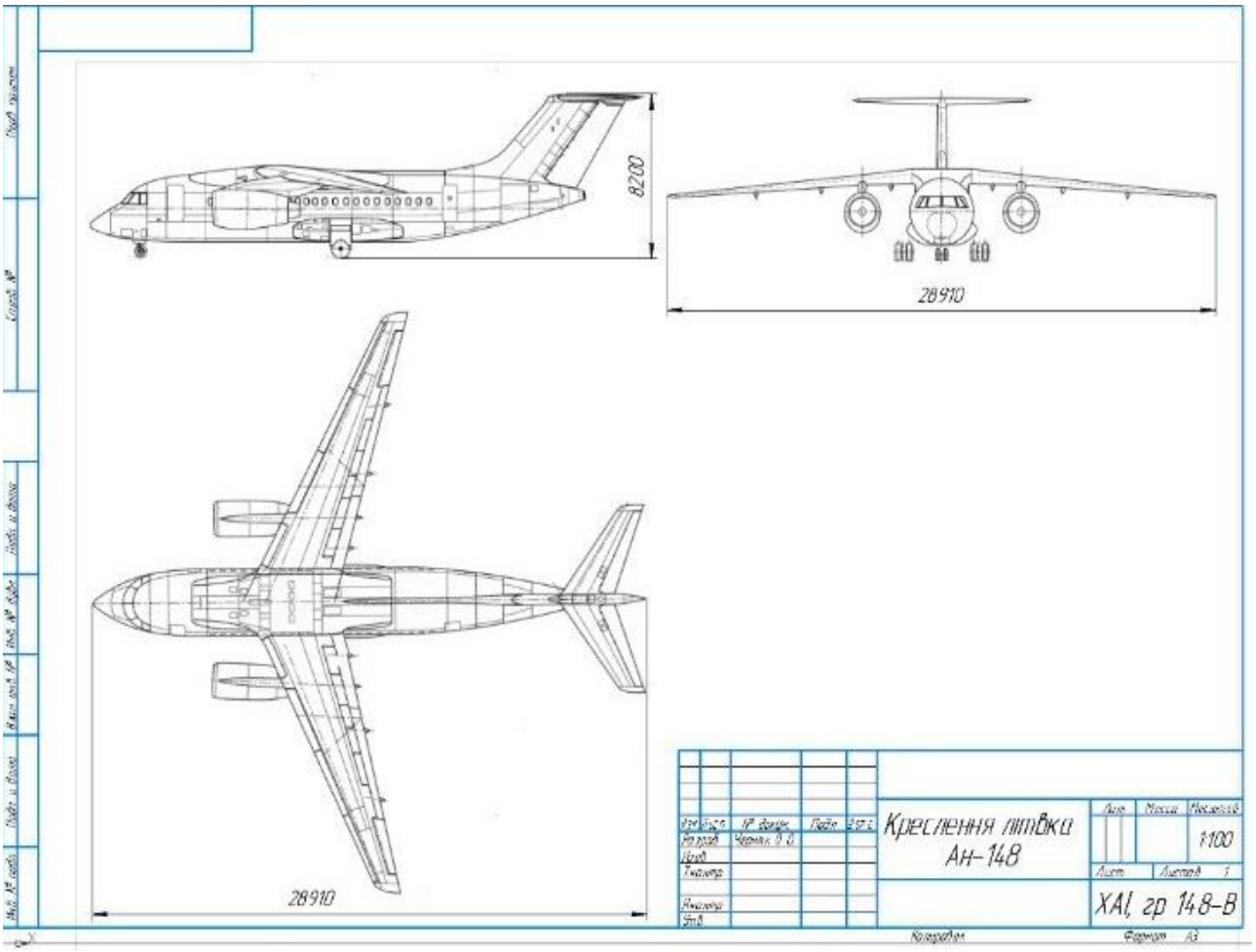


Рисунок 1 – Загальний вигляд літака типу Ан-148.

Основні тактико-технічні характеристики наведено у таблиці 1.

Злітна маса	38500 кг
Крейсерська швидкість	800 км/год
Швидкість звалювання	205,76 м/с
Практичний потолок	12500 м
Посадкова швидкість	220 км/год
Злітна швидкість	250 км/год
Максимальний запас палива	12050 кг
Вантажопідйомність	9680 кг
Пасажиромісткість	80 ос.
Дальність польоту	3700 км
Тяга злітного режиму	6830 кгс

Таблиця 1 – Основні тактико-технічні характеристики

Ан-148 — це регіональний ближньомагістральний пасажирський літак, розроблений ДП «Антонов» для перевезення пасажирів на внутрішніх і міжнародних лініях середньої протяжності.

Літак призначений для:

перевезення пасажирів (60–85 осіб залежно від модифікації);

експлуатації на регіональних та короткомагістральних маршрутах;

роботи в складних кліматичних умовах (у тому числі на погано підготовлених аеродромах);

використання на аеродромах з обмеженою інфраструктурою (високе розташування двигунів забезпечує захист від сторонніх предметів).

Основні льотно-технічні характеристики

(для базової модифікації Ан-148-100)

Крейсерська швидкість: ~800–870 км/год

Максимальна швидкість: ~870 км/год

Дальність польоту:

до 2 100 км (повне завантаження)

до 4 400 км (зменшене завантаження)

Практична стеля: ~12 200 м

Злітна маса (максимальна): ~41–43 т

Довжина літака: 29,13 м

Розмах крила: 28,91 м

Силова установка:

2 × турбореактивні двигуни Д-436-148

Тяга одного двигуна: близько 6 730 кгс

Конструктивні особливості

Високорозташоване крило (тип «високоплан»), що підвищує експлуатаційну надійність на аеродромах з низькою якістю покриття.

Сучасна авіоніка (скляна кабіна екіпажу).

Ефективна механізація крила для зльоту/посадки на коротких ЗПС.

Високий рівень автоматизації польоту.

Модифікації

Ан-148-100A — базова (коротка дальність)

Ан-148-100B — середня дальність

Ан-148-100E — збільшена дальність

Експлуатаційні переваги

адаптованість до експлуатації в умовах обмеженої інфраструктури;

економічність на коротких маршрутах;

можливість роботи при низьких температурах;

знижені вимоги до якості ЗПС.